ผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น ที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลน

นายนพดล เหมือนเพ็ชร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-17-3799-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF WASTEWATER CONCENTRATION ON TREATMENT EFFICIENCY OF CONSTRUCTED WETLAND PLANTED WITH MANGROVE SPECIES

Mr. Noppadol Muenphet

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-17-3799-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลน
โดย	นาย นพดล เหมือนเพ็ชร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นพดล เหมือนเพ็ชร : ผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลน (EFFECT OF WASTEWATER CONCENTRATION ON TREATMENT EFFICIENCY OF CONSTRUCTED WETLAND PLANTED WITH MANGROVE SPECIES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. กนกพร บุญส่ง, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, 231 หน้า, ISBN 974-17-3799-8

ผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลน ได้ทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดของกล้าไม้ และระยะเวลากักเก็บ โดยใช้น้ำเสีย 4 ความเข้มข้น คือ น้ำเสียชุมชนปกติ (NW : normal wastewater) และน้ำเสียที่ปรับให้มีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ (2NW, 5NW และ 10NW) โดยน้ำเสียทั้ง 4 ระดับมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 22.154 ± 5.414, 48.212 ± 2.811, 111.129 ± 6.350 และ 216.803 ± 14.908 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 5.837 ± 0.817, 8.978 ± 0.774, 21.159 ± 1.096 และ 44.494 ± 3.288 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ชนิดของกล้าไม้ 4 ชนิด คือ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*) และโปรงแดง (*Ceriops tagal*) และระยะเวลากักเก็บ 3 ระยะ คือ 7, 5 และ 3 วัน โดยจัดสร้างชุดทดลองขนาด 1 x 2 x 0.6 เมตร จำนวน 25 ชุด ภายใต้หลังคาโปร่งใส ในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ผลการศึกษาพบว่า ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 5NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีสูงสุด คือ 95.31% ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 10NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ ออร์โธฟอสเฟตสูงสุด คือ 91.86, 89.43, 91.18 และ 89.74% ตามลำดับ และในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียสูงสุด คือ 99.45% การศึกษาสมบัติของดินพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินภายหลังการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษากล้าไม้พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบภายหลังการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพสำต้นสูงที่สุดในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ที่ได้รับน้ำเสีย NW โดยสรุป พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลนสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันได้ โดยที่ระยะกักเก็บ 7 วัน สามารถลดปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียได้สูงสุด และมีประสิทธิภาพในการบำบัดธาตุอาหารสูงกว่าที่ระยะกักเก็บ 5 และ 3 วัน

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต นพดล เหมือนเพ็ชร

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4589089220 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENT SCIENCE
KEY WORD : CONSTRUCTED WETLAND / MANGROVE / WASTEWATER

NOPPADOL MUENPHET : EFFECT OF WASTEWATER CONCENTRATION ON TREATMENT EFFICIENCY OF CONSTRUCTED WETLAND PLANTED WITH MANGROVE SPECIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KANOKPORN BOONSONG, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D. 231 pp. ISBN 974-17-3799-8

The study on effect of wastewater concentration on treatment efficiency of constructed wetland planted with mangrove species was conducted. Three factors were varied, i.e., wastewater concentration, mangrove species (*Rhizophora mucronata, Avicennia marina, Bruguiera gymnorrhiza* and *Ceriops tagal*) and detention time (7, 5 and 3 days). Four concentrations of wastewater were used, i.e., NW (normal wastewater), 2NW, 5NW and 10NW (which contained 2, 5 and 10 times higher total nitrogen and total phosphorus than NW). The concentration of total nitrogen in NW, 2NW, 5NW and 10NW were 22.154 ± 5.414, 48.212 ± 2.811, 111.129 ± 6.350 and 216.803 ± 14.908 mg/l, respectively. Whereas the concentration of total phosphorus in NW, 2NW, 5NW and 10NW were 5.837 ± 0.817, 8.978 ± 0.774, 21.159 ± 1.096 and 44.494 ± 3.288 mg/l, respectively. The 25 cement blocks of 1 x 2 x 0.6 meters each were constructed under a greenhouse in Royal Laem Phak Bia, Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. The results indicated that the removal percentage of BOD was highest in 5NW system, with the value of 95.31%. Whereas the removal percentage of total nitrogen, nitrate, total phosphorus and ortho-phosphate were highest in 10NW system, with the values of 91.86, 89.43, 91.18 and 89.74%, respectively, and the removal percentage of ammonium was highest in NW system, with the value of 99.45%. The total nitrogen and total phosphorus in soil were significantly increased after the treatment experiment ($p<0.05$). The total nitrogen and total phosphorus in leaves were increased after the treatment experiment. The stem biomass increment rate was highest in *R. mucronata* recieving NW wastewater. In conclusion, the study indicated that the constructed wetland system planted with mangrove species was effective in removing high concentration of total nitrogen and total phosphorus in wastewater. The results suggested that 7-day detention time yielded the highest removal percentage than 5- and 3- day detention time.

Inter-department Environmental Science Student's Signature Noppadol Muenphet
Field of Study Environmental Science Advisor's Signature Kanokporn Bo
Acadamic year 2005 Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากความกรุณาของผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำสั่งสอน ตลอดจนความคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. สนิท อักษรแก้ว และ รองศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. เกษม จันทร์แก้ว ประธานโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้พื้นที่ในการศึกษาทดลอง พร้อมทั้งอนุเคราะห์ที่พัก

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการ "การใช้ป่าชายเลนปลูกในการบำบัดน้ำเสียชุมชน" สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ คุณประธาน สังวร หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการป่าชายเลน พบ.1 สำนักงานป่าไม้เขตเพชรบุรี ที่อนุเคราะห์กล้าไม้แสมทะเลและโปรงแดง และคุณสมชาย ดิษฐศร หัวหน้างานป่าไม้ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี ที่อนุเคราะห์กล้าไม้โกงกางใบใหญ่และพังกาหัวสุมดอกแดงที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณ คุณเพ็ญศรี ชูบรรจง นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่คอยให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ

ขอขอบพระคุณ คุณนิยม นกน่วม และเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนามและเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ที่กรุณาให้อุปการะทางด้านทุนการศึกษา พร้อมทั้งให้ความรัก และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญรูป.....ฎ

บทที่

1. บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

2. การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 น้ำเสียชุมชนและธาตุอาหารในน้ำเสีย.....4

2.2 การบำบัดธาตุอาหาร โดยพื้นที่ชุ่มน้ำ.....6

2.3 พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเพื่อการบำบัดน้ำเสีย.....12

2.4 สังคมพืช ดิน และน้ำในป่าชายเลน.....14

3. วิธีดำเนินการศึกษา.....21

3.1 สถานที่ทำการทดลอง.....21

3.2 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง.....21

3.3 ดินที่ใช้ในการทดลอง.....23

3.4 กล้าไม้ที่ใช้ในการทดลอง.....23

3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง.....24

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....34

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล.....35

4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำ.....35

4.2 การศึกษาสมบัติดิน.....77

4.3 การศึกษาการเจริญเติบโตและองค์ประกอบธาตุอาหารของพืช.....126

หน้า

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ....156
5.1 สรุปผลการศึกษา....156
5.2 ข้อเสนอแนะ....159
รายการอ้างอิง....160
ภาคผนวก....164
ภาคผนวก ก....166
ภาคผนวก ข....217
ภาคผนวก ค....222
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....227

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ชนิดและปริมาณสารเคมีเพื่อปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด....23

3.2 อัตราการปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บ....27

3.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์น้ำ....29

3.4 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดิน....31

3.5 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์พืช....33

4.1 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระบบต่อเนื่อง ระยะกักเก็บ 7 วัน....37

4.2 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระบบต่อเนื่อง ระยะกักเก็บ 5 วัน....37

4.3 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระบบต่อเนื่อง ระยะกักเก็บ 3 วัน....38

4.4 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....40

4.5 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....41

4.6 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....42

4.7 ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....43

4.8 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลาย เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....45

4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณบีโอดี เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....48

4.10 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดี เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....49

4.11 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....53

4.12 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....54

4.13 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....57

4.14 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....59

4.15 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....63

4.16 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....64

4.17 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....68

4.18 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....69

4.19 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....73

4.20 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน....74

4.21 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบน (0-10 ซม.)....79

4.22 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.)....80

ตารางที่ หน้า

4.23 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....82
4.24 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.).....83
4.25 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....85
4.26 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.).....86
4.27 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร).....88
4.28 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นล่าง (10-20 เซนติเมตร).....90
4.29 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....93
4.30 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....94
4.31 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียสารของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....95
4.32 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียสารของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....96
4.33 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....99
4.34 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของชั้นดินล่าง (10-20 ซม.).....100
4.35 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....101
4.36 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....102
4.37 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....104
4.38 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....105
4.39 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....106
4.40 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....107
4.41 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....110
4.42 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....111
4.43 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....112
4.44 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....113
4.45 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....116
4.46 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....117
4.47 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....118
4.48 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....119
4.49 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....122
4.50 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....123

ตารางที่ หน้า

4.51 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นบน (0-10 ซม.).....124
4.52 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.).....125
4.53 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้.....127
4.54 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้.....128
4.55 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ที่ 15 cm.....132
4.56 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ที่ 15 cm.....133
4.57 สมการแอลโลเมตรีแสดงความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพส่วนลำต้นและส่วนใบ.....136
4.58 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้.....138
4.59 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้.....139
4.60 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้.....142
4.61 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้.....143
4.62 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้.....147
4.63 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้.....148
4.64 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้.....149
4.65 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้.....150
4.66 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้.....152
4.67 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้.....153
4.68 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้.....154
4.69 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้.....155
5.1 ปริมาณธาตุอาหารที่บำบัดโดยชุดทดลอง.....157

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การเปลี่ยนแปลงรูปของไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำ....9

2.2 การเปลี่ยนแปลงรูปของฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำ....11

3.1 พื้นที่แปลงทดลองบำบัดน้ำเสียและกำจัดขยะ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ....22

3.2 แสดงตำรับทดลอง....25

3.3 ชุดทดลอง ซึ่งอยู่ภายใต้หลังคาพลาสติกใส....26

3.4 จุดเก็บตัวอย่างดินตามแนวเส้นทแยงมุมของบ่อ....30

3.5 การกำหนดตำแหน่งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้โดยแท่งไม้ที่ปักในดินใกล้กับโคนต้น....32

4.1 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....50

4.2 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....51

4.3 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....55

4.4 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....56

4.5 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....60

4.6 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....61

4.7 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....65

4.8 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....66

4.9 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....70

4.10 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....71

4.11 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ....75

4.12 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียในระบบที่ปลูกกล้าไม้ต่างๆ....76

4.13 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้....129

4.14 การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้....134

4.15 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้....140

4.16 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้....144

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในปัจจุบัน โดยเฉพาะในชุมชนขนาดใหญ่หรือในเขตเทศบาลเป็นผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำเสียชุมชนจากกิจกรรมต่างๆ จึงเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการใช้น้ำ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียชุมชนมีทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และธาตุอาหาร หากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัดอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำ นอกจากนี้อาจก่อให้เกิดยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ซึ่งทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียได้

การบำบัดน้ำเสียชุมชนในปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการบำบัดโดยกระบวนการทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งกระบวนการทางชีวภาพวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ บำบัดน้ำเสียได้ คือ ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น ปัจจุบันมีการใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชน น้ำทิ้งจากการเกษตร และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ทั้งในยุโรปและอเมริกา เนื่องจากเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลบำรุงรักษาต่ำ สามารถบำบัดสารอินทรีย์ ธาตุอาหารและสารมลพิษอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lim และคณะ, 2003) ป่าชายเลนซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ จึงสามารถประยุกต์ใช้สำหรับการจัดทำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดน้ำเสียได้ โดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียอาศัยการทำงานร่วมกันทั้งพืช และจุลินทรีย์ โดยพืชจะดูดดึงธาตุอาหารที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ส่วนบทบาทของจุลินทรีย์นั้นสามารถช่วยกำจัดธาตุอาหารในน้ำเสียทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจน และไร้ออกซิเจน โดยทำให้เกิดกระบวนการต่างๆ เช่น ไนตริฟิเคชัน (nitrification) และดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) นอกจากนี้พวก crustacean โดยเฉพาะหอยเจาะไม้และปูที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนมีส่วนสำคัญต่อการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ส่วนดินในป่าชายเลนซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวจะมีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับฟอสฟอรัสและโลหะหนักในน้ำเสียและสะสมไว้ในดินตะกอน

ป่าชายเลนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะขึ้นอยู่เป็นแนวเขต (zonation) ตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน ความเค็มของน้ำ การระบายน้ำ และความถี่ของน้ำทะเลท่วมถึง เป็นต้น พันธุ์ไม้สำคัญที่พบจากบริเวณด้านนอกติดกับชายฝั่งสู่ด้านใน ได้แก่ ไม้โกงกาง ไม้แสม ไม้ถั่วหรือพังกา ไม้โปรง และไม้ตะบูน ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นในแนวเขตด้านนอกได้รับการท่วมขังของน้ำ

ทะเลที่นานกว่า และพันธุ์ไม้เหล่านี้มีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากมีระบบรากค้ำยัน และรากอากาศ ซึ่งคาดว่าสามารถปลดปล่อยออกซิเจนให้จุลินทรีย์สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในน้ำเสียทำให้น้ำเสียมีคุณภาพดีขึ้นได้ และการศึกษาโดยใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียพบว่ามีความสามารถและศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะการบำบัดสารอินทรีย์และการเติมออกซิเจนให้กับน้ำ (สนิท อักษรแก้ว และคณะ, 2545)

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการบำบัดของระบบป่าชายเลน ที่ทำการศึกษาโดยใช้ระบบการปล่อยน้ำแบบกะ (batch flow) ยังมีค่าค่อนข้างต่ำ (Boonsong และคณะ, 2002) เนื่องจากระบบป่าชายเลนมีปริมาณออกซิเจนจำกัด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ โดยการปล่อยน้ำเข้าแบบเติมต่อเนื่อง (continuous flow added) รวมทั้งศึกษาถึงผลของความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีต่อระบบป่าชายเลนที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลนต่างชนิด ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการปลูกป่าชายเลน เพื่อช่วยในการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูง

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีและธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลนต่างชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*) และโปรงแดง (*Ceriops tagal*)

2) เพื่อศึกษาการสะสมธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ในดินและพันธุ์ไม้ในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) ชุดทดลองจัดสร้างในพื้นที่ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

2) ดินเลนที่ใช้ในระบบนำมาจากพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

3) น้ำเสียชุมชนเป็นน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีและเขตใกล้เคียง ซึ่งได้รวบรวมส่งตามแนวท่อมายังพื้นที่โครงการฯ ระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร และน้ำเสียที่ปรับความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียให้เป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี และธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลนต่างชนิด

2) ทราบถึงการสะสมธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ในดินและพันธุ์ไม้ชายเลน

3) ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อใช้สำหรับการวางแผนในการปลูกป่าชายเลนเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำเสียชุมชนและธาตุอาหารในน้ำเสีย

2.1.1 น้ำเสียชุมชน

น้ำเสียชุมชน (municipal wastewater) หมายถึง น้ำที่เกิดจากการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ เช่น บ้านพักอาศัย ภัตตาคาร โรงแรม โรงเรียน ตลาด เป็นต้น และระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ได้ผ่านการบำบัดให้มีลักษณะดีขึ้นหรือสะอาดขึ้นก่อน ซึ่งทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมและเน่าเสียในที่สุด โดยน้ำเสียชุมชนจากครัวเรือนจะประกอบไปด้วยสิ่งปฏิกูลจากกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ ได้แก่ การอาบน้ำ การซักล้าง และกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะมีอัตราระบายน้ำเสียประมาณ 150-216 ลิตร/คน/วัน หรือประมาณ 180 ลิตร/คน/วัน ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ที่เป็นของแข็งแขวนลอย ไขมัน และของ แข็งละลายน้ำ นอกจากนี้ยังอาจมีเชื้อโรคปะปนอยู่ด้วย โดยสิ่งปนเปื้อนที่สำคัญ คือ สารอินทรีย์ที่แบคทีเรียย่อยสลายได้ ซึ่งนิยมวัดรวมกันเป็นค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี (biochemical oxygen demand : BOD) และหากมีปริมาณ ธาตุอาหารไนโตรเจน หรือฟอสฟอรัสมากเกินไปในแหล่งน้ำปิด ก็จะเกิดปัญหายูโทรฟิเคชันขึ้นได้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

คุณภาพของน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยมีลักษณะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นน้ำเสียจากชุมชน หรือเป็นน้ำเสียที่ผ่านบ่อเกรอะมาแล้ว หรือเป็นน้ำเสียที่มีน้ำใต้ดินและน้ำฝนเข้ามาปะปน หรือเป็นน้ำเสียที่ถูกหมักและเกิดการย่อยสลายมาแล้วในระบบท่อ ดังนั้นความเข้มข้นของบีโอดีและธาตุอาหารอื่นๆ จึงแปรผันไปตามสภาพของท้องถิ่น สภาพภูมิอากาศ มาตรฐานการครองชีพ ประเภทของธุรกิจ ระบบการจัดการเรื่องน้ำ เป็นต้น ปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนจะแตกต่างกันออกไปตามประเภทต่างๆ ของอาคาร และลักษณะของระบบประปา ในบ้านพักแบบทันสมัยที่มีมาตรฐานการครองชีพสูง จะมีอัตราการใช้น้ำมากกว่าในบ้านพักแบบเก่าที่มีมาตรฐานการครองชีพต่ำ ปริมาณน้ำเสียอาจคำนวณได้จากข้อมูลการใช้น้ำ กล่าวคือ ประมาณร้อยละ 70-90 ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้จะกลายเป็นน้ำเสีย (อภิชัย เชียร์ศิริกุล, 2533)

2.1.2 ไนโตรเจนในน้ำเสียชุมชน

2.1.2.1 แหล่งที่มาและรูปของไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์หลายชนิดที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตพืชและสัตว์ เช่น ส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ดังนั้นสารประกอบไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งจำกัดอย่างหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

ไนโตรเจนเข้าสู่แหล่งน้ำได้หลายทาง เช่น ทางบรรยากาศ น้ำใต้ดิน หรือน้ำจากแหล่งชุมชน เมื่อสารประกอบไนโตรเจนเข้ามาในระบบนิเวศแล้ว จะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิก และสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) โดยจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ และจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งปฏิกิริยาทางเคมี และชีวภาพ เช่น การรับเข้าไว้ทางชีวภาพ (biological assimilation) การย่อยสลาย (decomposition) นอกจากนี้ไนโตรเจนอาจถูกกำจัดออกจากระบบ โดยการเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนให้เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และไนตริกออกไซด์ (NO) ระเหยออกสู่บรรยากาศ (Johnston, 1993)

2.1.3 ฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน

2.1.3.1 แหล่งที่มาและรูปของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปด้วยกัน โดยรูปที่พบมากและเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศของแหล่งน้ำได้แก่ ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) โดยฟอสเฟตจะรวมอยู่กับธาตุที่มีประจุบวกชนิดต่างๆ เช่น เหล็ก (Fe^{3+}) อลูมิเนียม (Al^{3+}) แคลเซียม (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียม (Mg^{2+}) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำอาจใช้เป็นเครื่องชี้ว่าฟอสเฟตจะรวมอยู่กับธาตุที่มีประจุบวกชนิดใด เช่น ถ้าน้ำเป็นด่างเล็กน้อยจะพบแคลเซียมฟอสเฟตละลายอยู่มากที่สุด แต่ถ้าน้ำเป็นกรดจะพบเฟอริกฟอสเฟตละลายอยู่มากที่สุด นอกจากนี้จุลินทรีย์ สาหร่าย และพืชที่มีระบบท่อลำเลียงสามารถนำฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ได้ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

ปริมาณและความเข้มข้นฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำขึ้นกับปัจจัยสำคัญ 4 ประการ คือ

(1) รูปร่างของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีขนาดใหญ่มีปริมาตรมากก็มีโอกาสที่จะเจือจางได้มากจึงมีฟอสฟอรัสละลายอยู่ในแหล่งน้ำในปริมาณต่ำ

(2) ลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำตั้งอยู่ในปริเวณที่มีหินฟอสเฟตมากจะทำให้น้ำมีความเข้มข้นของฟอสเฟตสูง

(3) ระยะใกล้หรือไกลจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียหรือสารอินทรีย์ ถ้าแหล่งน้ำตั้งอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดน้ำเสียหรือสารอินทรีย์ น้ำไหลบ่าหน้าดินอาจนำพาฟอสฟอรัสลงสู่แหล่งน้ำได้มาก ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสก็จะสูงขึ้น

(4) ความสามารถของการย่อยสลายของฟอสเฟตอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจทำให้มีการตกตะกอนของฟอสฟอรัสออกไปจากแหล่งน้ำได้ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543)

2.2 การบำบัดธาตุอาหารโดยพื้นที่ชุ่มน้ำ

2.2.1 บทบาทของดิน พืช และจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียโดยพื้นที่ชุ่มน้ำ

ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นระบบที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียโดยอาศัยดิน พืช และจุลินทรีย์ โดยกระบวนการบำบัดมีทั้งกลไกทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดสารอาหารได้แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืช สมบัติของดิน ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และการทำงานร่วมกันของดิน พืช และจุลินทรีย์ (Wong และคณะ, 1995)

2.2.1.1 บทบาทของดิน

ดินในพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นดินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำหรือถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศบนผิวหน้าดิน และลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการท่วมขังของน้ำ อัตราการย่อยสลายของดิน และการเกิดออกซิเดชันของดิน ทั้งนี้เพราะการเกิดออกซิเดชันต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยา ซึ่งอาจทำให้ดินขาดออกซิเจนและกลายเป็นดินที่อยู่ในสภาวะไร้อากาศในที่สุด (Mitsch และ Gosselink, 2000)

ลักษณะทางกายภาพของดินมีความสำคัญสำหรับการบำบัดน้ำเสีย โดยจะมีผลต่อประสิทธิภาพ และความสามารถของดินในการลดสารอาหารในน้ำเสีย ดินยังเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ และช่วยบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางกายภาพ และเคมี ความสามารถในการบำบัดหรือการเคลื่อนย้ายสารต่างๆ ขึ้นอยู่กับประจุของอนุภาคดิน และพื้นที่ผิวของอนุภาค โดยส่วนใหญ่อนุภาคของดินจะมีประจุลบ ทำให้ประจุบวกสามารถมายึดเกาะได้ กระบวนการทางเคมีของดินที่สำคัญ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) การดูดซับ (adsorption) การก่อตะกอนผลึก (precipitation) และการเกิดสารเชิงซ้อน (complexation) (เจนจิรา แก้วรัตน์, 2541)

2.2.1.2 บทบาทของพืช

กลไกการบำบัดธาตุอาหารในน้ำของพืช ขึ้นอยู่กับความสามารถของรากพืชที่จะดูดซึมสารต่างๆ และกระบวนการทางเคมีภายในของพืช ทั้งรากพืชจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับเป็นที่ยึดเกาะให้จุลินทรีย์ ช่วยเคลื่อนย้ายก๊าซต่างๆ รวมทั้งออกซิเจนจากยอดพืชลงสู่รากทำให้เกิดออกซิเจนเป็นฟิล์มบางๆ เรียกว่า rhizosphere รอบๆ รากพืชช่วยให้จุลินทรีย์เปลี่ยนรูปธาตุอาหารไอออนโลหะ และสารประกอบอื่นๆ ได้ (Kadlac และ Knight, 1996 อ้างถึงใน เจนจิรา แก้วรัตน์, 2541) การเคลื่อนย้ายออกซิเจนลงสู่รากของพืชที่โผล่พ้นน้ำ (emerged macrophytes) นอกจากเพื่อใช้สำหรับการหายใจของเนื้อเยื่อแล้วยังส่งผลให้มีการย่อยสลายธาตุอาหารแบบใช้ออกซิเจน และกระตุ้นการเจริญเติบโตของ nitrifying bacteria (Brix, 1993)

พืชในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถปรับตัวได้ดีในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic) โดยมีการพัฒนาช่องว่างภายในสำหรับขนส่งออกซิเจนจากยอดสู่รากพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และช่องว่างของอากาศนี้สามารถเกิดได้ถึง 60% ของเนื้อเยื่อพืชทั้งหมด และการเคลื่อนย้ายออกซิเจนลงสู่รากพืชมีบทบาทสำคัญในกระบวนการกำจัดบีโอดี และแอมโมเนียม-ไนโตรเจน โดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันในระบบรากใต้ดิน (Reddy และ D'Angrlo, 1997 อ้างถึงใน ปิยวรรณ สายมโนพันธ์, 2543)

2.2.1.3 บทบาทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ในพื้นที่ชุ่มน้ำมีทั้งประเภทที่เกาะอยู่กับตัวกลาง เช่น ดิน พืช หรือ ราก พืช และประเภทที่แขวนลอยอิสระในน้ำ ทั้งในสภาวะมีอากาศและไร้อากาศ จุลินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น กระบวนการย่อยสลายโดยใช้และไม่ใช้ออกซิเจน (aerobic/anaerobic decomposition) อาทิเช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ กระบวนการไนตริฟิเคชัน ดีไนตริฟิเคชัน และแอมโมนิฟิเคชัน เป็นต้น การเปลี่ยนรูป และการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบ เช่น การหมุนเวียนธาตุอาหารในวัฏจักรไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นต้น นอกจากนี้จุลินทรีย์สามารถช่วยให้เกิดการหมุนเวียนและแอสซิมิเลต (assimilate) ธาตุอาหารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปเสริมสร้างเนื้อเยื่อได้ (Mitsch และ Gosselink, 2000 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547)

Tam (1998) ได้ศึกษาผลกระทบของการปล่อยน้ำเสียต่อจำนวนจุลินทรีย์ และการเกิดกระบวนการต่างๆ ในดินของป่าชายเลน เปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้รับน้ำเสีย พบว่าดินในป่าชายเลนที่ได้รับน้ำเสียมีจำนวนของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น และเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชันเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินในป่าชายเลนที่ไม่ได้รับน้ำเสีย ซึ่งเป็นผลมาจากสารอินทรีย์และธาตุอาหารในน้ำเสียทำให้มีการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์

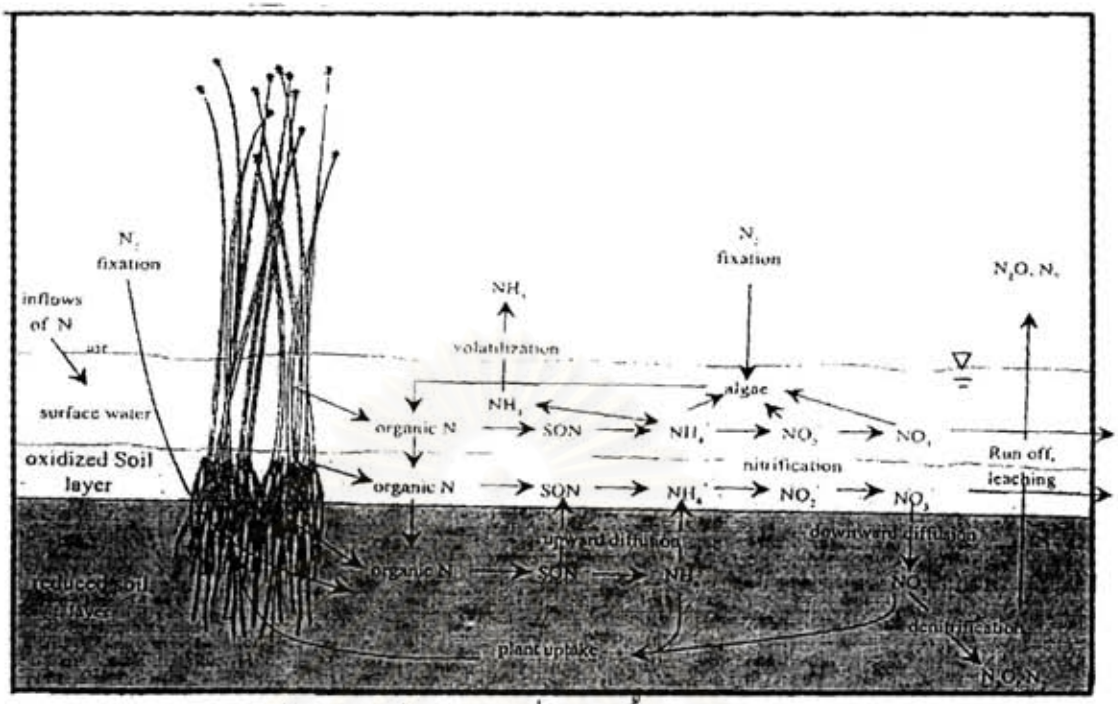
2.2.2 การบำบัดมลสารในน้ำเสียโดยพื้นที่ชุ่มน้ำ

2.2.2.1 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่อาจพบอยู่ในรูปของก๊าซไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ไนโตรเจน รูปสำคัญในน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ไนเตรท (NO_3^-) ไนไตรท์ (NO_2^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) กระบวนการสำคัญในการหมุนเวียนไนโตรเจนในน้ำ คือ กระบวนการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) และกระบวนการทางชีวภาพเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการกระจายของไนโตรเจนในน้ำ ส่วนไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วมีอินทรีย์ไนโตรเจนประมาณ 5% (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ไนโตรเจนในน้ำเสียจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท และไนโตรเจนอินทรีย์เป็นส่วนมาก การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนเกิดขึ้นทั้งในน้ำ ชั้นดินที่มีออกซิเจน (oxidized soil) และไม่มีออกซิเจน (reduced soil) (รูปที่ 2.1) สำหรับขั้นตอนในการบำบัด คือ ไนโตรเจนอินทรีย์ในน้ำเสียถูกเปลี่ยนรูปให้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ตามลำดับ โดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) แอมโมเนียมไอออนที่เกิดขึ้นพืชสามารถดูดดึงไปใช้ได้โดยผ่านทางระบบราก จุลชีพที่ย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแอสซิมิเลตไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารอินทรีย์ได้ ซึ่งถ้าหากในน้ำมีแอมโมเนียมไอออนปริมาณมาก และค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำมีค่าสูง (pH > 8) จะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว และอาจทำให้เกิดยูโทรฟิเคชันได้ นอกจากนี้แอมโมเนียมไอออนยังอาจถูกอนุภาคดินเหนียวดูดซับไว้ โดยการแลกเปลี่ยนประจุ และอาจเปลี่ยนรูปกลับไปเป็นแอมโมเนียระเหยออกสู่บรรยากาศได้ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ SON คือ อินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ (soluble organic nitrogen)

รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงรูปของไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำ

ที่มา : Mitsch และ Gosselink (2000)

แอมโมเนียมไอออนในน้ำเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีออกซิเจน จะถูกออกซิไดซ์โดยไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (nitrifying bacteria) ด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชัน 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรก *Nitrosomonas* sp. จะเปลี่ยนรูปแอมโมเนียมไอออนไปเป็นไนไตรท์ ดังสมการที่ 2-1 และขั้นตอนที่สอง *Nitrobacter* sp. จะเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็นไนเตรท ดังสมการที่ 2-2

$$2\,NH_4^+ + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,NO_2^- + 2H_2O + 4\,H^+ + \text{energy} \qquad (2\text{-}1)$$

$$2\,NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2\,NO_3^- + \text{energy} \qquad (2\text{-}2)$$

ไนโตรเจนในรูปของไนเตรทจะมีประจุเป็นลบ พืชสามารถดูดดึงไนเตรทไปใช้เป็นธาตุอาหารได้ แต่ไม่ยึดจับกับอนุภาคดินเหมือนกับแอมโมเนียมไอออน ถ้าไนเตรทไม่ถูกพืชดูดดึงไปใช้ทันทีและอยู่ในสภาวะไร้อากาศ ไนเตรทอาจเปลี่ยนรูปโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ไปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไนตริคออกไซด์ (NO) และ ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ระเหยออกสู่บรรยากาศ ดังสมการที่ 2-3 (Mitsch และ Gosselink, 2000)

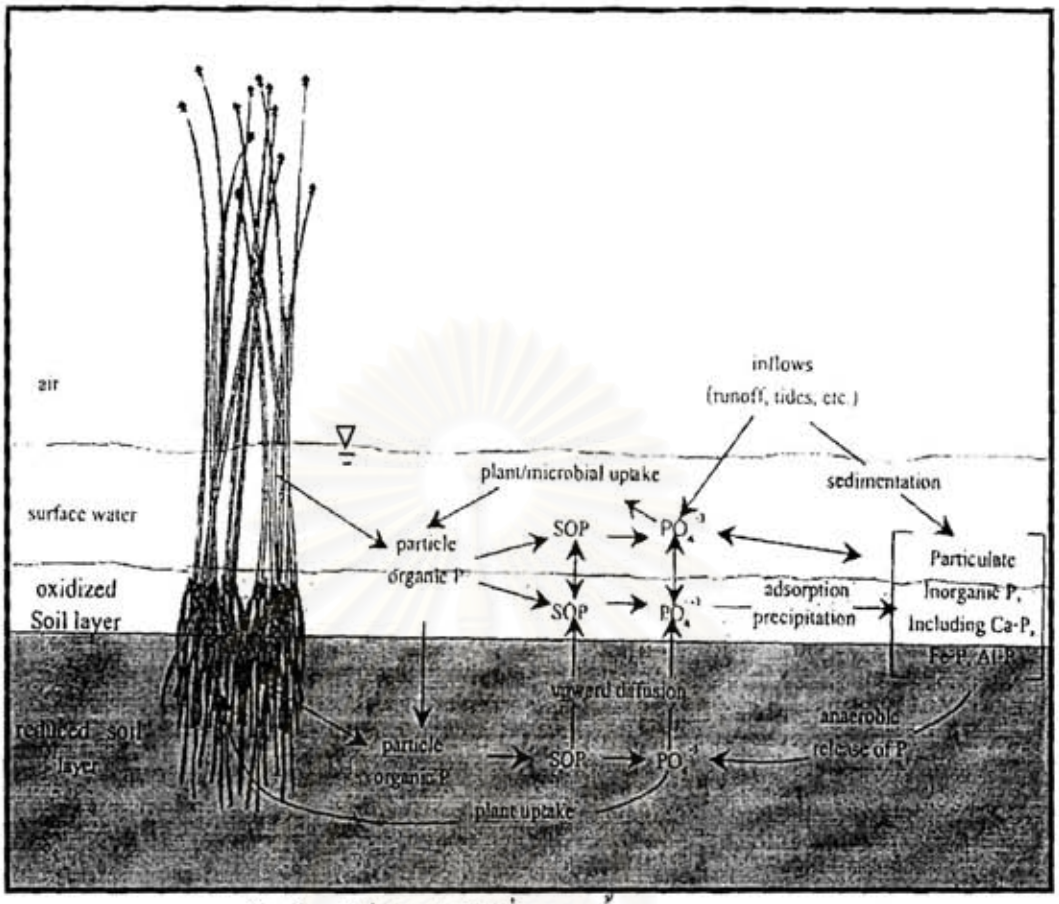
$$C_6H_{12}O_6 + 4\,NO_3^- \longrightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + 2\,N_2 \qquad (2\text{-}3)$$

2.2.2.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่เข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่จะเกิดการบำบัดในชั้นดิน โดยการดูดซับกับอนุภาคดิน การเกิดสารประกอบเชิงซ้อน และการตกตะกอน นอกจากนี้พืชยังช่วยบำบัดฟอสฟอรัสโดยกระบวนการดูดซับของพืช ซึ่งรากพืชเป็นส่วนสำคัญในการสะสมฟอสฟอรัส โดยการดึงฟอสฟอรัสจากในดินโดยเฉพาะในดินชั้นบน และจุลินทรีย์บางชนิดสามารถใช้ฟอสฟอรัสสำหรับการเจริญเติบโตได้ โดยใช้หลักการสร้างสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลง ระหว่างสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic) และมีออกซิเจน (aerobic) ให้กับจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาพเช่นนี้จุลินทรีย์สามารถสะสมฟอสฟอรัสได้มากกว่าปกติ (วรรณพรรธน์ เปี่ยมพงศ์สานต์, 2544; ศุวศา กานตวนิชกูร, 2544)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีการเปลี่ยนรูปไปมาระหว่างรูปอินทรีย์ และรูปของอนินทรีย์ โดยอนินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ คือ เป็นเกลือของอะลูมินัม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก เช่น ในรูปของไฮดรอกซีอะพาไทต์ ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) วิเวียนไนต์ ($Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$) หรือ วาริสไซต์ ($AlPO_4.2H_2O$) โดยอัตราการละลายน้ำขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเปลี่ยนรูปของอินทรีย์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายน้ำให้เป็นออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ซึ่งฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายน้ำจะถูกพืชและสัตว์นำไปใช้ในการเจริญเติบโต (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดการเปลี่ยนรูปในดิน (รูปที่ 2.2) โดยการบำบัดในพื้นที่ชุ่มน้ำนั้น ฟอสฟอรัสจะสะสมอยู่ในดินตะกอนในรูปของฟอสเฟต โดยการดูดซับกับอนุภาคดินเหนียวหรือสารอินทรีย์ หรือเกิดจากการก่อตะกอนผลึก เช่น ฟอสฟอรัสก่อตะกอนผลึกร่วมกับเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส และอลูมิเนียม ในสภาวะที่มีออกซิเจน และตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอนของระบบ ซึ่งการดูดซับและการก่อตะกอนผลึกของฟอสฟอรัสในระบบเป็นกระบวนการหลักในการบำบัดฟอสฟอรัสของพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยขึ้นอยู่กับระยะเวลากักเก็บน้ำและความละเอียดของเนื้อดินด้วย (Poh-eng และ Polprasert, 1998 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547)



หมายเหตุ SOP คือ อินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (soluble organic phosphorus)

รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงรูปของฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำ

ที่มา : Mitsch และ Gosselink (2000)

พืช แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด สามารถนำสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสฟอรัสอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ (soluble inorganic forms) ไปใช้ได้ ซึ่งจำเป็นในระบบถ่ายทอดพลังงาน โดยปกติจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยแต่ถ้าขาดแคลนจะจำกัดการเจริญของแพลงก์ตอนพืชและมีผลต่อผลผลิตของแหล่งน้ำ ส่วนอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ อินทรีย์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายน้ำพืชและสิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำไปใช้ได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้โดยกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ ซึ่งเกิดขึ้นทั้งในน้ำและในดินตะกอน และเมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ตายลงฟอสฟอรัสจะถูกปลดปล่อยออกมาในระบบ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

2.2.2.3 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ในน้ำเสียมักวัดในรูปของบีโอดี (biochemical oxygen demand : BOD) สารอินทรีย์ที่เข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำ ส่วนที่ละลายในน้ำสามารถบำบัดได้โดยกระบวนการย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพโดยการทำงานร่วมกันของทั้งดิน พืช และจุลินทรีย์ในพื้นที่ชุ่มน้ำทำให้สาร

อินทรีย์ที่เข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำถูกเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากกระบวนการหายใจ โดยใช้ออกซิเจน และเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีน้ำขังจุลินทรีย์พวก aerobes และ facultative anaerobes จะนำออกซิเจนมาใช้เพื่อการหายใจจนออกซิเจนในดินลดลงจนปราศจากออกซิเจนในที่สุด และเมื่อเข้าสู่สภาวะไร้ออกซิเจนจะเกิดกระบวนการ fermentation โดยสารอินทรีย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็คตรอน จากกระบวนการหายใจ ได้เป็นสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ช่วยให้จุลินทรีย์อื่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือจากกระบวนการ methanogenesis จุลินทรีย์พวก methanogen จะใช้ CO_2 หรือสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น metyl group เป็นตัวรับออกซิเจนได้เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) และถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ ส่วนสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยอาศัยการตกตะกอน และการกรอง (Mitsch และ Gosselink, 2000)

2.3 พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเป็นระบบบำบัดน้ำเสีย ที่เลียนแบบกลไกการบำบัดตามธรรมชาติ คือ อาศัย ดิน น้ำ พืช และจุลินทรีย์ในการบำบัดธาตุอาหารในน้ำ รวมทั้งระบบมีการออกแบบที่ไม่ซับซ้อน ระบบมีความยืดหยุ่นสูงสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารที่เข้าสู่ระบบ แต่หากนำพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติมาบำบัดน้ำเสียอาจเกิดผลกระทบขึ้น ทั้งจากธาตุอาหารและโลหะหนัก ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมขึ้นเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเป็นระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (Mitsch และ Gosselink, 2000) และออกแบบมาเพื่อเอาชนะข้อด้อยของพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ (Koottathep และ Polprasert, 1997 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547) โดยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีหลักการเบื้องต้นสำหรับการบำบัดน้ำเสียเหมือนกับพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ แต่แตกต่างกันที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้มากขึ้น ดังนั้นข้อได้เปรียบของการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมคือสถานที่ตั้งซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง เพราะสามารถออกแบบโครงสร้างของระบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ซึ่งอาจประกอบไปด้วยหนึ่งหรือหลายแปลง (cell) มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับการบำบัดน้ำเสีย ควบคุมระยะเวลากักเก็บน้ำ คัดเลือกชนิดของตัวกลาง รวมทั้งชนิดพืชที่จะใช้ปลูกในระบบให้เหมาะสมกับการรองรับสารต่างๆ ในน้ำเสีย เช่น บีโอดี ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ธาตุอาหาร และโลหะหนัก เป็นต้น (Poh-eng and Polprasert, 1998 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547)

ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบน้ำไหลบนผิวดิน (free water surface system; FWS) โดยการไหลของน้ำเสียจะเป็นไปในลักษณะตามแนวยาว มีพืชน้ำขึ้นอยู่บนชั้นดิน และแบบน้ำไหลใต้ผิวดิน (subsurface flow system; SFS) ซึ่งการไหลของน้ำแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1) การไหลตามแนวดิ่ง (vertical subsurface flow)

โดยมีการกระจายของน้ำทั่วพื้นที่ทั้งหมดของระบบ น้ำเสียจะไหลผ่านชั้นตัวกลางของระบบในแนวดิ่ง ซึ่งอาจมีการให้น้ำเป็นครั้งคราว (intermittent loading) ทำให้ระบบเกิดสภาพมีอากาศ และไม่มีอากาศสลับกัน ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ดีไนตริฟิเคชัน และการดูดซับฟอสฟอรัส ตามลำดับ

2) การไหลตามแนวราบ (horizontal subsurface flow)

น้ำเสียจะไหลผ่านชั้นตัวกลางอย่างช้าๆ ในแนวราบ โดยระหว่างที่ผ่านตัวกลางจะสัมผัสกับจุลินทรีย์ส่วนที่มีออกซิเจน (aerobic zone) ซึ่งเกิดรอบๆ รากพืช น้ำเสียจะถูกบำบัดโดยกระบวนการทางกายภาพและทางเคมี (ศุวศา กานตวนิชกูร, 2544)

การนำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นมาประยุกต์ใช้ขึ้นกับสภาพของพื้นที่ องค์ประกอบของน้ำเสีย ความลึกของน้ำ ลักษณะของน้ำเสีย องค์ประกอบของดิน และชนิดพืช โดยส่วนใหญ่พืชที่ใช้มักเป็นพวก emergent plant ทั้งที่เป็นพืชล้มลุก และพืชยืนต้น เนื่องจากพืชประเภทนี้มีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่า floating plant, floating-leaved plant และ submerged plant เพราะมีทั้งส่วนที่อยู่ในดิน น้ำ และโผล่เหนือน้ำ ทำให้มีพื้นที่ผิวส่วนที่จุลินทรีย์สามารถอาศัยอยู่ได้มากกว่าพืชชนิดอื่น อีกทั้งส่วนใต้น้ำยังช่วยเป็นตัวกรองน้ำเสีย ช่วยให้เกิดการตกตะกอนของแข็งที่แขวน ลอยอยู่ในมวลน้ำ (Poh-eng and Polprasert, 1998 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547) และสามารถส่งถ่ายออกซิเจนจากอากาศ โดยกระบวนการแพร่จากปลายยอดลงสู่รากพืช ทำให้เกิดสภาวะที่มีออกซิเจนเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ รอบรากของพืช (rhizosphere) ทำให้จุลินทรีย์มีแหล่งออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาต่างๆ เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ การเปลี่ยนรูปของสารประกอบอนินทรีย์ ไอออนโลหะ และสารประกอบอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำจึงถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย (Brix, 1993; Gray, 2004)

พืชที่นำมาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น พืชพวกหญ้าหรือวัชพืชน้ำ (aquatic weeds) ได้แก่ ธูปฤาษี (*Typha*) แห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis*) กก (*Cyperus*) และอ้อ (*Phragmites*) (Kadlec, 1995; Okurut และคณะ, 1999; Klomjek และ Nitisoravut, 2005) และพบว่ามีการใช้พืชยืนต้นที่เป็นพันธุ์ไม้ชายเลนมาบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น เช่น เสม็ด (*Melaleuca*) โกงกาง (*Rhizophora*) แสม (*Avicennia*) พังกาหัวสุม (*Bruguiera*) โปรงแดง (*Ceriops*)

รังกะแท้ (*Kandelia*) เล็บมือนาง (*Aegiceras*) (Wong และคณะ, 1995; Chu และคณะ, 1999; Nora และคณะ, 2001; Boonsong และคณะ, 2002)

ตัวกลางในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำมีหน้าที่เป็นพื้นที่ให้พืชในระบบยึดเกาะ เป็นแหล่งสะสมตะกอนดิน ตะกอนอินทรีย์ และเป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ ซึ่งตัวกลางที่ใช้ในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นมีหลายประเภท เช่น ดิน ทรายหยาบ และกรวด เป็นต้น และอาจมีการใช้ตัวกลางหลายชนิด เช่น ใช้ทั้งดิน กรวด และทราย ผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ หรือวางต่างระดับชั้น เป็นต้น (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2528; ปิยวรรณ สายมโนพันธุ์, 2543) ซึ่งการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียมักใช้ตัวกลางเป็นดินเลน (Wong และคณะ, 1995; Tam, 1998; Chu และคณะ, 1999)

2.4 สังคมพืช ดิน และน้ำในป่าชายเลน

2.4.1 สังคมพืชในป่าชายเลน

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศในทะเล และระบบนิเวศบนบก พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบและมีลักษณะทางสรีรวิทยาและการปรับตัวทางโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน Santisuk (1983) อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว (2542) รายงานว่า พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทยมีอยู่ถึง 35 วงศ์ 53 สกุล และ 74 ชนิด พันธุ์ไม้เด่นส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Rhizophoraceae โดยเฉพาะในสกุลไม้โกงกาง (*Rhizophora*) สกุลไม้โปรง (*Ceriops*) และสกุลไม้ถั่ว (*Bruguiera*) และพันธุ์ไม้ในวงศ์ Sonneratiaceae ได้แก่ ไม้ในสกุลไม้ลำพู และลำแพน (*Sonneratia*) และพันธุ์ไม้ในวงศ์ Verbenaceae ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ในสกุลไม้แสม (*Avicennia*) นอกจากนี้เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Meliaceae ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ในสกุลไม้ตะบูนและตะบัน (*Xylocarpus*) เป็นต้น

2.4.1.1 โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*)

โกงกางใบใหญ่ มีชื่อสามัญว่า Red mangrove เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae มักขึ้นได้ดีในดินเลนบริเวณนอกสุดติดกับชายฝั่ง จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงประมาณ 30-40 เมตร มีรากค้ำจุน (prop roots) และรากที่ยังเจริญเติบโตไม่ถึงพื้นดินเรียกว่ารากอากาศ (aerial roots) ซึ่งระบบรากจะทำหน้าที่พยุงลำต้นและรับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในกระบวนการเมตะบอลิซึม ซึ่งเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพของป่าชายเลนในขณะที่มีน้ำขึ้นทำให้ออกซิเจนในชั้นดินไม่เพียงพอ ส่วนเรือนยอดเป็นรูปกรวยคว่ำแคบๆ และมีเมล็ดที่งอกในขณะที่ยังอยู่บนต้นเรียกว่าเป็นแบบ viviparous โดยเมล็ดจะงอกออกมาทางปลายผล และมี hypocotyls เจริญต่อยาวออกมามีลักษณะปลายแหลม เมื่อผลแก่จะหล่นปักเลนหรือลอยน้ำไปกระจายพันธุ์ในพื้นที่

อื่น การกระจายพันธุ์ในประเทศไทยพบในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ (ธวัชชัย สันติสุข, 2538 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547) ขึ้นได้ดีบริเวณดินที่เป็นโคลนนิ่มๆ หรือบริเวณที่เป็นลำคลองด้านนอกที่ติดกับชายฝั่งทะเล ที่มีตะกอนของสารอินทรีย์สะสมค่อนข้าง สูง ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในบริเวณที่มีไม้โกงกางขึ้นอยู่ มีค่าเท่ากับ 6.6 เมื่ออยู่ในสภาพอิ่มตัวไปด้วยน้ำ แต่ถ้าเป็นดินแห้งและอยู่ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ความเป็นกรด-ด่างจะลดลงมีค่าเท่ากับ 4.6 โกงกางใบใหญ่สามารถขึ้นอยู่ในสภาพที่มีความเค็มของน้ำในดินสูงได้ และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงทุกครั้งที่มีการขึ้นของน้ำทะเล หรือบริเวณที่มีน้ำท่วมขณะที่มีน้ำท่วมสูงปานกลางของน้ำทะเล และหากกระแสน้ำถูกปิดกั้นอาจทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน รวมทั้งความเค็มของน้ำในดินเปลี่ยนแปลงไปอาจทำให้โกงกางใบใหญ่ตายได้ (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

การเก็บรักษาฝักโกงกางใบใหญ่ก่อนนำไปขยายพันธุ์ สามารถเก็บรักษาฝักไว้ในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก รดด้วยน้ำทะเลทุกเช้าและเย็น พบว่ามีการเจริญเติบโตดี ทนต่อโรคและแมลง เมื่อเปรียบเทียบกับโกงกางใบเล็ก โปรงแดง ถั่วดำ ถั่วขาว และพังกาหัวสุม (โสภณ หะวานนท์ และ ไพศาล ธนะเพิ่มพูน, 2534 อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์, 2547) และโกงกางใบใหญ่ที่ปลูกบนพื้นที่หาดเลนงอกใหม่ เมื่อมีอายุครบ 4 ปี สามารถเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางที่ 10 เซนติเมตรเหนือคอรากได้ถึง 4 เซนติเมตร สูงประมาณ 3.4 เมตร และมีอัตราการรอดตายถึง 88 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าไม้โกงกางใบใหญ่เหมาะที่จะปลูกบนพื้นที่หาดเลนงอกใหม่เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณชายฝั่ง (สนิท อักษรแก้ว และคณะ, 2547)

2.4.1.2 แสมทะเล (*Avicennia marina*)

แสมทะเลเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Verbenaceae พบทั่วไปในป่าชายเลนในประเทศไทย มักขึ้นได้ดีบริเวณถัดเข้ามาจากชายฝั่งหรือปากแม่น้ำถัดจากพวกโกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก และขึ้นได้หนาแน่นในพื้นที่ดินเลนปนทราย ไม้แสมเป็นไม้ขนาดเล็ก สูงประมาณ 5-8 เมตร ลักษณะเป็นพุ่มมีรากหายใจยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร แสมทะเลเป็นพืชที่มีระบบรากหายใจ (pneumatophore) ซึ่งเป็นรากที่เจริญจาก cable root หรือ horizontal root ทนต่อสภาพน้ำท่วมได้นาน รากหายใจจะตั้งชูขึ้นเหนือผิวดินในแนวตั้งฉากรอบๆ ลำต้น (เทียมใจ คมกฤษ, 2536 อ้างถึงใน ปิยวรรณ สายมโนพันธ์, 2543; Mitsch และ Gosselink, 2000) มีเมล็ดแบบ viviparous แต่เป็นแบบ semi- viviparous เนื่องจากไม่มี hypocotyls เจริญต่อยาวออกมาจากเมล็ด

อรวรรณ พรานไชย (2547) รายงานว่าแสมทะเลเป็นพันธุ์ไม้ที่มีความเหมาะสมปานกลางในการปลูกเพื่อฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้าง อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยแสมทะเลอายุ 6 ปี มีการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางที่คอรากประมาณ 6.4 เซนติเมตร สูงประมาณ 3.9 เมตร การเพิ่มพูนมวลชีวภาพประมาณ 11 กิโลกรัมต่อต้น และพบว่าแสมทะเลมีอัตราการ

เจริญเติบโตในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณของน้ำจืดจากบนบกผสมกับน้ำเค็มทำให้ความเค็มของน้ำลดลง ซึ่งเป็นผลดีต่อกระบวนการทางสรีระวิทยาทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี

การศึกษาการทดแทนสังคมพืชขั้นปฐมภูมิของป่าชายเลนบริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช กนกพร บุญส่ง (2528) อ้างถึงใน ปิยวรรณ สายมโนพันธ์ (2543) พบว่า แสมทะเลเป็นพันธุ์ไม้เด่นที่มีการกระจายตั้งแต่ชายฝั่งจนลึกเข้าไปในป่าชายเลน โดยแสมทะเลมีมวลชีวภาพตามช่วงเวลาของการทดแทนเพิ่มขึ้นทุกปี และให้ข้อเสนอแนะว่าแสมทะเลเป็นพืชที่สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่วิกฤตได้ ดังนั้นจึงน่าจะใช้ปลูกในพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์หรือสภาวะแวดล้อมที่เกิดมลภาวะ โดยรากหายใจจำนวนมากของแสมทะเลจะช่วยกลั่นกรองสิ่งปฏิกูลในน้ำ และช่วยลดสภาวะน้ำเสียที่เกิดขึ้นในบริเวณอ่าว ทะเลสาบ แม่น้ำ และลำคลองได้

2.4.1.3 พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*)

พังกาหัวสุมดอกแดงเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae สกุลไม้ถั่ว (*Bruguiera*) ขึ้นได้ดีบริเวณถัดเข้ามาจากชายฝั่งหรือปากแม่น้ำต่อจากพวกแสมทะเล หรือขึ้นปนกับแสมทะเลในบริเวณที่เป็นดินทราย ระบบรากหายใจโผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน มีลักษณะคล้ายเข่า (knee roots) ซึ่งจะมี lenticel ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สกับอากาศ พังกาหัวสุมดอกแดงมีผลที่งอกในขณะที่ยังอยู่บนต้นเรียกว่า viviparous ซึ่งจะได้รับธาตุอาหารจากต้นไม้ในระยะที่อยู่ติดกับต้นแม่ เมื่อผลหลุดจากต้นลงสู่พื้นดินแล้วสามารถเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็ว และสามารถปรับระดับความเค็มของเกลือ และประจุที่ผ่านเข้าไปในลำต้นได้อย่างเหมาะสมนอกจากนี้ยังพัฒนาการเพื่อการลอยตัวในน้ำ ทำให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์โดยทางน้ำได้เป็นอย่างดี (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

2.4.1.4 โปรงแดง (*Ceriops tagal*)

โปรงแดงเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae สกุลไม้โปรง (*Ceriops*) ขึ้นได้ดีบริเวณถัดเข้ามาจากชายฝั่งหรือปากแม่น้ำต่อจากพวกไม้แสมและถั่ว ซึ่งเป็นดินเลนค่อนข้างแข็ง มีน้ำทะเลท่วมถึง มีผลที่งอกในขณะที่ยังอยู่บนต้นเรียกว่า viviparous ระบบรากหายใจโผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน มีลักษณะเป็นแบบพูพอน (buttress roots)

อรวรรณ พรานไชย (2546) ทำการศึกษาการฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้าง อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าโปรงแดงอายุ 6 ปี มีการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางที่คอรากประมาณ 5.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 2.0 เมตร การเพิ่มพูนมวลชีวภาพประมาณ 13.08 กิโลกรัมต่อต้น และมีอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.26 เซนติเมตรต่อปี ด้านความสูงประมาณ 0.42 เมตรต่อปี ด้านการเพิ่มพูนมวลชีวภาพประมาณ 5.69 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และโปรงแดงมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง

2.4.2 ดินในป่าชายเลน

ดินในป่าชายเลนเกิดจากการทับถมของตะกอนดิน จากการกัดเซาะชายฝั่งแม่น้ำ หรือการพังทลายของดิน และการตกตะกอนจากสารแขวนลอยในน้ำ ซึ่งลักษณะของตะกอนดินจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของตะกอนดิน เช่น ตะกอนจากแม่น้ำลำคลองจะมีลักษณะเป็นดินโคลนละเอียด และดินในป่าชายเลนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง เนื่องจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ และการตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำ สำหรับเนื้อดินในป่าชายเลนส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว และดินร่วนเหนียว ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับสารอินทรีย์ และธาตุอาหารสูง นอกจากนี้ดินในป่าชายเลนยังเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการเจริญเติบโต การกระจายตัวของพันธุ์ไม้ และสัตว์ในป่าชายเลน โดยลักษณะหรือสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ และทางเคมีจะแตกต่างกันตามเขตของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ และแตกต่างจากดินที่อยู่ภายนอกป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

สภาพของป่าชายเลนที่มีน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ดินในป่าชายเลนเกิดสภาพขาดออกซิเจนในช่วงที่มีน้ำท่วมขัง ซึ่งจะทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในดินเป็นปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) และจะมีการเติมออกซิเจนให้กับดิน เมื่อหน้าดินสัมผัสกับอากาศในช่วงที่น้ำลง นอกจากนี้ดินจะได้รับออกซิเจนจากการปลดปล่อยผ่านทางรากพืช โดยพืชจะรับออกซิเจนจากอากาศและแพร่ผ่านทางช่องอากาศภายในลำต้นมาสู่รากพืชทำให้บริเวณรอบๆ รากพืชมีออกซิเจนเพียงพอสำหรับเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) (Mitsch และ Gosselink, 2000)

2.4.3 น้ำในป่าชายเลน

การเปลี่ยนแปลงของมวลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการพัดพาสารต่างๆ เช่น ของแข็งแขวนลอยหรือตะกอนดิน ธาตุอาหาร สารพิษ เข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในพื้นที่ ในทางตรงกันข้ามน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำยังเป็นตัวการพัดพาสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ สารพิษ ตะกอน และเศษซากพืชซากสัตว์ ออกจากพื้นที่ชุ่มน้ำ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

น้ำในป่าชายเลนซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง นับเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการกำหนดการแบ่งเขตการกระจายของพันธุ์ไม้และสัตว์ในป่าชายเลน โดยช่วงเวลาที่มีน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในบริเวณป่าชายเลน ขณะที่น้ำทะเลขึ้นค่าปริมาณความเค็มของน้ำห่างจากชายฝั่งหรือตลอดลำแม่น้ำจะสูงขึ้น และเมื่อน้ำทะเลลดลงค่าปริมาณความเค็มของน้ำตลอดลำแม่น้ำจะลดต่ำลง นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างของความเค็มอันเนื่องมาจากน้ำเกิด (spring tide) และน้ำตาย (neap tides) โดยช่วงน้ำเกิดน้ำทะเลที่มีความเค็มสูงจะไหลเข้าสู่ป่าชายเลนได้ในระยะ

ทางที่ไกลกว่าช่วงน้ำตาย และผลต่างของน้ำขึ้นน้ำลงหรือเรนจ์น้ำเป็นปัจจัยสำคัญสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกของพันธุ์ไม้ โดยเฉพาะระบบรากพืช เช่น ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีเรนจ์ของน้ำขึ้นลงกว้าง ไม้โกงกางจะมีระบบรากค้ำจุนสูงจากระดับผิวดินมาก ส่วนไม้โกงกางที่อยู่อยู่ในบริเวณที่มีเรนจ์ของน้ำขึ้นลงแคบจะมีระบบรากค้ำจุนสูงจากระดับผิวดินต่ำ เช่นเดียวกับไม้แสมที่พบว่ารากหายใจจะมีขนาดใหญ่และสูงจากพื้นดินมาก หากขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่เรนจ์ของน้ำขึ้นลงกว้าง และระบบรากหายใจจะมีขนาดเล็กและสูงจากผิวดินน้อยเมื่อขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่เรนจ์น้ำขึ้นลงแคบ (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

2.4.4 ป่าชายเลนกับการบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียในประเทศไทย ได้มีการศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะที่บริเวณพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี สนิท อักษรแก้ว (2545) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นในการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสีย โดยศึกษาในแปลงป่าชายเลนธรรมชาติ แปลงป่าชายเลนธรรมชาติรวมกับป่าชายเลนปลูก และแปลงป่าชายเลนปลูก ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) และโปรงแดง (*Ceriops tagal*) สรุปได้ว่าการใช้ป่าชายเลนธรรมชาติ ป่าชายเลนธรรมชาติรวมกับป่าชายเลนปลูก และแปลงป่าชายเลนปลูก มีความสามารถและศักยภาพที่จะบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพน้ำดีได้ โดยเฉพาะการบำบัด BOD, COD และการเติมออกซิเจนให้กับน้ำซึ่งเป็นเสมือนดัชนีสำคัญของคุณภาพน้ำ และพันธุ์ไม้ที่ควรปลูกเพื่อบำบัดน้ำเสียให้ได้ผลดี คือ ไม้โกงกางและไม้แสม และ Boonsong และคณะ (2002) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ป่าชายเลนในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยใช้น้ำเสียจากชุมชนเทศบาล เมืองเพชรบุรี ผลการศึกษาพบว่าป่าชายเลนปลูกใหม่มีความสามารถในการบำบัดธาตุอาหาร TN, NH_3-N, NO_3-N, TP และ ortho-PO_4 ได้เท่ากับ 44.8-54.4, 81.1-85.9, 37.6-47.5, 22.6-65.3 และ 24.7-76.8% ตามลำดับ ส่วนป่าชายเลนธรรมชาติมีความสามารถในการบำบัดพารามิเตอร์ดังกล่าวเท่ากับ 43.4-50.4, 51.1-83.5, 44.0-60.9, 28.3-48.0 และ 28.7-58.9% ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้ป่าชายเลนปลูกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนก่อนปล่อยสู่ทะเล

ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ต่อระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ โดยให้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มี 3 ระดับความเข้มข้น คือ NW, 5NW และ 25NW โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ [illegible] และฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 5, 25 และ 125 mg/l ตามลำดับ สรุปได้ว่าชุด

ทดลองสามารถบำบัดบีโอดีและไนโตรเจนทั้งหมด โดยมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงสุดที่ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 5NW มีค่าเท่ากับ 97.35 และ 88.97% ตามลำดับ รวมทั้งมีการสะสมของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดิน

การศึกษาการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียในต่างประเทศ มีรายงานการศึกษาของ Bolton และ Greenway (1997) โดยศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการใช้พันธุ์ไม้ป่าชายเลนสกุลเสม็ด (*Melaleuca*) ในพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ทดลองในแปลงขนาด 9 x 70 ตารางเมตร ที่ปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ *M. leucadendra*, *M. alternifolia* และ *M. quinquenervia* โดยให้น้ำเสียที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแตกต่างกัน 2 ระดับความเข้มข้น คือ น้ำเสียความเข้มข้นปกติ มีไนโตรเจนในน้ำเสียเท่ากับ 8 mg/l และฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 5 mg/l และน้ำเสียที่มีความเข้มข้นครึ่งหนึ่งของน้ำเสียชุมชนปกติ และควบคุมระดับน้ำให้มีความสูงจากผิวหน้าดินประมาณ 6-10 เซนติเมตร โดยมีระยะเวลาการศึกษา 2 ปี พบว่าพืชทั้ง 3 ชนิด ที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นปกติ ซึ่งมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่ามีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง การแตกกิ่ง และการแตกยอด สูงกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ และการศึกษาการสะสมของธาตุอาหารโดย Bolton และ Greenway (1999) อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงษ์ (2547) ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่มีพืชสกุลเสม็ด ได้แก่ *M. alternifolia* *M. quinquenervia* ในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมขนาด 130 ตารางเมตร และได้รับน้ำเสียที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เท่ากับ 7 และ 5 mg/l ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 21 เดือน พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นสามารถสะสมธาตุอาหารดังกล่าวได้เท่ากับ 46% และ 21% ตามลำดับ

การศึกษาผลการปล่อยน้ำเสียชุมชนสู่พื้นที่ป่าชายเลน มีรายงานการศึกษาของ Wong และคณะ (1995) ซึ่งทำการศึกษาในป่าชายเลนที่มีพืชชายเลนพวกรังกะแท้ (*Kandelia candel*) และเล็บมือนาง (*Aegiceras corniculatum*) มีพื้นที่ประมาณ 1,800 ตารางเมตร โดยให้น้ำเสียชุมชนปริมาตร 2,600 ลูกบาศก์เมตร ที่มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 55.9 mg/l ไนโตรเจนเฉลี่ย 24.58 mg/l และฟอสฟอรัสเฉลี่ย 1.23 mg/l ระยะเวลา 1 ปี เปรียบเทียบกับพื้นที่ควบคุมที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงซึ่งไม่ได้รับน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ ธาตุอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งในดินและพืชของทั้งสองพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปว่าการปล่อยน้ำเสียชุมชนลงสู่ป่าชายเลนไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชในป่าชายเลน

การประยุกต์ใช้ป่าชายเลนเพื่อการบำบัดน้ำเสียชุมชน พบว่ามีความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสีย และส่วนใหญ่พบว่าไม่มีผลกระทบต่อดินและพืชในป่าชายเลน แต่การให้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงอาจส่งผลกระทบต่อสัตว์ที่อาศัยในป่าชายเลนได้ โดยจากการศึกษาของ ลำไย หงส์สิงห์ และ สนิท อักษรแก้ว (2547) อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ศึกษาการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในป่าชายเลนหลังการใช้บำบัดน้ำเสีย บริเวณตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่าการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียชุมชนซึ่งมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ออร์โธ

ฟอสเฟต และแอมโมเนียเท่ากับ 142.2, 4.0 และ 23.0 mg/l มีผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เล็กน้อย ภายหลังการบำบัดน้ำเสียความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Annelida, Mollusca และ Arthropoda บริเวณป่าชายเลนปลูกในสภาพน้ำท่วมขังมีค่าเท่ากับ 47.71, 595.05 และ 101.14 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ขณะที่สภาพน้ำแห้งมีความหนาแน่นเท่ากับ 15.27, 791.98 และ 202.28 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของการพบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ไฟลัม Annelida และ Arthropoda ภายหลังการใช้ป่าชายเลนบำบัดน้ำเสียมีค่าต่ำกว่าก่อนการใช้บำบัดน้ำเสีย ขณะที่สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ไฟลัม Mollusca มีเปอร์เซ็นต์การพบสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะสัตว์ในไฟลัม Mollusca มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

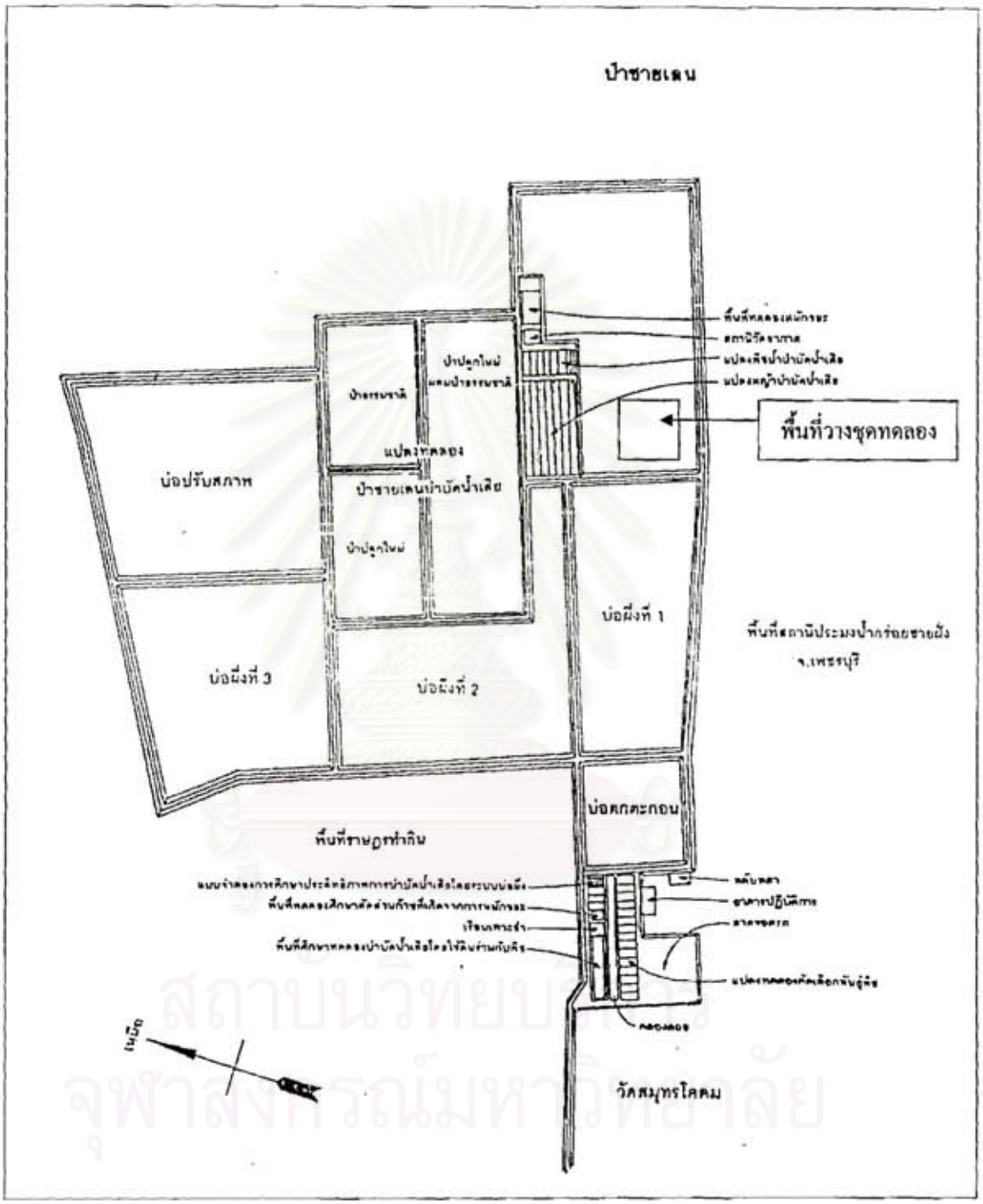
3.1 สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ทดลองจัดสร้างอยู่ในพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ห่างจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีประมาณ 18 กิโลเมตร พื้นที่โครงการทั้งหมดประมาณ 1,135 ไร่ โดยทิศเหนือติดกับชายฝั่งทะเลที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยป่าชายเลน ทิศใต้ติดกับสถานีประมงน้ำกร่อยชายฝั่ง และที่ดินของเอกชน ทิศตะวันออกติดกับคลองอีแอด และทิศตะวันตกติดกับพื้นที่ทำกินของราษฎร (ปิยวรรณ สายมโนพันธ์, 2543)

3.2 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียจากตัวเมืองเพชรบุรี และพื้นที่ใกล้เคียง โดยมีท่อรวบรวมน้ำเสียส่งน้ำเสียไปยังสถานีสูบน้ำเสีย ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านคลองยาง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี เพื่อสูบส่งน้ำเสียไปยังพื้นที่แปลงทดลองบำบัดน้ำเสียและกำจัดขยะของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (รูปที่ 3.1) โดยผ่านท่อพลาสติก HDPE (high density polyethylene) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร สามารถส่งน้ำได้ในอัตรา 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (กิจจา ผลภาษี, 2545) น้ำเสียจะเข้าสู่ระบบต่างๆ ในโครงการฯ 3 ทาง คือ (1) คลองลอย เพื่อใช้ในการทดลองบำบัดน้ำเสีย (2) บ่อตกตะกอนของระบบบ่อผึ่งบำบัดน้ำเสีย และ (3) แปลงหญ้า แปลงพืชน้ำ และแปลงป่าชายเลนบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียชุมชนปกติที่ใช้ในการทดลอง เป็นน้ำเสียจากแปลงหญ้าบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียชุมชนปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ใช้น้ำจากบ่อผึ่งที่ 2 โดยนำมาผสมกับสารเคมีเพื่อปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดทั้งหมด ให้มีค่าเป็น 2, 5 และ 10 เท่า ของค่าเฉลี่ยน้ำเสียชุมชนที่เข้าสู่พื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 20 mg/l และค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 4 mg/l (Boonsong และคณะ, 2002) ซึ่งสารเคมีที่ใช้ปรับความเข้มข้นของ



รูปที่ 3.1 พื้นที่แปลงทดลองบำบัดน้ำเสียและกำจัดขยะ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่มา : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2541)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด คือ ยูเรีย (NH_2CONH_2) และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) และปริมาณที่ใช้สำหรับปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชนิดและปริมาณสารเคมีเพื่อปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด

สารเคมี (mg/1000 l)	2NW	5NW	10NW
ยูเรีย (NH_2CONH_2)	85.80	214.50	429.00
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	11.57	28.94	57.97

หมายเหตุ 2NW, 5NW และ 10NW คือ น้ำเสียที่ปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่า ของค่าเฉลี่ยน้ำเสียชุมชนปกติ NW (normal wastewater)

3.3 ดินที่ใช้ในการทดลอง

ดินที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นดินเลนจากบริเวณ พื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งขุดจากบริเวณพื้นที่โล่งใกล้กับพื้นที่วางชุดทดลองบำบัดน้ำเสีย เป็นดินเลนที่มีน้ำท่วมตามการขึ้นลงของน้ำทะเล และมีต้นชะคราม (*Sueda maritima*) ขึ้นอยู่บ้าง

3.4 กล้าไม้ที่ใช้ในการทดลอง

กล้าไม้ที่ใช้สำหรับการทดลองมีทั้งหมด 4 ชนิด

1) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) อายุประมาณ 6 เดือน สูงประมาณ 60-66 เซนติเมตร นำมาจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี

2) แสมทะเล (*Avicennia marina*) อายุประมาณ 3 เดือน สูงประมาณ 55-65 เซนติเมตร นำมาจากสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 ตำบลบางขุนไทร จังหวัดเพชรบุรี

3) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*) อายุประมาณ 4 เดือน สูงประมาณ 42-45 เซนติเมตร นำมาจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี

4) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) อายุประมาณ 4 เดือน สูง ประมาณ 39-42 เซนติเมตร นำมาจากจากสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 ตำบลบางขุนไทร จังหวัดเพชรบุรี

3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.5.1 การเตรียมการทดลอง

ออกแบบการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) สำหรับศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดของกล้าไม้ และระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย

1) ชนิดของกล้าไม้

กล้าไม้ 4 ชนิด คือ โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง

2) ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย

น้ำเสีย 4 ระดับความเข้มข้น คือ น้ำเสียชุมชนปกติ และน้ำเสียชุมชนที่ปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และ ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ

ดังนั้นสามารถจัดสร้างชุดทดลองได้ 5 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 NW ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง โปรงแดง และชุดควบคุม (ไม่ปลูกพืช)

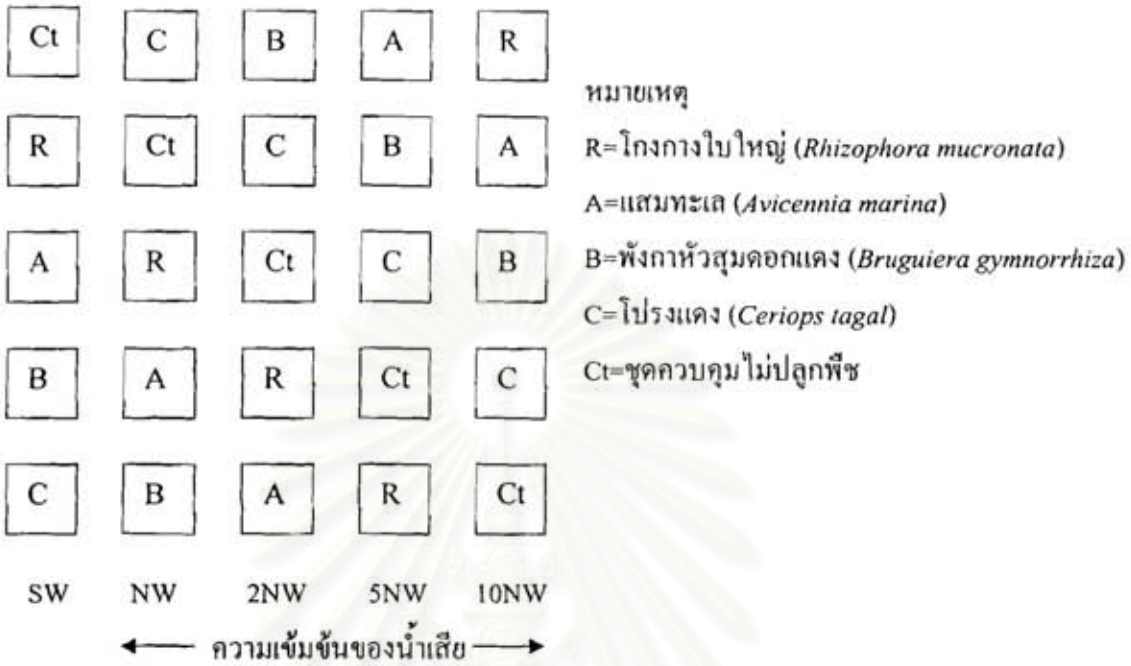
ชุดที่ 2 2NW ปลูกกล้าไม้ และทำการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1

ชุดที่ 3 5NW ปลูกกล้าไม้ และทำการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1

ชุดที่ 4 10NW ปลูกกล้าไม้ และทำการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1

ชุดที่ 5 SW ชุดควบคุมใช้น้ำทะเล ปลูกกล้าไม้ และทำการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1

รวมชุดทดลองทั้งหมด 25 ชุดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงตำรับทดลอง

3.5.2 การจัดสร้างระบบทดลอง

1) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ใช้ในการทดลอง สร้างขึ้นโดยก่อซีเมนต์ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร จำนวน 25 บ่อ โดยเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำออกที่ด้านล่างติดกับพื้นของชุดทดลอง ซึ่งชุดการทดลองทั้งหมดอยู่ภายใต้หลังคาพลาสติกใสเพื่อป้องกันผลกระทบต่อการทดลองจากน้ำฝนดังรูปที่ 3.3

2) ล้างบ่อซีเมนต์โดยการสูบน้ำทะเลเข้าสู่บ่อซีเมนต์ให้เต็มแล้วกักไว้ เพื่อลดอิทธิพลของปูนซีเมนต์ต่อการทดลอง

3) บรรจุดินเลนลงในแต่ละชุดทดลองให้สูงจากก้นบ่อ 40 เซนติเมตร พร้อมทั้งปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอกัน

4) ปลูกกล้าไม้โดยใช้ระยะปลูก 15 x 15 เซนติเมตรทั้งหมด 6 แถว แถวละ 12 ต้น รวมจำนวนกล้าไม้ทั้งหมด 72 ต้นต่อชุดทดลอง และให้น้ำทะเลแก่ชุดทดลองก่อนการทดลองเป็นระยะประมาณ 3 เดือน เพื่อให้กล้าไม้ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้

5) ภาชนะที่ใช้สำรองน้ำเสียเป็นถังพลาสติกขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 5 ถัง โดยมีเครื่องสูบน้ำ 5 เครื่อง สำหรับสูบน้ำเสียในแต่ละระดับความเข้มข้นของน้ำเสียจากถังสำรองน้ำเสียผ่านไปตามท่อพลาสติกขนาดประมาณ 2.5 เซนติเมตร เข้าสู่แต่ละชุดทดลองโดยมีวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลอง

รูปที่ 3.3 ชุดทดลอง ซึ่งอยู่ภายใต้หลังคาพลาสติกใส

3.5.3 การวางแผนการทดลอง

การปล่อยน้ำเข้าสู่ชุดทดลองจะทำการปล่อยแบบเติมต่อเนื่อง (continuous flow added) และกักเก็บน้ำไว้ในระบบจนครบระยะเวลาที่กำหนดแล้วจึงปล่อยให้น้ำไหลออก โดยช่วงแรกใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นเปลี่ยนเป็นระยะกักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ โดยทำการทดลองระยะกักเก็บละ 3 ซ้ำ

3.5.3.1 การเตรียมน้ำทะเล

สูบน้ำทะเลจากคลองที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับชุดทดลอง สำรองไว้ในถังพลาสติกขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง

3.5.3.2 การเตรียมน้ำเสีย NW

สูบน้ำเสียชุมชนจากเทศบาลเมืองเพชรบุรี ที่ส่งเข้าสู่แปลงหญ้าบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้ท่อพลาสติกต่อกับท่อนำน้ำเสียเข้าสู่แปลงหญ้า แล้วใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำผ่านท่อ PVC เข้าสู่ถังสำรองน้ำเสียขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง

3.5.3.3 การเตรียมน้ำเสียปรับความเข้มข้น

สูบน้ำจากบ่อผึ่งที่ 2 โดยต่อท่อ PVC จากบ่อผึ่งที่ 2 ของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ แล้วใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำผ่านท่อพลาสติกเข้าสู่ถังสำรองน้ำเสียขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 3 ถัง โดยขณะที่สูบน้ำเสียเข้าสู่ถังสำรองน้ำจะใส่สารยูเรีย (NH_2CONH_2) และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ในปริมาณที่ใช้ในแต่ละชุดการทดลอง ดังตารางที่ 3.1 เพื่อปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อให้สารเคมีทั้งหมดละลายและผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำเสีย

3.5.3.4 การปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ชุดการทดลอง

สูบน้ำเสียจากถังสำรองน้ำเสียด้วยเครื่องสูบน้ำผ่านไปตามท่อ PVC ขนาด 2.5 เซนติเมตร เข้าสู่แต่ละชุดทดลอง โดยน้ำเสียแต่ละความเข้มข้น ซึ่งบรรจุอยู่ในถังขนาด 1,000 ลิตร จะใช้สำหรับชุดทดลอง 5 ชุด ชุดละ 200 ลิตร โดยมีวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง โดยในแต่ละระยะเวลากักเก็บ จะมีอัตราการไหลของน้ำเสียที่แตกต่างกันไปดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราการปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บ

ระยะเวลากักเก็บ (วัน)	อัตราการปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลอง (มิลลิลิตรต่อนาที)
7	19.84
5	27.77
3	46.30

เมื่อกักเก็บน้ำไว้จนครบระยะเวลากักเก็บที่กำหนดจึงเปิดท่อน้ำออก เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัด ดังนั้นระบบการปล่อยน้ำเสียจึงเป็นระบบเติมต่อเนื่อง (continuous flow added)

3.5.3.5 การทดลองที่ 1

ใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน โดยเก็บน้ำตัวอย่างก่อนเข้าระบบจากถังสำรองน้ำเสียทางด้านบนของถัง ด้วยขวด PVC ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด พร้อมทั้งใช้ขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตรเก็บน้ำตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลาย แล้วใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำเข้าสู่ชุดทดลองทั้ง 25 ชุด โดยมีวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้มีอัตราการไหลเท่ากับ 19.84 มิลลิลิตรต่อนาที เมื่อครบ 7 วันน้ำในถังสำรองน้ำเสียจะถูกสูบเข้าสู่ชุดทดลองจนหมด ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหลังครบระยะเวลากักเก็บ 7 วัน โดยเก็บจากท่อเก็บน้ำตัวอย่างที่อยู่บริเวณด้านล่างของชุดทดลอง ซึ่งจะปล่อยน้ำทิ้งก่อนประมาณ 3 ลิตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำที่ค้างอยู่ที่ท่อเก็บตัวอย่างน้ำ จากนั้นใช้ขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด รองน้ำที่ไหลออกจากท่อเก็บตัวอย่างน้ำเสีย พร้อมทั้งใช้ขวดบีโอดีเก็บน้ำตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลาย หลังจากนั้นปล่อยน้ำออกจากชุดทดลองเพื่อพักระบบ โดยปล่อยให้ดินแห้งเป็นระยะเวลา 4 วัน จากนั้นสูบน้ำทะเลเข้าสู่ชุดการทดลอง และกักเก็บเป็นระยะเวลา 3 วัน เพื่อเลี้ยงกล้าไม้ จากนั้นทำการทดลองอีก 2 ครั้ง รวมระยะเวลาในการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน เท่ากับ 42 วัน

3.5.3.6 การทดลองที่ 2

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่เปลี่ยนระยะเวลากักเก็บน้ำเสียเป็น 5 วัน โดยปรับอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 27.77 มิลลิลิตรต่อนาที และทำซ้ำรวม 3 ครั้ง รวมระยะเวลาในการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน เท่ากับ 36 วัน

3.5.3.7 การทดลองที่ 3

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่เปลี่ยนระยะเวลากักเก็บน้ำเสียเป็น 3 วัน โดยปรับอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 46.30 มิลลิลิตรต่อนาที และทำซ้ำรวม 3 ครั้ง รวมระยะเวลาในการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน เท่ากับ 30 วัน

โดยสรุปแล้วมีการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน. ระยะเวลากักเก็บละ 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 9 ครั้ง ใช้ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 108 วัน

3.5.4 การศึกษาคุณภาพน้ำ

ตัวอย่างน้ำจะนำมาตรวจวัดพีเอช (pH) อุณหภูมิ (temperature) การนำไฟฟ้า (conductivity) และความเค็ม (salinity) ทันทีในภาคสนาม น้ำตัวอย่างที่เหลือจะถูกเก็บรักษาโดยแช่ในถังน้ำแข็ง และนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์น้ำ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. พีเอช (pH)	ตรวจวัดภาคสนามโดย pH meter
2. อุณหภูมิ (temperature)	ตรวจวัดภาคสนามโดย YSI Instrument Model 30
3. การนำไฟฟ้า (conductivity)	ตรวจวัดภาคสนามโดย YSI Instrument Model 30
4. ความเค็ม (salinity)	ตรวจวัดภาคสนามโดย YSI Instrument Model 30
5. ออกซิเจนละลาย (DO)	Modified Wrinkler Method (AWWA, 1998)
6. บีโอดี (BOD)	5-day BOD test (AWWA, 1998)
7. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	semi – micro – kjeldahl method (AWWA, 1998)
8. ไนเตรท (nitrate-nitrogen)	reduction by cadmium-copper column (Parson et al., 1989)
9. แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen)	phenolhypochlorite method (Parson et al., 1989)
10. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	persulphate digestion and follow by ascorbic acid method (Strickland and Parson, 1972)
11. ฟอสเฟต (phosphate-phosphorus)	molydenum blue method, Merphy and Riley (Strickland and Parson, 1972)

3.5.5 การศึกษาสมบัติดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในช่วงก่อนการทดลอง และหลังการพักระบบเมื่อทำการทดลองครบ 3 ครั้งของแต่ละระยะเวลากักเก็บ รวมมีการเก็บตัวอย่างดิน 4 ครั้ง โดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตรซึ่งผ่าครึ่งไว้ 20 เซนติเมตร กดลงในเนื้อดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตร เมื่อดึงขึ้นมาแยกเก็บดินเป็น 2 ชั้นลงในถุงพลาสติก โดยดินชั้นล่างลึก 10-20 เซนติเมตรจากผิวหน้าดิน จะเก็บจากส่วนปลายท่อลึกเข้ามา 10 เซนติเมตร และดินชั้นบนลึก 0-10 เซนติเมตรจากผิวหน้าดิน จะเก็บต่อจากจุดที่เก็บดินชั้นล่างลึกเข้ามา 10 เซนติเมตรถึงจุดที่ผ่าครึ่งไว้ของท่อพลาสติก ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองทำการเก็บดิน 3 จุดตามเส้นทแยงมุมของบ่อ (รูปที่ 3.4) แล้วนำดินมาผสมรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง

รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างดินตามแนวเส้นทแยงมุมของบ่อ

ตัวอย่างดินที่ได้จะนำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air dry) จนแห้ง จากนั้นนำมาบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร สำหรับใช้วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) และธาตุอาหารในดิน ดินอีกส่วนหนึ่งจะนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับใช้วิเคราะห์ พีเอช การนำไฟฟ้า ความเค็ม และปริมาณขนาดอนุภาคดิน (%sand, %silt, %clay) ตามพารามิเตอร์ และวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. พีเอช (pH)	1 : 5 soil : water extract, pH meter
2. การนำไฟฟ้า (conductivity)	1 : 5 soil : water extract, glass electrode
3. ความเค็ม (salinity)	1 : 5 soil : water extract, glass electrode
4. ปริมาณขนาดอนุภาคดิน (% sand, % silt, % clay)	Hydrometer Method (Smith and Atkinson, 1975)
5. เนื้อดิน (texture)	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคดินกับตารางชั้นเนื้อดิน
6. อินทรียวัตถุ (organic matter)	walkley and black rapid tritation (Tan, 1996)
7. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	kjeldahl method (Tan, 1996)
8. ไนเตรท (nitrate-nitrogen)	reduction by cadmium-copper column (Parson et al., 1989)
9. แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen)	phenolhypochlorite method (Parson et al., 1989)
10. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	perchloric acid method (Jackson, 1975)
11. ฟอสเฟต (phosphate-phosphorus)	molydenum blue method, Merphy and Riley (Strickland and Parson, 1972)

3.5.6 การศึกษากล้าไม้

3.5.6.1 การเจริญเติบโตของกล้าไม้

เลือกกล้าไม้ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทน สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์ กลางและความสูง โดยเลือกกล้าไม้ต้นที่ 2, 5, 8, 11 ของทุกๆ แถว จำนวน 6 แถว ซึ่งจะได้กล้าไม้ตัวอย่าง 24 ต้นจากทั้งหมด 72 ต้น ซึ่งกำหนดตำแหน่งโดยใช้แท่งไม้ปักไว้ในดินใกล้กับโคนกล้าไม้ให้โผล่เหนือผิวดิน 15 เซนติเมตร (รูปที่ 3.5) เพื่อให้สามารถวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ตำแหน่งเดิมได้ทุกครั้งที่ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกล้าไม้

บันทึกการเจริญเติบโตของกล้าไม้ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยใช้เวอร์เนียร์แคลิปเปอร์ และวัดความสูงโดยใช้ไม้เมตรก่อนเริ่มการทดลอง และหลังการพักระบบเมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นในแต่ละระยะเวลากักเก็บ ดังนั้นมีการบันทึกการเจริญเติบโตของกล้าไม้ทั้งสิ้น 10 ครั้ง โดยใช้ไม้เมตรวัดความสูงจากตำแหน่งโคนที่โผล่จากผิวหน้าดินถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงที่สุดของกล้าไม้แต่ละชนิด ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางใช้เวอร์เนียร์แคลิปเปอร์วัดที่ตำแหน่ง 15 เซนติเมตร

รูปที่ 3.5 การกำหนดตำแหน่งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ โดยแท่งไม้ที่ปักในดินใกล้กับโคนต้น

3.5.6.2 การศึกษามวลชีวภาพของกล้าไม้

การหามวลชีวภาพเหนือดิน แบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง โดยแต่ละช่วงเลือกกล้าไม้ขนาดแตกต่างกันชนิดละ 20 ต้น สำหรับใช้ในการศึกษา

ช่วงที่ 1 ก่อนการทดลอง ตัดกล้าไม้ที่โคนต้น แล้วบันทึกเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของกล้าไม้ จากนั้นแยกออกเป็นส่วนของลำต้น-กิ่ง และใบ ชั่งหาน้ำหนักสด (wet weight) ของแต่ละส่วน และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่เพื่อนำมาหาน้ำหนักอบแห้ง (oven dry weight) ของแต่ละส่วน

ช่วงที่ 2 หลังการทดลอง ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือดิน โดยสุ่มกล้าไม้จากแต่ละชุดทดลอง ชุดทดลองละ 2 ต้นรวมตัวอย่างที่นำมาศึกษา 40 ต้น โดยวิธีการศึกษาเช่นเดียวกับช่วงที่ 1

การประมาณหาความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพ และการเจริญเติบโตของกล้าไม้ โดยใช้วิธีการสร้างสมการความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตรี (allometric) จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของกล้าไม้กับเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของแต่ละต้นมา plot ลงบน log-log scale เพื่อสร้างเป็นสมการแอลโลเมตรี ดังนี้

$$W = a(D^2H)^b$$

หรือ $\log W = \log a + b \log (D^2H)$

เมื่อ W = น้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ใบ และราก (กรัม)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (เซนติเมตร)

H = ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)

a = ค่าคงที่ (จุดตัดของกราฟ)

b = ค่าคงที่ (ความชันของกราฟ)

นำสมการที่ได้มาใช้ประมาณการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของกล้าไม้ โดยใช้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูง ซึ่งบันทึกในขั้นตอนการศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าไม้

3.5.6.3 การศึกษาองค์ประกอบธาตุอาหารของกล้าไม้

สุ่มเก็บตัวอย่างกล้าไม้ในส่วนของใบอ่อน (คู่ที่ 1-3 จากปลายยอดหรือปลายกิ่ง) และใบแก่ (คู่ที่ 4 ขึ้นไปจากปลายยอดหรือปลายกิ่ง) ในชุดการทดลองต่างๆในช่วงก่อนการทดลองและภายหลังการทดลองแต่ละระยะเวลากักเก็บ แล้วนำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air dry) จากนั้นบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยมีพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์พืชดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์พืช

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
การเจริญเติบโตของพืช	
1. ความสูง	วัดความสูงโดยไม้เมตร
2. เส้นผ่าศูนย์กลาง	คาลิปเปอร์ (caliper)
3. biomass	วิธีการสร้างสมการความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตรี โดยหาความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพ และการเจริญเติบโตของพืช
ธาตุอาหารในพืช	
1. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	Kjeldahl method (Jackson, 1973)
2. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	Ammonium metavanadate (Reuter and Robinson, 1986 อ้างถึงใน ประโสค ธรรมเขต, 2540)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.6.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองแต่ละครั้ง และแต่ละรอบในการทดลองทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's new multiple range test

3.6.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำเสียที่ออกจากชุดทดลองแต่ละครั้ง และเปอร์เซ็นต์การบำบัดแต่ละรอบในการทดลองตามปัจจัยต่างๆ ของการทดลอง วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) involved factorial โดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's new multiple range test

3.6.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพ และการสะสมธาตุอาหาร ในดินทุกชุดทดลองตามปัจจัยต่างๆ ของการทดลองแต่ละระยะเวลากักเก็บ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) involved factorial โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's new multiple range test

3.6.4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูง และการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ ของกล้าไม้ทุกชุดการทดลองตามปัจจัยต่างๆ ของการทดลองแต่ละระยะเวลากักเก็บ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) involved factorial โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's new multiple range test

3.6.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของธาตุอาหารของกล้าไม้ทุกชุดทดลอง ตามปัจจัยต่างๆ ในการทดลองแต่ละระยะเวลากักเก็บ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) involved factorial โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's new multiple range test

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำเสียชุมชนปกติ (normal wastewater: NW) และน้ำเสียที่ปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกัน 3 ระดับ คือ ความเข้มข้น 2 เท่า (2NW) ความเข้มข้น 5 เท่า (5NW) และความเข้มข้น 10 เท่าของน้ำเสียชุมชน (10NW) และน้ำทะเลก่อนเข้าสู่ชุดทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.1 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเล

คุณภาพน้ำเสีย NW ก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.1-4.3) พบว่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 7.30-7.74 การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.21-1.23 mS/cm ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50-0.60 psu ออกซิเจนละลายมีค่า 0.00 mg/l บีโอดีมีค่าอยู่ระหว่าง 25.67-32.50 mg/l ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 18.116-26.787 mg/l แอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 15.270-19.324 mg/l ไนเตรทมีค่าอยู่ระหว่าง 0.125-0.180 mg/l ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 5.585-6.039 mg/l และออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ระหว่าง 3.077-4.288 mg/l เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสีย NW กับคุณภาพน้ำเสียชุมชนทั่วไป ซึ่งมีค่าบีโอดีประมาณ 110-400 mg/l ไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 20-85 mg/l และฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 4-15 mg/l (Tchobanoglous และ Burton, 1991 อ้างถึงใน สุธา ขาวเธียร, 2545) พบว่าในน้ำเสียชุมชน NW มีค่าบีโอดี ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่อนข้างต่ำกว่าคุณภาพน้ำเสียชุมชนทั่วไป โดยอาจมีสาเหตุมาจากน้ำเสีย NW ที่นำมาใช้ทำการทดลองได้ผ่านการตกตะกอนขั้นต้นในบ่อรวบรวมน้ำเสียก่อนสูบส่งมาทางท่อเป็นระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร มายังพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ทำให้มีการตกตะกอนของสารแขวนลอยและการบำบัดขั้นต้นในบางส่วน

คุณภาพน้ำเสียที่ปรับความเข้มข้น ก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง พบว่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 7.67-8.37 การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.12-1.23 mS/cm ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50-0.53 psu ออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 4.78-9.48 mg/l บีโอดีมีค่าอยู่ระหว่าง 41.75-109.00 mg/l ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 46.542-224.342 mg/l แอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 5.819-31.738 mg/l ไนเตรทมีค่าอยู่ระหว่าง 0.585-1.217 mg/l ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 8.618-46.514 mg/l และออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ระหว่าง 5.416-43.158 mg/l ซึ่งคุณภาพน้ำเสียที่มีการปรับความเข้มข้นของไนโตรเจน

ทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่ามีค่าบีโอดีสูงขึ้นแต่ยังมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าคุณภาพน้ำเสียชุมชนทั่วไป ส่วนค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสีย 2NW อยู่ในช่วงปกติของน้ำเสียชุมชนทั่วไป แต่น้ำเสีย 5NW และ 10NW จะสูงกว่าช่วงปกติของน้ำเสียชุมชนทั่วไป

คุณภาพน้ำทะเลก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง พบว่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 7.92-8.14 การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 51.57-53.22 mS/cm ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 30.87-31.17 psu ออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 1.40-3.90 mg/l บีโอดีมีค่าอยู่ระหว่าง 6.70-16.53 mg/l ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 2.893-4.853 mg/l แอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.165-0.531 mg/l ไนเตรทมีค่าอยู่ระหว่าง 0.035-0.107 mg/l ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.859-1.195 mg/l และออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.405-0.556 mg/l โดยน้ำทะเลมีค่าบีโอดีและธาตุอาหารสูง เนื่องจากน้ำทะเลที่ใช้สูบมาจากคลองที่เชื่อมต่อกับชายฝั่งทะเล หากจากชายฝั่งเข้ามาประมาณ 2 กิโลเมตร ซึ่งกิจกรรมต่างๆ บริเวณชายฝั่งอาจทำให้มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ และธาตุอาหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

พารามิเตอร์	NW	2NW	5NW	10NW	SW
ความเป็นกรดด่าง (pH)	7.30 ± 0.11	7.92 ± 0.30	7.86 ± 0.27	7.67 ± 0.21	7.72 ± 0.08
อุณหภูมิ (°C)	32.27 ± 1.86	30.70 ± 0.96	30.67 ± 0.97	30.70 ± 1.15	31.50 ± 2.09
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	^{b}1.21 ± 0.21	^{b}1.23 ± 0.14	^{b}1.19 ± 0.16	^{b}1.22 ± 0.12	^{a}53.22 ± 8.18
ความเค็ม (psu)	^{b}0.50 ± 0.10	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}0.53 ± 0.06	^{a}31.17 ± 3.94
ออกซิเจนละลาย (DO) (mg/l)	^{c}0.00±0.00	^{ab}5.18 ± 0.68	^{a}6.12 ± 1.27	^{ab}4.78 ± 0.19	^{b}3.90 ± 2.08
บีโอดี (BOD) (mg/l)	^{d}25.67 ± 12.71	^{c}56.42 ± 9.23	^{b}90.50 ± 5.27	^{a}109.00 ± 15.59	^{c}16.53 ± 4.10
ไนโตรเจนทั้งหมด (TN) (mg/l)	^{d}26.787 ± 0.796	^{c}49.684 ± 0.890	^{b}117.258 ±4.851	^{a}224.342±9.097	^{e}4.853 ± 0.993
แอมโมเนีย (NH_3-N) (mg/l)	^{b}19.324 ± 2.992	^{d}7.040 ± 0.631	^{c}18.461 ± 0.426	^{a}31.738 ± 0.839	^{e}0.165 ± 0.032
ไนเตรท (NO_3-N) (mg/l)	^{b}0.125 ± 0.031	^{a}0.596 ± 0.014	^{a}0.598 ± 0.021	^{a}0.585 ± 0.008	^{c}0.035 ± 0.002
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) (mg/l)	^{d}6.039 ± 1.397	^{c}8.847 ± 0.200	^{b}21.839 ± 0.517	^{a}46.496 ± 0.655	^{e}1.195 ± 0.083
ออร์โธฟอสเฟต (ortho-PO_4) (mg/l)	^{d}4.288 ± 0.016	^{c}7.407 ± 0.341	^{b}18.531 ± 0.511	^{a}40.658 ± 1.735	^{e}0.537 ± 0.044

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
NW (normal wastewater) คือ น้ำเสียชุมชนปกติ, 2NW, 5NW และ 10NW คือน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของ TN และ TP เป็น 2, 5 และ 10 เท่า ของน้ำเสียชุมชนปกติ, SW (seawater) คือ น้ำทะเล

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

พารามิเตอร์	NW	2NW	5NW	10NW	SW
ความเป็นกรดด่าง (pH)	7.74 ± 0.46	8.23 ± 0.33	8.12 ± 0.32	7.98 ± 0.35	8.14 ± 0.29
อุณหภูมิ (°C)	30.80 ± 0.44	30.29 ± 0.83	30.43 ± 0.21	30.13 ± 0.38	29.80 ± 1.04
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	^{b}1.24 ± 0.11	^{b}1.19 ± 0.03	^{b}1.20 ± 0.02	^{b}1.22 ± 0.02	^{a}53.03 ± 0.40
ความเค็ม (psu)	^{b}0.57 ± 0.06	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}0.53 ± 0.06	^{a}30.97 ± 0.98
ออกซิเจนละลาย (DO) (mg/l)	^{b}0.00±0.00	^{a}7.97 ± 0.97	^{a}8.00 ± 1.15	^{a}9.48 ± 2.80	^{b}1.40 ± 0.69
บีโอดี (BOD) (mg/l)	^{c}26.00 ± 6.76	^{b}52.50 ± 6.54	^{a}71.00 ± 8.66	^{a}80.50 ± 10.85	^{c}7.35 ± 1.13
ไนโตรเจนทั้งหมด (TN) (mg/l)	^{d}18.116 ± 7.123	^{c}48.440 ± 4.283	^{b}107.022 ±4.747	^{a}210.996±22.972	^{e}2.893 ± 0.343
แอมโมเนีย (NH_3-N) (mg/l)	^{b}15.270 ± 1.337	^{d}6.895 ± 0.251	^{c}14.362 ± 0.807	^{a}30.583 ± 1.232	^{e}0.527 ± 0.030
ไนเตรท (NO_3-N) (mg/l)	^{b}0.180 ± 0.065	^{a}1.063 ± 0.085	^{a}1.123 ± 0.035	^{a}1.210 ± 0.010	^{c}0.107 ± 0.121
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) (mg/l)	^{d}5.585 ± 0.211	^{c}9.468 ± 1.204	^{b}21.318 ± 1.442	^{a}46.514 ± 2.060	^{e}0.978 ± 0.040
ออร์โธฟอสเฟต (ortho-PO_4) (mg/l)	^{d}3.077 ± 0.130	^{c}5.416 ± 0.205	^{b}19.865 ± 1.444	^{a}43.158 ± 3.332	^{e}0.556 ± 0.054

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเสียและน้ำทะเลก่อนเข้าชุดทดลอง ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

พารามิเตอร์	NW	2NW	5NW	10NW	SW
ความเป็นกรดด่าง (pH)	^{c}7.41 ± 0.03	^{a}8.37 ± 0.17	^{a}8.30 ± 0.12	^{a}8.29 ± 0.15	^{b}7.92 ± 0.07
อุณหภูมิ (°C)	30.07 ± 0.12	29.63 ± 0.38	29.87 ± 0.25	29.73 ± 0.25	29.13 ± 0.71
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	^{b}1.23 ± 0.02	^{b}1.12 ± 0.02	^{b}1.14 ± 0.06	^{b}1.17 ± 0.04	^{a}51.57 ± 1.55
ความเค็ม (psu)	^{b}0.60 ± 0.00	^{b}0.50 ± 0.00	^{b}0.50 ± 0.00	^{b}0.50 ± 0.00	^{a}30.87 ± 0.99
ออกซิเจนละลาย (DO) (mg/l)	^{b}0.00±0.00	^{a}7.85 ± 1.03	^{a}7.90 ± 0.92	^{a}7.53 ± 0.59	^{b}2.62 ± 0.53
บีโอดี (BOD) (mg/l)	^{b}32.50 ± 13.94	^{b}41.75 ± 15.45	^{a}74.50 ± 10.21	^{a}82.00 ± 4.82	^{c}6.70 ± 0.23
ไนโตรเจนทั้งหมด (TN) (mg/l)	^{d}21.560 ± 0.907	^{c}46.542 ± 0.988	^{b}109.107 ±4.347	^{a}215.320±2.963	^{c}3.391±0.295
แอมโมเนีย (NH_3-N) (mg/l)	^{b}17.406 ± 0.964	^{d}5.819 ± 0.520	^{c}14.888 ± 0.757	^{a}28.912 ± 3.990	^{c}0.531 ± 0.116
ไนเตรท (NO_3-N) (mg/l)	^{b}0.155 ± 0.006	^{d}0.957 ± 0.027	^{a}1.086 ± 0.012	^{a}1.217 ± 0.010	^{c}0.107 ± 0.004
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) (mg/l)	^{d}5.887 ± 0.226	^{c}8.618 ± 0.148	^{b}20.319 ± 0.469	^{a}40.472 ± 1.782	^{c}0.859 ± 0.046
ออร์โธฟอสเฟต (ortho-PO_4) (mg/l)	^{d}3.488 ± 0.356	^{c}6.441 ± 0.408	^{b}17.843 ± 0.432	^{a}34.776 ± 2.146	^{c}0.405 ± 0.014

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 คุณภาพน้ำเสียก่อน-หลังการบำบัด และเปอร์เซ็นต์การบำบัด

4.1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.4) พบว่า น้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 7.30-7.74, 7.92-8.37, 7.86-8.30 และ 7.67-8.29 ตามลำดับ ซึ่งความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย เนื่องจากการเติมยูเรียเพื่อปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำเสีย เมื่อยูเรียละลายน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) ซึ่งจะละลายน้ำทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำสูงขึ้นดังสมการที่ 4-1 และ 4-2 (Mitsch และ Gosselink, 2000)

$$NH_2CONH_2 + H_2O \longrightarrow 2NH_3 + CO_2 \qquad (4\text{-}1)$$

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^- \qquad (4\text{-}2)$$

เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเล ทั้งนี้เพราะน้ำเสียมีธาตุอาหารสูงทำให้กล้าไม้ชายเลน สาหร่าย แพลงก์ตอน และจุลินทรีย์ มีการเจริญเติบโตดี และเมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (ศุวศา กานตวนิชกูร, 2544) รวมทั้งการหายใจของจุลินทรีย์จะได้คาร์บอนไดออกไซด์เช่นกัน โดยคาร์บอนไดออกไซด์จะรวมตัวกับน้ำได้เป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งจะแตกตัวเป็นไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) ดังสมการที่ 4-3 ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำภายหลังการบำบัดมีค่าสูงขึ้น

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-} \qquad (4\text{-}3)$$

เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.75-8.56, 8.15-8.69 และ 8.15-8.82 ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 และ 5 วัน มีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 3 วัน เนื่องจากการกักเก็บน้ำนานอาจทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนในชั้นดิน จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกระบวนการ fermentation ได้เป็นกรดอินทรีย์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ (Mitsch และ Gosselink, 2000) ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำกว่าที่ระยะกักเก็บน้ำ 3 วัน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โครงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	7.30±0.11	^{a}8.50±0.07	8.25±0.27	^{a}8.56±0.05	^{bc}8.05±0.32	8.48±0.18
	2NW	7.92±0.30	^{a}8.53±0.17	8.36±0.06	^{b}8.21±0.17	^{a}8.41±0.04	8.34±0.40
	5NW	7.86±0.27	^{a}8.35±0.04^{a}	7.75±0.13^{c}	^{b}8.26±0.05^{a}	^{c}7.99±0.19^{b}	8.20±0.09^{a}
	10NW	7.67±0.21	^{b}8.07±0.07^{c}	8.11±0.18^{bc}	^{b}8.29±0.11^{ab}	^{ab}8.37±0.08^{a}	8.37±0.12^{a}
	SW	7.72±0.08	^{b}8.02±0.09	7.78±0.48	^{b}8.20±0.13	^{abc}8.15±0.06	8.17±0.25
5	NW	7.74±0.46	8.46±0.03	^{a}8.29±0.16	8.52±0.04	^{a}8.49±0.25	^{bc}8.43±0.07
	2NW	8.23±0.33	8.55±0.07	^{a}8.49±0.22	8.39±0.18	^{a}8.58±0.09	^{a}8.69±0.06
	5NW	8.12±0.32	8.53±0.04	^{ab}8.15±0.11	8.44±0.05	^{a}8.48±0.04	^{ab}8.51±0.06
	10NW	7.98±0.35	8.52±0.31	^{a}8.50±0.11	8.62±0.13	^{a}8.62±0.10	^{ab}8.60±0.14
	SW	8.14±0.29	8.29±0.04^{a}	^{b}7.73±0.13^{b}	8.18±0.03^{a}	^{b}8.16±0.02^{a}	^{c}8.21±0.05^{a}
3	NW	^{c}7.41 ± 0.03	8.46±0.29	8.01±0.22	^{ab}8.48±0.10	^{b}8.16±0.38	^{b}8.50±0.15
	2NW	^{a}8.37 ± 0.17	8.67±0.14^{a}	8.41±0.14^{b}	^{c}8.17±0.12^{c}	^{a}8.62±0.01^{ab}	^{a}8.82±0.10^{a}
	5NW	^{a}8.30 ± 0.12	8.53±0.07^{a}	8.15±0.05^{c}	^{ab}8.51±0.10^{a}	^{ab}8.27±0.19^{bc}	^{b}8.40±0.09^{ab}
	10NW	^{a}8.29 ± 0.15	8.34±0.10^{b}	8.38±0.09^{b}	^{a}8.58±0.08^{a}	^{a}8.63±0.08^{a}	^{b}8.50±0.08^{ab}
	SW	^{b}7.92 ± 0.07	8.32±0.08	7.87±0.50	^{bc}8.23±0.25	^{b}8.19±0.10	^{c}8.20±0.03

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2.2 อุณหภูมิ (Temperature)

ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.5) พบว่าน้ำเสียทุกระดับความเข้มข้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 29.63-32.27 ^{0}C และน้ำที่ผ่านการบำบัดมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 28.63-31.93 ^{0}C ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ส่องเข้าสู่ชุดทดลองซึ่งมีพืชปกคลุมอยู่ รวมทั้งสภาพอากาศที่มีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิมีค่าไม่สูงมากนัก เนื่องจากได้ควบคุมให้ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งอยู่ในช่วงเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านการบำบัดระหว่างความเข้มข้น และชนิดพืช พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	32.27±1.86	30.10±1.01	30.10±1.15	30.73±1.27	30.67±1.16	30.20±0.85
	2NW	30.70±0.96	31.17±1.01	30.60±1.11	30.43±0.75	30.63±1.12	30.58±0.85
	5NW	30.67±0.97	30.97±0.49	31.03±0.55	30.80±0.82	30.53±0.81	31.03±0.47
	10NW	30.70±1.15	30.93±0.60	31.20±1.13	31.73±1.27	31.93±1.00	32.50±1.57
	SW	31.50±2.09	32.30±1.66	32.37±1.43	32.47±1.62	32.03±1.44	31.27±1.58
5	NW	30.80±0.44	29.07±1.01	29.10±0.78	29.33±1.03	29.00±1.08	29.13±1.10
	2NW	30.23±0.83	29.50±1.22	29.47±1.02	28.63±1.07	29.17±1.14	29.40±0.96
	5NW	30.43±0.21	29.57±0.96	29.10±1.44	29.23±1.27	29.30±0.95	29.93±0.91
	10NW	30.13±0.38	29.07±0.99	28.87±1.68	29.07±1.48	29.50±1.08	29.67±1.33
	SW	29.80±1.04	29.97±1.80	29.63±2.39	29.93±2.23	30.07±2.15	29.20±0.85
3	NW	30.07±0.12	^{c}29.10±0.72	^{b}29.60±0.40	^{b}29.50±0.70	^{b}29.47±0.74	^{c}29.73±0.49
	2NW	29.63±0.38	^{bc}30.03±.0.50	^{b}29.43±0.57	^{b}29.47±0.25	^{b}29.43±0.47	^{bc}30.13±0.23
	5NW	29.87±0.25	^{ab}30.17±0.23	^{b}30.17±0.15	^{b}29.43±0.55	^{b}29.60±0.66	^{bc}30.40±0.40
	10NW	29.73±0.25	^{ab}30.17±0.74	^{b}30.13±0.71	^{b}30.17±0.64	^{ab}30.40±0.36	^{a}31.53±0.64
	SW	29.13±0.71	^{a}31.13±0.12	^{a}32.00±0.66	^{a}31.33±0.86	^{a}31.57±0.93	^{b}30.73±0.21

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

4.1.2.3 การนำไฟฟ้า (Conductivity)

ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.6) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 1.21-1.24, 1.12-1.23, 1.14-1.20 และ 1.17-1.22 mS/cm ตามลำดับ ซึ่งการนำไฟฟ้าของน้ำเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้น เนื่องจากยูเรีย และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เติมในน้ำเสียจะแตกตัวเป็นไอออนต่างๆ ทำให้การนำไฟฟ้าสูงขึ้นตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน ทั้งนี้เพราะช่วงพักระบบได้ทำการล้างชุดทดลองด้วยน้ำทะเลทำให้มีเกลือสะสมอยู่ในเนื้อดิน เมื่อให้น้ำเสียแก่ชุดทดลองเกลือในดินจึงละลายออกมา และแตกตัวเป็นไอออนต่างๆ ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โครงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{b}1.21±0.21	^{b}29.74±12.55	^{b}27.83±10.63	^{b}33.12±12.22	^{b}42.81±12.68	34.47±9.71
	2NW	^{b}1.23±0.14	^{b}32.11±10.63	^{b}29.40±20.34	^{b}35.86±10.76	^{b}33.27±13.72	28.16±18.71
	5NW	^{b}1.19±0.16	^{b}41.24±8.47	^{ab}42.25±3.63	^{b}35.11±13.12	^{b}43.16±3.05	38.94±9.05
	10NW	^{b}1.22±0.12	^{b}32.14±4.95	^{b}27.65±22.92	^{b}31.24±14.38	^{b}30.74±19.80	40.78±9.99
	SW	^{a}53.22±8.18	^{a}66.50±17.06	^{a}70.30±12.13	^{a}69.50±12.55	^{a}69.90±14.14	61.27±18.82
5	NW	^{b}1.24±0.11	^{c}14.78±3.37^{b}	^{d}9.75±0.55^{b}	^{bc}17.17±3.11^{b}	^{b}27.85±8.49^{a}	^{c}14.69±4.37^{b}
	2NW	^{b}1.19±0.03	^{bc}17.57±3.92	^{c}13.87±0.51	^{c}14.93±0.18	^{c}16.63±2.15	^{c}15.14±0.57
	5NW	^{b}1.20±0.02	^{b}22.46±5.32^{a}	^{b}22.62±1.14^{a}	^{b}20.67±4.00^{ab}	^{c}16.59±1.25^{b}	^{b}26.07±0.43^{a}
	10NW	^{b}1.22±0.02	^{bc}20.41±2.02^{a}	^{c}14.55±2.63^{b}	^{c}14.82±3.54^{b}	^{d}8.73±0.83^{c}	^{c}16.92±0.70^{ab}
	SW	^{a}53.03±0.40	^{a}50.58±1.09^{b}	^{a}54.18±2.05^{a}	^{a}53.84±1.49^{a}	^{a}52.44±1.09^{ab}	^{a}51.94±0.52^{ab}
3	NW	^{b}1.23±0.02	^{c}11.40±1.42^{b}	^{b}17.05±3.46^{b}	^{b}17.28±5.42^{b}	^{b}27.25±6.18^{a}	^{c}19.47±2.62^{b}
	2NW	^{b}1.12± 0.02	^{c}14.67±1.37^{ab}	^{c}8.79±1.42^{c}	^{b}17.24±2.76^{a}	^{cd}15.14±2.53^{ab}	^{d}11.79±2.69^{bc}
	5NW	^{b}1.14± 0.06	^{c}13.33±2.52^{c}	^{b}20.43±3.65^{b}	^{b}18.54±1.20^{bc}	^{c}16.84±4.01^{bc}	^{b}26.52±2.46^{a}
	10NW	^{b}1.17± 0.04	^{b}19.90±0.50^{a}	^{bc}14.61±2.74^{b}	^{b}13.70±0.70^{b}	^{d}8.46±0.26^{c}	^{cd}14.86±1.72^{b}
	SW	^{a}51.57± 1.55	^{a}46.29±4.30	^{a}45.60±4.91	^{a}45.58±4.40	^{a}45.37±5.23	^{a}46.51±3.95

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

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 27.65-43.16, 8.73-27.85 และ 8.46-27.25 mS/cm ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วัน มีค่าสูงกว่าที่ระยะกักเก็บน้ำ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องมาจากระยะกักเก็บน้ำที่นาน ทำให้การระเหยของน้ำสูงขึ้นความเข้มข้นของไอออนต่างๆ จึงเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า

4.1.2.4 ความเค็ม (Salinity)

ผลการศึกษาค่าความเค็มของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.7) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.50-0.60, 0.50-0.53, 0.50-0.53 และ 0.50-0.53 psu ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเค็มใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โครงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	$^{b}0.50 \pm 0.10$	$^{b}16.60\pm7.33$	$^{b}15.37\pm6.11$	$^{b}18.43\pm7.03$	$^{b}24.53\pm7.83$	20.13±6.37
	2NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{b}17.70\pm6.31$	$^{b}16.40\pm12.14$	$^{b}20.13\pm6.40$	$^{b}18.53\pm8.12$	15.70±11.41
	5NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{b}23.30\pm5.07$	$^{b}23.90\pm2.25$	$^{b}19.60\pm7.73$	$^{b}24.63\pm1.90$	21.93±5.72
	10NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{b}17.73\pm2.81$	$^{b}15.03\pm13.15$	$^{b}16.93\pm8.10$	$^{b}16.67\pm11.41$	22.23±5.42
	SW	$^{a}31.17 \pm 3.94$	$^{a}38.77\pm10.37$	$^{a}41.47\pm7.38$	$^{a}46.87\pm8.71$	$^{a}41.00\pm8.79$	36.10±11.35
5	NW	$^{b}0.57 \pm 0.06$	$^{c}7.07\pm1.78^{b}$	$^{d}5.07\pm0.21^{b}$	$^{b}9.47\pm1.60^{b}$	$^{b}16.03\pm4.78^{a}$	$^{c}8.00\pm2.50^{b}$
	2NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{c}9.17\pm2.53$	$^{c}7.17\pm0.06$	$^{b}8.27\pm0.57$	$^{c}8.87\pm1.10$	$^{c}8.03\pm0.42$
	5NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{bc}12.67\pm2.71^{ab}$	$^{b}12.70\pm0.36^{ab}$	$^{b}10.73\pm2.31^{bc}$	$^{c}8.73\pm0.67^{c}$	$^{b}14.57\pm0.35^{a}$
	10NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{b}15.30\pm5.48^{a}$	$^{c}7.57\pm1.36^{b}$	$^{b}7.63\pm1.82^{b}$	$^{c}4.60\pm0.56^{b}$	$^{c}9.13\pm0.31^{b}$
	SW	$^{a}30.97 \pm 0.98$	$^{a}28.73\pm0.21^{b}$	$^{a}31.77\pm1.01^{a}$	$^{a}30.27\pm1.77^{ab}$	$^{a}30.33\pm0.67^{ab}$	$^{a}30.73\pm0.55^{a}$
3	NW	$^{b}0.60 \pm 0.00$	$^{d}6.03\pm0.81^{b}$	$^{bc}9.17\pm1.80^{b}$	$^{b}9.73\pm3.81^{b}$	$^{b}15.37\pm3.87^{a}$	$^{c}10.60\pm1.44^{ab}$
	2NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{c}7.67\pm0.50^{ab}$	$^{d}4.73\pm0.96^{c}$	$^{b}9.27\pm1.46^{a}$	$^{cd}7.97\pm1.38^{ab}$	$^{d}6.10\pm1.42^{bc}$
	5NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{cd}6.83\pm1.01^{c}$	$^{b}11.07\pm1.97^{b}$	$^{b}10.07\pm0.67^{b}$	$^{c}10.80\pm2.59^{b}$	$^{b}14.40\pm1.39^{a}$
	10NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{b}10.13\pm1.27^{a}$	$^{c}7.70\pm1.41^{b}$	$^{b}7.13\pm0.21^{b}$	$^{d}4.43\pm0.06^{c}$	$^{d}7.73\pm0.65^{b}$
	SW	$^{a}30.87 \pm 0.99$	$^{a}28.53\pm0.15$	$^{a}28.07\pm0.59$	$^{a}28.40\pm1.39$	$^{a}27.67\pm1.88$	$^{a}28.83\pm0.21$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากช่วงพักระบบได้ทำการล้างชุดทดลองด้วยน้ำทะเลทำให้มีเกลือสะสมอยู่ในเนื้อดิน เมื่อให้น้ำเสียแก่ชุดทดลองเกลือในดินจึงละลายออกมาในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) รายงานว่าน้ำจืดสามารถชะละลายเกลือที่สะสมอยู่ในดินออกไปได้ หรือการระเหยของน้ำทำให้ความเค็มของน้ำมีค่าสูงขึ้นได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 15.37-24.63, 4.60-16.03 และ 4.43-15.37 psu ตามลำดับ ซึ่งเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วัน จะมีค่าความเค็มสูงกว่าที่ระยะกักเก็บน้ำ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องจากระยะกักเก็บน้ำที่นานทำให้มีการระเหยของน้ำสูง

4.1.2.5 ออกซิเจนละลาย (DO)

ผลการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.8) พบว่าน้ำเสีย NW มีค่า 0.00 mg/l เนื่องจากจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ขณะลำเลียงน้ำเสียส่งมาทางท่อเป็นระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร ส่วนน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 5.18-7.97, 6.12-8.00 และ 4.78-9.48 mg/l ตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นน้ำจากบ่อผึ่งซึ่งได้รับออกซิเจนจากการแพร่ของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นสูง มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ โดยจะเห็นว่าชุดทดลองที่รับน้ำเสีย 10NW มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ เนื่องจากจุลินทรีย์นำออกซิเจนไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นในการประยุกต์ใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย จึงต้องควบคุมไม่ให้มีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียสูงเกินไป เพราะจะทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำอาจเกิดการเน่าเสียของน้ำ และทำให้กระบวนการต่างๆ ในการบำบัดธาตุอาหารที่ต้องใช้ออกซิเจน เช่น กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน และกระบวนการไนตริฟิเคชันลดลง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนละลายระหว่างชุดทดลองที่ปลูกพืชกับไม่ปลูกพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชปริมาณออกซิเจนละลายมีแนวโน้มสูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกพืช เนื่องจากชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชจะมีอัตราการเติมออกซิเจนโดยการแพร่จากอากาศลงสู่ผิวน้ำได้สูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกพืช เพราะไม่มีสิ่ง

ปกคลุม ซึ่งส่วนของลำต้น กิ่งไม้ และใบไม้จะเป็นตัวลดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับผิวน้ำอาจทำให้อัตราการเติมออกซิเจนลดลงได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วันมีค่าสูงกว่าที่ระยะกักเก็บน้ำ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องจากได้รับออกซิเจนจากการแพร่ของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายที่แตกต่างกันยังมีผลมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ปริมาณของจุลินทรีย์ อัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และความแปรปรวนของผิวน้ำที่เกิดจากกระแสลม (Mitsch และ Gosselink, 2000)

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โคลงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{c}0.00±0.00	12.33±4.16^{a}	8.02±2.14^{ab}	11.85±2.33^{a}	4.83±1.86^{b}	10.60±0.65^{a}
	2NW	^{ab}5.18±0.68	11.73±0.99	8.65±1.89	7.72±3.33	9.90±2.85	8.52±2.63
	5NW	^{a}6.12±1.27	9.57±3.85	4.52±0.20	7.58±3.07	7.77±2.42	6.83±1.47
	10NW	^{ab}4.78±0.19	6.33±2.02^{b}	4.47±0.95^{b}	7.22±3.93^{b}	8.82±3.15^{ab}	12.08±1.26^{a}
	SW	^{b}3.90±2.08	8.03±2.36	6.82±3.93	9.97±0.83	9.78±2.05	7.05±3.40
5	NW	^{b}0.00±0.00	9.58±1.53	6.18±0.45	7.67±2.88	8.68±0.99	7.90±0.10
	2NW	^{a}7.97±0.97	8.33±1.87	5.90±0.60	6.77±0.93	7.78±2.24	9.85±1.56
	5NW	^{a}8.00±1.15	7.82±0.77^{a}	3.32±0.58^{b}	4.80±3.16^{ab}	5.42±1.49^{ab}	8.35±1.91^{a}
	10NW	^{a}9.48±2.80	5.85±2.03	3.33±2.22	5.12±2.53	6.30±2.75	6.52±3.49
	SW	^{b}1.40±0.69	7.13±2.84	6.77±4.68	5.82±1.02	6.68±0.19	6.53±1.14
3	NW	^{b}0.00±0.00	^{b}8.07±0.76^{a}	^{a}5.63±0.48^{b}	^{b}9.05±0.87^{a}	^{bc}7.62±0.80^{a}	^{b}8.67±1.63^{a}
	2NW	^{a}7.85±1.03	^{a}13.10±2.66^{a}	^{a}5.73±0.65^{b}	^{b}7.92±1.48^{b}	^{b}8.50±0.90^{b}	^{a}12.45±2.51^{a}
	5NW	^{a}7.90±0.92	^{b}6.97±1.59^{a}	^{c}1.42±0.16^{c}	^{c}4.55±1.10^{b}	^{d}5.58±0.78^{ab}	^{b}7.03±0.44^{a}
	10NW	^{a}7.53±0.59	^{b}5.82±0.35^{b}	^{b}2.52±0.73^{c}	^{c}4.85±0.54^{b}	^{cd}6.32±1.30^{ab}	^{b}7.53±0.78^{a}
	SW	^{b}2.62±0.53	^{a}11.75±1.06^{a}	^{a}6.53±0.42^{b}	^{a}11.68±0.81^{a}	^{a}12.23±0.24^{a}	^{b}7.37±0.23^{b}

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

4.1.2.6 บีโอดี (BOD)

ผลการศึกษาค่าบีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.9) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 25.67-32.50, 41.75-56.42, 71.00-90.50 และ 80.50-109.00 mg/l ตามลำดับ ซึ่งบีโอดีมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย เนื่องจากการเติมยูเรียซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ทำให้ค่าบีโอดีเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีค่าบีโอดีลดลงเป็น 3.00-6.60, 4.20-10.30, 3.80-12.33 และ 5.30-9.80 mg/l ตามลำดับ ซึ่งชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีจะสูงขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโต และในน้ำเสียมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งโดยปกติจุลินทรีย์ต้องการปริมาณบีโอดีต่อไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในการบำบัดน้ำเสียอยู่ที่ 100:5:1 (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544) ดังนั้นจุลินทรีย์จึงมีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต และการเพิ่มจำนวนทำให้สามารถนำสารอินทรีย์ไปใช้ได้แม้จะได้รับบีโอดีในปริมาณสูง นอกจากนี้พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในชุดทดลองมีค่าค่อนข้างสูงทำให้จุลินทรีย์มีออกซิเจนเพียงพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย นอกจากนี้กระบวนการอื่นๆ ที่สามารถลดปริมาณบีโอดี เช่น การตกตะกอนสารอินทรีย์ในน้ำเสีย หรือการทำงานร่วมกันของดิน พืช และจุลินทรีย์ทำให้สารอินทรีย์ที่เข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำถูกเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากกระบวนการหายใจโดยใช้ออกซิเจนดังสมการที่ 4-4 (Mitsch และ Gosselink, 2000) และปริมาณบีโอดีในน้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่าไม่เกิน 20 mg/l โดยเป็นค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดของอาคารประเภท ก ซึ่งเป็นอาคารหรือกลุ่มอาคารที่มีขนาด 500 ห้องนอนหรือมีพื้นที่ตั้งแต่ 55,000 ตารางเมตรขึ้นไป (ควบคุมมลพิษ, กรม, 2542) ซึ่งเป็นกลุ่มอาคารที่มีขนาดใหญ่จึงได้กำหนดให้ค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้งมีปริมาณบีโอดีต่ำเพื่อป้องกันผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 12e^- + energy \qquad (4\text{-}4)$$

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสีย (ตารางที่ 4.10) ระหว่างชนิดพืช พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดทดลองที่ปลูกโปรงแดงมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีสูงสุด โดยปริมาณบีโอดีในน้ำก่อนการบำบัดมีค่า 90.50 mg/l ภายหลังการบำบัดมีค่า 4.20 mg/l ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดเท่ากับ 95.31% และในชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีสูงเช่นเดียวกับในชุดทดลองที่ปลูกพืช เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูก

บำบัดโดยกระบวนการทางกายภาพ เช่น การตกตะกอน หรือกระบวนการทางชีวภาพโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสีย พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วัน ชุดทดลองสามารถบำบัดบีโอดีได้สูงสุดมีค่า 95.31% สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) รายงานว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นซึ่งปลูกโกงกางใบใหญ่เมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วันสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณบีโอดี 94.67 และ 514.17 mg/l โดยมีเปอร์เซ็นต์การบำบัด 97.35 และ 96.28% ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะกักเก็บน้ำ 7 วันนั้นการท่วมขังของน้ำอาจทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง และเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนได้ในชั้นดิน แต่สารอินทรีย์จะถูกกำจัดโดยกระบวนการ fermentation ดังสมการที่ 4-5 โดยสารอินทรีย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็คตรอนจากกระบวนการหายใจได้เป็นสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ซึ่งจุลินทรีย์อื่นๆจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือจากกระบวนการ methanogenesis ดังสมการที่ 4-6 ซึ่งจุลินทรีย์พวก methanogen จะใช้ CO_2 หรือสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น metyl group เป็นตัวรับออกซิเจนได้เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) และถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ (Mitsch และ Gosselink, 2000) ทำให้ปริมาณบีโอดีลดลงได้

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH_2OCOOH \text{ (lactic acid)} \qquad (4\text{-}5)$$

$$CH_3COO + 4H_2 \longrightarrow 2CH_4 + 2H_2O \qquad (4\text{-}6)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณบีโอดีของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{c}25.67±12.71	4.44±2.27	4.95±2.25	4.55±1.11	^{b}3.15±1.58	3.55±1.74
	2NW	^{b}56.42±9.23	7.80±4.62	7.35±3.17	4.20±1.13	^{a}10.10±3.52	5.70±4.28
	5NW	^{a}90.50±5.27	5.10±0.90	5.30±2.69	7.40±2.96	^{b}4.20±2.86	5.90±0.96
	10NW	^{a}109.00±15.59	6.60±3.17	7.30±2.13	9.80±2.41	^{ab}6.90±1.97	7.20±5.05
	SW	^{c}16.53±4.10	7.55±4.03	7.65±6.14	8.90±5.85	^{a}10.45±4.26	9.15±7.16
5	NW	^{c}26.00±6.76	4.35±2.22	4.65±3.90	4.20±1.97	3.10±1.22	3.50±0.92
	2NW	^{b}52.50±6.54	5.42±2.20	5.40±1.37	4.80±0.65	5.58±1.37	4.38±0.34
	5NW	^{a}71.00±8.66	4.70±2.59	6.20±2.71	8.70±6.32	3.80±1.95	4.10±2.55
	10NW	^{a}80.50±10.85	7.10±1.42	5.30±0.46	6.50±2.00	7.00±4.20	7.60±3.99
	SW	^{d}7.35±1.13	2.45±0.83	3.10±0.71	3.80±0.17	3.75±0.98	2.35±0.31
3	NW	^{b}32.50±13.94	^{c}5.80±0.17^{ab}	^{d}4.60±0.17^{bc}	^{c}5.40±0.90^{ab}	^{b}3.00±1.31^{c}	^{b}6.60±1.31^{a}
	2NW	^{b}41.75±15.45	^{b}7.10±0.17^{b}	^{c}5.90±0.17^{c}	^{a}9.90±0.30^{a}	^{a}10.30±0.46^{a}	^{b}6.80±0.17^{b}
	5NW	^{a}74.50±10.24	^{a}8.33±0.29^{c}	^{a}12.33±0.76^{a}	^{b}7.00±0.50^{d}	^{a}10.33±0.58^{b}	^{a}8.50±0.50^{c}
	10NW	^{a}82.00±4.82	^{ab}6.67±0.29^{c}	^{b}6.83±0.29^{c}	^{a}9.50±0.50^{a}	^{a}9.67±0.58^{a}	^{ab}7.83±0.29^{b}
	SW	^{c}6.70±0.23	^{d}4.19±1.03	^{c}3.44±0.39	^{d}3.81±0.29	^{b}4.13±0.32	^{c}4.06±0.76

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

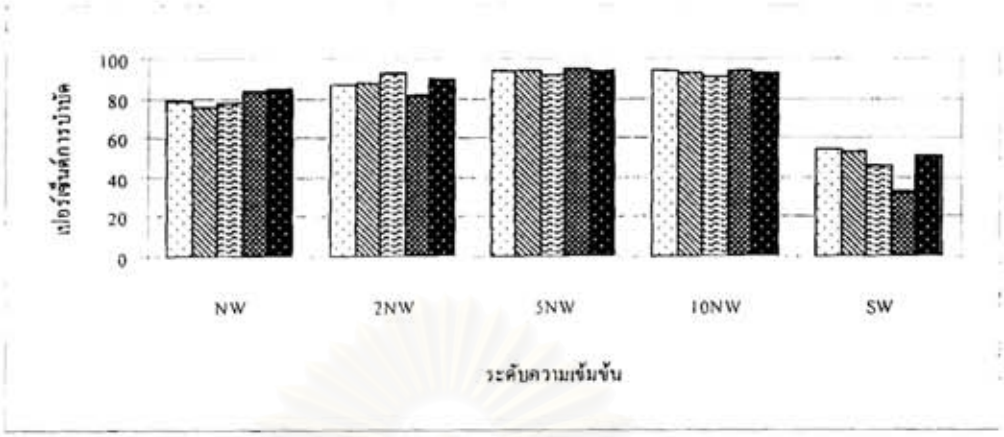
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดี เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

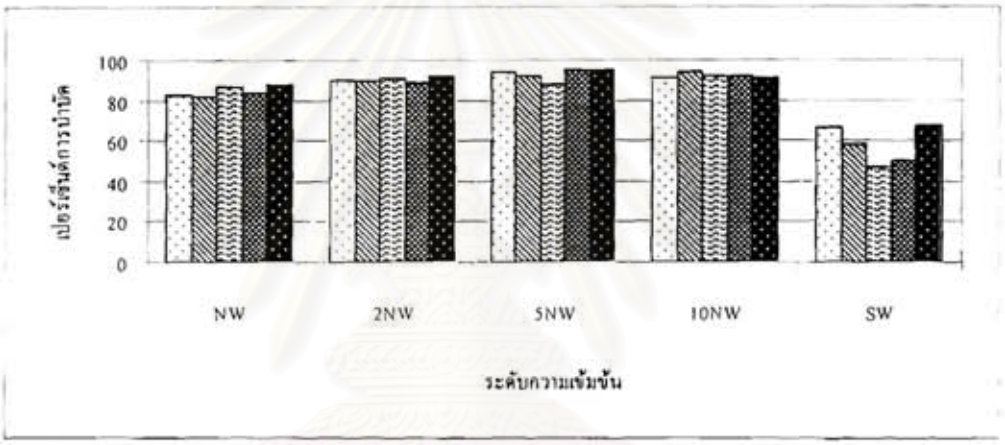
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{a}79.04±17.92	^{ab}75.36±21.67	^{a}77.63±14.46	^{a}84.04±14.85	^{a}85.03±7.23
	2NW	^{a}86.78±5.59	^{a}87.33±3.31	^{a}92.61±1.23	^{a}81.68±7.57	^{a}89.83±8.28
	5NW	^{a}94.31±1.33	^{a}94.14±2.95	^{a}91.81±3.26	^{a}95.31±3.17	^{a}93.43±1.40
	10NW	^{a}93.70±3.53	^{a}93.19±2.42	^{a}90.73±3.2	^{a}93.44±2.52	^{a}93.03±5.33
	SW	^{b}54.44±18.19	^{b}53.51±31.31	^{b}46.33±27.97	^{b}44.83±20.72	^{b}50.74±25.67
5	NW	^{a}83.08±3.98	^{a}81.15±9.50	^{a}86.56±5.12	^{b}83.92±7.61	^{a}87.29±1.07
	2NW	^{a}89.36±5.24	^{a}89.41±3.71	^{a}90.67±2.26	^{ab}89.06±3.72	^{a}91.52±1.60
	5NW	^{a}93.58±2.81	^{a}91.45±2.87	^{a}88.19±7.74	^{a}94.78±2.23	^{a}94.41±3.01
	10NW	^{a}91.22±0.70	^{a}93.38±0.54	^{a}91.91±2.51	^{a}91.64±3.90	^{a}90.84±3.65
	SW	^{b}66.56±9.91^{a}	^{b}58.04±4.24^{ab}	^{b}47.24±10.30^{b}	^{c}49.51±5.82^{b}	^{b}67.10±9.55^{a}
3	NW	^{a}79.98±7.69	^{a}84.26±5.71	^{ab}80.56±10.32	^{a}88.59±8.91	^{a}76.31±13.42
	2NW	^{a}81.45±6.30	^{a}84.57±5.30	^{b}74.10±9.01	^{b}73.48±7.55	^{a}82.34±5.71
	5NW	^{a}88.70±1.25^{ab}	^{a}83.13±3.43^{c}	^{a} 90.54±0.74^{a}	^{a}85.87±2.90^{bc}	^{a}88.50±1.04^{ab}
	10NW	^{a}91.84±0.50^{a}	^{a}91.62±0.75^{ab}	^{a} 88.38±0.28^{c}	^{a}88.14±1.32^{c}	^{a}90.42±0.26^{b}
	SW	^{b}37.16±17.26	^{b}48.61±6.85	^{c}43.09±3.71	^{c}38.33±6.52	^{b}39.25±11.90

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

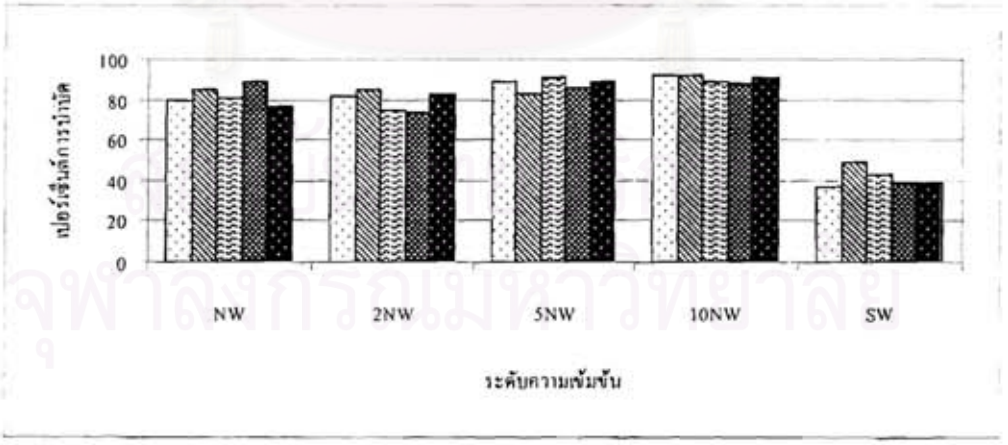
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



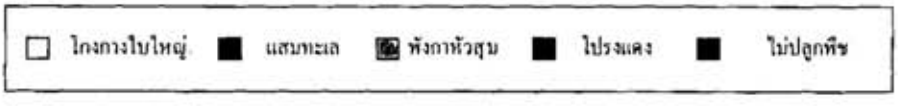
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



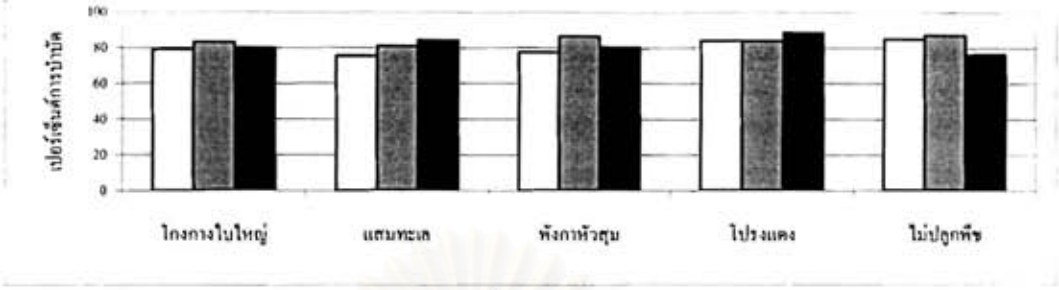
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



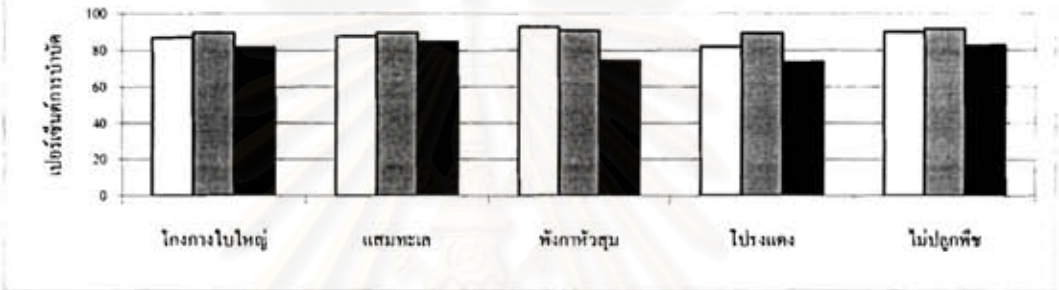
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



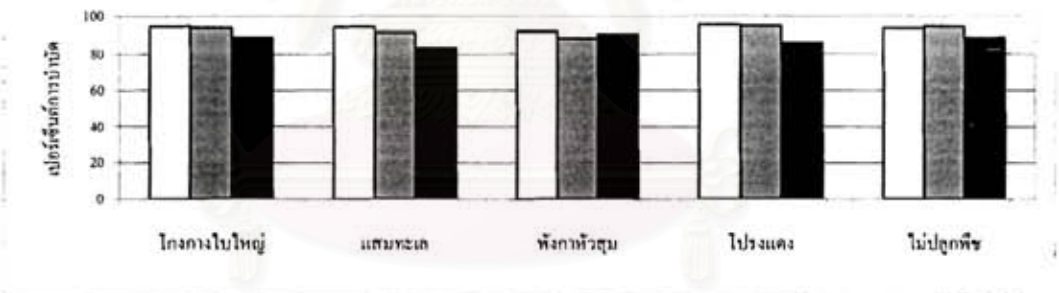
รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียต่างความเข้มข้น



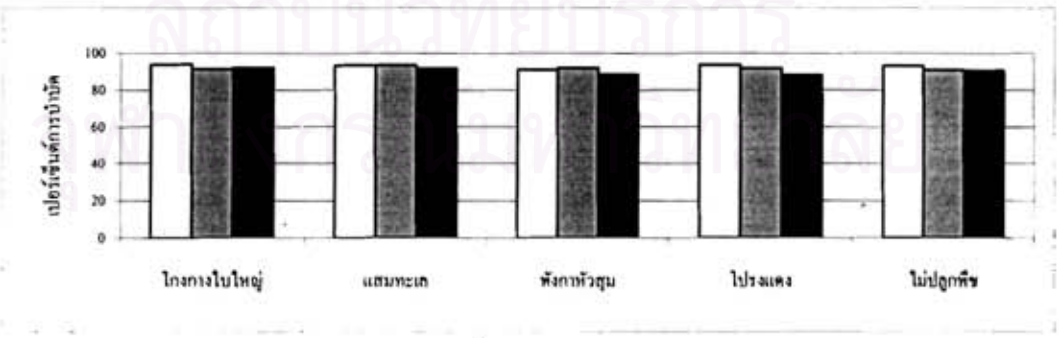
(ก) น้ำเสีย NW



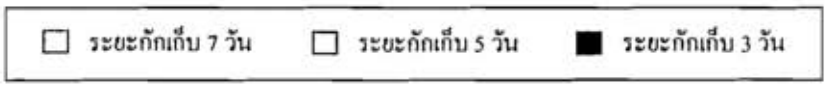
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.1.2.7 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.11) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 18.116-26.787, 46.542-49.684, 107.022-117.258 และ 210.996-224.342 mg/l ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลงเป็น 2.613-9.458, 4.853-26.569, 11.138-55.347 และ 18.324-98.467 mg/l ตามลำดับ โดยพบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW และ 2NW ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดภายหลังการบำบัดมีค่าไม่เกิน 35 mg/l ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดของอาคารประเภท ก ซึ่งเป็นอาคารหรือกลุ่มอาคารที่มีขนาดตั้งแต่ 500 ห้องนอนหรือมีพื้นที่ตั้งแต่ 55,000 ตารางเมตรขึ้นไป (ควบคุมมลพิษ, กรม, 2542)โดยการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดในชุดทดลองเริ่มจากเมื่อยูเรียในน้ำเสียถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งแอมโมเนียสามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และถูกกำจัดได้โดยการดึงดูดผ่านทางรากพืช การดูดติดผิวกับอนุภาคดินเหนียว และในสภาวะที่มีออกซิเจนแอมโมเนียมไอออนจะถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรท โดยกระบวนการไนตริฟิเคชันจากพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย ซึ่งแอมโมเนียมไอออนจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท ตามลำดับ ไนเตรทที่ได้จะถูกบำบัดโดยการดูดดึงผ่านทางรากพืช (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544; Mitsch และ Gosselink, 2000) หรือโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งไนเตรทจะรับอิเล็คตรอนเกิดเป็นก๊าซไนโตรเจน ไนตรัสออกไซด์ และไนตริคออกไซด์ระเหยออกสู่บรรยากาศทำให้เกิดการกำจัดไนโตรเจนออกจากระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด (ตารางที่ 4.12) ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์การบำบัดมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงขึ้น โดยในชุดการทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดอยู่ระหว่าง 56.13-90.13, 42.93-90.18, 49.18-90.54 และ 54.27-91.86% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด ระหว่างระยะกักเก็บน้ำ พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 และ 5 วันชุดทดลองจะมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 3 วัน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำนานไนโตรเจนจะถูกบำบัดได้ ทั้งโดยการดูดดึงไปใช้ของพืชในรูปของแอมโมเนียมไอออนและไนเตรท การดูดติดผิวกับอนุภาคดินเหนียวในรูปของแอมโมเนียมไอออน และระยะกักเก็บน้ำที่นานทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนในชั้นดิน ซึ่งไนโตรเจนจะถูกบำบัดโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันเปลี่ยนเป็นก๊าซระเหยออกสู่บรรยากาศ

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{d}26.787±0.907	^{c}3.298±0.860	^{b}3.702±1.742	^{b}2.955±2.417	^{b}2.644±0.658	^{d}4.636±1.804
	2NW	^{c}49.684±0.951	^{bc}9.209±4.312	^{b}10.329±6.258	^{b}4.853±1.553	^{b}8.244±3.263	^{c}9.831±4.034
	5NW	^{b}117.258±4.875	^{b}15.711±7.010	^{b}16.489±7.310	^{b}14.467±12.963	^{b}11.138±1.888	^{b}14.373±6.18
	10NW	^{a}224.342±9.215	^{a}45.733±14.045^{a}	^{a}64.151±31.181^{a}	^{a}55.004±33.136^{a}	^{a}40.818±31.885^{ab}	^{a}18.324±4.530
	SW	^{c}4.853±1.057	^{c}2.427±0.524	^{b}2.427±0.370	^{b}2.396±0.579	^{b}2.738±1.135	^{d}3.018±0.623
5	NW	^{d}18.116±7.123	^{d}4.262±1.903	^{d}4.636±1.314	^{d}4.418±2.600	^{d}2.613±0.657	^{c}2.924±1.863
	2NW	^{c}48.440±4.283	^{c}13.471±6.048	^{c}15.369±5.488	^{c}16.116±5.313	^{c}10.982±7.145	^{b}14.902±6.34
	5NW	^{b}107.022±4.747	^{b}19.164±3.950^{bc}	^{b}28.933±10.637^{a}	^{b}30.769±10.105^{a}	^{b}27.067±11.828^{ab}	^{b}15.524±5.85
	10NW	^{a}210.996±22.972	^{a}52.516±10.453^{b}	^{a}77.653±7.997^{a}	^{a}78.929±10.608^{a}	^{a}70.124±13.097^{a}	^{a}45.267±10.45
	SW	^{c}2.893±0.343	^{d}1.773±0.396	^{d}1.929±0.382	^{d}1.836±0.148	^{d}1.867±0.140	^{c}1.680±0.337
3	NW	^{d}21.560±0.907	^{d}7.591±0.494^{bc}	^{d}9.458±0.438^{a}	^{d}7.436±0.544^{c}	^{d}5.133±1.057^{d}	^{d}8.338±1.127
	2NW	^{c}46.542±0.988	^{b}26.569±1.263^{a}	^{c}23.302±0.751^{bc}	^{c}24.049±0.845^{b}	^{c}22.524±0.399^{c}	^{c}21.156±1.067
	5NW	^{b}109.107±4.347	^{c}25.262±1.082^{c}	^{b}49.529±0.733^{c}	^{b}50.618±0.683^{b}	^{b}55.347±0.700^{a}	^{b}26.071±0.407
	10NW	^{a}215.320±2.963	^{a}84.373±2.384^{c}	^{a}96.196±1.205^{b}	^{a}95.698±0.607^{b}	^{a}98.467±0.779^{a}	^{a}76.502±0.905
	SW	^{c}3.391±0.295	^{c}2.240±0.198	^{c}2.427±0.140	^{c}2.396±0.148	^{c}2.489±0.219	^{c}2.333±0.247

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

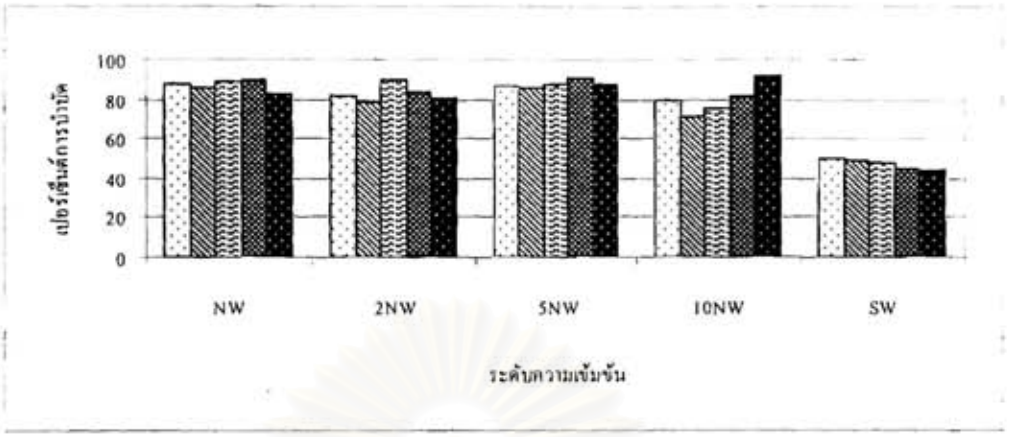
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยเปอรเซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

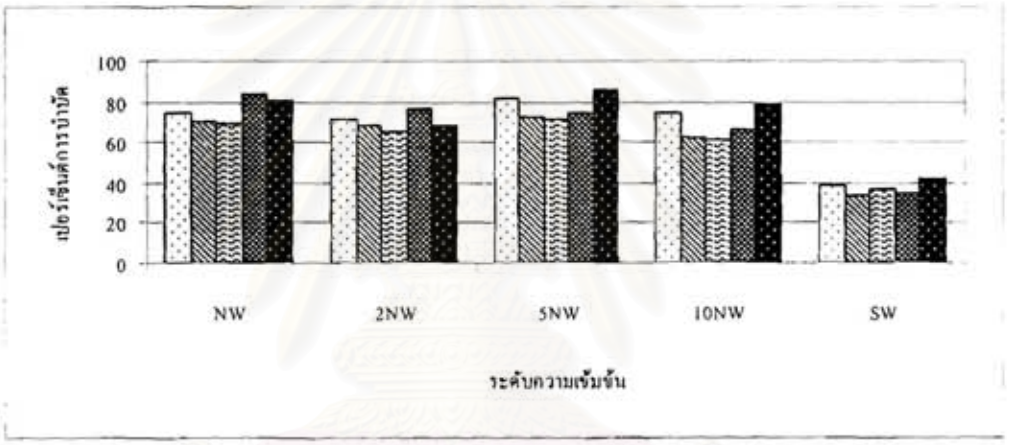
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{a}87.60±3.62	^{a}86.04±6.74	^{a}88.72±9.53	^{a}90.13±2.40	^{bc}82.71±6.54
	2NW	^{bc}81.36±8.89	^{ab}79.07±12.82	^{a}90.18±3.26	^{a}83.34±6.75	^{c}80.12±8.34
	5NW	^{ab}86.80±7.25	^{a}86.01±10.93	^{a}87.74±11.42	^{a}90.54±9.45	^{ab}87.92±4.93
	10NW	^{c}79.56±6.51^{b}	^{b}71.35±14.16^{b}	^{b}75.67±14.22^{b}	^{a}81.51±15.01^{ab}	^{a}91.86±1.86^{a}
	SW	^{d}49.90±4.58	^{c}48.95±8.64	^{c}47.89±18.18	^{b}45.26±12.69	^{d}43.59±6.60
5	NW	^{a}74.72±13.78	^{a}70.45±16.91	^{a}69.60±25.49	^{a}83.46±8.90	^{a}80.18±17.77
	2NW	^{a}71.42±14.30	^{a}67.95±12.63	^{a}65.70±13.22	^{ab}76.50±16.31	^{b}68.13±15.11
	5NW	^{a}81.96±4.09^{ab}	^{a}72.94±8.63^{c}	^{a}71.32±8.22^{c}	^{ab}74.82±9.81^{bc}	^{a}85.57±4.80^{a}
	10NW	^{a}74.31±8.31^{a}	^{a}62.43±8.17^{b}	^{a}61.66±9.76^{b}	^{b}65.84±10.16^{b}	^{ab}78.11±6.34^{a}
	SW	^{b}39.28±9.51	^{b}33.86±8.24	^{b}36.36±5.24	^{c}35.08±7.33	^{c}42.34±10.10
3	NW	^{b}64.80±1.47^{b}	^{a}56.13±1.01^{d}	^{a}65.54±1.58^{b}	^{a}76.33±4.07^{a}	^{c}61.45±3.80^{c}
	2NW	^{d}42.93±2.15^{c}	^{b}49.94±0.97^{c}	^{c}48.33±1.34^{d}	^{bc}51.59±1.20^{b}	^{d}54.55±1.95^{b}
	5NW	^{a}76.78±5.52^{a}	^{a}54.55±1.61^{b}	^{b}53.52±2.50^{b}	^{c}49.18±3.08^{c}	^{a}76.07±4.09^{a}
	10NW	^{c}60.82±0.79^{b}	^{a}55.32±0.54^{c}	^{b}55.55±0.37^{c}	^{b}54.27±0.43^{d}	^{b}64.47±0.25^{a}
	SW	^{e}33.66±7.80	^{c}28.34±3.99	^{d}29.19±5.21	^{d}26.63±4.25	^{c}31.23±3.61

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

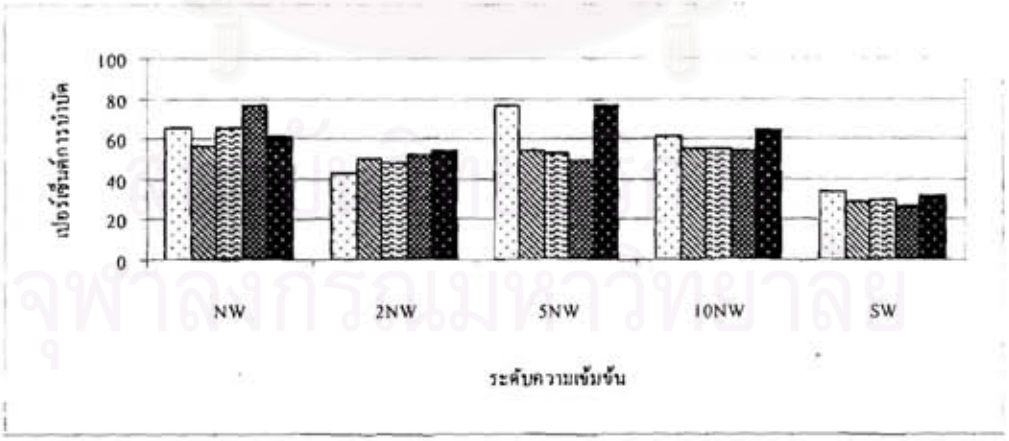
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



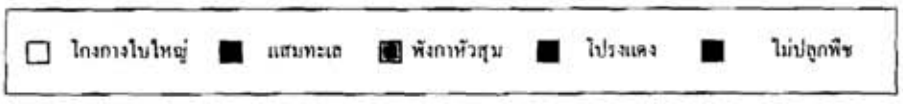
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



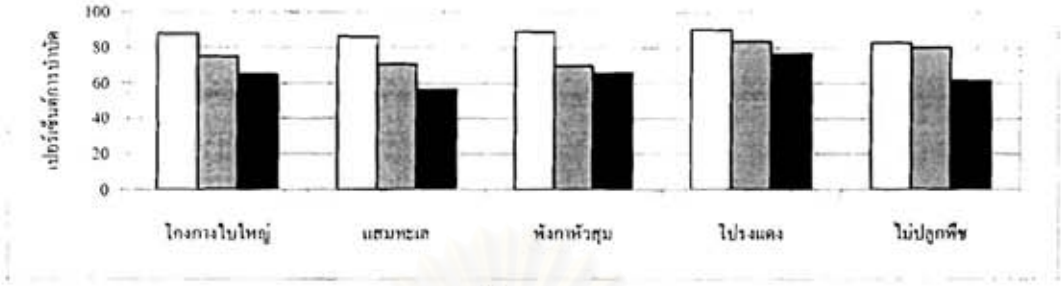
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



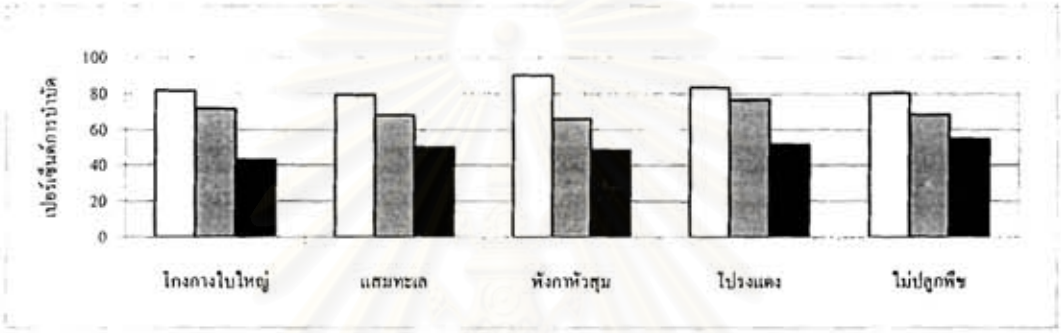
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



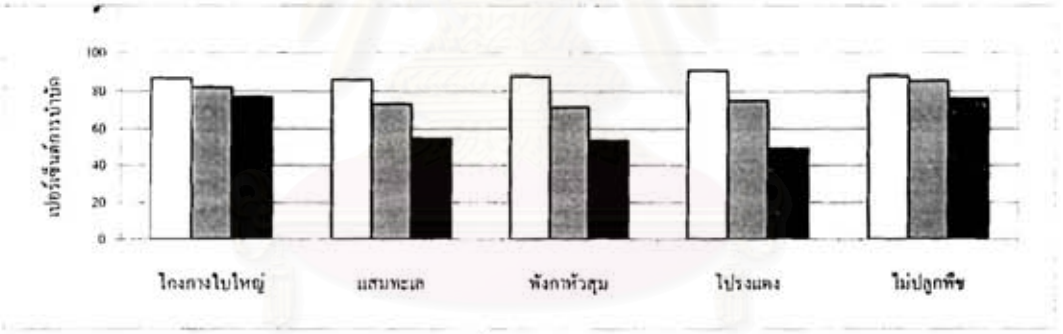
รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียต่างความเข้มข้น



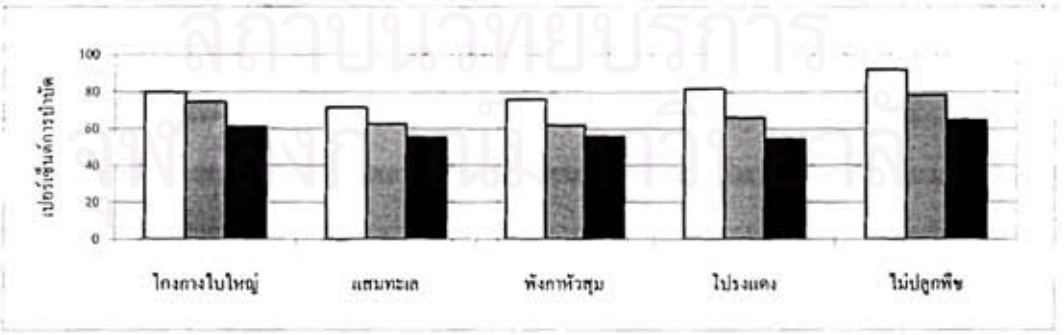
(ก) น้ำเสีย NW



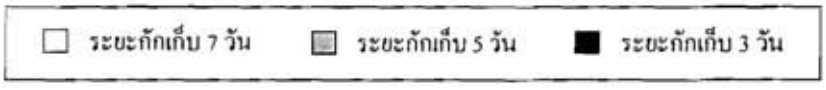
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.1.2.8 แอมโมเนีย (Ammonia-Nitrogen)

ผลการศึกษาปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.13) พบว่า น้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 15.270-19.324, 5.819-7.040, 14.362-18.461 และ 28.912-31.738 mg/l ตามลำดับ โดยน้ำเสีย NW แอมโมเนียมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำการออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เปลี่ยนเป็นไนเตรทจึงต่ำไปด้วย ทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเสียค่อนข้างสูง และในน้ำเสียที่ปรับระดับความเข้มข้นปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้น

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{b}19.324±2.992	^{d}0.121±0.039	^{c}0.145±0.052	^{d}0.115±0.053	^{c}0.113±0.043	^{c}0.104±0.013
	2NW	^{d}7.040±0.631	^{b}1.586±0.548^{b}	^{b}0.904±0.076^{c}	^{c}1.108±0.177^{c}	^{a}1.938±0.539^{b}	^{a}3.871±0.897^{a}
	5NW	^{c}18.461±0.426	^{c}0.776±0.569^{b}	^{b}0.759±0.473^{b}	^{b}1.352±0.088^{a}	^{b}0.438±0.152^{b}	^{b}0.693±0.403^{b}
	10NW	^{a}31.738±0.839	^{a}2.150±0.679^{b}	^{a}2.904±0.666^{a}	^{a}3.066±0.245^{a}	^{a}2.020±0.615^{b}	^{b}0.780±0.358^{c}
	SW	^{c}0.165±0.032	^{d}0.070±0.028	^{c}0.076±0.002	^{d}0.082±0.021	^{c}0.064±0.005	^{c}0.078±0.015
5	NW	^{b}15.270±1.337	^{c}0.331±0.033^{b}	^{d}0.442±0.086^{a}	^{d}0.289±0.019^{bc}	^{d}0.265±0.077^{c}	^{d}0.139±0.026^{d}
	2NW	^{d}6.895±0.251	^{a}2.918±1.707	^{a}3.006±0.443	^{a}2.834±0.627	^{a}2.918±0.666	^{a}3.197±0.558
	5NW	^{c}14.362±0.807	^{c}0.627±0.133^{b}	^{c}0.760±0.198^{b}	^{c}1.158±0.139^{a}	^{c}0.811±0.214^{b}	^{bc}0.627±0.438^{b}
	10NW	^{a}30.583±1.232	^{b}2.076±0.666^{ab}	^{b}2.522±0.434^{a}	^{b}2.137±0.524^{ab}	^{b}1.982±0.266^{b}	^{b}0.888±0.579^{c}
	SW	^{c}0.527±0.030	^{c}0.310±0.016^{a}	^{d}0.229±0.064^{b}	^{d}0.310±0.012^{a}	^{d}0.343±0.072^{a}	^{cd}0.330±0.049^{a}
3	NW	^{b}17.406±0.964	^{d}0.212±0.078^{b}	^{d}0.350±0.052^{a}	^{c}0.333±0.019^{a}	^{d}0.134±0.014^{c}	^{d}0.177±0.044^{bc}
	2NW	^{d}5.819±0.520	^{a}2.176±0.575^{b}	^{a}4.401±0.120^{a}	^{a}2.590±0.892^{b}	^{a}4.654±0.352^{a}	^{a}4.153±0.326^{a}
	5NW	^{c}14.888±0.757	^{c}0.941±0.182^{c}	^{c}1.170±0.229^{b}	^{b}1.326±0.115^{a}	^{c}0.918±0.071^{c}	^{c}0.525±0 042^{d}
	10NW	^{a}28.912±3.990	^{b}1.752±0.182^{d}	^{b}3.280±0.229^{a}	^{a}2.867±0.115^{b}	^{b}3.082±0.071^{ab}	^{b}2.027±0.042^{c}
	SW	^{c}0.531±0.116	^{d}0.161±0.046^{bc}	^{c}0.143±0.051^{c}	^{c}0.196±0.055^{b}	^{d}0.251±0.031^{a}	^{d}0.200±0.037^{b}

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

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.104-0.442, 0.904-4.654, 0.438-1.352 และ 0.780-3.280 mg/l ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนียภายหลังการบำบัดน้ำเสียระหว่างความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน โดยแอมโมเนียมในน้ำเสียจะถูกบำบัดโดยกระบวนไนตริฟิเคชัน (nitrification) โดยไนตริฟายอิงแบคทีเรียจะออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนเตรท ทำให้แอมโมเนียในน้ำลดลงหรือหากน้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 8 แอมโมเนียสามารถระเหยออกสู่บรรยากาศได้ รวมทั้งการนำไปใช้ในรูปของแอมโมเนียมไอออนโดยพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำหรือการดูดซับกับอนุภาคดินเหนียว ซึ่ง Kadlac (1999) ได้ศึกษากลไกการบำบัดทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำ รายงานว่าแอมโมเนียมไอออนจะถูกดูดซับไว้กับอนุภาคดินเหนียวและสะสมไว้ในดินได้ในปริมาณสูง

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย ระหว่างความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 2NW ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำก่อนเข้าสู่ชุดทดลองต่ำกว่าชุดทดลองอื่น มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดต่ำสุดอยู่ระหว่าง 19.94-87.02% ส่วนในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW, 5NW และ 10NW มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 97.12-99.45, 91.05-97.63 และ 88.45-97.52% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรในแต่ละชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิดกัน

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสีย พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน เปอร์เซ็นต์การบำบัดน้ำเสียอยู่ระหว่าง 45.44-99.45, 53.44-99.09 และ 19.94-99.22% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14) โดยเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงสุดที่ระยะกักเก็บ 7 วัน รองลงมาคือที่ระยะกักเก็บน้ำ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ

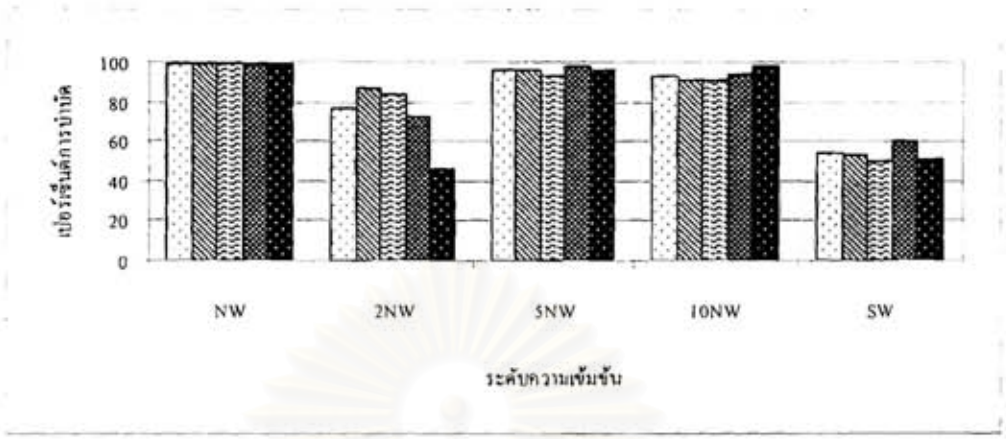
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

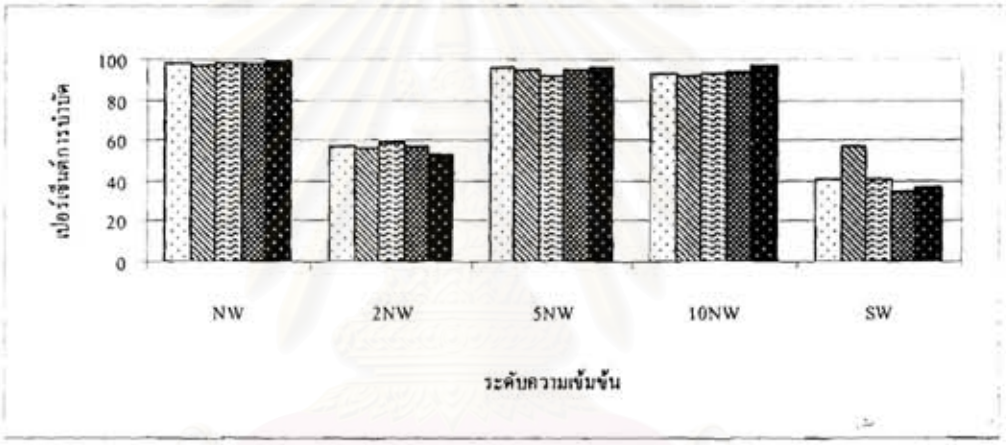
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{a}99.35±0.25	^{a}99.23±0.30	^{a}99.37±0.30	^{a}99.39±0.27	^{a}99.45±0.14
	2NW	^{b}76.98±8.61^{b}	^{b}87.02±2.22^{a}	^{c}84.02±3.68^{a}	^{b}71.97±8.28^{b}	^{b}45.44±7.88^{c}
	5NW	^{a}95.78±2.73^{a}	^{a}95.92±2.12^{a}	^{b}92.68±0.31^{b}	^{a}97.63±0.73^{a}	^{a}96.26±1.86^{a}
	10NW	^{a}93.19±1.96^{b}	^{b}90.81±2.00^{c}	^{b}90.32±0.84^{c}	^{a}93.63±1.71^{b}	^{a}97.52±1.02^{a}
	SW	^{c}53.99±27.42	^{c}52.80±16.78	^{d}50.44±16.34	^{c}60.13±15.59	^{b}50.57±21.40
5	NW	^{a}97.82±0.23^{c}	^{a}97.12±0.35^{d}	^{a}98.10±0.14^{bc}	^{a}98.25±0.48^{b}	^{a}99.09±0.11^{a}
	2NW	^{b}57.18±26.03	^{b}56.44±5.96	^{c}58.75±9.87	^{b}57.49±10.60	^{b}53.44±9.23
	5NW	^{a}95.65±0.91^{a}	^{a}94.67±1.78^{a}	^{b}91.95±1.17^{b}	^{a}94.40±1.27^{a}	^{a}95.73±2.96^{a}
	10NW	^{a}93.25±1.98b^{bc}	^{a}91.79±1.13^{c}	^{b}93.02±1.60^{bc}	^{a}93.49±1.10^{b}	^{a}97.13±1.80^{a}
	SW	^{c}40.98±4.63^{b}	^{b}56.71±11.50^{a}	^{d}41.03±3.94^{b}	^{c}34.72±13.90^{b}	^{c}36.87±11.83^{b}
3	NW	^{a}98.75±0.52^{b}	^{a}97.96±0.41^{c}	^{a}98.08±0.09^{c}	^{a}99.22±0.08^{a}	^{a}98.96±0.31^{ab}
	2NW	^{c}61.68±13.20^{a}	^{d}23.77±8.15^{b}	^{b}55.30±15.57^{a}	^{d}19.94±2.81^{b}	^{d}27.86±10.66^{b}
	5NW	^{a}93.61±1.55^{b}	^{b}92.18±1.22^{c}	^{a}91.05±1.14^{d}	^{ab}93.83±0.39^{b}	^{ab}96.46±0.35^{a}
	10NW	^{a}93.81±1.02^{a}	^{b}88.45±1.60^{c}	^{a}90.05±0.24^{b}	^{b}89.21±1.06^{bc}	^{b}92.70±2.39^{a}
	SW	^{b}69.80±6.30^{ab}	^{c}73.56±4.25^{a}	^{b}62.80±9.67^{b}	^{c}50.11±14.76^{c}	^{c}61.44±7.67^{b}

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

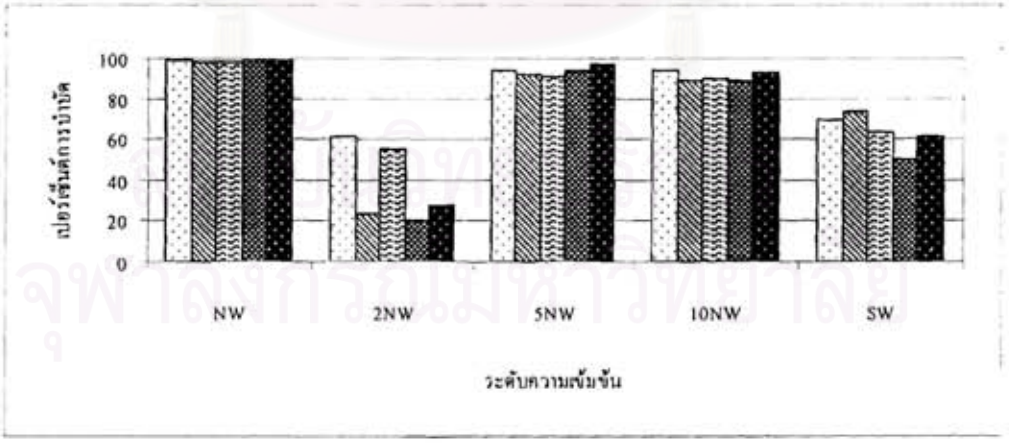
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



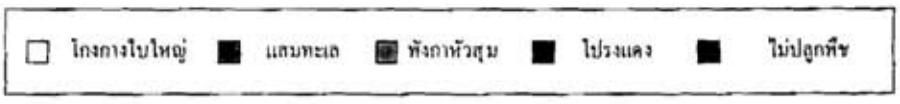
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



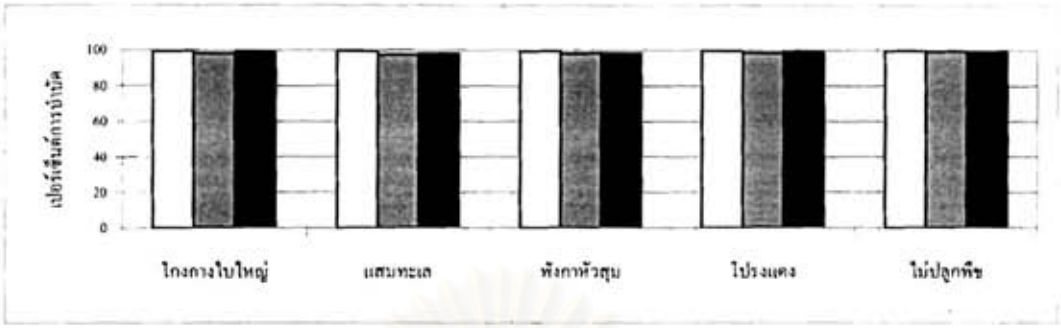
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



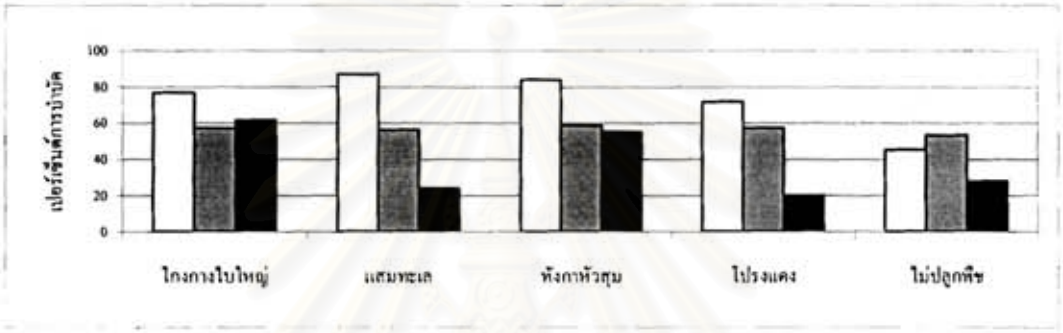
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



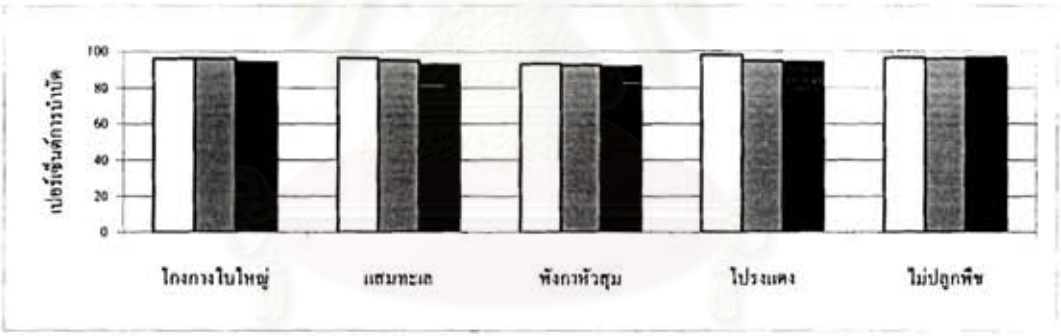
รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียต่างความเข้มข้น



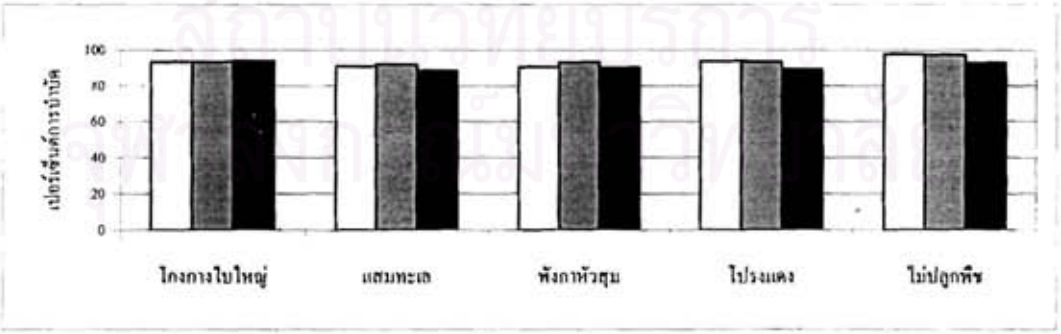
(ก) น้ำเสีย NW



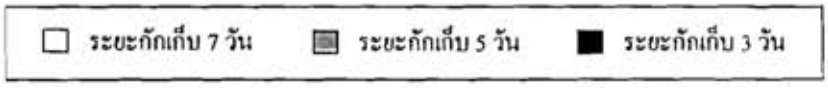
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.1.2.9 ไนเตรท (Nitrate-Nitrogen)

ผลการศึกษาปริมาณไนเตรทของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.15) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.125-0.180, 0.596-1.063, 0.598-1.123 และ 0.585-1.217 mg/l ตามลำดับ โดยในน้ำเสีย NW มีปริมาณไนเตรทค่อนข้างต่ำ เนื่องจากออกซิเจนละลายในน้ำมีค่า 0 mg/l

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณไนเตรทลดลงเป็น 0.020-0.094, 0.100-0.661, 0.117-0.766 และ 0.062-0.868 mg/l ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท (ตารางที่ 4.16) ระหว่างความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW มีค่าอยู่ระหว่าง 43.73-84.57% ซึ่งมีค่าสูงกว่าในชุดทดลองอื่น ซึ่งในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดอยู่ระหว่าง 30.87-83.35, 29.55-80.31 และ 28.26-89.43% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทของน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน มีค่าต่ำกว่าที่ระยะกักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องจากสภาพที่มีน้ำขังในระบบนานทำให้ในชั้นดินเกิดสภาพไร้ออกซิเจนได้ดีกว่าที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 5 และ 3 วัน จึงเกิดการบำบัดไนเตรทโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันจากจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ไนเตรทเป็นตัวรับอิเล็คตรอนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ก๊าซไนโตรเจน ไนตรัสออกไซด์ และไนตริคออกไซด์ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{b}0.125±0.027	^{d}0.031±0.019	^{c}0.026±0.011	^{c}0.024±0.012	^{c}0.020±0.009	^{c}0.032±0.014
	2NW	^{a}0.596±0.013	^{c}0.106±0.026^{c}	^{b}0.294±0.066^{a}	^{a}0.100±0.061^{c}	^{b}0.109±0.057^{c}	^{b}0.234±0.011^{b}
	5NW	^{a}0.598±0.018	^{b}0.144±0.020^{cd}	^{b}0.292±0.073^{a}	^{a}0.117±0.037^{d}	^{a}0.170±0.046^{c}	^{b}0.223±0.006^{b}
	10NW	^{a}0.585±0.007	^{a}0.340±0.020^{b}	^{a}0.382±0.073^{a}	^{b}0.062±0.037^{d}	^{a}0.159±0.046^{c}	^{a}0.398±0.006^{a}
	SW	^{c}0.035±0.002	^{d}0.014±0.004^{c}	^{c}0.028±0.002^{a}	^{c}0.024±0.004^{ab}	^{c}0.020±0.008^{b}	^{d}0.012±0.002^{c}
5	NW	^{b}0.180±0.065	^{d}0.073±0.034	^{d}0.069±0.024	^{d}0.073±0.044	^{d}0.087±0.036	^{c}0.041±0.016
	2NW	^{a}1.063±0.085	^{b}0.528±0.013^{d}	^{b}0.612±0.005^{a}	^{a}0.547±0.008^{c}	^{a}0.568±0.010^{b}	^{b}0.601±0.019^{a}
	5NW	^{a}1.123±0.035	^{c}0.474±0.021^{d}	^{c}0.530±0.017^{b}	^{c}0.394±0.028^{c}	^{b}0.499±0.011^{c}	^{b}0.591±0.007^{a}
	10NW	^{a}1.210±0.010	^{a}0.703±0.021^{c}	^{a}0.811±0.017^{b}	^{b}0.451±0.028^{d}	^{c}0.402±0.011^{c}	^{a}0.868±0.007^{a}
	SW	^{c}0.101±0.027	^{d}0.047±0.008^{a}	^{d}0.095±0.010^{a}	^{d}0.083±0.009^{b}	^{d}0.068±0.010^{c}	^{c}0.045±0.007^{d}
3	NW	^{b}0.155±0.006	^{c}0.086±0.007^{bc}	^{c}0.080±0.006^{c}	^{c}0.087±0.008^{b}	^{d}0.094±0.006^{a}	^{d}0.074±0.004^{d}
	2NW	^{a}0.957±0.027	^{b}0.661±0.051^{a}	^{a}0.654±0.059^{a}	^{b}0.636±0.040^{ab}	^{c}0.597±0.043^{b}	^{b}0.590±0.040^{b}
	5NW	^{a}1.086±0.012	^{a}0.766±0.063^{a}	^{b}0.492±0.027^{d}	^{b}0.635±0.008^{c}	^{a}0.685±0.054^{b}	^{a}0.620±0.029^{c}
	10NW	^{a}1.217±0.010	^{a}0.755±0.024^{a}	^{b}0.507±0.022^{c}	^{a}0.702±0.025^{b}	^{b}0.642±0.065^{c}	^{c}0.546±0.031^{d}
	SW	^{c}0.107±0.004	^{c}0.054±0.004^{d}	^{c}0.090±0.010^{a}	^{c}0.074±0.004^{b}	^{d}0.062±0.005^{c}	^{c}0.047±0.006^{c}

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

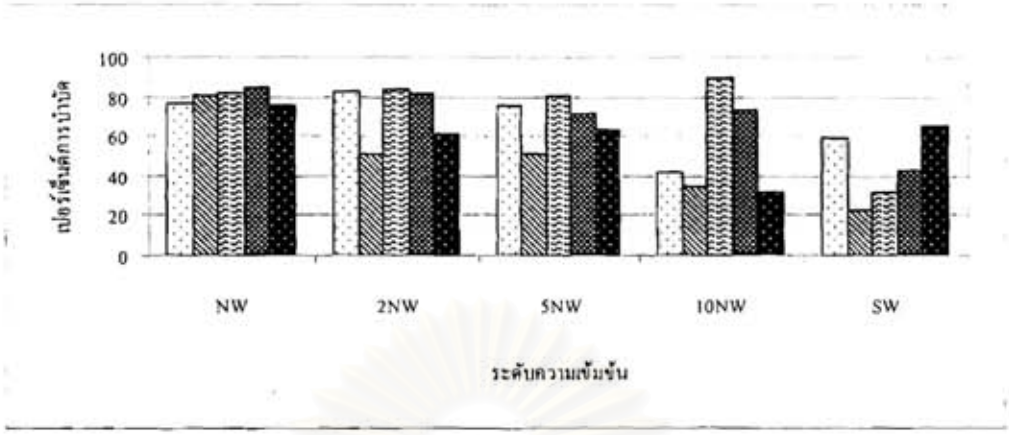
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

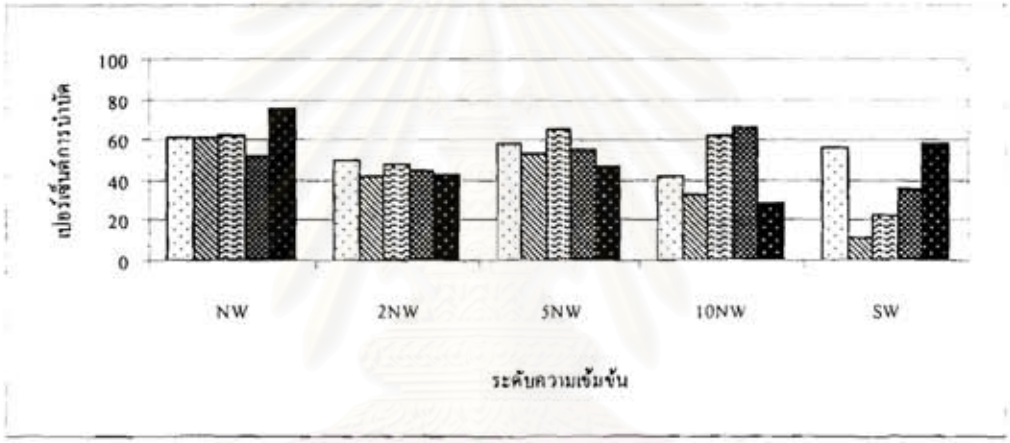
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{a*}76.97±9.16^{bc}	^{a*}80.27±3.96^{abc}	^{ab}82.09±4.78^{a*b}	^{a*}84.57±3.88^{a*}	^{a*}75.83±5.21^{c}
	2NW	^{a*}82.23±4.47^{a*}	^{b}50.86±10.06^{c}	^{a*b}83.35±9.69^{a*}	^{a*b}81.86±9.07^{a*}	^{b}60.79±2.35^{b}
	5NW	^{a*}75.91±9.19^{a*b}	^{b}51.44±11.53^{d}	^{b}80.31±7.47^{a*}	^{b}71.68±6.77^{b}	^{b}62.77±9.14^{c}
	10NW	^{c}41.79±7.42^{c}	^{c}34.69±3.88^{d}	^{a*}89.43±2.62^{a*}	^{a*b}72.96±7.70^{b}	^{c}31.98±6.52^{d}
	SW	^{b}59.01±10.72^{a*}	^{d}22.18±6.02^{c}	^{c}31.52±12.16^{bc}	^{c}42.63±21.81^{b}	^{d}64.83±6.57^{a*}
5	NW	^{a*}60.78±5.90^{b}	^{a*}61.35±3.19^{b}	^{a*}62.47±12.04^{b}	^{b}52.55±7.09^{c}	^{a*}75.57±8.15^{a*}
	2NW	^{b}50.05±4.81^{a*}	^{c}42.14±4.64^{c}	^{b}48.25±4.25^{a*b}	^{c}45.18±4.72^{bc}	^{c}43.13±5.64^{c}
	5NW	^{a*}57.80±7.48^{b}	^{b}52.78±7.03^{d}	^{a*}64.92±1.67^{a*}	^{b}55.57±3.26^{c}	^{c}47.28±6.36^{c}
	10NW	^{c}41.89±5.76^{c}	^{d}33.00±4.73^{d}	^{a*}62.72±0.93^{b}	^{a*}66.74±2.54^{a*}	^{d}28.26±2.78^{c}
	SW	^{a*}56.45±3.34^{a*}	^{c}11.56±2.11^{d}	^{c}22.28±2.44^{c}	^{d}36.22±3.19^{b}	^{b}58.49±3.17^{a*}
3	NW	^{b}44.40±3.65^{c}	^{b}48.02±2.91^{b}	^{a*}43.73±3.93^{c}	^{b}39.53±2.74^{d}	^{a*}52.34±2.17^{a*}
	2NW	^{d}30.87±4.75^{b}	^{c}31.78±4.42^{b}	^{b}33.53±2.59^{b}	^{b}40.87±3.99^{a*}	^{c}38.22±5.82^{a*}
	5NW	^{d}29.55±5.15^{d}	^{a*}54.67±2.77^{a*}	^{a*}41.50±1.02^{b}	^{b}36.95±6.13^{c}	^{b}42.90±5.71^{b}
	10NW	^{c}37.96±2.36^{c}	^{a*}58.30±1.82^{a*}	^{a*}42.35±1.75^{d}	^{a*}47.29±5.05^{c}	^{a*}55.19±2.26^{b}
	SW	^{a*}49.61±2.74^{b}	^{d}15.96±7.92^{c}	^{c}30.94±1.88^{d}	^{b}41.53±6.34^{c}	^{a*}55.96±6.12^{a*}

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

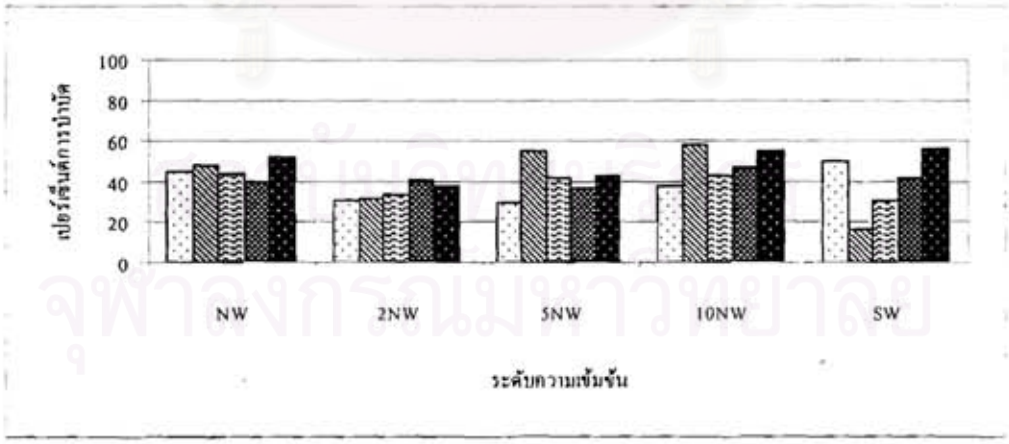
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



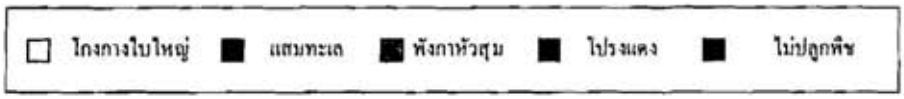
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

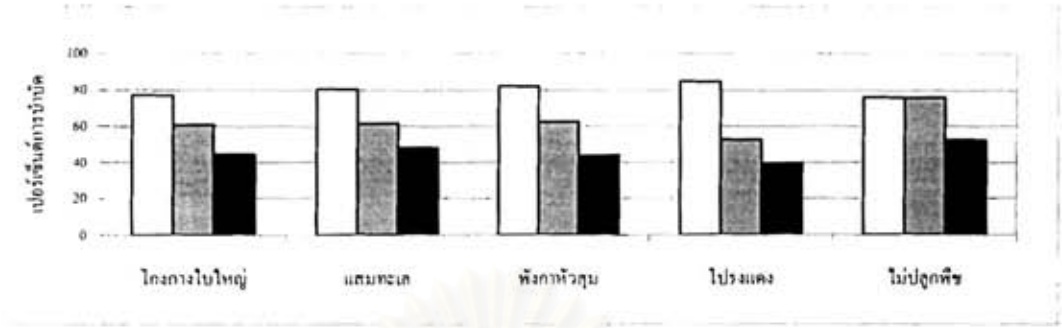


(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

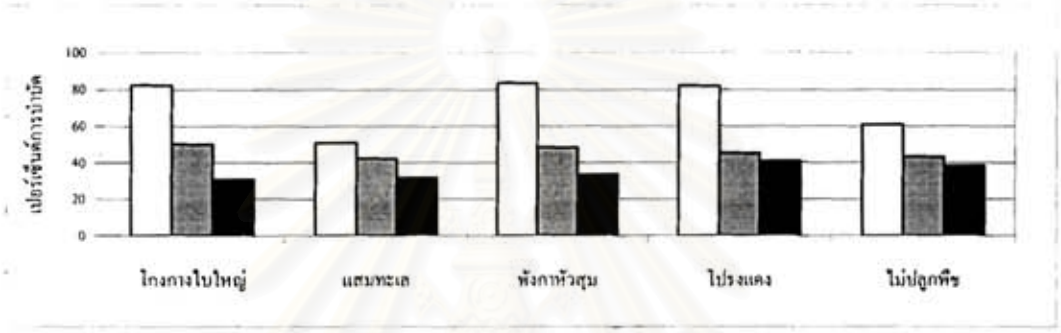


รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียต่างความเข้มข้น

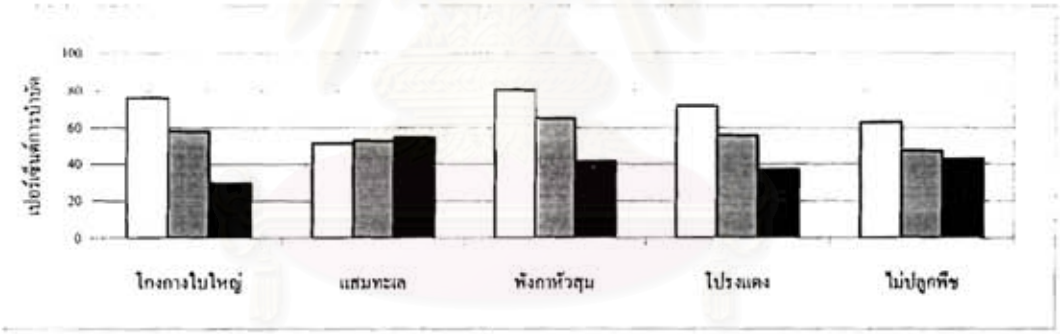
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



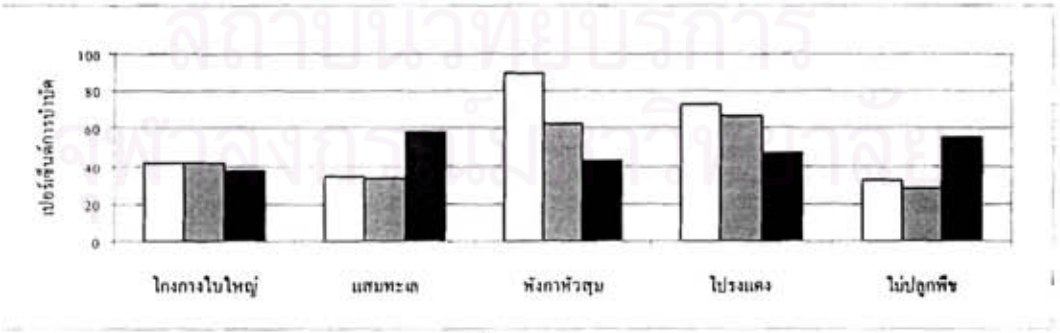
(ก) น้ำเสีย NW



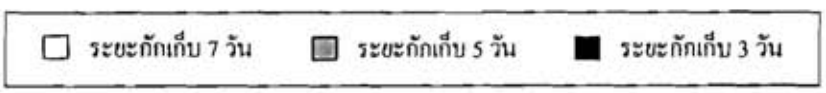
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.1.2.10 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.17) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 5.585-6.039, 8.618-9.468, 20.319-21.839 และ 40.472-46.514 mg/l ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยเป็นผลมาจากสาร KH_2PO_4 ที่ใช้ปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลงเป็น 1.869-3.721, 1.904-4.313, 2.935-4.854 และ 4.119-8.006 mg/l ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสภายหลังการบำบัดน้ำเสียระหว่างความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด (ตารางที่ 4.18) ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์การบำบัดมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดอยู่ระหว่าง 36.77-68.22, 51.32-79.01, 77.72-86.12 และ 82.75-91.18% ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์การบำบัดมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง สอดคล้องกับที่ Ye และคณะ (2001) รายงานว่าพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ได้รับน้ำทะเล และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีความเข้มข้นของฟอสเฟตเฉลี่ย 53.7 mg/l ซึ่งปลูกต้นรังกะแท้และพังกาหัวสุมดอกแดงมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 88.0 และ 97.8% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเปอรเซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสสูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกพืช เนื่องจากการดูดดึงฟอสฟอรัสไปใช้ของพืชจะมีค่าต่ำกว่าการดูดซับโดยอนุภาคดินเหนียว หรือการก่อตะกอนผลึกกับไอออนบวกของเหล็ก อะลูมินัม แมงกานีส แคลเซียม และ แมกนีเซียม เกิดเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยากสะสมอยู่ในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดภายหลังการบำบัด พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าต่ำกว่าที่ระยะกักเก็บ 5 และ 3 วัน เนื่องจากการบำบัดฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดจากการดูดซับของอนุภาคดินเหนียว ซึ่งดินในชุดทดลองมีอนุภาคดินเหนียวสูง ดังนั้นจึงสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูง รวมทั้งกระบวนการตกตะกอน และกระบวนการก่อตะกอนผลึกทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีปริมาณลดลง

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคกกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{d}6.039±1.397	^{c}2.332±0.365^{b}	^{b}3.721±0.408^{a}	^{c}2.590±1.009^{b}	^{cd}2.315±1.28^{b}	^{bc}2.884±0.192^{b}
	2NW	^{c}8.847±0.200	^{bc}3.233±1.335	^{b}4.313±1.802	^{c}2.308±0.788	^{bc}3.054±1.760	^{b}3.959±1.438
	5NW	^{b}21.839±0.517	^{b}3.435±1.287	^{b}4.852±1.064	^{b}4.854±2.029	^{b}4.262±1.108	^{b}4.198±1.187
	10NW	^{a}46.496±0.655	^{a}7.526±1.450	^{a}8.006±2.831	^{a}6.414±1.360	^{a}6.963±3.139	^{a}6.468±4.020
	SW	^{c}1.195±0.083	^{d}0.795±0.182^{bc}	^{c}0.663±0.130^{c}	^{d}0.980±0.137^{a}	^{d}0.817±0.127^{b}	^{c}1.002±0.181^{a}
5	NW	^{d}5.585±0.211	^{b}2.899±0.202^{b}	^{b}3.529±0.045^{c}	^{b}2.947±0.214^{b}	^{c}2.160±0.469^{c}	^{c}1.997±0.287^{c}
	2NW	^{c}9.468±1.204	^{c}1.904±1.253	^{c}3.095±0.438	^{c}2.228±0.862	^{c}2.454±0.774	^{c}2.370±0.865
	5NW	^{b}21.318±1.442	^{b}3.188±0.054	^{bc}3.288±0.447	^{b}3.384±0.396	^{b}3.411±0.769	^{b}2.935±0.480
	10NW	^{a}46.514±2.060	^{a}5.382±0.316^{a}	^{a}5.032±0.199^{a}	^{a}5.214±0.570^{a}	^{a}5.244±0.514^{a}	^{a}4.119±0.743^{b}
	SW	^{c}0.978±0.040	^{d}0.527±0.092^{d}	^{d}0.624±0.093^{bc}	^{d}0.729±0.051^{a}	^{d}0.683±0.071^{ab}	^{d}0.596±0.051^{cd}
3	NW	^{d}5.887±0.226	^{d}3.301±0.138^{b}	^{d}3.573±0.100^{a}	^{d}3.126±0.072^{c}	^{d}1.869±0.061^{e}	^{d}2.532±0.067^{d}
	2NW	^{c}8.618±0.148	^{c}3.660±0.134^{cd}	^{c}4.148±0.188^{a}	^{c}3.866±0.176^{b}	^{c}3.601±0.174^{d}	^{b}3.760±0.102^{bc}
	5NW	^{b}20.319±0.469	^{b}4.382±0.224^{a}	^{b}4.438±0.109^{a}	^{b}4.081±0.144^{b}	^{b}4.381±0.068^{a}	^{c}3.653±0.095^{c}
	10NW	^{a}40.472±1.782	^{a}6.174±0.129^{a}	^{a}5.559±0.098^{c}	^{a}6.036±0.051^{b}	^{a}6.185±0.095^{a}	^{a}5.307±0.081^{d}
	SW	^{c}0.859±0.046	^{c}0.681±0.039^{b}	^{c}0.695±0.028^{b}	^{c}0.695±0.037^{b}	^{c}0.712±0.045^{b}	^{c}0.799±0.027^{a}

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

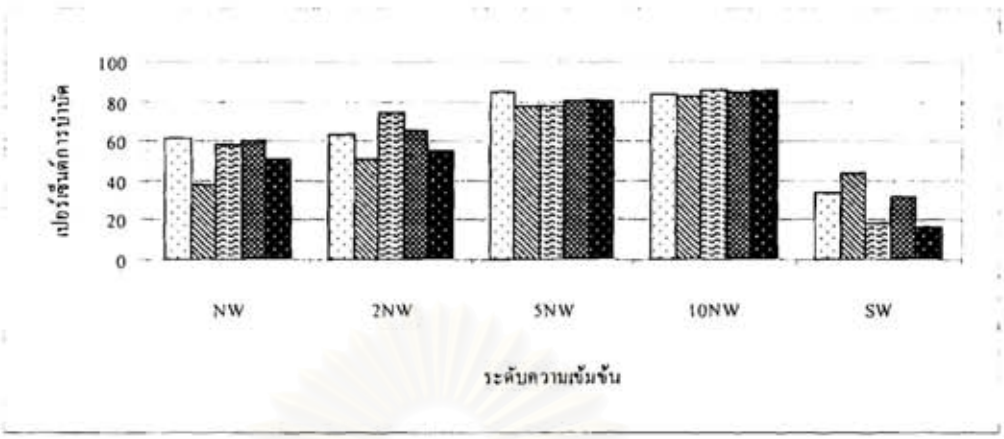
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

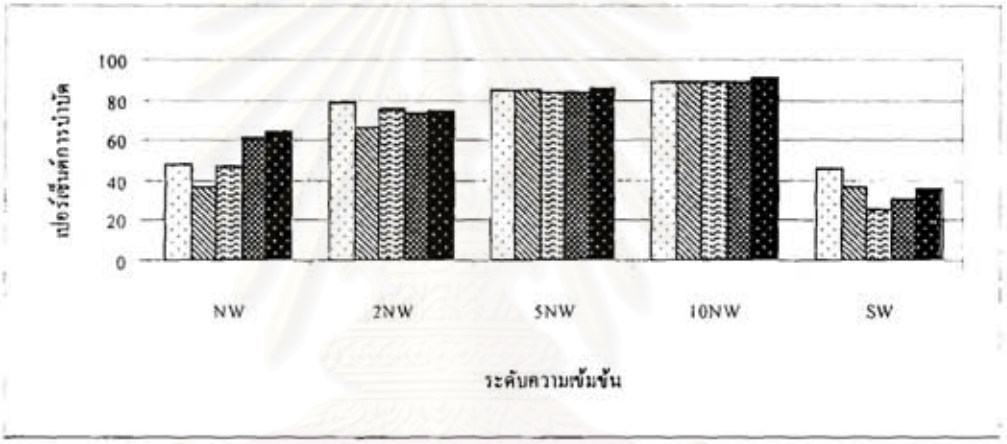
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โคกกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	$^{b}61.02\pm7.38^{a}$	$^{c}37.43\pm11.63^{b}$	$^{c}57.68\pm14.11^{a}$	$^{b}60.49\pm23.74^{a}$	$^{b}51.50\pm7.73^{a}$
	2NW	$^{b}63.49\pm15.15^{ab}$	$^{b}51.32\pm20.35^{b}$	$^{b}74.01\pm8.54^{a}$	$^{b}65.63\pm19.68^{ab}$	$^{b}55.30\pm16.26^{b}$
	5NW	$^{a}84.25\pm5.86$	$^{a}77.75\pm4.92$	$^{ab}77.72\pm9.51$	$^{a}80.40\pm5.34$	$^{a}80.74\pm5.98$
	10NW	$^{a}83.80\pm3.22$	$^{a}82.75\pm6.19$	$^{a}86.20\pm2.93$	$^{a}85.00\pm6.79$	$^{a}86.01\pm8.84$
	SW	$^{c}34.03\pm12.00^{ab}$	$^{bc}43.93\pm13.69^{a}$	$^{d}18.25\pm8.04^{c}$	$^{c}31.63\pm9.36^{b}$	$^{c}16.62\pm10.32^{c}$
5	NW	$^{c}48.15\pm2.29^{b}$	$^{c}36.77\pm2.02^{c}$	$^{c}47.12\pm5.00^{b}$	$^{c}61.11\pm9.30^{a}$	$^{c}64.34\pm4.24^{a}$
	2NW	$^{b}79.01\pm14.92$	$^{b}66.71\pm7.05$	$^{b}75.84\pm10.77$	$^{b}73.40\pm10.06$	$^{b}74.40\pm10.79$
	5NW	$^{ab}85.00\pm1.56$	$^{a}84.49\pm3.07$	$^{a}84.02\pm3.18$	$^{a}83.86\pm4.61$	$^{a}86.12\pm3.50$
	10NW	$^{a}88.43\pm0.54^{b}$	$^{a}89.18\pm0.24^{b}$	$^{a}88.81\pm0.80^{b}$	$^{a}88.74\pm0.78^{b}$	$^{a}91.18\pm1.27^{a}$
	SW	$^{c}46.21\pm8.18^{a}$	$^{c}36.30\pm8.31^{b}$	$^{d}25.47\pm3.20^{c}$	$^{d}30.30\pm5.28^{bc}$	$^{d}36.05\pm8.02^{b}$
3	NW	$^{d}43.92\pm1.72^{d}$	$^{d}39.27\pm1.81^{e}$	$^{d}46.84\pm2.07^{c}$	$^{c}68.22\pm1.27^{a}$	$^{c}56.91\pm2.49^{b}$
	2NW	$^{c}57.52\pm1.81^{a}$	$^{c}51.88\pm1.81^{c}$	$^{c}55.13\pm2.26^{b}$	$^{d}58.23\pm1.77^{a}$	$^{c}56.36\pm1.63^{ab}$
	5NW	$^{b}78.41\pm2.69^{c}$	$^{b}78.16\pm2.81^{c}$	$^{b}79.92\pm1.92^{b}$	$^{b}78.43\pm2.32^{c}$	$^{b}82.02\pm1.97^{a}$
	10NW	$^{a}84.71\pm0.97^{b}$	$^{a}86.25\pm0.42^{a}$	$^{a}85.06\pm0.61^{b}$	$^{a}84.70\pm0.54^{b}$	$^{a}86.87\pm0.60^{a}$
	SW	$^{c}20.75\pm2.94^{a}$	$^{c}19.02\pm4.75^{a}$	$^{c}19.02\pm3.35^{a}$	$^{c}17.12\pm4.48^{a}$	$^{d}9.85\pm4.27^{b}$

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

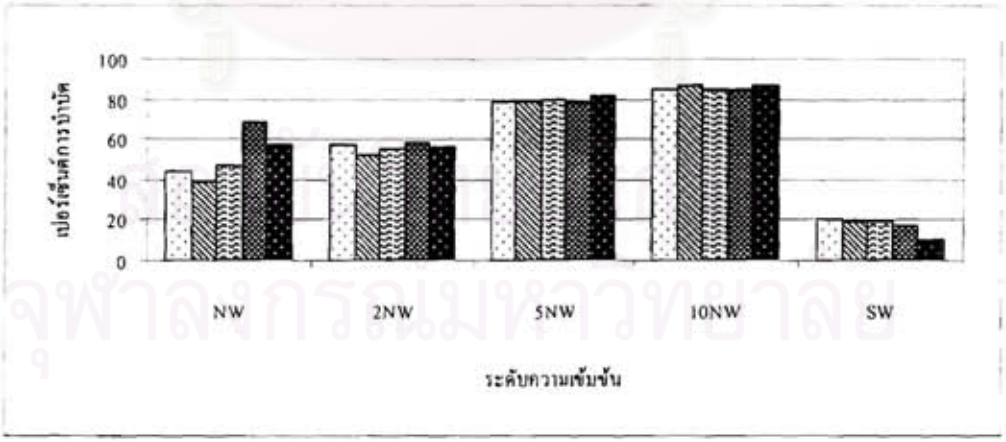
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



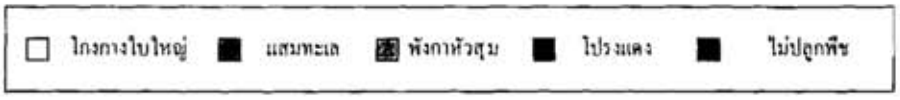
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



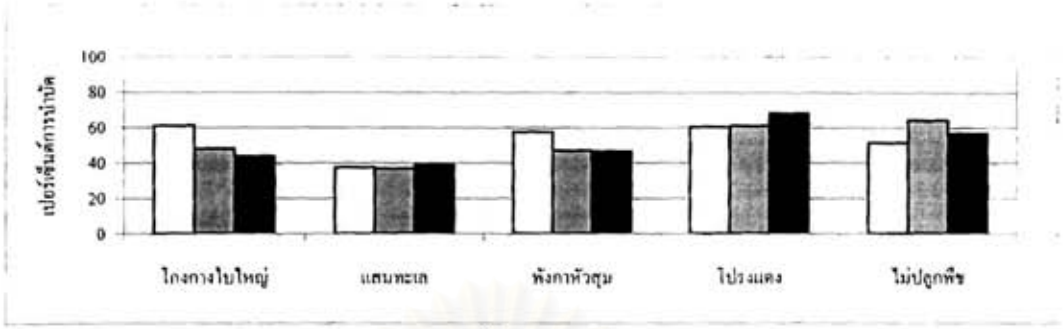
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



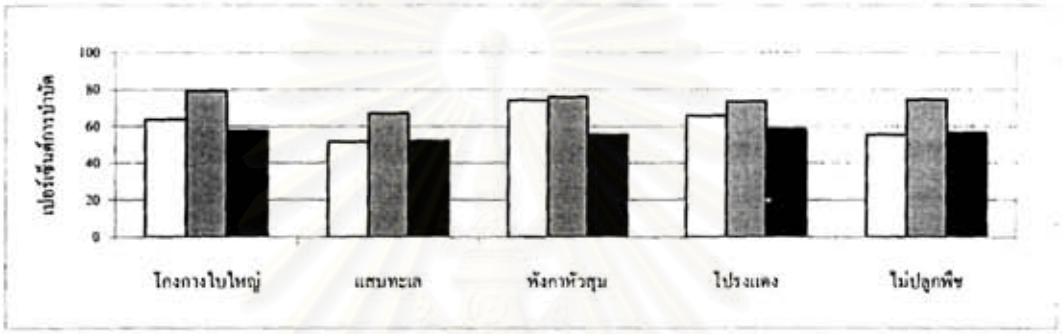
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



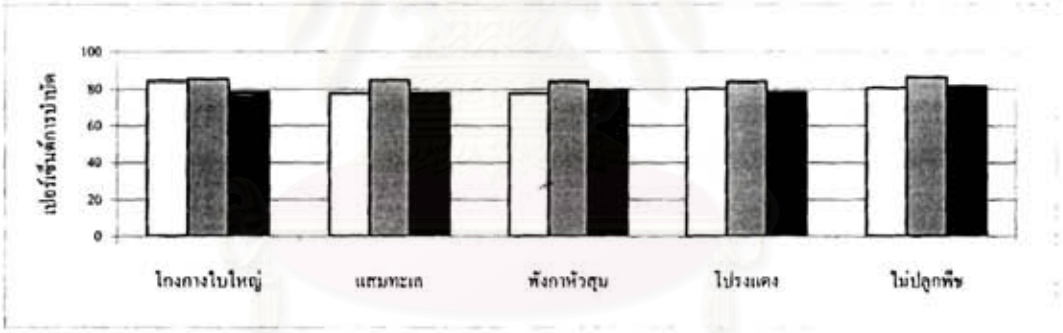
รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียต่างความเข้มข้น



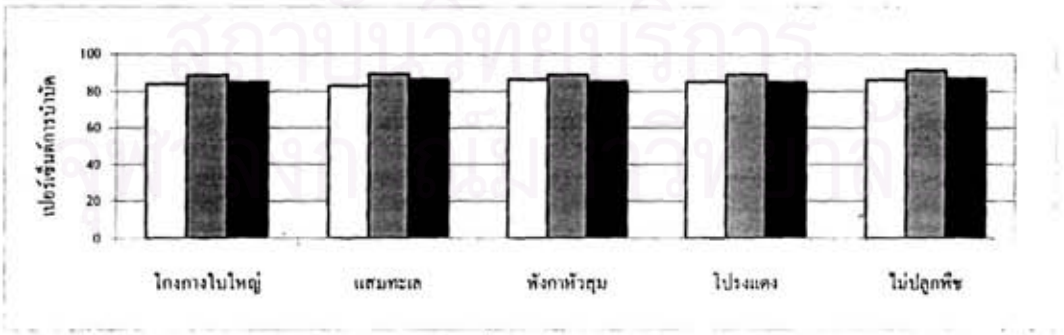
(ก) น้ำเสีย NW



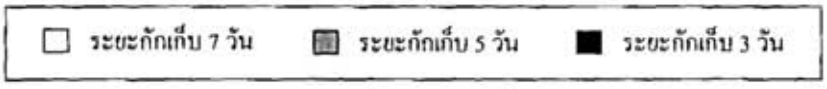
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(จ) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.1.2.11 ออร์โธฟอสเฟต (Ortho-Phosphate)

ผลการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ 4.19) พบว่าน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 3.077-4.288, 5.416-7.407, 17.843-19.865 และ 34.776-43.158 mg/l ตามลำดับ ซึ่งออร์โธฟอสเฟตมีค่าสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียภายหลังการบำบัด ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลงเป็น 0.914-3.050, 1.313-4.174, 2.181-4.737 และ 4.103-6.665 mg/l ตามลำดับ เนื่องจากการดูดซับกับอนุภาคดินเหนียว รวมทั้งน้ำในชุดทดลองที่มีสภาพเป็นด่าง (มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.75-8.82) ทำให้เกิดการตกตะกอนกับแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนสะสมอยู่ในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต (ตารางที่ 4.20) ระหว่างระดับความเข้มข้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.52-78.66, 35.14-81.28, 73.48-88.29 และ 80.84-89.74% ตามลำดับ พบว่าชุดทดลองซึ่งได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นสูง คือ 5NW และ 10NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่า เนื่องจากชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช มีปริมาณดินเหนียวสูงกว่าจึงสามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตได้สูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต ระหว่างระยะกักเก็บน้ำ พบว่าชุดทดลองเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีเปอร์ เซ็นต์การบำบัดอยู่ระหว่าง 44.91-89.74, 17.48-91.17 และ 12.52-83.73% ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์การบำบัดมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อใช้ระยะกักเก็บนานขึ้น ซึ่งเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตสูงสุดที่ระยะกักเก็บ 7 วัน เนื่องจากออร์โธฟอสเฟตมีเวลาสัมผัสกับอนุภาคดินเหนียวนานจึงเกิดกระบวนการดูดซับโดยอนุภาคดินเหนียว รวมทั้งเกิดกระบวนการตกตะกอนได้สูงกว่า และเปอร์เซ็นต์ในการบำบัดออร์โธฟอสเฟตมีแนวโน้มต่ำลง เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	^{d}4.288±0.071	^{b}1.538±0.401^{b}	^{b}2.361±0.449^{a}	^{b}1.557±0.634^{b}	^{c}0.914±0.406^{c}	^{b}1.800±0.228^{b}
	2NW	^{c}7.407±0.367	^{b}1.787±0.800^{ab}	^{b}2.551±1.086^{a}	^{b}1.390±0.537^{b}	^{b}2.108±0.712^{ab}	^{b}2.338±0.963^{a}
	5NW	^{b}18.531±0.684	^{b}2.181±1.007	^{b}2.825±0.730	^{a}3.796±2.359	^{a}3.263±1.715	^{b}2.580±0.851
	10NW	^{a}40.621±1.584	^{a}4.587±0.922	^{a}5.008±1.910	^{a}4.173±1.364	^{a}4.103±1.928	^{a}4.682±2.636
	SW	^{c}0.537±0.054	^{c}0.344±0.062^{bc}	^{c}0.301±0.072^{c}	^{b}0.419±0.061^{a}	^{c}0.403±0.022^{ab}	^{c}0.423±0.096^{a}
5	NW	^{d}3.077±0.130	^{c}2.421±0.039^{a}	^{c}2.458±0.062^{a}	^{c}2.542±0.192^{a}	^{c}1.899±0.364^{b}	^{c}1.687±0.220^{c}
	2NW	^{c}5.416±0.205	^{d}1.313±0.682^{c}	^{bc}2.805±0.514^{a}	^{d}1.790±0.603^{bc}	^{c}2.040±0.391^{b}	^{c}1.747±0.378^{bc}
	5NW	^{b}19.865±1.444	^{b}2.920±0.074	^{b}3.067±0.510	^{b}3.135±0.491	^{b}3.129±0.752	^{b}2.651±0.454
	10NW	^{a}43.158±3.332	^{a}5.048±0.231^{a}	^{a}4.718±0.365^{a}	^{a}4.859±0.646^{a}	^{a}4.945±0.578^{a}	^{a}3.841±0.824^{b}
	SW	^{c}0.556±0.054	^{c}0.252±0.060^{d}	^{d}0.285±0.080^{cd}	^{c}0.359±0.069^{b}	^{d}0.434±0.079^{a}	^{d}0.344±0.063^{bc}
3	NW	^{d}3.488±0.356	^{d}2.841±0.246^{a}	^{d}3.050±0.300^{a}	^{d}2.917±0.041^{a}	^{d}1.657±0.159^{c}	^{c}2.498±0.292^{b}
	2NW	^{c}6.441±0.408	^{c}3.703±0.269^{b}	^{c}4.174±0.223^{a}	^{c}3.345±0.083^{d}	^{c}3.560±0.128^{bc}	^{b}3.491±0.091^{cd}
	5NW	^{b}17.843±0.432	^{b}4.281±0.412^{b}	^{b}4.737±0.362^{a}	^{b}4.652±0.521^{a}	^{b}4.481±0.163^{ab}	^{b}3.592±0.144^{c}
	10NW	^{a}34.776±2.146	^{a}6.022±0.265^{bc}	^{a}6.040±0.480^{bc}	^{a}6.377±0.503^{ab}	^{a}6.665±0.535^{a}	^{a}5.655±0.397^{c}
	SW	^{c}0.405±0.014	^{c}0.340±0.019^{a}	^{c}0.342±0.011^{a}	^{c}0.325±0.012^{b}	^{c}0.346±0.013^{a}	^{d}0.347±0.012^{a}

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

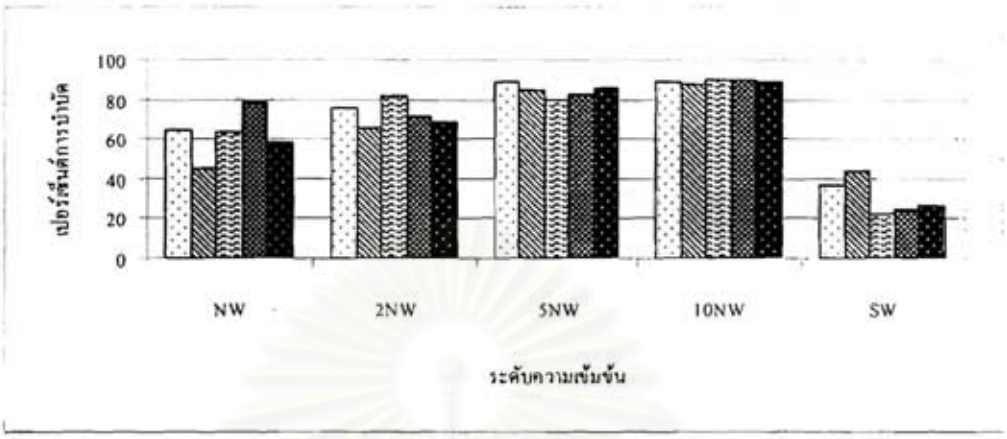
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน

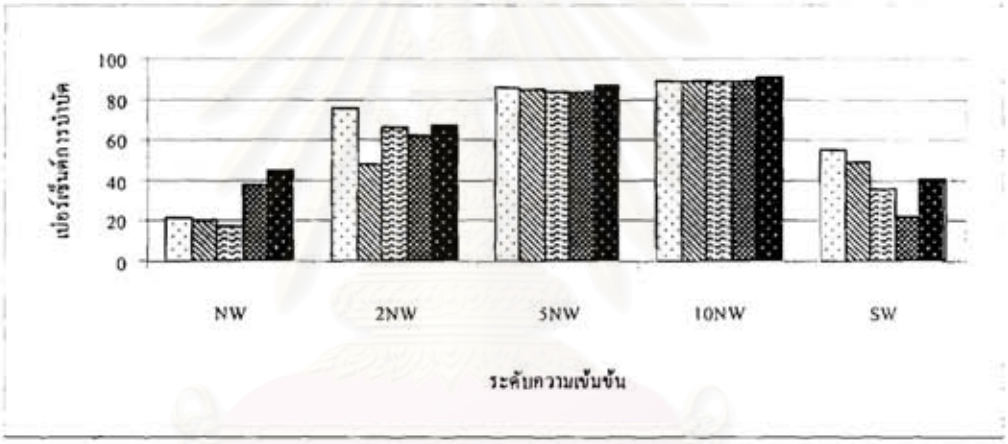
ระยะกักเก็บ	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
7	NW	$^{c}64.10\pm9.49^{b}$	$^{c}44.91\pm10.71^{c}$	$^{c}63.68\pm14.79^{b}$	$^{bc}78.66\pm9.58^{a}$	$^{c}58.00\pm5.49^{b}$
	2NW	$^{b}75.51\pm11.90$	$^{b}65.18\pm15.72$	$^{ab}81.28\pm6.85$	$^{c}71.47\pm9.64$	$^{b}68.14\pm13.83$
	5NW	$^{a}88.29\pm5.38$	$^{a}84.80\pm3.81$	$^{b}79.52\pm13.27$	$^{ab}82.31\pm9.35$	$^{a}86.11\pm4.88$
	10NW	$^{a}88.63\pm2.60$	$^{a}87.52\pm5.01$	$^{a}89.61\pm3.65$	$^{a}89.74\pm4.99$	$^{a}88.30\pm6.74$
	SW	$^{d}36.31\pm6.26^{a}$	$^{c}43.88\pm13.17^{a}$	$^{d}22.33\pm5.99^{b}$	$^{d}24.65\pm4.93^{b}$	$^{d}26.24\pm11.19^{b}$
5	NW	$^{d}21.22\pm2.83^{c}$	$^{c}20.03\pm2.69^{c}$	$^{d}17.48\pm3.04^{c}$	$^{c}38.23\pm11.84^{b}$	$^{c}45.13\pm7.12^{a}$
	2NW	$^{b}75.56\pm13.08^{a}$	$^{b}48.04\pm10.47^{c}$	$^{b}66.75\pm11.77^{ab}$	$^{b}62.20\pm7.89^{b}$	$^{b}67.57\pm7.72^{ab}$
	5NW	$^{a}85.26\pm1.43$	$^{a}84.44\pm3.60$	$^{a}84.08\pm3.67$	$^{a}84.09\pm4.75$	$^{a}86.53\pm3.49$
	10NW	$^{a}88.28\pm0.62^{b}$	$^{a}89.07\pm0.27^{b}$	$^{a}88.78\pm0.77^{b}$	$^{a}88.57\pm0.68^{b}$	$^{a}91.17\pm1.33^{a}$
	SW	$^{c}54.87\pm8.67^{a}$	$^{b}49.06\pm11.64^{ab}$	$^{c}35.73\pm10.08^{c}$	$^{d}22.16\pm10.12^{d}$	$^{c}40.34\pm6.48^{bc}$
3	NW	$^{d}18.39\pm3.60^{c}$	$^{c}12.52\pm1.95^{d}$	$^{d}15.62\pm8.33^{cd}$	$^{c}52.45\pm0.97^{a}$	$^{d}28.48\pm1.28^{b}$
	2NW	$^{c}42.52\pm1.34^{c}$	$^{c}35.14\pm1.80^{d}$	$^{c}47.96\pm2.07^{a}$	$^{d}44.64\pm1.58^{b}$	$^{c}45.69\pm2.10^{b}$
	5NW	$^{b}76.04\pm2.76^{b}$	$^{b}73.48\pm3.16^{c}$	$^{b}73.97\pm3.23^{c}$	$^{b}74.89\pm1.85^{bc}$	$^{b}79.87\pm1.22^{a}$
	10NW	$^{a}82.66\pm0.86^{b}$	$^{a}82.63\pm1.00^{b}$	$^{a}81.66\pm1.11^{c}$	$^{a}80.84\pm1.11^{c}$	$^{a}83.73\pm0.86^{a}$
	SW	$^{d}16.18\pm3.64^{b}$	$^{d}15.63\pm2.59^{b}$	$^{d}19.65\pm3.42^{a}$	$^{c}14.50\pm2.31^{b}$	$^{c}14.26\pm2.70^{b}$

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

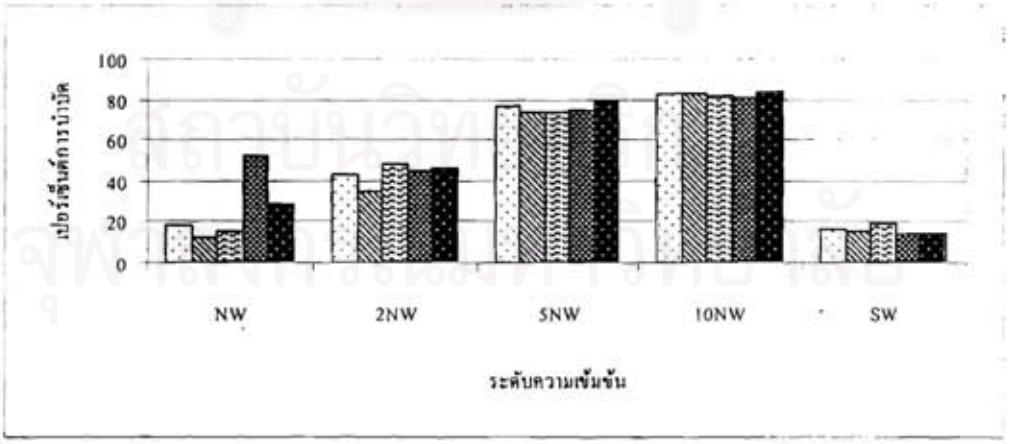
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



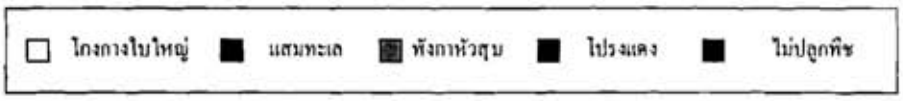
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



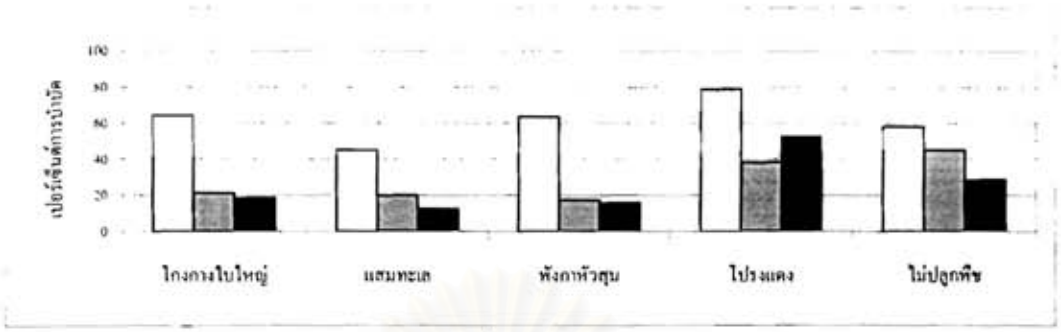
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



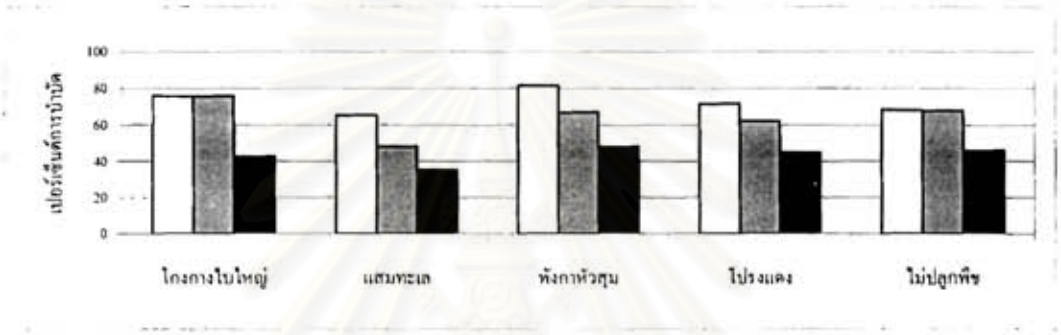
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



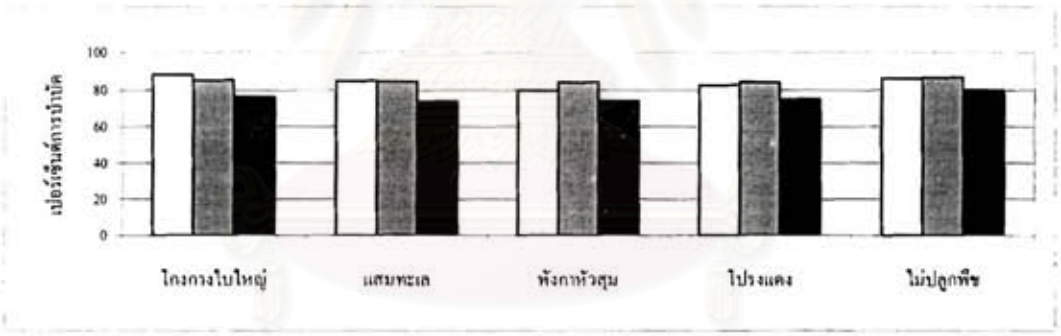
รูปที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียต่างความเข้มข้น



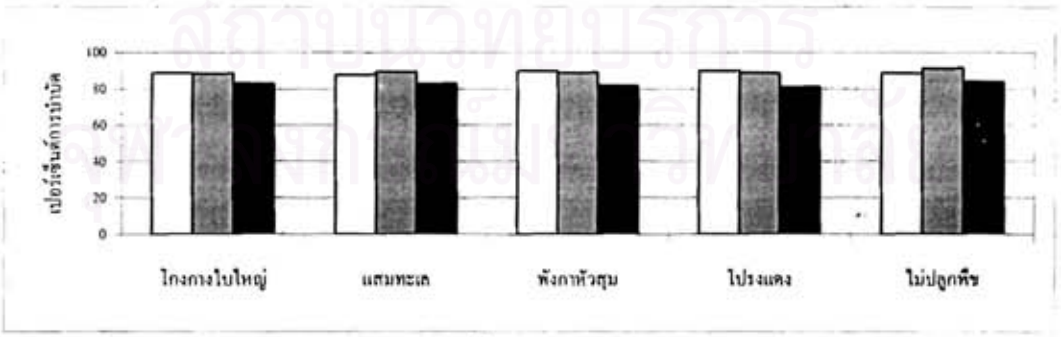
(ก) น้ำเสีย NW



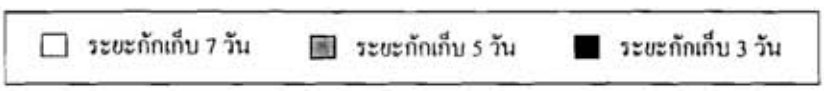
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิด

4.2 การศึกษาสมบัติดิน

4.2.1 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

ผลการศึกษาสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง ก่อนการทดลองพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 8.15-8.69 ความเค็ม 1.73-5.17 psu การนำไฟฟ้า 3.35-9.45 mS/cm อินทรียวัตถุ 1.530-2.814 % ไนโตรเจนทั้งหมด 0.797-1.489 mg/g dry wt. ไนเตรท 0.146-0.227 mg/g soil แอมโมเนียมไอออน 0.030-0.048 mg/g soil ฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.093-0.124 mg/g dry wt. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 0.080-0.109 mg/g dry wt. มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) โดยเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17-30, 33-47 และ 32-46% ตามลำดับ

4.2.2 สมบัติของดินก่อน-หลังการบำบัด

4.2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (10-20 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.21-4.22) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองมีสภาพเป็นด่างและมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 8.20-8.69 และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำเสีย 7, 5 และ 3 วัน มีแนวโน้มลดลงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.94-8.51, 7.26-8.36 และ 7.05-8.48 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของดินภายหลังการทดลอง พบว่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากดินมีสภาพน้ำท่วมขังทำให้ปริมาณออกซิเจนในดินลดลงจนเกิดสภาพไร้ออกซิเจน และเมื่อระดับ redox potential (Eh) ลดลงประมาณ -100 ถึง -200 มิลลิโวลท์ *Desulfovibrio* bacteria จะใช้ซัลเฟตเป็นตัวรับอิเล็คตรอนในกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซัลเฟตจะถูกรีดิวซ์เกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ และช่วงพักระบบมีการปล่อยน้ำออกทำให้ดินสัมผัสกับออกซิเจน จึงเกิดกรดในดินทำให้ความเป็นกรด-ด่างในดินมีค่าลดลง (Mitsch และ Gosselink, 2000) ทั้งการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ตกตะกอนและเศษกิ่งไม้ใบไม้ที่ร่วงหล่นสะสมอยู่ ทำให้มีกรดอินทรีย์เกิดขึ้นได้ แต่ความเป็นกรด-ด่างในดินลดลงไม่มาก เนื่องจากในช่วงพักระบบชุดทดลองได้รับน้ำทะเลจึงมีเกลือซึ่งมีสมบัติเป็นด่างสะสมอยู่ในดิน และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างของดินระหว่างระยะกักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Wong และคณะ (1995) ศึกษาผลกระทบของการปล่อยน้ำเสียที่มีธาตุอาหารต่อดินและพืชในป่าชายเลน พบว่าการปล่อยน้ำเสียลงสู่ป่าชายเลนมีผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในดินลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสาร

อินทรีย์และปริมาณออกซิเจนในดินลดลงทำให้ดินมีสภาพรีดักชัน จึงเกิดการออกซิไดซ์ซัลไฟด์ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด ซึ่งความเป็นกรด-ด่างในชุดทดลองมีค่าสูงกว่าในป่าชายเลน เนื่องจากในป่าชายเลนธรรมชาติจะมีการสะสมของสารอินทรีย์สูง ดังนั้นจึงมีอัตราการย่อยสลายสูงและเกิดกรดอินทรีย์ทำให้ดินในป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ

สำหรับในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนการทดลอง พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 8.15-8.36 และหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.91-8.48, 7.91-8.26 และ 7.42-8.36 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่างของดินระหว่างชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลกับน้ำเสีย พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	^{bc}8.31±0.13	8.13±0.18	8.05±0.14	^{b}8.08±0.13
	2NW	^{bc}8.22±0.09	8.38±0.11	8.23±0.11	^{b}8.12±0.13
	5NW	^{a}8.56±0.15^{a}	8.34±0.13^{ab}	8.07±0.11^{c}	^{b}8.12±0.10b^{c}
	10NW	^{ab}8.42±0.07^{a}	8.15±0.15^{b}	8.11±0.09^{b}	^{a}8.48±0.13^{a}
	SW	^{c}8.16±0.12	8.10±0.15	8.22±0.11	^{b}7.92±0.09
โกงกางใบใหญ่	NW	^{ab}8.42±0.19	8.16±0.23	8.07±0.14	^{bc}7.98±0.15
	2NW	^{a}8.59±0.10^{a}	8.10±0.11^{b}	7.99±0.15^{b}	^{b}8.04±0.07^{b}
	5NW	^{b}8.28±0.12^{a}	7.94±0.13^{b}	8.18±0.13^{a}	^{a}8.27±0.12^{a}
	10NW	^{ab}8.45±0.07^{a}	8.15±0.22^{b}	8.14±0.08^{b}	^{c}7.82±0.08^{c}
	SW	^{b}8.20±0.17	8.08±0.12	8.06±0.13	^{ab}8.16±0.12
แสมทะเล	NW	8.54±0.17^{a}	8.50±0.27^{a}	8.06±0.13^{b}	8.00±0.12^{b}
	2NW	8.45±0.08^{a}	8.17±0.12^{b}	8.09±0.12^{b}	7.99±0.16^{b}
	5NW	8.41±0.13	8.39±0.12	8.31±0.12	8.20±0.17
	10NW	8.46±0.11^{a}	8.23±0.10^{a}	7.94±0.15^{b}	7.87±0.18^{b}
	SW	8.28±0.14	8.28±0.15	8.07±0.13	8.24±0.10
พังกาหัวสุม	NW	^{ab}8.47±0.08^{a}	8.14±0.19^{b}	^{ab}8.16±0.11^{b}	^{b}8.06±0.12^{b}
	2NW	^{c}8.20±0.15^{ab}	8.44±0.17^{a}	^{b}8.00±0.14^{b}	^{b}8.03±0.09^{b}
	5NW	^{a}8.69±0.09^{a}	8.19±0.20^{c}	^{a}8.32±0.07^{bc}	^{a}8.47±0.05^{ab}
	10NW	^{bc}8.40±0.18	8.23±0.16	^{b}8.07±0.13	^{b}8.16±0.11
	SW	^{bc}8.36±0.11	8.07±0.19	^{b}8.11±0.10	^{b}8.20±0.12
โปรงแดง	NW	8.54±0.10^{a}	8.16±0.12^{b}	8.07±0.12^{b}	^{b}8.04±0.09^{b}
	2NW	8.29±0.14^{a}	8.33±0.16^{a}	8.00±0.15^{b}	^{c}7.65±0.15^{c}
	5NW	8.41±0.18^{a}	7.98±0.16^{b}	7.95±0.14^{b}	^{ab}8.23±0.16^{ab}
	10NW	8.30±0.13	8.14±0.18	8.06±0.21	^{a}8.38±0.10
	SW	8.29±0.09	8.01±0.15	8.07±0.13	^{b}8.10±0.16

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

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะ กักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะ กักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะ กักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{a}8.58\pm0.11^{a}$	$^{b}8.01\pm0.16^{bc}$	8.25 ± 0.08^{b}	$^{a}7.92\pm0.20^{c}$
	2NW	$^{b}8.38\pm0.11^{a}$	$^{ab}8.24\pm0.16^{ab}$	8.03 ± 0.12^{bc}	$^{a}7.88\pm0.21^{c}$
	5NW	$^{b}8.35\pm0.10$	$^{ab}8.17\pm0.17$	8.08 ± 0.20	$^{a}7.95\pm0.12$
	10NW	$^{ab}8.43\pm0.11^{a}$	$^{a}8.51\pm0.21^{a}$	8.15 ± 0.11^{b}	$^{a}8.17\pm0.06^{b}$
	SW	$^{b}8.28\pm0.08^{a}$	$^{b}8.05\pm0.19^{ab}$	7.91 ± 0.10^{b}	$^{b}7.42\pm0.16^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{a}8.49\pm0.11^{a}$	8.11 ± 0.12^{b}	$^{b}7.99\pm0.10^{b}$	$^{bc}7.79\pm0.06^{c}$
	2NW	$^{b}8.24\pm0.11$	8.04 ± 0.20	$^{a}8.25\pm0.07$	$^{a}8.37\pm0.21$
	5NW	$^{b}8.28\pm0.09^{a}$	8.07 ± 0.11^{b}	$^{c}7.26\pm0.12^{c}$	$^{d}7.05\pm0.07^{d}$
	10NW	$^{b}8.30\pm0.12^{a}$	7.99 ± 0.21^{b}	$^{b}7.99\pm0.08^{b}$	$^{c}7.71\pm0.09^{c}$
	SW	$^{b}8.15\pm0.09$	7.93 ± 0.20	$^{b}8.07\pm0.09$	$^{b}8.00\pm0.13$
แสมทะเล	NW	8.30 ± 0.08^{a}	$^{b}7.93\pm0.18^{b}$	$^{c}7.94\pm0.09b$	$^{ab}8.06\pm0.16^{ab}$
	2NW	8.27 ± 0.09^{a}	$^{b}7.95\pm0.16^{b}$	$^{bc}8.09\pm0.09^{ab}$	$^{bc}7.97\pm0.08^{b}$
	5NW	8.20 ± 0.13^{a}	$^{b}8.02\pm0.17^{a}$	$^{bc}8.08\pm0.07^{a}$	$^{d}7.68\pm0.06^{b}$
	10NW	8.47 ± 0.17^{a}	$^{ab}8.15\pm0.24^{ab}$	$^{a}8.36\pm0.15^{a}$	$^{cd}7.84\pm0.08^{b}$
	SW	8.18 ± 0.15	$^{a}8.48\pm0.16$	$^{ab}8.26\pm0.15$	$^{a}8.19\pm0.07$
พังกาหัวสุม	NW	8.47 ± 0.09	8.32 ± 0.13	8.26 ± 0.13	$^{a}8.25\pm0.12$
	2NW	8.39 ± 0.10^{a}	8.09 ± 0.16^{b}	7.95 ± 0.16^{bc}	$^{b}7.72\pm0.17^{c}$
	5NW	8.33 ± 0.15	8.21 ± 0.16	8.01 ± 0.11	$^{a}8.16\pm0.06$
	10NW	8.37 ± 0.08^{a}	8.40 ± 0.10^{a}	8.05 ± 0.16^{b}	$^{a}8.28\pm0.10^{a}$
	SW	8.22 ± 0.12^{a}	8.24 ± 0.11^{a}	7.94 ± 0.09^{b}	$^{a}8.08\pm0.11^{ab}$
โปรงแดง	NW	8.31 ± 0.12^{a}	8.13 ± 0.17^{ab}	7.92 ± 0.17^{bc}	$^{c}7.72\pm0.10^{c}$
	2NW	8.33 ± 0.08^{a}	8.15 ± 0.14^{ab}	8.10 ± 0.16^{ab}	$^{b}7.95\pm0.10^{b}$
	5NW	8.38 ± 0.04^{a}	8.33 ± 0.16^{a}	7.87 ± 0.15^{b}	$^{bc}7.80\pm0.07^{b}$
	10NW	8.40 ± 0.13	7.98 ± 0.24	8.14 ± 0.11	$^{a}8.18\pm0.07$
	SW	8.33 ± 0.12^{a}	7.91 ± 0.21^{b}	8.08 ± 0.13^{ab}	$^{a}8.36\pm0.18^{a}$

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

4.2.2.2 ความเค็ม (Salinity)

ผลการศึกษาความเค็มของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.23-4.24) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 1.73-5.09 psu และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ความเค็มมีแนวโน้มลดลง โดยความเค็มของดินชั้นบนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.31-4.23, 1.05-2.75 และ 1.03-1.95 psu ตามลำดับ และความเค็มของดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 1.68-4.23, 1.43-3.41 และ 1.06-2.63 psu ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความเค็มของดินภายหลังการทดลอง พบว่าความเค็มมีค่าลดลง เนื่องมาจากการให้น้ำเสียซึ่งมีความเค็มต่ำแก่ชุดทดลอง ทำให้เกลือที่สะสมอยู่ในดินชะละลายออกมาความเค็มของดินจึงลดลง โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาความเค็มของน้ำซึ่งพบว่าน้ำออกมีค่าความเค็มสูงกว่าน้ำเข้า และความเค็มในดินชั้นบนมีค่าต่ำกว่าดินชั้นล่าง เนื่องจากน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองจะสัมผัสกับดินชั้นบนมากกว่าทำให้ชะละลายเกลือในดินชั้นบนได้สูงกว่า

สำหรับความเค็มของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 3.73-5.17 psu และภายหลังทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วันมีค่าอยู่ระหว่าง 3.24-4.46, 2.83-3.73 และ 2.32-3.44 psu ตามลำดับ ซึ่งความเค็มมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียแต่การลดลงไม่สูงเท่ากับชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความเค็มระหว่างชุดทดลองที่รับน้ำเสียกับน้ำทะเล พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยสรุปการให้น้ำเสียและน้ำทะเลแก่ชุดทดลอง ทำให้ความเค็มในดินมีค่าลดลงจากก่อนการทดลอง โดยชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนจะมีการลดลงของความเค็มมากกว่าในชุดที่ได้รับน้ำทะเล ซึ่งความเค็มที่เปลี่ยนแปลงอาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียลดลงได้ ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ป่าชายเลนจึงควรมีการปล่อยน้ำทะเลลงสู่พื้นที่ที่ใช้บำบัดน้ำเสียบ้าง เพื่อให้พืชชายเลนสามารถดำรงชีวิตและบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าความเค็ม			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}3.14\pm0.08^{a}$	$^{d}2.27\pm0.11^{b}$	$^{c}1.84\pm0.17^{c}$	$^{d}1.20\pm0.09^{d}$
	2NW	$^{b}3.98\pm0.04^{a}$	$^{b}3.33\pm0.07^{b}$	$^{b}2.41\pm0.03^{c}$	$^{b}1.85\pm0.05^{d}$
	5NW	$^{c}3.75\pm0.05^{a}$	$^{c}2.64\pm0.07^{b}$	$^{c}1.86\pm0.15^{c}$	$^{c}1.39\pm0.05^{d}$
	10NW	$^{d}3.18\pm0.13^{a}$	$^{d}2.24\pm0.07^{b}$	$^{d}1.15\pm0.06^{c}$	$^{c}1.03\pm0.04^{c}$
	SW	$^{a}4.16\pm0.06^{a}$	$^{a}3.52\pm0.07^{b}$	$^{a}3.01\pm0.02^{c}$	$^{a}2.64\pm0.08^{d}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{d}3.47\pm0.11^{a}$	$^{d}2.56\pm0.09^{b}$	$^{c}2.02\pm0.07^{c}$	$^{d}1.11\pm0.08^{d}$
	2NW	$^{a}4.57\pm0.06^{a}$	$^{b}3.53\pm0.07^{b}$	$^{b}2.75\pm0.04^{c}$	$^{b}1.95\pm0.04^{d}$
	5NW	$^{b}3.98\pm0.02^{b}$	$^{a}4.23\pm0.03^{a}$	$^{c}2.16\pm0.14^{c}$	$^{d}1.08\pm0.08^{d}$
	10NW	$^{c}3.07\pm0.06^{a}$	$^{c}2.28\pm0.03^{b}$	$^{d}1.77\pm0.14^{c}$	$^{c}1.47\pm0.08^{d}$
	SW	$^{c}3.73\pm0.06^{a}$	$^{c}3.37\pm0.11^{b}$	$^{a}3.31\pm0.06^{b}$	$^{a}3.07\pm0.08^{c}$
แสมทะเล	NW	$^{c}3.19\pm0.03^{a}$	$^{c}2.35\pm0.05^{b}$	$^{c}1.67\pm0.03^{c}$	$^{d}1.17\pm0.08^{d}$
	2NW	$^{d}3.06\pm0.09^{a}$	$^{b}2.74\pm0.04^{b}$	$^{b}2.12\pm0.07^{c}$	$^{b}1.89\pm0.08^{d}$
	5NW	$^{b}3.51\pm0.03^{a}$	$^{b}2.68\pm0.03^{b}$	$^{b}2.12\pm0.07^{c}$	$^{d}1.14\pm0.07^{d}$
	10NW	$^{c}2.02\pm0.08^{a}$	$^{d}1.85\pm0.05^{b}$	$^{c}1.72\pm0.07^{c}$	$^{c}1.67\pm0.08^{c}$
	SW	$^{a}4.03\pm0.07^{a}$	$^{a}3.79\pm0.03^{b}$	$^{a}3.31\pm0.02^{c}$	$^{a}2.86\pm0.05^{d}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{c}3.67\pm0.08^{a}$	$^{c}3.12\pm0.03^{b}$	$^{d}1.80\pm0.04^{c}$	$^{d}1.10\pm0.06^{d}$
	2NW	$^{d}3.33\pm0.09^{a}$	$^{d}2.78\pm0.03^{b}$	$^{c}2.23\pm0.07^{c}$	$^{b}1.83\pm0.09^{d}$
	5NW	$^{e}1.73\pm0.03^{a}$	$^{e}1.31\pm0.03^{b}$	$^{e}1.05\pm0.05^{c}$	$^{d}1.05\pm0.04^{c}$
	10NW	$^{b}3.81\pm0.09^{a}$	$^{b}3.22\pm0.07^{b}$	$^{b}2.42\pm0.09^{c}$	$^{c}1.56\pm0.13^{d}$
	SW	$^{a}4.25\pm0.05^{a}$	$^{a}4.46\pm0.04^{b}$	$^{a}2.83\pm0.04^{c}$	$^{a}2.32\pm0.07^{d}$
โปรงแดง	NW	$^{c}3.03\pm0.07^{a}$	$^{c}2.44\pm0.06^{b}$	$^{bc}1.67\pm0.08^{c}$	$^{c}1.04\pm0.08^{d}$
	2NW	$^{d}2.41\pm0.11^{a}$	$^{c}2.10\pm0.09^{b}$	$^{b}1.82\pm0.02^{c}$	$^{b}1.27\pm0.13^{d}$
	5NW	$^{b}3.82\pm0.11^{a}$	$^{b}3.30\pm0.09^{b}$	$^{c}1.61\pm0.04^{c}$	$^{c}1.05\pm0.05^{d}$
	10NW	$^{b}3.69\pm0.02^{a}$	$^{d}2.24\pm0.05^{b}$	$^{b}1.79\pm0.02^{c}$	$^{b}1.36\pm0.05^{d}$
	SW	$^{a}5.02\pm0.04^{a}$	$^{a}3.93\pm0.07^{b}$	$^{a}3.45\pm0.16^{c}$	$^{a}2.91\pm0.08^{d}$

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

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าความเค็ม			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}3.56\pm0.07^{a}$	$^{d}2.73\pm0.07^{b}$	$^{d}2.17\pm0.08^{c}$	$^{c}1.75\pm0.05^{d}$
	2NW	$^{b}4.72\pm0.03^{a}$	$^{b}3.86\pm0.06^{b}$	$^{b}2.83\pm0.04^{c}$	$^{b}2.34\pm0.07^{d}$
	5NW	$^{a}5.09\pm0.11^{a}$	$^{a}4.04\pm0.06^{b}$	$^{c}2.55\pm0.15^{c}$	$^{c}1.60\pm0.04^{d}$
	10NW	$^{e}1.98\pm0.12^{a}$	$^{e}1.68\pm0.08^{b}$	$^{e}1.50\pm0.04^{b}$	$^{d}1.06\pm0.16^{c}$
	SW	$^{c}3.78\pm0.08^{a}$	$^{c}3.24\pm0.07^{b}$	$^{a}3.24\pm0.04^{b}$	$^{a}2.89\pm0.10^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{c}3.43\pm0.07^{a}$	$^{d}3.06\pm0.05^{b}$	$^{d}2.14\pm0.07^{c}$	$^{c}1.67\pm0.15^{d}$
	2NW	$^{a}5.07\pm0.03^{a}$	$^{a}4.23\pm0.03^{b}$	$^{b}3.41\pm0.03^{c}$	$^{b}2.63\pm0.03^{d}$
	5NW	$^{a}5.07\pm0.07^{a}$	$^{b}3.81\pm0.01^{b}$	$^{c}2.87\pm0.03^{c}$	$^{c}1.72\pm0.07^{d}$
	10NW	$^{d}3.01\pm0.04^{a}$	$^{e}2.78\pm0.02^{b}$	$^{e}1.97\pm0.08^{c}$	$^{d}1.53\pm0.04^{d}$
	SW	$^{b}4.04\pm0.07^{a}$	$^{c}3.73\pm0.07^{b}$	$^{a}3.73\pm0.04^{b}$	$^{a}3.44\pm0.06^{c}$
แสมทะเล	NW	$^{c}3.03\pm0.18^{a}$	$^{c}2.57\pm0.07^{b}$	$^{c}2.15\pm0.06^{c}$	$^{c}1.61\pm0.02^{d}$
	2NW	$^{a}4.91\pm0.04^{a}$	$^{b}3.67\pm0.04^{b}$	$^{b}2.79\pm0.11^{c}$	$^{b}2.15\pm0.06^{d}$
	5NW	$^{c}4.03\pm0.06^{a}$	$^{c}3.31\pm0.02^{b}$	$^{d}2.34\pm0.07^{c}$	$^{d}1.87\pm0.03^{d}$
	10NW	$^{d}3.68\pm0.07^{a}$	$^{d}3.10\pm0.09^{b}$	$^{c}2.54\pm0.07^{c}$	$^{c}2.02\pm0.07^{d}$
	SW	$^{b}4.35\pm0.05^{a}$	$^{a}3.96\pm0.04^{b}$	$^{a}3.18\pm0.07^{c}$	$^{a}3.15\pm0.09^{c}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{d}2.46\pm0.06^{a}$	$^{d}2.18\pm0.07^{b}$	$^{d}1.43\pm0.18^{c}$	$^{d}1.32\pm0.07^{c}$
	2NW	$^{c}2.23\pm0.09^{a}$	$^{c}2.88\pm0.02^{a}$	$^{b}2.62\pm0.02^{b}$	$^{c}2.08\pm0.04^{d}$
	5NW	$^{c}2.72\pm0.07^{a}$	$^{d}2.18\pm0.03^{b}$	$^{c}1.82\pm0.02^{c}$	$^{d}1.31\pm0.08^{d}$
	10NW	$^{b}3.91\pm0.08^{a}$	$^{b}3.54\pm0.07^{b}$	$^{a}2.81\pm0.08^{c}$	$^{b}2.33\pm0.03^{d}$
	SW	$^{a}4.44\pm0.05^{a}$	$^{a}3.67\pm0.11^{b}$	$^{a}2.97\pm0.03^{c}$	$^{a}2.64\pm0.08^{d}$
โปรงแดง	NW	$^{d}3.11\pm0.10^{a}$	$^{d}2.57\pm0.11^{b}$	$^{b}2.36\pm0.04^{c}$	$^{b}2.13\pm0.04^{d}$
	2NW	$^{b}4.16\pm0.07^{a}$	$^{b}3.42\pm0.07^{b}$	$^{b}2.43\pm0.04^{c}$	$^{c}1.94\pm0.04^{d}$
	5NW	$^{b}4.12\pm0.03^{a}$	$^{b}3.32\pm0.07^{b}$	$^{c}2.04\pm0.07^{c}$	$^{d}1.50\pm0.08^{d}$
	10NW	$^{c}3.32\pm0.09^{a}$	$^{c}2.90\pm0.09^{b}$	$^{b}2.47\pm0.06^{c}$	$^{c}1.95\pm0.05^{d}$
	SW	$^{a}5.17\pm0.08^{a}$	$^{a}4.06\pm0.06^{b}$	$^{a}3.57\pm0.08^{c}$	$^{a}3.16\pm0.16^{d}$

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

4.2.2.3 การนำไฟฟ้า (Conductivity)

ผลการศึกษาการนำไฟฟ้าของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.25-4.26) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 3.35-9.45 mS/cm และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 2.66-8.07, 2.04-6.25 และ 1.86-6.51 mS/cm ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของดินภายหลังการทดลอง พบว่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจากการให้น้ำเสียแก่ชุดทดลองทำให้ไอออนต่างๆ ในดินชะละลายออกมากับน้ำทำให้ค่าการนำไฟฟ้าในดินลดลง และสอดคล้องกับการศึกษาสมบัติของน้ำที่พบว่าค่าการนำไฟฟ้าในน้ำออกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับค่าความเค็ม เนื่องมาจากปริมาณไอออนในดิน เช่น คลอไรด์ (Cl^-) และ โซเดียม (Na^+) (Hseu และ Chen, 1999) มีผลต่อความเค็ม ดังนั้นการนำไฟฟ้าจึงมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับความเค็มของดิน

เมื่อเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเล พบว่าก่อนการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 7.30-9.40 mS/cm และหลัง การทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 6.15-7.50, 5.32-6.80 และ 4.27-6.41 mS/cm ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย แต่ค่าการนำไฟฟ้าในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลมีค่าสูงกว่าในชุดที่ได้รับน้ำเสีย เนื่องมาจากในน้ำทะเลมีปริมาณไอออนที่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าสูงจึงมีการสะสมของไอออนต่างๆ ในดินส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าในดินสูงขึ้น และการชะละลายของไอออนในดินโดยน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าในน้ำเสียทำให้การลดลงของค่าการนำไฟฟ้าในดินต่ำ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าระหว่างชุดทดลองที่รับน้ำเสียกับน้ำทะเล พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}5.93\pm0.15^{a}$	$^{d}4.26\pm0.21^{b}$	$^{c}3.39\pm0.31^{c}$	$^{c}2.48\pm0.18^{d}$
	2NW	$^{b}7.37\pm0.08^{a}$	$^{b}6.19\pm0.13^{b}$	$^{b}4.65\pm0.06^{c}$	$^{b}3.53\pm0.09^{d}$
	5NW	$^{c}7.02\pm0.09^{a}$	$^{c}5.00\pm0.14^{b}$	$^{c}3.55\pm0.29^{c}$	$^{c}2.59\pm0.10^{d}$
	10NW	$^{d}6.06\pm0.24^{a}$	$^{d}4.14\pm0.13^{b}$	$^{d}2.22\pm0.11^{c}$	$^{d}2.00\pm0.08^{c}$
	SW	$^{a}7.95\pm0.11^{a}$	$^{a}6.47\pm0.12^{b}$	$^{a}5.68\pm0.03^{c}$	$^{a}4.89\pm0.15^{d}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{c}6.51\pm0.21^{a}$	$^{c}4.84\pm0.16^{b}$	$^{d}3.73\pm0.12^{c}$	$^{d}1.98\pm0.14^{d}$
	2NW	$^{a}8.50\pm0.12^{a}$	$^{b}6.64\pm0.12^{b}$	$^{b}5.24\pm0.08^{c}$	$^{b}3.67\pm0.08^{d}$
	5NW	$^{b}7.55\pm0.04^{b}$	$^{a}8.07\pm0.05^{a}$	$^{c}4.18\pm0.26^{c}$	$^{d}2.13\pm0.16^{d}$
	10NW	$^{d}5.73\pm0.11^{a}$	$^{d}4.22\pm0.05^{b}$	$^{c}3.37\pm0.27^{c}$	$^{c}2.77\pm0.14^{d}$
	SW	$^{b}7.58\pm0.13^{a}$	$^{b}6.75\pm0.22^{b}$	$^{a}6.59\pm0.12b^{c}$	$^{a}6.37\pm0.16^{c}$
แสมทะเล	NW	$^{c}6.04\pm0.06^{a}$	$^{c}4.52\pm0.09^{b}$	$^{d}3.38\pm0.06^{c}$	$^{d}2.19\pm0.14^{d}$
	2NW	$^{c}5.86\pm0.17^{a}$	$^{b}5.24\pm0.07^{b}$	$^{c}4.11\pm0.13^{c}$	$^{c}3.63\pm0.16^{d}$
	5NW	$^{b}6.70\pm0.06^{a}$	$^{b}5.17\pm0.05^{b}$	$^{c}4.11\pm0.13^{c}$	$^{d}2.21\pm0.14^{d}$
	10NW	$^{a}7.74\pm0.31^{a}$	$^{a}7.18\pm0.17^{b}$	$^{a}6.52\pm0.25^{c}$	$^{a}6.51\pm0.29^{c}$
	SW	$^{a}7.60\pm0.13^{a}$	$^{a}7.25\pm0.06^{b}$	$^{b}6.25\pm0.03^{c}$	$^{b}5.39\pm0.10^{d}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{b}6.87\pm0.14^{a}$	$^{c}5.90\pm0.07^{b}$	$^{c}3.41\pm0.07^{c}$	$^{d}2.24\pm0.12^{d}$
	2NW	$^{c}6.27\pm0.16^{a}$	$^{d}5.26\pm0.05^{b}$	$^{c}4.27\pm0.13^{c}$	$^{b}3.55\pm0.17^{d}$
	5NW	$^{d}3.35\pm0.06^{a}$	$^{c}2.66\pm0.07^{b}$	$^{d}2.04\pm0.09^{c}$	$^{d}2.08\pm0.08^{c}$
	10NW	$^{b}6.99\pm0.16^{a}$	$^{b}6.13\pm0.13^{b}$	$^{b}4.50\pm0.17^{c}$	$^{c}2.99\pm0.25^{d}$
	SW	$^{a}8.11\pm0.10^{a}$	$^{a}6.64\pm0.07^{b}$	$^{a}5.32\pm0.07^{c}$	$^{a}4.27\pm0.12^{d}$
โปรงแดง	NW	$^{d}5.82\pm0.12^{a}$	$^{c}4.70\pm0.12^{b}$	$^{cd}3.25\pm0.15^{c}$	$^{b}2.01\pm0.15^{d}$
	2NW	$^{c}5.02\pm0.22^{a}$	$^{d}4.36\pm0.18^{b}$	$^{b}3.72\pm0.03^{c}$	$^{b}2.75\pm0.27^{d}$
	5NW	$^{b}7.06\pm0.20^{a}$	$^{b}6.13\pm0.16^{b}$	$^{d}3.04\pm0.08^{c}$	$^{c}1.86\pm0.09^{d}$
	10NW	$^{c}6.71\pm0.04^{a}$	$^{d}4.19\pm0.09^{b}$	$^{c}3.33\pm0.03^{c}$	$^{c}2.57\pm0.10^{d}$
	SW	$^{a}9.05\pm0.07^{a}$	$^{a}7.29\pm0.13^{b}$	$^{a}6.07\pm0.27^{c}$	$^{a}5.32\pm0.15^{d}$

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

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}6.78\pm0.13^{a}$	$^{d}5.27\pm0.14^{b}$	$^{d}4.11\pm0.14^{c}$	$^{c}3.24\pm0.08^{d}$
	2NW	$^{b}8.74\pm0.06^{a}$	$^{b}7.13\pm0.11^{b}$	$^{b}5.22\pm0.06^{c}$	$^{b}4.27\pm0.12^{d}$
	5NW	$^{a}9.45\pm0.21^{a}$	$^{a}7.63\pm0.11^{b}$	$^{c}4.76\pm0.28^{c}$	$^{c}3.00\pm0.07^{d}$
	10NW	$^{e}3.80\pm0.22^{a}$	$^{e}3.27\pm0.15^{b}$	$^{e}2.93\pm0.07^{b}$	$^{d}2.06\pm0.32^{c}$
	SW	$^{c}7.30\pm0.15^{a}$	$^{c}6.15\pm0.14^{b}$	$^{a}6.10\pm0.07^{b}$	$^{a}5.55\pm0.20^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{c}6.55\pm0.13^{a}$	$^{d}5.93\pm0.09^{b}$	$^{d}4.13\pm0.14^{c}$	$^{c}3.13\pm0.28^{d}$
	2NW	$^{a}9.25\pm0.06^{a}$	$^{a}7.83\pm0.06^{b}$	$^{b}6.25\pm0.06^{c}$	$^{b}4.90\pm0.06^{d}$
	5NW	$^{a}9.27\pm0.12^{a}$	$^{b}7.12\pm0.02^{b}$	$^{c}5.30\pm0.06^{c}$	$^{c}3.22\pm0.12^{d}$
	10NW	$^{d}5.87\pm0.08^{a}$	$^{e}5.57\pm0.03^{b}$	$^{e}3.71\pm0.14^{c}$	$^{c}3.07\pm0.08^{d}$
	SW	$^{b}7.45\pm0.13^{a}$	$^{c}6.85\pm0.13^{b}$	$^{a}6.80\pm0.06^{b}$	$^{a}6.41\pm0.10^{c}$
แสมทะเล	NW	$^{c}5.75\pm0.34^{a}$	$^{c}4.99\pm0.13^{b}$	$^{d}4.12\pm0.11^{c}$	$^{d}2.89\pm0.04^{d}$
	2NW	$^{a}9.02\pm0.07^{a}$	$^{b}6.83\pm0.07^{b}$	$^{b}5.21\pm0.21^{c}$	$^{b}3.96\pm0.11^{d}$
	5NW	$^{c}7.59\pm0.12^{a}$	$^{c}6.28\pm0.03^{b}$	$^{d}4.28\pm0.13^{c}$	$^{c}3.39\pm0.05^{d}$
	10NW	$^{d}6.67\pm0.12^{a}$	$^{d}5.62\pm0.16^{b}$	$^{c}4.64\pm0.13^{c}$	$^{b}3.83\pm0.13^{d}$
	SW	$^{b}8.20\pm0.09^{a}$	$^{a}7.48\pm0.07^{b}$	$^{a}6.14\pm0.14^{c}$	$^{a}5.76\pm0.17^{d}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{d}4.57\pm0.11^{a}$	$^{d}4.15\pm0.14^{b}$	$^{d}2.71\pm0.34^{c}$	$^{d}2.50\pm0.13^{c}$
	2NW	$^{c}4.21\pm0.17^{c}$	$^{b}5.52\pm0.04^{b}$	$^{b}4.93\pm0.04^{b}$	$^{b}3.86\pm0.07^{d}$
	5NW	$^{b}5.18\pm0.13^{a}$	$^{d}4.18\pm0.05^{b}$	$^{c}3.53\pm0.04^{c}$	$^{d}2.60\pm0.16^{d}$
	10NW	$^{c}4.90\pm0.10^{a}$	$^{c}4.58\pm0.09^{b}$	$^{c}3.73\pm0.10^{c}$	$^{c}3.06\pm0.04^{d}$
	SW	$^{a}8.25\pm0.10^{a}$	$^{a}6.66\pm0.20^{b}$	$^{a}5.78\pm0.06^{c}$	$^{a}4.78\pm0.14^{d}$
โปรงแดง	NW	$^{d}5.88\pm0.19^{a}$	$^{d}4.88\pm0.21^{b}$	$^{b}4.49\pm0.07^{c}$	$^{b}4.09\pm0.08^{d}$
	2NW	$^{b}7.78\pm0.12^{a}$	$^{b}6.45\pm0.13^{b}$	$^{b}4.51\pm0.07^{c}$	$^{c}3.71\pm0.07^{d}$
	5NW	$^{b}7.78\pm0.06^{a}$	$^{b}6.36\pm0.13^{b}$	$^{c}3.93\pm0.13^{c}$	$^{d}2.94\pm0.16^{d}$
	10NW	$^{c}6.23\pm0.16^{a}$	$^{c}5.55\pm0.17^{b}$	$^{b}4.54\pm0.11^{c}$	$^{c}3.51\pm0.09^{d}$
	SW	$^{a}9.40\pm0.14^{a}$	$^{a}7.50\pm0.11^{b}$	$^{a}6.34\pm0.13^{c}$	$^{a}5.71\pm0.28^{d}$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2.2.4 ประเภทเนื้อดิน (Soil Texture)

ผลการศึกษาเนื้อดินของดินชั้นบน (ตารางที่ 4.27) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) มีบางชุดทดลองเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) และดินเหนียว (clay) มีเปอร์เซ็นต์ sand อยู่ระหว่าง 17-30% เปอร์เซ็นต์ silt อยู่ระหว่าง 33-47% และเปอร์เซ็นต์ clay อยู่ระหว่าง 32-40% ภายหลังสิ้นสุดการทดลองบำบัดน้ำเสีย เปอร์เซ็นต์ sand และ clay มีแนวโน้มลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์ silt มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงของอนุภาคดินไม่สูง ชุดการทดลองส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวเช่นเดียวกับก่อนการทดลอง

ผลการศึกษาเนื้อดินของดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.28) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) มีเปอร์เซ็นต์ sand อยู่ระหว่าง 14-30% เปอร์เซ็นต์ silt อยู่ระหว่าง 34-46% เปอร์เซ็นต์ clay อยู่ระหว่าง 32-46% ภายหลังสิ้นสุดการทดลองบำบัดน้ำเสียเปอร์เซ็นต์ sand และ clay มีการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคดินไม่สูง ส่วนเปอร์เซ็นต์ silt มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

สาเหตุที่เปอร์เซ็นต์ silt มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งในดินชั้นบนและชั้นล่าง เป็นผลจากการตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสียและการทับถมของซากพืช ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุสะสมอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งดินในป่าชายเลนที่มีอินทรียวัตถุสูงจัดเป็นดินอินทรีย์ (organic soils) ซึ่งมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว (loam) และดินร่วนเหนียว (clay loam) (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

ผลการศึกษาเนื้อดินในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำทะเลก่อนการทดลอง พบว่าดินชั้นบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) มีเปอร์เซ็นต์ sand อยู่ระหว่าง 22-28% เปอร์เซ็นต์ silt อยู่ระหว่าง 34-43% และเปอร์เซ็นต์ clay อยู่ระหว่าง 32-40% ภายหลังสิ้นสุดการทดลองเนื้อดินคงสภาพเป็นดินร่วนเหนียวเช่นเดียวกับก่อนการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ sand อยู่ระหว่าง 24-26% เปอร์เซ็นต์ silt อยู่ระหว่าง 37-42% และเปอร์เซ็นต์ clay อยู่ระหว่าง 33-38%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.27 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร)

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	29	36	35	23	43	34	23	42	35	24	43	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	26	35	39	29	36	35	24	37	39	22	43	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	22	39	39	23	40	37	28	36	36	22	44	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	26	40	34	27	36	37	22	41	37	26	40	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	28	40	32	25	40	35	26	40	34	24	38	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
โกงกาง ใบใหญ่	NW	26	33	41	25	39	36	24	41	35	28	39	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	24	43	33	24	40	36	24	38	38	23	42	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	28	33	39	23	45	32	30	37	33	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	30	36	34	23	45	32	28	35	37	26	37	37
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	22	43	35	24	40	36	24	42	34	25	37	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
แสมทะเล	NW	22	44	34	27	37	36	30	35	35	22	44	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	27	38	35	24	37	39	24	37	39	25	41	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	23	38	39	27	37	36	30	38	32	22	47	31
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	26	39	35	23	42	35	26	35	39	24	36	40
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	26	42	32	28	36	36	24	43	33	24	42	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร)

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		
พังกา หัวสุม	NW	26	42	32	27	38	35	26	38	36	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	28	40	32	20	42	38	24	38	38	25	41	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	26	38	36	24	37	39	18	50	32	23	42	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	24	41	35	28	36	36	25	36	39	26	36	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	22	39	39	28	36	36	27	38	35	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
โปรงแดง	NW	23	43	34	23	43	34	24	41	35	22	47	31
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	24	42	34	23	40	37	28	35	37	24	43	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	17	47	36	23	45	32	26	39	35	23	42	35
		ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	24	43	33	26	36	38	18	37	45	24	43	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	26	34	40	23	38	39	32	30	38	26	41	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		

ตารางที่ 4.28 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นล่าง (10-20 เซนติเมตร)

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	28	37	35	27	37	36	26	39	35	27	40	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	24	39	37	24	41	35	28	36	36	21	41	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	14	40	46	23	45	32	27	40	33	18	49	33
		ดินเหนียว (clay)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	27	39	34	24	41	35	24	37	39	26	39	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	25	42	33	28	36	36	24	43	33	32	30	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
โกงกางใบใหญ่	NW	26	40	34	28	36	36	24	40	36	28	41	31
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	24	41	35	24	40	36	30	32	38	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	24	37	39	25	39	36	31	36	33	26	40	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	29	36	35	26	36	38	24	41	35	21	35	44
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินเหนียว (clay)		
	SW	23	42	35	28	35	37	26	40	34	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
แสมทะเล	NW	22	46	32	27	36	37	30	35	35	23	42	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	30	34	36	24	41	35	28	36	36	27	35	38
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	26	36	39	23	43	34	20	48	32	27	38	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	26	38	36	24	44	32	26	39	35	17	40	43
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินเหนียวปนทรายแป้ง		
	SW	26	35	39	25	40	35	28	33	39	24	43	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		

ตารางที่ 4.28 (ต่อ) ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นล่าง (10-20 เซนติเมตร)

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		
พังกา หัวสุม	NW	22	43	35	27	37	36	31	31	38	24	43	33
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	28	37	35	22	43	35	29	33	38	22	47	31
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	23	41	36	20	42	38	20	47	33	22	44	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	25	38	37	24	38	38	25	38	37	17	42	41
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay)		
	SW	22	35	43	24	39	37	14	43	43	20	47	33
		ดินเหนียว (clay)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
โปรงแดง	NW	26	40	34	29	37	34	26	39	35	22	44	34
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	2NW	26	40	34	27	36	37	28	35	37	27	38	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	5NW	22	41	37	24	43	33	22	41	37	23	42	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	10NW	27	40	33	25	39	36	24	38	38	24	41	35
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		
	SW	26	36	38	28	35	37	27	37	36	24	40	36
		ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)			ดินร่วนเหนียว (clay loam)		

4.2.2.5 อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter)

ผลการศึกษาอินทรียวัตถุในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.29-4.30) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลอง พบว่าอินทรียวัตถุในดินชั้นบนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.593-2.814% และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน อินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยลำดับ มีค่าอยู่ระหว่าง 2.466-3.969, 2.712-4.142 และ 2.674-4.237% ตามลำดับ และอินทรียวัตถุในดินชั้นล่างมีปริมาณต่ำกว่าดินชั้นบน โดยก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.530-2.372% ภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน อินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่มีค่าต่ำกว่าในดินชั้นบน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.920-3.691, 2.112-4.116 และ 2.203-4.227% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการสะสมอินทรียวัตถุในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.31-4.32) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียระหว่างระยะกักเก็บน้ำ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสะสมอินทรียวัตถุสูงเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วัน เนื่องมาจากระยะกักเก็บนานทำให้มีการตกตะกอนทับถมของอินทรียวัตถุในระบบสูง และการท่วมขังของน้ำเป็นเวลานานทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายลดลงจุลินทรีย์จึงขาดออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้มีอัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินต่ำ (Mitsch และ Gosselink, 2000) จึงมีการสะสมของอินทรียวัตถุสูง

ชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลมีอินทรียวัตถุในดินก่อนการทดลองอยู่ระหว่าง 2.284-2.754% และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน อินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 2.258-2.916, 2.332-2.968 และ 2.324-2.877% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และการสลายตัวของเศษไม้และใบไม้ที่ร่วงหล่นทับถม โดยปัจจัยที่ควบคุมการสลายตัวได้แก่ ปริมาณออกซิเจน ความชื้น ปริมาณของราและแบคทีเรีย (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

การสะสมอินทรียวัตถุในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง พบว่ามีแนวโน้มการสะสมในดินชั้นบนสูงกว่าในดินชั้นล่าง เนื่องมาจากการตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสียและการร่วงหล่นของเศษไม้และใบไม้จะมีการสะสมอยู่ในดินชั้นบนทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในดินชั้นบนสูงกว่าในดินชั้นล่าง และเมื่อพิจารณาการสะสมของอินทรียวัตถุในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ระหว่างชนิดพืช และระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารในดิน (%)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}2.158\pm0.013^{c}$	$^{c}2.904\pm0.005^{b}$	$^{d}3.170\pm0.026^{a}$	$^{d}3.189\pm0.026^{a}$
	2NW	$^{c}2.374\pm0.000^{c}$	$^{a}3.745\pm0.007^{b}$	$^{a}3.978\pm0.008^{a}$	$^{a}3.977\pm0.008^{a}$
	5NW	$^{a}2.814\pm0.010^{c}$	$^{d}2.641\pm0.020^{d}$	$^{c}3.228\pm0.010^{b}$	$^{c}3.303\pm0.011^{a}$
	10NW	$^{b}2.753\pm0.005^{d}$	$^{b}3.145\pm0.006^{c}$	$^{b}3.447\pm0.011^{b}$	$^{b}3.591\pm0.012^{a}$
	SW	$^{b}2.754\pm0.021^{d}$	$^{c}2.916\pm0.009^{b}$	$^{c}2.968\pm0.011^{a}$	$^{c}2.877\pm0.011^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{d}2.255\pm0.004^{c}$	$^{b}3.086\pm0.020^{b}$	$^{b}3.451\pm0.017^{a}$	$^{c}3.447\pm0.018^{a}$
	2NW	$^{a}2.748\pm0.010^{d}$	$^{a}3.969\pm0.008^{c}$	$^{a}4.142\pm0.029^{b}$	$^{a}4.237\pm0.031^{a}$
	5NW	$^{b}2.639\pm0.017^{c}$	$^{c}2.985\pm0.000^{b}$	$^{d}3.202\pm0.010^{a}$	$^{d}3.195\pm0.010^{a}$
	10NW	$^{c}1.593\pm0.007^{d}$	$^{d}2.823\pm0.022^{c}$	$^{c}3.310\pm0.011^{b}$	$^{b}3.632\pm0.013^{a}$
	SW	$^{c}2.327\pm0.000^{d}$	$^{c}2.496\pm0.008^{c}$	$^{c}2.643\pm0.012^{b}$	$^{c}2.710\pm0.013^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{b}2.547\pm0.009^{d}$	$^{b}3.328\pm0.011^{c}$	$^{b}3.724\pm0.015^{a}$	$^{c}3.553\pm0.014^{b}$
	2NW	$^{b}2.559\pm0.020^{d}$	$^{a}3.483\pm0.012^{c}$	$^{a}3.933\pm0.008^{b}$	$^{a}4.016\pm0.008^{a}$
	5NW	$^{a}2.720\pm0.013^{d}$	$^{d}3.086\pm0.020^{c}$	$^{d}3.368\pm0.017^{b}$	$^{d}3.458\pm0.018^{a}$
	10NW	$^{d}2.279\pm0.004^{d}$	$^{c}3.152\pm0.016^{c}$	$^{c}3.506\pm0.007^{b}$	$^{b}3.631\pm0.007^{a}$
	SW	$^{c}2.357\pm0.007^{d}$	$^{c}2.452\pm0.011^{c}$	$^{c}2.526\pm0.004^{a}$	$^{c}2.504\pm0.004^{b}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{d}2.071\pm0.004^{d}$	$^{b}3.453\pm0.074^{c}$	$^{a}4.005\pm0.029^{b}$	$^{a}4.081\pm0.030^{a}$
	2NW	$^{a}2.784\pm0.009^{d}$	$^{a}3.699\pm0.022^{c}$	$^{b}3.917\pm0.008^{b}$	$^{b}3.972\pm0.008^{a}$
	5NW	$^{c}1.877\pm0.003^{d}$	$^{c}2.792\pm0.005^{c}$	$^{c}3.448\pm0.017^{b}$	$^{c}3.667\pm0.019^{a}$
	10NW	$^{b}2.424\pm0.007^{d}$	$^{c}2.792\pm0.005^{c}$	$^{d}3.057\pm0.006^{b}$	$^{d}3.114\pm0.006^{a}$
	SW	$^{c}2.407\pm0.000^{d}$	$^{d}2.447\pm0.013^{c}$	$^{c}2.498\pm0.012^{b}$	$^{c}2.530\pm0.012^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{d}1.966\pm0.012^{d}$	$^{a}3.894\pm0.023^{c}$	$^{a}4.107\pm0.017^{b}$	$^{a}4.158\pm0.017^{a}$
	2NW	$^{c}2.233\pm0.000^{c}$	$^{b}3.628\pm0.021^{b}$	$^{b}3.692\pm0.025^{a}$	$^{b}3.720\pm0.026^{a}$
	5NW	$^{b}2.258\pm0.010^{d}$	$^{c}2.643\pm0.016^{c}$	$^{c}2.983\pm0.014^{b}$	$^{c}3.039\pm0.015^{a}$
	10NW	$^{b}2.255\pm0.000^{d}$	$^{d}2.466\pm0.013^{c}$	$^{d}2.712\pm0.008^{a}$	$^{d}2.674\pm0.008^{b}$
	SW	$^{a}2.459\pm0.009^{a}$	$^{c}2.295\pm0.014^{c}$	$^{c}2.332\pm0.007^{b}$	$^{c}2.342\pm0.007^{b}$

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

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารในดิน (%))			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{e}1.533\pm0.004^{d}$	$^{c}1.920\pm0.003^{c}$	$^{c}2.112\pm0.009^{a}$	$^{c}2.076\pm0.009^{b}$
	2NW	$^{d}2.187\pm0.004^{c}$	$^{a}3.687\pm0.013^{a}$	$^{a}3.706\pm0.007^{a}$	$^{b}3.623\pm0.007^{b}$
	5NW	$^{b}2.369\pm0.007^{b}$	$^{d}2.381\pm0.015^{b}$	$^{d}2.564\pm0.016^{a}$	$^{d}2.543\pm0.016^{a}$
	10NW	$^{c}2.343\pm0.012^{d}$	$^{b}3.039\pm0.010^{c}$	$^{b}3.612\pm0.000^{b}$	$^{a}3.772\pm0.000^{a}$
	SW	$^{a}2.728\pm0.008^{d}$	$^{c}2.803\pm0.005^{c}$	$^{c}2.902\pm0.018^{a}$	$^{c}2.850\pm0.018^{b}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{d}1.649\pm0.005^{d}$	$^{c}2.784\pm0.018^{c}$	$^{d}3.202\pm0.006^{b}$	$^{d}3.262\pm0.006^{a}$
	2NW	$^{a}2.316\pm0.007^{d}$	$^{a}3.691\pm0.019^{c}$	$^{a}3.996\pm0.021^{a}$	$^{a}3.955\pm0.021^{b}$
	5NW	$^{c}2.251\pm0.008^{d}$	$^{b}2.886\pm0.014^{c}$	$^{c}3.265\pm0.000^{b}$	$^{c}3.512\pm0.000^{a}$
	10NW	$^{e}1.530\pm0.006^{d}$	$^{c}2.806\pm0.018^{c}$	$^{b}3.462\pm0.024^{b}$	$^{b}3.626\pm0.026^{a}$
	SW	$^{b}2.284\pm0.007^{d}$	$^{d}2.306\pm0.010^{c}$	$^{c}2.353\pm0.004^{b}$	$^{c}2.368\pm0.004^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{c}2.172\pm0.010^{d}$	$^{b}3.018\pm0.000^{c}$	$^{a}3.600\pm0.030^{a}$	$^{c}3.436\pm0.029^{b}$
	2NW	$^{b}2.290\pm0.008^{d}$	$^{a}3.462\pm0.018^{c}$	$^{a}3.581\pm0.018^{b}$	$^{a}3.693\pm0.019^{a}$
	5NW	$^{a}2.372\pm0.015^{d}$	$^{c}2.929\pm0.023^{c}$	$^{c}3.193\pm0.012^{b}$	$^{d}3.238\pm0.012^{a}$
	10NW	$^{d}2.145\pm0.004^{d}$	$^{c}2.937\pm0.005^{c}$	$^{b}3.457\pm0.007^{b}$	$^{b}3.547\pm0.007^{a}$
	SW	$^{b}2.295\pm0.007^{c}$	$^{d}2.350\pm0.011^{b}$	$^{d}2.360\pm0.008^{a}$	$^{c}2.342\pm0.008^{b}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{d}1.685\pm0.006^{d}$	$^{b}3.285\pm0.016^{c}$	$^{c}3.413\pm0.011^{b}$	$^{c}3.430\pm0.012^{a}$
	2NW	$^{a}2.495\pm0.016^{d}$	$^{a}3.610\pm0.019^{c}$	$^{a}3.714\pm0.007^{a}$	$^{b}3.656\pm0.007^{b}$
	5NW	$^{e}1.609\pm0.003^{d}$	$^{c}2.696\pm0.005^{c}$	$^{b}3.523\pm0.018^{b}$	$^{a}3.849\pm0.021^{a}$
	10NW	$^{c}2.253\pm0.007^{d}$	$^{d}2.610\pm0.012^{c}$	$^{d}2.840\pm0.005^{b}$	$^{d}2.882\pm0.005^{a}$
	SW	$^{b}2.315\pm0.007^{d}$	$^{c}2.346\pm0.008^{c}$	$^{c}2.419\pm0.011^{b}$	$^{c}2.488\pm0.012^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{d}1.763\pm0.008^{d}$	$^{a}3.695\pm0.019^{c}$	$^{a}4.116\pm0.022^{b}$	$^{a}4.227\pm0.024^{a}$
	2NW	$^{c}2.183\pm0.004^{d}$	$^{b}3.469\pm0.018^{c}$	$^{b}3.552\pm0.030^{b}$	$^{b}3.619\pm0.031^{a}$
	5NW	$^{c}2.174\pm0.010^{d}$	$^{c}2.524\pm0.016^{c}$	$^{c}2.786\pm0.010^{b}$	$^{c}2.916\pm0.011^{a}$
	10NW	$^{b}2.207\pm0.007^{b}$	$^{c}2.132\pm0.010^{c}$	$^{c}2.298\pm0.014^{a}$	$^{c}2.203\pm0.013^{b}$
	SW	$^{a}2.338\pm0.017^{b}$	$^{d}2.258\pm0.007^{c}$	$^{d}2.367\pm0.011^{a}$	$^{d}2.324\pm0.011^{b}$

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

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียสารของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารในดิน (%)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	2.158±0.013	$^{yb}0.747\pm0.005^{a}$	$^{nc}0.266\pm0.026^{b}$	$^{nc}0.019\pm0.026^{c}$
	2NW	2.374±0.000	$^{na}1.371\pm0.007^{a}$	$^{yd}0.233\pm0.008^{b}$	$^{yd}-0.001\pm0.008^{c}$
	5NW	2.814±0.010	$^{4e}-0.173\pm0.020^{c}$	$^{ya}0.587\pm0.010^{a}$	$^{nb}0.075\pm0.011^{b}$
	10NW	2.753±0.005	$^{nc}0.392\pm0.006^{a}$	$^{nb}0.302\pm0.011^{b}$	$^{ya}0.144\pm0.012^{c}$
	SW	2.754±0.021	$^{yd}0.163\pm0.009^{a}$	$^{nc}0.051\pm0.011^{b}$	$^{ye}-0.091\pm0.011^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	2.255±0.004	$^{nb}0.831\pm0.020^{a}$	$^{yb}0.365\pm0.017^{b}$	$^{ad}-0.004\pm0.018^{c}$
	2NW	2.748±0.010	$^{ya}1.221\pm0.008^{a}$	$^{nd}0.173\pm0.029^{b}$	$^{nb}0.095\pm0.031^{c}$
	5NW	2.639±0.017	$^{nc}0.346\pm0.000^{a}$	$^{ye}0.217\pm0.010^{b}$	$^{ye}-0.008\pm0.010^{c}$
	10NW	1.593±0.007	$^{na}1.230\pm0.022^{a}$	$^{na}0.487\pm0.011^{b}$	$^{na}0.321\pm0.013^{c}$
	SW	2.327±0.000	$^{nd}0.169\pm0.008^{a}$	$^{nd}0.147\pm0.012^{b}$	$^{nc}0.067\pm0.013^{c}$
แสมทะเล	NW	2.547±0.009	$^{ac}0.781\pm0.011^{a}$	$^{yb}0.397\pm0.015^{b}$	$^{ye}-0.171\pm0.014^{c}$
	2NW	2.559±0.020	$^{na}0.923\pm0.012^{a}$	$^{na}0.450\pm0.008^{b}$	$^{yc}0.083\pm0.008^{c}$
	5NW	2.720±0.013	$^{yd}0.366\pm0.020^{a}$	$^{ad}0.282\pm0.017^{b}$	$^{yb}0.090\pm0.018^{c}$
	10NW	2.279±0.004	$^{yb}0.872\pm0.016^{a}$	$^{yc}0.354\pm0.007^{b}$	$^{na}0.125\pm0.007^{c}$
	SW	2.357±0.007	$^{nc}0.095\pm0.011^{a}$	$^{ye}0.074\pm0.004^{b}$	$^{ad}-0.022\pm0.004^{c}$
พังกาหัวสุม	NW	2.071±0.004	$^{ya}1.382\pm0.074^{a}$	$^{nb}0.552\pm0.029^{b}$	$^{nb}0.076\pm0.030^{c}$
	2NW	2.784±0.009	$^{nb}0.916\pm0.022^{a}$	$^{yd}0.218\pm0.008^{b}$	$^{nc}0.055\pm0.008^{c}$
	5NW	1.877±0.003	$^{nb}0.915\pm0.005^{a}$	$^{na}0.656\pm0.017^{b}$	$^{na}0.219\pm0.019^{c}$
	10NW	2.424±0.007	$^{ac}0.368\pm0.005^{a}$	$^{4c}0.265\pm0.006^{b}$	$^{4c}0.057\pm0.006^{c}$
	SW	2.407±0.000	$^{4d}0.040\pm0.013$	$^{ne}0.051\pm0.012$	$^{yd}0.031\pm0.012$
โปรงแดง	NW	1.966±0.012	$^{na}1.928\pm0.023^{a}$	$^{4c}0.212\pm0.017^{b}$	$^{yb}0.051\pm0.017^{c}$
	2NW	2.233±0.000	$^{nb}1.394\pm0.021^{a}$	$^{4d}0.064\pm0.025^{b}$	$^{4c}0.028\pm0.026^{c}$
	5NW	2.258±0.010	$^{yc}0.386\pm0.016^{a}$	$^{na}0.340\pm0.014^{b}$	$^{4a}0.056\pm0.015^{c}$
	10NW	2.255±0.000	$^{yd}0.210\pm0.013^{b}$	$^{4b}0.246\pm0.008^{a}$	$^{ye}-0.038\pm0.008^{c}$
	SW	2.459±0.009	$^{ye}-0.164\pm0.014^{c}$	$^{4c}0.036\pm0.007^{a}$	$^{nd}0.010\pm0.007^{b}$

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

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียสารของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียสารในดิน (%)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	1.533±0.004	$^{yc}0.387\pm0.003^{a}$	$^{nb}0.192\pm0.009^{b}$	$^{ac}-0.036\pm0.009^{c}$
	2NW	2.187±0.004	$^{na}1.500\pm0.013^{a}$	$^{ad}0.019\pm0.007^{b}$	$^{yc}-0.083\pm0.007^{c}$
	5NW	2.369±0.007	$^{yc}0.012\pm0.015^{b}$	$^{ab}0.183\pm0.016^{a}$	$^{yb}-0.022\pm0.016^{c}$
	10NW	2.343±0.012	$^{nb}0.696\pm0.010^{a}$	$^{ya}0.573\pm0.000^{b}$	$^{na}0.160\pm0.000^{c}$
	SW	2.728±0.008	$^{nd}0.075\pm0.005^{b}$	$^{nc}0.100\pm0.018^{a}$	$^{yd}-0.052\pm0.018^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	1.649±0.005	$^{nc}1.136\pm0.018^{a}$	$^{yb}0.417\pm0.006^{b}$	$^{yc}0.061\pm0.006^{c}$
	2NW	2.316±0.007	$^{ya}1.375\pm0.019^{a}$	$^{nd}0.305\pm0.021^{b}$	$^{nc}-0.041\pm0.021^{c}$
	5NW	2.251±0.008	$^{yd}0.635\pm0.014^{a}$	$^{yc}0.378\pm0.000^{b}$	$^{ya}0.248\pm0.000^{c}$
	10NW	1.530±0.006	$^{nb}1.277\pm0.018^{a}$	$^{na}0.655\pm0.024^{b}$	$^{nb}0.164\pm0.026^{c}$
	SW	2.284±0.007	$^{nc}0.022\pm0.010^{b}$	$^{nc}0.047\pm0.004^{a}$	$^{yd}0.015\pm0.004^{b}$
แสมทะเล	NW	2.172±0.010	$^{ab}0.847\pm0.000^{a}$	$^{na}0.582\pm0.030^{b}$	$^{yc}-0.164\pm0.029^{c}$
	2NW	2.290±0.008	$^{aa}1.172\pm0.018^{a}$	$^{yd}0.119\pm0.018^{b}$	$^{na}0.113\pm0.019^{b}$
	5NW	2.372±0.015	$^{nd}0.557\pm0.023^{a}$	$^{nc}0.264\pm0.012^{b}$	$^{ac}0.045\pm0.012^{c}$
	10NW	2.145±0.004	$^{yc}0.792\pm0.005^{a}$	$^{nb}0.520\pm0.007^{b}$	$^{yb}0.090\pm0.007^{c}$
	SW	2.295±0.007	$^{yc}0.055\pm0.011^{a}$	$^{ac}0.010\pm0.008^{b}$	$^{nd}-0.018\pm0.008^{c}$
พังกาหัวสุม	NW	1.685±0.006	$^{ya}1.600\pm0.016^{a}$	$^{ac}0.128\pm0.011^{b}$	$^{nd}0.017\pm0.012^{c}$
	2NW	2.495±0.016	$^{yb}1.115\pm0.019^{a}$	$^{ync}0.104\pm0.007^{b}$	$^{ac}-0.058\pm0.007^{c}$
	5NW	1.609±0.003	$^{nc}1.086\pm0.005^{a}$	$^{na}0.827\pm0.018^{b}$	$^{na}0.327\pm0.021^{c}$
	10NW	2.253±0.007	$^{ad}0.357\pm0.012^{a}$	$^{ab}0.230\pm0.005^{b}$	$^{nc}0.042\pm0.005^{c}$
	SW	2.315±0.007	$^{nc}0.031\pm0.008^{b}$	$^{yd}0.073\pm0.011^{a}$	$^{nb}0.069\pm0.012^{a}$
โปรงแดง	NW	1.763±0.008	$^{na}1.932\pm0.019^{a}$	$^{ya}0.421\pm0.022^{b}$	$^{nb}0.111\pm0.024^{c}$
	2NW	2.183±0.004	$^{nb}1.286\pm0.018^{a}$	$^{nc}0.084\pm0.030^{b}$	$^{yc}0.067\pm0.031^{b}$
	5NW	2.174±0.010	$^{ac}0.350\pm0.016^{a}$	$^{nb}0.263\pm0.010^{b}$	$^{na}0.130\pm0.011^{c}$
	10NW	2.207±0.007	$^{yd}-0.074\pm0.010^{b}$	$^{yc}0.165\pm0.014^{a}$	$^{ac}-0.094\pm0.013^{c}$
	SW	2.338±0.017	$^{ad}-0.080\pm0.007^{c}$	$^{nd}0.109\pm0.011^{a}$	$^{ad}-0.042\pm0.011^{b}$

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

4.2.2.6 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen)

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.33) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.850-1.077, 0.934-1.067, 0.917-1.173 และ 1.060-1.489 mg/g dry wt. และภายหลังสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีปริมาณสูงขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 1.050-1.186, 1.083-1.218, 1.109-1.238 และ 1.134-1.600 mg/g dry wt. ซึ่งปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนมีค่าสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย เนื่องมาจากชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นต่ำไนโตรเจนจะถูกดูดซึมโดยพืชชายเลน หรือโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น ทำให้ไนโตรเจนแพร่ออกสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจน ดังนั้นไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมอยู่ในดินจึงมีปริมาณต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.797-1.489 mg/g dry wt. และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยลำดับ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.010-1.552, 1.026-1.572 และ 1.050-1.600 mg/g dry wt. ตามลำดับ และไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยลำดับ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.957-1.370, 0.977-1.457 และ 0.999-1.514 mg/g dry wt. ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากกระบวนการตกตะกอนและกระบวนการดูดซับของแอมโมเนียมไอออนในดิน

สำหรับชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเล ไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนและดินชั้นล่างก่อนการทดลองมีค่าระหว่าง 0.952-0.999 mg/g dry wt. และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยลำดับ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.991-1.089, 1.016-1.109 และ 1.027-1.132 mg/g dry wt. ตามลำดับ และไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยลำดับ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.977-1.033, 0.998-1.091 และ 1.028-1.126 mg/g dry wt. แต่การเพิ่มของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลมีแนวโน้มต่ำกว่าในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย

การสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนและชั้นล่าง (ตารางที่ 4.35-4.36) พบว่าการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างระยะกักเก็บน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งชุดทดลองที่มีระยะกักเก็บน้ำนานมีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูง โดยชุดทดลองที่ใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วันจะมีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าที่ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องจากระยะกักเก็บน้ำที่นานขึ้นทำให้มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดไว้ในรูปของไนเตรท และการดูดติดผิวกับอนุภาคดินของแอมโมเนียมไอออนได้สูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมของไนโตรเจนทั้งหมด ในดินชั้นบนและชั้นล่าง ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย NW มีปริมาณและการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chu และคณะ (1999) ที่รายงานว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำเมื่อเข้าสู่ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจะถูกบำบัดได้ถึง 97 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่พบการสะสมในดินเนื่องจากถูกดูดซึมโดยพืชชายเลน รวมทั้งเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันทำให้ไนโตรเจนแพร่ออกสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจน

การสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้และไม่ปลูกกล้าไม้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่ปลูกกล้าไม้มีแนวโน้มสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Wong และคณะ (1995) ที่รายงานว่าพืชในป่าชายเลนสามารถนำไนเตรทและแอมโมเนียมไอออน ซึ่งเปลี่ยนรูปมาจากไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ในดินมาใช้ประโยชน์ เพื่อการสร้างมวลชีวภาพได้

โดยสรุป การให้น้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นและระยะเวลากักเก็บต่างกันมีผลให้การสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินแตกต่างกัน ซึ่งจะมีการสะสมสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสียที่สูงขึ้นและระยะกักเก็บที่นานขึ้น ดังนั้นการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสียในระยะยาวอาจก่อให้เกิดการสะสมไนโตรเจนในดินได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	^{b}1.075±0.008	^{c}1.087±0.016	^{c}1.101±0.003	^{c}1.110±0.039
	2NW	^{bc}1.055±0.018^{c}	^{c}1.067±0.005^{c}	^{b}1.144±0.023^{b}	^{b}1.197±0.013^{a}
	5NW	^{cd}1.017±0.009^{c}	^{b}1.153±0.011^{b}	^{b}1.164±0.006^{b}	^{b}1.238±0.007^{a}
	10NW	^{a}1.489±0.042^{c}	^{a}1.552±0.014^{b}	^{a}1.572±0.009^{ab}	^{a}1.600±0.012^{a}
	SW	^{d}0.988±0.007^{c}	^{c}1.089±0.007^{b}	^{c}1.109±0.008^{ab}	^{c}1.132±0.026^{a}
โกงกางใบใหญ่	NW	^{c}0.986±0.030^{b}	^{c}1.025±0.021^{ab}	^{c}1.041±0.018^{a}	^{c}1.050±0.020^{a}
	2NW	^{d}0.934±0.006^{c}	^{c}1.041±0.024^{b}	^{c}1.050±0.017^{b}	^{b}1.132±0.014^{a}
	5NW	^{a}1.128±0.008^{b}	^{a}1.151±0.024^{ab}	^{a}1.163±0.016^{a}	^{a}1.174±0.013^{a}
	10NW	^{b}1.086±0.019	^{b}1.113±0.014	^{b}1.122±0.026	^{b}1.134±0.011
	SW	^{c}0.981±0.006^{b}	^{c}1.006±0.013^{a}	^{c}1.025±0.016^{a}	^{c}1.027±0.014^{a}
แสมทะเล	NW	^{c}0.987±0.012^{c}	^{d}1.010±0.007^{bc}	^{d}1.028±0.016^{b}	^{c}1.054±0.016^{a}
	2NW	^{cd}0.971±0.008^{c}	^{c}1.049±0.009^{b}	^{c}1.063±0.026^{ab}	^{c}1.083±0.008^{a}
	5NW	^{a}1.173±0.017^{c}	^{a}1.205±0.011^{b}	^{a}1.233±0.008^{a}	^{b}1.234±0.016^{a}
	10NW	^{b}1.060±0.009^{d}	^{b}1.110±0.012^{c}	^{b}1.137±0.010^{b}	^{a}1.288±0.015^{a}
	SW	^{d}0.961±0.016^{b}	^{c}0.991±0.003^{b}	^{c}1.064±0.010^{a}	^{c}1.083±0.042^{a}
พังกาหัวสุม	NW	^{b}1.077±0.015^{c}	^{b}1.116±0.010^{b}	^{b}1.122±0.011^{ab}	^{b}1.140±0.003^{a}
	2NW	^{c}0.975±0.012^{b}	^{b}1.124±0.002^{a}	^{b}1.125±0.014^{a}	^{b}1.146±0.024^{a}
	5NW	^{d}0.917±0.013^{d}	^{c}1.003±0.011^{c}	^{c}1.026±0.008^{b}	^{c}1.109±0.009^{a}
	10NW	^{a}1.475±0.014^{b}	^{a}1.484±0.021^{b}	^{a}1.501±0.011^{b}	^{a}1.589±0.012^{a}
	SW	^{c}0.992±0.009^{c}	^{c}1.010±0.008^{b}	^{c}1.016±0.004^{b}	^{d}1.040±0.004^{a}
โปรงแดง	NW	^{c}0.850±0.003^{c}	^{b}1.094±0.003^{b}	^{c}1.104±0.006^{b}	^{c}1.186±0.008^{a}
	2NW	^{b}1.067±0.009^{d}	^{b}1.113±0.014^{c}	^{b}1.149±0.019^{b}	^{b}1.218±0.012^{a}
	5NW	^{d}0.953±0.009^{d}	^{c}1.018±0.028^{c}	^{c}1.075±0.020^{b}	^{d}1.125±0.001^{a}
	10NW	^{a}1.335±0.007^{b}	^{a}1.475±0.005^{a}	^{a}1.483±0.021^{a}	^{a}1.488±0.013^{a}
	SW	^{c}0.999±0.007^{c}	^{c}1.032±0.006^{b}	^{d}1.040±0.003^{b}	^{c}1.063±0.013^{a}

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

ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของชั้นดินล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{c}0.943\pm0.015^{c}$	$^{cd}1.015\pm0.012^{b}$	$^{c}1.038\pm0.015^{ab}$	$^{d}1.057\pm0.015^{a}$
	2NW	$^{b}0.979\pm0.016^{c}$	$^{d}1.000\pm0.019^{c}$	$^{b}1.090\pm0.008^{b}$	$^{c}1.121\pm0.009^{a}$
	5NW	$^{bc}0.964\pm0.012^{c}$	$^{b}1.091\pm0.018^{b}$	$^{b}1.106\pm0.007^{b}$	$^{b}1.178\pm0.015^{a}$
	10NW	$^{a}1.336\pm0.008^{d}$	$^{a}1.367\pm0.005^{c}$	$^{a}1.457\pm0.016^{b}$	$^{a}1.514\pm0.009^{a}$
	SW	$^{c}0.952\pm0.006^{d}$	$^{c}1.033\pm0.013^{c}$	$^{b}1.091\pm0.007^{b}$	$^{c}1.126\pm0.007^{a}$
โคกกางใบใหญ่	NW	$^{a}0.971\pm0.017$	$^{b}0.975\pm0.008$	$^{c}0.977\pm0.008$	$^{d}0.999\pm0.013$
	2NW	$^{b}0.909\pm0.017^{d}$	$^{b}1.007\pm0.025^{c}$	$^{c}1.046\pm0.011^{b}$	$^{b}1.113\pm0.009^{a}$
	5NW	$^{a}0.995\pm0.011^{b}$	$^{b}1.012\pm0.016^{b}$	$^{b}1.087\pm0.011^{a}$	$^{b}1.107\pm0.013^{a}$
	10NW	$^{a}0.977\pm0.011^{c}$	$^{a}1.125\pm0.016^{b}$	$^{a}1.131\pm0.004^{b}$	$^{a}1.153\pm0.008^{a}$
	SW	$^{a}0.968\pm0.018^{b}$	$^{b}0.979\pm0.028^{b}$	$^{d}1.004\pm0.024^{ab}$	$^{c}1.028\pm0.018^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{c}0.982\pm0.002^{c}$	$^{c}0.990\pm0.002^{bc}$	$^{c}1.003\pm0.014^{b}$	$^{b}1.027\pm0.009^{a}$
	2NW	$^{d}0.953\pm0.013^{c}$	$^{bc}1.009\pm0.007^{b}$	$^{b}1.040\pm0.012^{a}$	$^{b}1.042\pm0.013^{a}$
	5NW	$^{b}1.024\pm0.013^{b}$	$^{b}1.034\pm0.023^{b}$	$^{a}1.138\pm0.006^{a}$	$^{a}1.158\pm0.005^{a}$
	10NW	$^{a}1.043\pm0.002^{d}$	$^{a}1.094\pm0.024^{c}$	$^{a}1.121\pm0.012^{b}$	$^{a}1.189\pm0.007^{a}$
	SW	$^{d}0.956\pm0.013$	$^{c}0.977\pm0.025$	$^{c}1.015\pm0.011$	$^{b}1.045\pm0.083$
พังกาหัวสุม	NW	$^{b}1.001\pm0.012^{d}$	$^{b}1.037\pm0.005^{c}$	$^{b}1.126\pm0.013^{b}$	$^{b}1.226\pm0.014^{a}$
	2NW	$^{c}0.956\pm0.008^{d}$	$^{b}1.024\pm0.012^{c}$	$^{c}1.048\pm0.009^{b}$	$^{c}1.104\pm0.015^{a}$
	5NW	$^{d}0.888\pm0.009^{d}$	$^{c}1.000\pm0.006^{c}$	$^{d}1.024\pm0.010^{b}$	$^{c}1.105\pm0.009^{a}$
	10NW	$^{a}1.361\pm0.014$	$^{a}1.370\pm0.009$	$^{a}1.377\pm0.007$	$^{a}1.381\pm0.011$
	SW	$^{c}0.976\pm0.019^{c}$	$^{c}0.989\pm0.011^{bc}$	$^{d}1.013\pm0.014^{ab}$	$^{d}1.032\pm0.016^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{c}0.797\pm0.016^{c}$	$^{b}1.075\pm0.011^{b}$	$^{b}1.085\pm0.013^{b}$	$^{b}1.154\pm0.017^{a}$
	2NW	$^{b}1.033\pm0.012^{c}$	$^{b}1.059\pm0.009^{b}$	$^{b}1.070\pm0.013^{b}$	$^{c}1.103\pm0.012^{a}$
	5NW	$^{d}0.860\pm0.003^{d}$	$^{d}0.957\pm0.023^{c}$	$^{c}1.040\pm0.019^{b}$	$^{c}1.089\pm0.010^{a}$
	10NW	$^{a}1.257\pm0.008^{c}$	$^{a}1.283\pm0.018^{b}$	$^{a}1.298\pm0.011^{b}$	$^{a}1.330\pm0.009^{a}$
	SW	$^{c}0.968\pm0.010^{c}$	$^{c}0.985\pm0.004^{bc}$	$^{d}0.998\pm0.016^{b}$	$^{d}1.058\pm0.010^{a}$

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

ตารางที่ 4.35 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	1.075±0.008	^{yd}0.012±0.009	^{b}0.014±0.010	^{yb}0.010±0.007
	2NW	1.055±0.018	^{xcd}0.012±0.009^{b}	^{a}0.077±0.054^{a}	^{nxab}0.053±0.037^{xb}
	5NW	1.017±0.009	^{na}0.136±0.096^{a}	^{b}0.010±0.007^{c}	^{na}0.075±0.053^{b}
	10NW	1.489±0.042	^{ybc}0.063±0.045	^{b}0.020±0.014	^{nb}0.028±0.019
	SW	0.988±0.007	^{nab}0.100±0.071^{a}	^{yb}0.020±0.014^{b}	^{b}0.023±0.016^{b}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.986±0.030	^{yb}0.039±0.027	0.017±0.012	^{yb}0.009±0.006
	2NW	0.934±0.006	^{ya}0.107±0.076^{a}	0.008±0.006^{b}	^{na}0.082±0.058^{a}
	5NW	1.128±0.008	^{xb}0.022±0.016	0.012±0.009	^{nb}0.010±0.007
	10NW	1.086±0.019	^{yb}0.027±0.019	0.008±0.006	^{nb}0.013±0.009
	SW	0.981±0.006	^{yb}0.025±0.018	^{y}0.019±0.013	^{b}0.002±0.002
แสมทะเล	NW	0.987±0.012	^{yb}0.023±0.016	^{b}0.018±0.013	^{yb}0.026±0.019
	2NW	0.971±0.008	^{ya}0.078±0.055^{a}	^{b}0.014±0.010^{b}	^{yb}0.020±0.014^{b}
	5NW	1.173±0.017	^{nxab}0.032±0.023	^{b}0.027±0.019	^{nb}0.002±0.001
	10NW	1.060±0.009	^{yab}0.051±0.036^{b}	^{b}0.027±0.019^{b}	^{na}0.151±0.107^{a}
	SW	0.961±0.016	^{yb}0.030±0.021	^{na}0.073±0.051	^{b}0.019±0.014
พังกาหัวสุม	NW	1.077±0.015	^{yc}0.039±0.028	0.006±0.004	^{yb}0.018±0.013
	2NW	0.975±0.012	^{na}0.149±0.105^{a}	0.001±0.001^{b}	^{yb}0.021±0.015^{b}
	5NW	0.917±0.013	^{yb}0.086±0.061^{a}	0.023±0.016^{b}	^{na}0.083±0.059^{a}
	10NW	1.475±0.014	^{yc}0.009±0.006^{b}	0.017±0.012^{b}	^{ya}0.088±0.062^{a}
	SW	0.992±0.009	^{yc}0.019±0.013	^{y}0.006±0.004	^{b}0.023±0.016
โปรงแดง	NW	0.850±0.003	^{na}0.244±0.172^{a}	0.010±0.007^{c}	^{na}0.082±0.058^{b}
	2NW	1.067±0.009	^{nxd}0.046±0.033	0.036±0.026	^{na}0.069±0.049
	5NW	0.953±0.009	^{ync}0.064±0.045	0.058±0.041	^{yxb}0.049±0.035
	10NW	1.335±0.007	^{nb}0.140±0.099^{a}	0.007±0.005^{b}	^{nc}0.005±0.004^{b}
	SW	0.999±0.007	^{yd}0.033±0.024	^{y}0.008±0.006	^{bx}0.022±0.016

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

ตารางที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.943±0.015	$^{yb}0.072\pm0.051^{a}$	$^{yb}0.022\pm0.016^{b}$	$^{yb}0.019\pm0.014^{b}$
	2NW	0.979±0.016	$^{yc}0.021\pm0.015^{b}$	$^{za}0.090\pm0.064^{a}$	$^{yab}0.031\pm0.022^{b}$
	5NW	0.964±0.012	$^{za}0.127\pm0.089^{a}$	$^{yb}0.015\pm0.010^{c}$	$^{za}0.072\pm0.051^{b}$
	10NW	1.336±0.008	$^{yc}0.031\pm0.022^{b}$	$^{za}0.090\pm0.064^{a}$	$^{za}0.057\pm0.040^{b}$
	SW	0.952±0.006	$^{zb}0.081\pm0.057^{a}$	$^{a}0.058\pm0.041^{b}$	$^{b}0.035\pm0.025^{c}$
โกงกางใบใหญ่	NW	0.971±0.017	$^{ab}0.005\pm0.003$	$^{yc}0.001\pm0.001$	$^{a}0.023\pm0.016$
	2NW	0.909±0.017	$^{za}0.098\pm0.069$	$^{yb}0.040\pm0.028$	$^{a}0.067\pm0.047$
	5NW	0.995±0.011	$^{yb}0.017\pm0.012^{b}$	$^{za}0.075\pm0.053^{a}$	$^{a}0.020\pm0.014^{b}$
	10NW	0.977±0.011	$^{za}0.148\pm0.105^{a}$	$^{ybc}0.006\pm0.004^{b}$	$^{ya}0.022\pm0.016^{b}$
	SW	0.968±0.018	$^{yb}0.010\pm0.007$	$^{bc}0.025\pm0.018$	0.024±0.017
แสมทะเล	NW	0.982±0.002	$^{a}0.008\pm0.006$	$^{yb}0.013\pm0.009$	$^{a}0.024\pm0.017$
	2NW	0.953±0.013	$^{za}0.056\pm0.040^{a}$	$^{yb}0.031\pm0.022^{ab}$	$^{a}0.002\pm0.002^{b}$
	5NW	1.024±0.013	$^{y}0.010\pm0.007^{b}$	$^{za}0.104\pm0.074^{a}$	$^{a}0.020\pm0.014^{b}$
	10NW	1.043±0.002	$^{y}0.051\pm0.036$	$^{yb}0.027\pm0.019$	$^{a}0.068\pm0.048$
	SW	0.956±0.013	$^{y}0.020\pm0.014$	$^{b}0.039\pm0.027$	0.030±0.021
พังกาหัวสุม	NW	1.001±0.012	$^{yc}0.036\pm0.025^{b}$	$^{za}0.089\pm0.063^{a}$	$^{za}0.100\pm0.071^{a}$
	2NW	0.956±0.008	$^{zab}0.067\pm0.048$	$^{yb}0.024\pm0.017$	$^{zab}0.056\pm0.040$
	5NW	0.888±0.009	$^{za}0.112\pm0.080^{a}$	$^{yb}0.024\pm0.017^{c}$	$^{zab}0.081\pm0.057^{b}$
	10NW	1.361±0.014	$^{zd}0.009\pm0.006$	$^{yb}0.007\pm0.005$	$^{yc}0.004\pm0.003$
	SW	0.976±0.019	$^{yd}0.013\pm0.009$	$^{b}0.024\pm0.017$	$^{c}0.019\pm0.014$
โปรงแดง	NW	0.797±0.016	$^{za}0.278\pm0.196^{a}$	$^{yb}0.010\pm0.007^{c}$	$^{y}0.069\pm0.049^{b}$
	2NW	1.033±0.012	$^{yc}0.025\pm0.018$	$^{yb}0.012\pm0.008$	$^{ya}0.033\pm0.023$
	5NW	0.860±0.003	$^{zb}0.097\pm0.069$	$^{za}0.082\pm0.058$	$^{ya}0.050\pm0.035$
	10NW	1.257±0.008	$^{yzc}0.026\pm0.019$	$^{yb}0.014\pm0.010$	$^{y}0.032\pm0.023$
	SW	0.968±0.010	$^{yc}0.018\pm0.012^{b}$	$^{b}0.013\pm0.009^{b}$	0.059 ± 0.042^{a}

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

4.2.2.7 แอมโมเนียมไอออนในดิน (Ammonium Ion)

ผลการศึกษาปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบน และดินชั้นล่างก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.37-4.38) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.030-0.043, 0.030-0.044, 0.033-0.048 และ 0.032-0.044 mg/g soil และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.043-0.062, 0.038-0.045, 0.034-0.041 และ 0.032-0.044 mg/g soil ตามลำดับ และแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.042-0.058, 0.040-0.056, 0.046-0.055 และ 0.041-0.055 mg/g soil ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดิน ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.030-0.048 mg/g soil และภายหลังการทดลองกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน แอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.031-0.055, 0.033-0.059 และ 0.032-0.062 mg/g soil ตามลำดับ และแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าระหว่าง 0.033-0.048, 0.032-0.051, 0.041-0.057 และ 0.040-0.058 mg/g soil ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมแอมโมเนียมไอออน (ตารางที่ 4.39-4.40) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยเป็นช่วงเริ่มการทดลองกล้าไม้ยังมีอายุน้อยทำให้มีการปรับตัวได้ไม่ดีจึงมีผลต่อการดูดดึงแอมโมเนียมไอออนในดินไปใช้ในการเจริญเติบโต

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมของแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนและชั้นล่าง ระหว่างระยะกักเก็บและระหว่างชนิดพืช พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าในชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช ส่วนใหญ่จะมีการสะสมแอมโมเนียมไอออนในดินสูงกว่าในชุดทดลองที่ปลูกพืช เนื่องจากแอมโมเนียมไอออนถูกดูดซับไว้ในอนุภาคดินเหนียว และไม่มีพืชดูดดึงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง พบว่าแอมโมเนียมไอออนมีแนวโน้มการสะสมสูงกว่าดินชั้นบน เนื่องมาจากสภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดในดินชั้นล่างทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันต่ำ ดังนั้นการเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียมไอออนซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนเตรทจึงมีน้อยทำให้พบการสะสมสูงกว่าในดินชั้นบน ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องที่ Revsbech และคณะ (2005) รายงานว่าในดินชั้นบน ซึ่งมีปริมาณของแอมโมเนียมไอออนและออกซิเจนสูง กระบวนการไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้ดี ทำให้เกิดกระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนียมไอออนไปเป็นไนเตรทได้สูงจึงมีการสะสมแอมโมเนียมไอออนต่ำในดินชั้นบน

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.033 ± 0.003^{c}	$^{a}0.055\pm0.003^{b}$	$^{a}0.059\pm0.001^{ab}$	$^{a}0.062\pm0.002^{a}$
	2NW	0.038 ± 0.002^{b}	$^{b}0.041\pm0.001^{b}$	$^{bc}0.040\pm0.002^{b}$	$^{b}0.045\pm0.003^{a}$
	5NW	0.033 ± 0.006	$^{c}0.036\pm0.003$	$^{c}0.038\pm0.003$	$^{bc}0.041\pm0.003$
	10NW	0.034 ± 0.002^{c}	$^{bc}0.038\pm0.002^{b}$	$^{b}0.043\pm0.002^{a}$	$^{b}0.044\pm0.002^{a}$
	SW	0.036 ± 0.005	$^{bc}0.038\pm0.002$	$^{c}0.037\pm0.003$	$^{c}0.037\pm0.002$
โกงกางใบใหญ่	NW	0.039 ± 0.003^{b}	$^{a}0.041\pm0.003^{b}$	$^{a}0.042\pm0.004^{ab}$	$^{a}0.047\pm0.003^{a}$
	2NW	0.036 ± 0.007	$^{a}0.037\pm0.002$	$^{ab}0.041\pm0.001$	$^{bc}0.041\pm0.003$
	5NW	0.035 ± 0.005	$^{b}0.031\pm0.002$	$^{c}0.033\pm0.002$	$^{d}0.035\pm0.003$
	10NW	0.035 ± 0.004	$^{a}0.040\pm0.005$	$^{ab}0.041\pm0.001$	$^{ab}0.044\pm0.003$
	SW	0.035 ± 0.004	$^{ab}0.035\pm0.004$	$^{b}0.038\pm0.002$	$^{cd}0.037\pm0.002$
แสมทะเล	NW	0.030 ± 0.003^{c}	$^{a}0.044\pm0.005^{b}$	$^{a}0.050\pm0.003^{ab}$	$^{a}0.055\pm0.002^{a}$
	2NW	0.038 ± 0.004	$^{ab}0.040\pm0.002$	$^{b}0.042\pm0.002$	$^{b}0.042\pm0.001$
	5NW	0.036 ± 0.004	$^{b}0.037\pm0.001$	$^{c}0.033\pm0.001$	$^{c}0.034\pm0.003$
	10NW	0.032 ± 0.004	$^{b}0.036\pm0.003$	$^{c}0.037\pm0.004$	$^{c}0.036\pm0.002$
	SW	0.036 ± 0.002	$^{ab}0.041\pm0.002$	$^{c}0.037\pm0.002$	$^{c}0.036\pm0.004$
พังกาหัวสุม	NW	0.035 ± 0.005^{b}	$^{a}0.038\pm0.002^{ab}$	$^{a}0.040\pm0.002^{a}$	$^{ab}0.043\pm0.002^{a}$
	2NW	0.036 ± 0.002^{c}	$^{a}0.038\pm0.002^{bc}$	$^{a}0.041\pm0.002^{ab}$	$^{a}0.044\pm0.002^{a}$
	5NW	0.034 ± 0.003	$^{ab}0.036\pm0.002$	$^{b}0.035\pm0.004$	$^{c}0.037\pm0.003$
	10NW	0.036 ± 0.003	$^{c}0.032\pm0.002$	$^{b}0.033\pm0.003$	$^{d}0.032\pm0.003$
	SW	0.034 ± 0.004	$^{bc}0.034\pm0.002$	$^{b}0.034\pm0.001$	$^{bc}0.038\pm0.002$
โปรงแดง	NW	$^{a}0.039\pm0.003$	0.039 ± 0.003	$^{a}0.042\pm0.002$	$^{a}0.044\pm0.002$
	2NW	$^{b}0.030\pm0.003$	0.033 ± 0.003	$^{b}0.034\pm0.003$	$^{bc}0.038\pm0.002$
	5NW	$^{a}0.039\pm0.004$	0.040 ± 0.003	$^{b}0.037\pm0.003$	$^{bc}0.038\pm0.002$
	10NW	$^{a}0.040\pm0.003$	0.037 ± 0.002	$^{b}0.038\pm0.002$	$^{b}0.039\pm0.001$
	SW	$^{b}0.030\pm0.002^{b}$	0.035 ± 0.002^{a}	$^{b}0.034\pm0.003^{a}$	$^{c}0.036\pm0.002^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{a}0.043\pm0.001^{c}$	$^{a}0.051\pm0.002^{b}$	$^{a}0.057\pm0.004^{a}$	$^{a}0.058\pm0.003^{a}$
	2NW	$^{a}0.044\pm0.003^{c}$	$^{a}0.050\pm0.002^{b}$	$^{ab}0.052\pm0.004^{ab}$	$^{a}0.056\pm0.003^{a}$
	5NW	$^{b}0.033\pm0.004^{b}$	$^{a}0.050\pm0.002^{a}$	$^{b}0.050\pm0.002^{a}$	$^{a}0.055\pm0.003^{a}$
	10NW	$^{a}0.039\pm0.003^{c}$	$^{b}0.041\pm0.003^{c}$	$^{b}0.047\pm0.003^{b}$	$^{a}0.055\pm0.003^{a}$
	SW	$^{b}0.033\pm0.004^{b}$	$^{c}0.034\pm0.002^{b}$	$^{c}0.036\pm0.001^{b}$	$^{b}0.043\pm0.003^{a}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{a}0.043\pm0.001^{c}$	$^{b}0.045\pm0.001^{c}$	0.049 ± 0.003^{b}	$^{a}0.055\pm0.001^{a}$
	2NW	$^{b}0.033\pm0.003^{c}$	$^{c}0.039\pm0.003^{b}$	0.045 ± 0.004^{b}	$^{a}0.055\pm0.003^{a}$
	5NW	$^{a}0.048\pm0.003^{b}$	$^{a}0.050\pm0.003^{ab}$	0.052 ± 0.002^{ab}	$^{a}0.055\pm0.002^{a}$
	10NW	$^{a}0.044\pm0.003$	$^{bc}0.042\pm0.001$	0.045 ± 0.003	$^{b}0.041\pm0.002$
	SW	$^{a}0.043\pm0.004^{b}$	$^{bc}0.042\pm0.003^{b}$	0.051 ± 0.005^{a}	$^{a}0.053\pm0.002^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{a}0.042\pm0.004^{c}$	0.047 ± 0.003^{bc}	$^{a}0.051\pm0.002^{ab}$	$^{ab}0.054\pm0.003^{a}$
	2NW	$^{ab}0.038\pm0.002^{b}$	0.041 ± 0.006^{b}	$^{a}0.053\pm0.003^{a}$	$^{a}0.056\pm0.002^{a}$
	5NW	$^{b}0.034\pm0.002^{c}$	0.042 ± 0.002^{b}	$^{b}0.046\pm0.003^{a}$	$^{bc}0.049\pm0.002^{a}$
	10NW	$^{ab}0.040\pm0.002$	0.043 ± 0.003	$^{b}0.045\pm0.003$	$^{cd}0.046\pm0.003$
	SW	$^{a}0.044\pm0.005$	0.044 ± 0.003	$^{b}0.042\pm0.003$	$^{d}0.041\pm0.004$
พังกาหัวสุม	NW	$^{a}0.039\pm0.003^{b}$	$^{d}0.032\pm0.002^{c}$	0.042 ± 0.003^{b}	$^{a}0.051\pm0.003^{a}$
	2NW	$^{b}0.033\pm0.002$	$^{cd}0.036\pm0.003$	0.041 ± 0.004	$^{b}0.040\pm0.007$
	5NW	$^{a}0.044\pm0.003^{b}$	$^{ab}0.041\pm0.003^{b}$	0.044 ± 0.003^{b}	$^{a}0.053\pm0.002^{a}$
	10NW	$^{a}0.039\pm0.003^{b}$	$^{a}0.045\pm0.003^{a}$	0.047 ± 0.003^{a}	$^{a}0.049\pm0.004^{a}$
	SW	$^{a}0.040\pm0.004$	$^{bc}0.039\pm0.001$	0.039 ± 0.003	$^{b}0.040\pm0.004$
โปรงแดง	NW	0.043 ± 0.004	0.035 ± 0.004	$^{c}0.040\pm0.003$	$^{c}0.042\pm0.003$
	2NW	0.039 ± 0.003^{b}	0.042 ± 0.003^{b}	$^{ab}0.048\pm0.002^{a}$	$^{b}0.049\pm0.002^{a}$
	5NW	0.040 ± 0.004	0.041 ± 0.004	$^{bc}0.043\pm0.003$	$^{b}0.046\pm0.002$
	10NW	0.043 ± 0.004^{b}	0.044 ± 0.003^{b}	$^{a}0.048\pm0.003^{ab}$	$^{a}0.054\pm0.003^{a}$
	SW	0.041 ± 0.006	0.041 ± 0.003	$^{bc}0.043\pm0.003$	$^{c}0.039\pm0.002$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.033±0.003	^{ns}0.023±0.003^{a}	0.003±0.001^{b}	0.003±0.002^{b}
	2NW	0.038±0.002	^{b}0.003±0.001	-0.001±0.002	0.004±0.003
	5NW	0.033±0.006	^{b}0.003±0.003	0.002±0.003	0.003±0.003
	10NW	0.034±0.002	^{b}0.004±0.002	0.005±0.002	0.001±0.002
	SW	0.036±0.005	^{b}0.001±0.002	0.000±0.003	0.000±0.002
โกงกางใบใหญ่	NW	0.039±0.003	^{ns}0.002±0.003	0.002±0.004	0.005±0.003
	2NW	0.036±0.007	0.001±0.002	0.004±0.001	0.000±0.003
	5NW	0.035±0.005	-0.004±0.002	0.002±0.002	0.001±0.003
	10NW	0.035±0.004	0.004±0.005	0.001±0.001	0.003±0.003
	SW	0.035±0.004	0.001±0.004	0.003±0.002	-0.001±0.002
แสมทะเล	NW	0.030±0.003	^{ns}0.014±0.005	0.006±0.003	0.005±0.002
	2NW	0.038±0.004	^{b}0.001±0.002	0.002±0.002	0.000±0.001
	5NW	0.036±0.004	^{b}0.001±0.001	-0.004±0.001	0.001±0.003
	10NW	0.032±0.004	^{b}0.004±0.003	0.001±0.004	-0.001±0.002
	SW	0.036±0.002	^{b}0.005±0.002^{a}	-0.004±0.002^{b}	-0.001±0.004^{ab}
พังกาหัวสุม	NW	0.035±0.005	^{ns}0.003±0.002	0.002±0.002	0.002±0.002
	2NW	0.036±0.002	0.001±0.002	0.003±0.002	0.003±0.002
	5NW	0.034±0.003	0.002±0.002	0.000±0.004	0.002±0.003
	10NW	0.036±0.003	-0.003±0.002	0.000±0.003	-0.001±0.003
	SW	0.034±0.004	0.000±0.002	0.000±0.001	0.004±0.002
โปรงแดง	NW	0.039±0.003	^{ns}0.000±0.003	0.003±0.002	0.002±0.002
	2NW	0.030±0.003	0.003±0.003	0.000±0.003	0.004±0.002
	5NW	0.039±0.004	0.000±0.003	-0.002±0.003	0.001±0.002
	10NW	0.040±0.003	-0.003±0.002	0.001±0.002	0.001±0.001
	SW	0.030±0.002	0.005±0.002	0.000±0.003	0.001±0.002

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

ตารางที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.043±0.001	^{nb}0.008±0.002	0.006±0.004	0.001±0.003
	2NW	0.044±0.003	^{bc}0.006±0.002	0.002±0.004	0.004±0.003
	5NW	0.033±0.004	^{na}0.018±0.002^{a}	0.000±0.002^{b}	0.004±0.003^{b}
	10NW	0.039±0.003	^{c}0.002±0.003	0.006±0.003	^{n}0.007±0.003
	SW	0.033±0.004	^{c}0.001±0.002^{b}	0.002±0.001^{ab}	0.007±0.003^{a}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.043±0.001	^{n}0.002±0.001	0.004±0.003	^{ab}0.006±0.001
	2NW	0.033±0.003	0.006±0.003	0.005±0.004	^{a}0.010±0.003
	5NW	0.048±0.003	^{bn}0.003±0.003	0.001±0.002	^{abc}0.003±0.002
	10NW	0.044±0.003	-0.002±0.001	0.003±0.003	^{ac}-0.003±0.002
	SW	0.043±0.004	-0.001±0.003	0.009±0.005	^{bc}0.002±0.002
แสมทะเล	NW	0.042±0.004	^{n}0.004±0.003	^{b}0.005±0.002	0.003±0.003
	2NW	0.038±0.002	0.003±0.006	^{a}0.012±0.003	0.003±0.002
	5NW	0.034±0.002	^{b}0.007±0.002	^{b}0.004±0.003	0.003±0.002
	10NW	0.040±0.002	0.003±0.003	^{b}0.001±0.003	^{n}0.001±0.003
	SW	0.044±0.005	0.000±0.003	^{b}-0.002±0.003	-0.001±0.004
พังกาหัวสุม	NW	0.039±0.003	^{bc}-0.007±0.002^{b}	^{a}0.010±0.003^{a}	0.010±0.003^{a}
	2NW	0.033±0.002	^{ab}0.003±0.003	^{ab}0.005±0.004	-0.001±0.007
	5NW	0.044±0.003	^{nbc}-0.003±0.003^{b}	^{bc}0.003±0.003^{ab}	0.008±0.002^{a}
	10NW	0.039±0.003	^{a}0.006±0.003^{a}	^{bc}0.002±0.003^{b}	^{bn}0.002±0.004^{b}
	SW	0.040±0.004	^{bc}-0.001±0.001	^{c}0.000±0.003	0.001±0.004
โปรงแดง	NW	0.043±0.004	^{c}-0.008±0.004^{b}	0.004±0.003^{a}	^{a}0.002±0.003^{ab}
	2NW	0.039±0.003	0.003±0.003	0.005±0.002	^{ab}0.002±0.002
	5NW	0.040±0.004	^{bn}0.002±0.004	0.002±0.003	^{a}0.003±0.002
	10NW	0.043±0.004	0.001±0.003	0.004±0.003	^{nbn}0.005±0.003
	SW	0.041±0.006	0.000±0.003	0.002±0.003	^{b}-0.004±0.002

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

4.2.2.8 ไนเตรทในดิน (Nitrate : NO_3^-)

ผลการศึกษาปริมาณไนเตรทในดินชั้นบนและดินชั้นล่างก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.41-4.42) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.167-0.222, 0.157-0.226, 0.153-0.227 และ 0.146-0.193 mg/g soil ตามลำดับ และภายหลังสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนเตรทในดินชั้นบนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.382-0.500, 0.442-588, 0.632-0.785 และ 0.698-0.776 mg/g soil ตามลำดับ และในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.332-0.465, 0.348-0.421, 0.542-0.645 และ 0.565-0.668 mg/g soil ตามลำดับ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนเตรทในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นระหว่างดินชั้นบนและดินชั้นล่าง พบว่าการเพิ่มขึ้นของไนเตรทมีค่าสูงกว่าในดินชั้นบน ทั้งนี้เพราะในดินชั้นบนจะได้รับออกซิเจนจากการปลดปล่อยออกซิเจนโดยรากพืชและจากการแพร่ผ่านทางผิวน้ำมากกว่าในดินชั้นล่าง ดังนั้นแอมโมเนียมไอออนในดิน ซึ่งจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันโดยพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนเพื่อออกซิไดซ์แอมโมเนียมไอออนให้เปลี่ยนเป็นไนเตรท (Mitsch และ Gosselink, 2000) จึงเกิดได้ดีในดินชั้นบนทำให้มีปริมาณของไนเตรทสูงกว่า

ผลการศึกษาปริมาณไนเตรทในดินชั้นบนและดินชั้นล่างก่อนการทดลอง ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.146-0.227 mg/g soil และภายหลังการทดลองที่ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ไนเตรทในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.278-0.728, 0.368-0.758 และ 0.382-0.785 mg/g soil ตามลำดับ และในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.242-0.608, 0.296-0.634 และ 0.332-0.668 mg/g soil ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมไนเตรทในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง (ตาราง ที่ 4.43-4.44) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ โดยปริมาณและการสะสมของไนเตรทในดินมีแนวโน้มสูงขึ้น ในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับที่ ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) รายงานว่าการให้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงแก่พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกโกงกางใบใหญ่มีผลต่อปริมาณไนเตรทในดิน โดยในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง จะมีปริมาณไนเตรทในดินสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมไนเตรทในดินชั้นบน และดินชั้นล่างระหว่างระยะกักเก็บ พบว่าก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.146-0.227 mg/g soil และภายหลังการบำบัดน้ำเสียที่ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน การสะสมไนเตรทในดินชั้นบนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.145-0.550, 0.007-0.107 และ 0.007-0.095 mg/g soil ตามลำดับ และการสะสมไนเตรทในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.067-0.431, -0.035-0.061 และ -0.036-0.082 mg/g soil ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความ

แตกต่างของการสะสมไนเตรทในดินชั้นบนและดินชั้นล่างระหว่างระยะกักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสะสมไนเตรทสูงในชุดทดลองที่มีระยะกักเก็บ 7 วัน เนื่องมาจากได้รับออกซิเจนจากการแพร่ผ่านทางผิวน้ำรวมทั้งการปลดปล่อยทางรากพืช ไนโตรเจนที่เข้าสู่ชุดทดลองจึงถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียมไอออน และไนเตรท ดังนั้นชุดทดลองที่มีระยะกักเก็บนานจึงมีการเปลี่ยนรูปของของไนโตรเจนไปเป็นไนเตรทสูงและสะสมไว้ในดินสูง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมไนเตรทในดินชั้นบน และดินชั้นล่างระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชุดทดลองที่ปลูกพืชมีแนวโน้มการสะสมไนเตรทในดินต่ำกว่าชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช ทั้งนี้เพราะพืชสามารถดูดดึงไนเตรทไปใช้ได้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544; Mitsch และ Gosselink, 2000) ทำให้มีการสะสมไนเตรทต่ำในชุดทดลองที่ปลูกพืช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{a}0.222\pm0.009^{c}$	$^{c}0.474\pm0.010^{b}$	$^{c}0.482\pm0.012^{b}$	$^{c}0.500\pm0.003^{a}$
	2NW	$^{bc}0.194\pm0.014^{d}$	$^{d}0.410\pm0.011^{c}$	$^{b}0.518\pm0.021^{b}$	$^{b}0.588\pm0.009^{a}$
	5NW	$^{d}0.170\pm0.005^{d}$	$^{b}0.705\pm0.018^{c}$	$^{a}0.746\pm0.013^{b}$	$^{a}0.785\pm0.012^{a}$
	10NW	$^{cd}0.178\pm0.011^{c}$	$^{a}0.728\pm0.009^{b}$	$^{a}0.758\pm0.015^{a}$	$^{a}0.776\pm0.006^{a}$
	SW	$^{ab}0.212\pm0.018^{b}$	$^{c}0.465\pm0.008^{a}$	$^{c}0.471\pm0.018^{a}$	$^{d}0.476\pm0.011^{a}$
โกงกางใบใหญ่	NW	0.190 ± 0.013^{c}	$^{d}0.278\pm0.013^{b}$	$^{c}0.368\pm0.013^{a}$	$^{d}0.390\pm0.010^{a}$
	2NW	0.177 ± 0.017^{d}	$^{c}0.374\pm0.014^{c}$	$^{d}0.405\pm0.010^{b}$	$^{c}0.442\pm0.019^{a}$
	5NW	0.171 ± 0.015^{d}	$^{b}0.556\pm0.007^{c}$	$^{b}0.583\pm0.018^{b}$	$^{b}0.678\pm0.008^{a}$
	10NW	0.163 ± 0.010^{d}	$^{a}0.645\pm0.020^{c}$	$^{a}0.696\pm0.011^{b}$	$^{a}0.749\pm0.018^{a}$
	SW	0.167 ± 0.009^{c}	$^{c}0.398\pm0.012^{b}$	$^{c}0.429\pm0.006^{a}$	$^{c}0.445\pm0.010^{a}$
แสมทะเล	NW	0.191 ± 0.012^{c}	$^{b}0.399\pm0.013^{b}$	$^{b}0.453\pm0.012^{a}$	$^{c}0.467\pm0.015^{a}$
	2NW	0.191 ± 0.011^{d}	$^{b}0.382\pm0.015^{c}$	$^{b}0.448\pm0.023^{b}$	$^{c}0.479\pm0.009^{a}$
	5NW	0.190 ± 0.012^{b}	$^{a}0.676\pm0.032^{a}$	$^{a}0.682\pm0.014^{a}$	$^{b}0.692\pm0.014^{a}$
	10NW	0.176 ± 0.004^{c}	$^{a}0.677\pm0.017^{b}$	$^{a}0.692\pm0.009^{b}$	$^{a}0.746\pm0.017^{a}$
	SW	0.175 ± 0.011^{c}	$^{c}0.295\pm0.011^{b}$	$^{c}0.344\pm0.012^{a}$	$^{d}0.348\pm0.009^{a}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{a}0.208\pm0.005^{c}$	$^{d}0.352\pm0.014^{b}$	$^{d}0.374\pm0.007^{a}$	$^{d}0.382\pm0.016^{a}$
	2NW	$^{a}0.226\pm0.021^{c}$	$^{c}0.409\pm0.020^{b}$	$^{c}0.440\pm0.015^{ab}$	$^{c}0.457\pm0.013^{a}$
	5NW	$^{b}0.184\pm0.008^{d}$	$^{b}0.525\pm0.013^{c}$	$^{b}0.586\pm0.028^{b}$	$^{b}0.632\pm0.014^{a}$
	10NW	$^{b}0.179\pm0.011^{d}$	$^{a}0.576\pm0.022^{c}$	$^{a}0.652\pm0.022^{b}$	$^{a}0.739\pm0.015^{a}$
	SW	$^{b}0.172\pm0.012^{b}$	$^{d}0.332\pm0.017^{a}$	$^{d}0.346\pm0.020^{a}$	$^{d}0.357\pm0.014^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{b}0.194\pm0.005^{d}$	$^{c}0.381\pm0.009^{c}$	$^{c}0.404\pm0.013^{b}$	$^{d}0.452\pm0.015^{a}$
	2NW	$^{a}0.213\pm0.011^{d}$	$^{c}0.369\pm0.009^{c}$	$^{b}0.444\pm0.028^{b}$	$^{c}0.486\pm0.008^{a}$
	5NW	$^{a}0.227\pm0.007^{c}$	$^{b}0.560\pm0.009^{b}$	$^{a}0.650\pm0.016^{a}$	$^{b}0.660\pm0.010^{a}$
	10NW	$^{b}0.193\pm0.014^{c}$	$^{a}0.587\pm0.013^{b}$	$^{a}0.670\pm0.019^{a}$	$^{a}0.698\pm0.011^{a}$
	SW	$^{b}0.195\pm0.007^{d}$	$^{d}0.344\pm0.008^{c}$	$^{c}0.409\pm0.011^{b}$	$^{d}0.454\pm0.016^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{a}0.197\pm0.010^{b}$	$^{c}0.446\pm0.014^{a}$	$^{b}0.457\pm0.015^{a}$	$^{c}0.465\pm0.008^{a}$
	2NW	$^{c}0.157\pm0.006^{c}$	$^{d}0.361\pm0.017^{b}$	$^{c}0.398\pm0.011^{a}$	$^{d}0.418\pm0.006^{a}$
	5NW	$^{bc}0.168\pm0.011^{c}$	$^{b}0.573\pm0.005^{b}$	$^{a}0.634\pm0.004^{a}$	$^{b}0.645\pm0.015^{a}$
	10NW	$^{b}0.176\pm0.009^{c}$	$^{a}0.608\pm0.017^{b}$	$^{a}0.627\pm0.013^{b}$	$^{a}0.668\pm0.017^{a}$
	SW	$^{ab}0.183\pm0.011^{c}$	$^{d}0.368\pm0.008^{b}$	$^{c}0.392\pm0.012^{a}$	$^{d}0.402\pm0.008^{a}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{a}0.175\pm0.007^{d}$	$^{c}0.242\pm0.006^{c}$	$^{d}0.301\pm0.009^{b}$	$^{c}0.332\pm0.014^{a}$
	2NW	$^{ab}0.166\pm0.010^{c}$	$^{c}0.357\pm0.010^{b}$	$^{c}0.351\pm0.010^{b}$	$^{b}0.381\pm0.009^{a}$
	5NW	$^{bc}0.153\pm0.011^{b}$	$^{b}0.524\pm0.013^{a}$	$^{b}0.547\pm0.016^{a}$	$^{a}0.542\pm0.022^{a}$
	10NW	$^{c}0.146\pm0.011^{c}$	$^{a}0.555\pm0.024^{b}$	$^{a}0.593\pm0.006^{a}$	$^{a}0.565\pm0.020^{ab}$
	SW	$^{bc}0.154\pm0.009^{c}$	$^{d}0.312\pm0.010^{b}$	$^{c}0.335\pm0.012^{a}$	$^{c}0.347\pm0.015^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{b}0.167\pm0.011^{c}$	$^{b}0.351\pm0.009^{b}$	$^{c}0.359\pm0.008^{b}$	$^{b}0.383\pm0.007^{a}$
	2NW	$^{ab}0.173\pm0.009^{c}$	$^{b}0.355\pm0.008^{b}$	$^{b}0.384\pm0.014^{a}$	$^{c}0.348\pm0.008^{b}$
	5NW	$^{a}0.190\pm0.006^{c}$	$^{a}0.569\pm0.006^{b}$	$^{a}0.590\pm0.006^{a}$	$^{a}0.597\pm0.017^{a}$
	10NW	$^{ab}0.175\pm0.013^{b}$	$^{a}0.568\pm0.024^{a}$	$^{a}0.578\pm0.018^{a}$	$^{a}0.608\pm0.026^{a}$
	SW	$^{b}0.165\pm0.004^{c}$	$^{c}0.274\pm0.018^{b}$	$^{d}0.282\pm0.009^{b}$	$^{d}0.304\pm0.010^{a}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{b}0.179\pm0.016^{d}$	$^{c}0.331\pm0.009^{b}$	$^{c}0.296\pm0.006^{c}$	$^{c}0.360\pm0.009^{a}$
	2NW	$^{a}0.207\pm0.012^{c}$	$^{b}0.382\pm0.015^{a}$	$^{b}0.390\pm0.008^{a}$	$^{cd}0.356\pm0.012^{b}$
	5NW	$^{b}0.168\pm0.009^{c}$	$^{a}0.468\pm0.010^{b}$	$^{a}0.518\pm0.066^{ab}$	$^{b}0.544\pm0.012^{a}$
	10NW	$^{b}0.163\pm0.011^{d}$	$^{a}0.443\pm0.017^{c}$	$^{a}0.504\pm0.015^{b}$	$^{a}0.586\pm0.009^{a}$
	SW	$^{b}0.172\pm0.009^{c}$	$^{d}0.282\pm0.017^{b}$	$^{c}0.299\pm0.015^{ab}$	$^{d}0.330\pm0.025^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{a}0.189\pm0.009^{c}$	$^{b}0.348\pm0.012^{b}$	$^{b}0.374\pm0.025^{ab}$	$^{d}0.393\pm0.005^{a}$
	2NW	$^{bc}0.171\pm0.013^{d}$	$^{b}0.351\pm0.013^{c}$	$^{b}0.393\pm0.008^{b}$	$^{c}0.421\pm0.011^{a}$
	5NW	$^{c}0.165\pm0.003^{c}$	$^{a}0.506\pm0.017^{b}$	$^{a}0.537\pm0.012^{a}$	$^{b}0.550\pm0.023^{a}$
	10NW	$^{abc}0.176\pm0.007^{d}$	$^{a}0.524\pm0.011^{c}$	$^{a}0.546\pm0.007^{b}$	$^{a}0.582\pm0.012^{a}$
	SW	$^{ab}0.188\pm0.009^{c}$	$^{b}0.336\pm0.008^{a}$	$^{c}0.294\pm0.011^{b}$	$^{c}0.348\pm0.009^{a}$

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

ตารางที่ 4.43 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.222±0.009	$^{nb}0.252\pm0.010^{a}$	$^{nb}0.008\pm0.012^{b}$	$^{bc}0.017\pm0.003^{b}$
	2NW	0.194±0.014	$^{nc}0.216\pm0.011^{a}$	$^{na}0.107\pm0.021^{b}$	$^{a}0.070\pm0.009^{b}$
	5NW	0.170±0.005	$^{na}0.534\pm0.018^{a}$	$^{abab}0.041\pm0.013^{b}$	$^{aab}0.039\pm0.012^{b}$
	10NW	0.178±0.011	$^{na}0.550\pm0.009^{a}$	$^{ab}0.030\pm0.015^{b}$	$^{abc}0.018\pm0.006^{b}$
	SW	0.212±0.018	$^{nb}0.253\pm0.008^{a}$	$^{ab}0.006\pm0.018^{b}$	$^{ac}0.005\pm0.011^{b}$
โคกกางใบใหญ่	NW	0.190±0.013	$^{ab}0.088\pm0.013^{a}$	$^{na}0.090\pm0.013^{a}$	$^{c}0.022\pm0.010^{b}$
	2NW	0.177±0.017	$^{nabc}0.197\pm0.014^{a}$	$^{ab}0.032\pm0.010^{b}$	$^{bc}0.037\pm0.019^{b}$
	5NW	0.171±0.015	$^{nb}0.385\pm0.007^{a}$	$^{abab}0.027\pm0.018^{c}$	$^{na}0.095\pm0.008^{b}$
	10NW	0.163±0.010	$^{na}0.482\pm0.020^{a}$	$^{nab}0.051\pm0.011^{b}$	$^{ab}0.053\pm0.018^{b}$
	SW	0.167±0.009	$^{nc}0.231\pm0.012^{a}$	$^{nb}0.030\pm0.006^{b}$	$^{ac}0.016\pm0.010^{b}$
แสมทะเล	NW	0.191±0.012	$^{ab}0.207\pm0.013^{a}$	$^{aab}0.054\pm0.012^{b}$	$^{b}0.014\pm0.015^{c}$
	2NW	0.191±0.011	$^{nab}0.191\pm0.015^{a}$	$^{nba}0.066\pm0.023^{b}$	$^{ab}0.032\pm0.009^{b}$
	5NW	0.190±0.012	$^{na}0.486\pm0.032^{a}$	$^{nc}0.007\pm0.014^{b}$	$^{ab}0.010\pm0.014^{b}$
	10NW	0.176±0.004	$^{na}0.501\pm0.017^{a}$	$^{abc}0.015\pm0.009^{c}$	$^{na}0.055\pm0.017^{b}$
	SW	0.175±0.011	$^{nc}0.121\pm0.011^{a}$	$^{aab}0.048\pm0.012^{b}$	$^{ab}0.005\pm0.009^{c}$
พังกาหัวสุม	NW	0.208±0.005	$^{nc}0.145\pm0.014^{a}$	$^{abab}0.022\pm0.007^{b}$	$^{c}0.007\pm0.016^{b}$
	2NW	0.226±0.021	$^{ac}0.183\pm0.020^{a}$	$^{ab}0.031\pm0.015^{b}$	$^{c}0.017\pm0.013^{b}$
	5NW	0.184±0.008	$^{ab}0.341\pm0.013^{a}$	$^{nba}0.061\pm0.028^{b}$	$^{ab}0.046\pm0.014^{b}$
	10NW	0.179±0.011	$^{na}0.397\pm0.022^{a}$	$^{na}0.076\pm0.022^{b}$	$^{na}0.087\pm0.015^{b}$
	SW	0.172±0.012	$^{ac}0.160\pm0.017^{a}$	$^{ab}0.014\pm0.020^{b}$	$^{ac}0.010\pm0.014^{b}$
โปรงแดง	NW	0.194±0.005	$^{ac}0.188\pm0.009^{a}$	$^{abab}0.023\pm0.013^{b}$	0.048 ± 0.015^{b}
	2NW	0.213±0.011	$^{nbc}0.156\pm0.009^{a}$	$^{nba}0.076\pm0.028^{b}$	0.042 ± 0.008^{b}
	5NW	0.227±0.007	$^{ab}0.334\pm0.009^{a}$	$^{na}0.090\pm0.016^{b}$	$^{a}0.010\pm0.010^{c}$
	10NW	0.193±0.014	$^{na}0.394\pm0.013^{a}$	$^{na}0.084\pm0.019^{b}$	$^{n}0.027\pm0.011^{c}$
	SW	0.195±0.007	$^{ad}0.149\pm0.008^{a}$	$^{na}0.064\pm0.011^{b}$	$^{n}0.045\pm0.016^{c}$

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

ตารางที่ 4.44 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.197±0.010	^{nb}0.249±0.014^{a}	^{yb}0.011±0.015^{b}	^{y}0.007±0.008^{b}
	2NW	0.157±0.006	^{c}0.204±0.017^{a}	^{nab}0.037±0.011^{b}	^{n}0.020±0.006^{b}
	5NW	0.168±0.011	^{na}0.405±0.005^{a}	^{a}0.061±0.004^{b}	0.011±0.015^{c}
	10NW	0.176±0.009	^{na}0.431±0.017^{a}	^{b}0.020±0.013^{b}	^{y}0.041±0.017^{b}
	SW	0.183±0.011	^{nc}0.185±0.008^{a}	^{nb}0.024±0.012^{b}	^{y}0.010±0.008^{b}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.175±0.007	^{xc}0.067±0.006^{a}	^{na}0.059±0.009^{a}	^{ya}0.031±0.014^{b}
	2NW	0.166±0.010	^{c}0.192±0.010^{a}	^{nc}-0.006±0.010^{c}	^{na}0.030±0.009^{b}
	5NW	0.153±0.011	^{yb}0.371±0.013^{a}	^{bc}0.023±0.016^{b}	^{bc}-0.005±0.022^{c}
	10NW	0.146±0.011	^{na}0.409±0.024^{a}	^{ab}0.038±0.006^{b}	^{nc}-0.028±0.020^{c}
	SW	0.154±0.009	^{xd}0.158±0.010^{a}	^{nbc}0.023±0.012^{b}	^{yab}0.012±0.015^{b}
แสมทะเล	NW	0.167±0.011	^{yb}0.185±0.009^{a}	^{y}0.008±0.008^{b}	^{ya}0.024±0.007^{b}
	2NW	0.173±0.009	^{b}0.182±0.008^{a}	^{ny}0.029±0.014^{b}	^{yb}-0.036±0.008^{c}
	5NW	0.190±0.006	^{ya}0.379±0.006^{a}	0.021±0.006^{b}	^{a}0.007±0.017^{b}
	10NW	0.175±0.013	^{nya}0.393±0.024^{a}	0.010±0.018^{b}	^{ya}0.030±0.026^{b}
	SW	0.165±0.004	^{nc}0.109±0.018^{a}	^{n}0.009±0.009^{b}	^{ya}0.022±0.010^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.179±0.016	^{nb}0.152±0.009^{a}	^{nb}-0.035±0.006^{c}	^{na}0.065±0.009^{b}
	2NW	0.207±0.012	^{b}0.175±0.015^{a}	^{ynab}0.008±0.008^{b}	^{yb}-0.035±0.012^{c}
	5NW	0.168±0.009	^{xa}0.299±0.010^{a}	^{a}0.050±0.066^{b}	^{ab}0.026±0.012^{b}
	10NW	0.163±0.011	^{na}0.280±0.017^{a}	^{a}0.061±0.015^{b}	^{na}0.082±0.009^{b}
	SW	0.172±0.009	^{nc}0.110±0.017^{a}	^{nab}0.017±0.015^{b}	^{nya}0.031±0.025^{b}
โปรงแดง	NW	0.189±0.009	^{nb}0.159±0.012^{a}	^{nya}0.026±0.025^{b}	^{y}0.019±0.005^{b}
	2NW	0.171±0.013	^{b}0.179±0.013^{a}	^{na}0.042±0.008^{b}	^{n}0.028±0.011^{b}
	5NW	0.165±0.003	^{na}0.340±0.017^{a}	^{a}0.031±0.012^{b}	0.013±0.023^{b}
	10NW	0.176±0.007	^{ya}0.348±0.011^{a}	^{a}0.022±0.007^{b}	^{y}0.035±0.012^{b}
	SW	0.188±0.009	^{yb}0.148±0.008^{a}	^{yb}-0.041±0.011^{c}	^{n}0.054±0.009^{b}

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

4.2.2.9 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total Phosphorus : TP)

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน และดินชั้นล่างก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.45-4.46) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.093-0.117, 0.094-0.115, 0.099-0.115 และ 0.098-0.124 mg/g dry wt. และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ฟอสฟอรัสในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.127-0.142, 0.177-0.187, 0.245-0.279 และ 0.323-0.407 mg/g dry wt. ตามลำดับ และในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.109-0.119, 0.108-0.119, 0.112-0.116 และ 0.103-0.120 mg/g dry wt. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำเสียสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ชุดทดลองส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ โดยอนุภาคดินเหนียวในรูปของฟอสเฟต ซึ่งส่วนใหญ่การบำบัดฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำ จะเกิดจากการที่ฟอสเฟตถูกดูดซับไว้กับอนุภาคดินเหนียว นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังตกตะกอนร่วมกับเหล็ก (Fe^{3+}) อลูมิเนียม (Al^{3+}) แคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Mg^{2+}) สะสมอยู่ในดินตะกอนของระบบ (Mitsch และ Gosselink, 2000) และการนำฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตของพืชมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดซับไว้โดยอนุภาคดินเหนียวในพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (สุวสา กานตวนิชกูร, 2544)

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน และดินชั้นล่างก่อนการทดลอง พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.093-0.124 mg/g dry wt. และภายหลังการทดลองที่ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.116-0.244, 0.117-0.341 และ 0.127-0.407 mg/g dry wt. ตามลำดับ และในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.098-0.117, 0.100-0.116 และ 0.103-0.120 mg/g dry wt. ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.47-4.48) ระหว่างระยะกักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีค่าสูงเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน เนื่องมาจากฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ชุดทดลอง เมื่อเปลี่ยนไปอยู่ในรูปฟอสเฟตจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวจากกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ ดังนั้นเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำนานจึงมีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในดินสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน คือมีแนวโน้มการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนปกติ และมีการสะสมสูงขึ้นในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนมีแนวโน้มสูงกว่าในดินชั้นล่าง เนื่องจากฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ชุดทดลองส่วนมากจะถูกดูดซับไว้ในดินชั้น

บนหรือฟอสฟอรัสอาจเกิดการตกตะกอนกับอนุภาคต่างๆ ในน้ำเสียสะสมอยู่บริเวณดินชั้นบนทำให้มีการสะสมฟอสฟอรัสในดินชั้นบนสูงกว่าในดินชั้นล่าง (Okurut และคณะ, 1999)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชุดทดลองที่ปลูกพืชมีแนวโน้มของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินต่ำกว่าในชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช เนื่องจากพืชสามารถดูดดึงฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟตไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.113±0.008^{b}	^{c}0.133±0.004^{a}	^{d}0.133±0.004^{a}	^{d}0.142±0.010^{a}
	2NW	0.115±0.013^{c}	^{c}0.127±0.010^{c}	^{c}0.156±0.007^{b}	^{c}0.177±0.006^{a}
	5NW	0.108±0.007^{d}	^{b}0.179±0.010^{c}	^{b}0.226±0.005^{b}	^{b}0.272±0.004^{a}
	10NW	0.112±0.010^{d}	^{a}0.244±0.007^{c}	^{a}0.341±0.007^{b}	^{a}0.397±0.006^{a}
	SW	0.110±0.008	^{d}0.108±0.004	^{c}0.110±0.003	^{c}0.118±0.007
โกงกางใบใหญ่	NW	0.111±0.005^{b}	^{c}0.127±0.006^{a}	^{d}0.128±0.007^{a}	^{d}0.128±0.007^{a}
	2NW	0.113±0.008^{c}	^{c}0.121±0.004^{c}	^{c}0.153±0.003^{b}	^{c}0.184±0.003^{a}
	5NW	0.103±0.003^{d}	^{b}0.160±0.006^{c}	^{b}0.208±0.007^{b}	^{b}0.279±0.007^{a}
	10NW	0.107±0.007^{d}	^{a}0.223±0.008^{c}	^{a}0.266±0.003^{b}	^{a}0.393±0.003^{a}
	SW	0.095±0.010	^{d}0.104±0.010	^{c}0.115±0.007	^{c}0.110±0.005
แสมทะเล	NW	^{c}0.093±0.008^{c}	^{d}0.116±0.002^{b}	^{d}0.117±0.004^{b}	^{d}0.127±0.003^{a}
	2NW	^{ab}0.110±0.006^{d}	^{c}0.131±0.010^{c}	^{c}0.151±0.007^{b}	^{c}0.179±0.002^{a}
	5NW	^{a}0.115±0.007^{d}	^{b}0.163±0.005^{c}	^{b}0.210±0.003^{b}	^{b}0.245±0.003^{a}
	10NW	^{a}0.124±0.010^{d}	^{a}0.219±0.004^{c}	^{a}0.297±0.007^{b}	^{a}0.407±0.007^{a}
	SW	^{bc}0.098±0.007^{b}	^{c}0.097±0.007^{b}	^{d}0.111±0.004^{ab}	^{d}0.118±0.010^{a}
พังกาหัวสุม	NW	0.117±0.008^{b}	^{c}0.131±0.007^{a}	^{d}0.130±0.006^{a}	^{d}0.140±0.005^{a}
	2NW	0.101±0.013^{d}	^{cd}0.122±0.007^{c}	^{c}0.149±0.005^{b}	^{c}0.178±0.004^{a}
	5NW	0.100±0.003^{d}	^{b}0.160±0.010^{c}	^{b}0.207±0.005^{b}	^{b}0.264±0.004^{a}
	10NW	0.114±0.013^{d}	^{a}0.215±0.006^{c}	^{a}0.293±0.003^{b}	^{a}0.362±0.003^{a}
	SW	0.107±0.003^{b}	^{d}0.110±0.006^{b}	^{d}0.126±0.007^{a}	^{c}0.128±0.006^{a}
โปรงแดง	NW	^{b}0.096±0.006^{b}	^{d}0.117±0.005^{a}	^{cd}0.129±0.010^{a}	^{d}0.131±0.010^{a}
	2NW	^{b}0.094±0.010^{c}	^{c}0.134±0.005^{b}	^{c}0.142±0.003^{b}	^{c}0.187±0.010^{a}
	5NW	^{a}0.112±0.004^{d}	^{b}0.150±0.004^{c}	^{b}0.210±0.010^{b}	^{b}0.258±0.004^{a}
	10NW	^{ab}0.106±0.005^{d}	^{a}0.224±0.002^{c}	^{a}0.259±0.005^{b}	^{a}0.323±0.010^{a}
	SW	^{ab}0.103±0.004	^{d}0.110±0.011	^{d}0.117±0.007	^{d}0.121±0.009

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.46 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.095±0.005[b]	0.112±0.008[a]	0.110±0.002[a]	0.114±0.010[a]
	2NW	0.105±0.004	0.111±0.014	0.113±0.009	0.119±0.010
	5NW	0.099±0.006	0.111±0.010	0.111±0.007	0.114±0.002
	10NW	0.098±0.003[b]	0.112±0.003[a]	0.105±0.004[ab]	0.111±0.006[a]
	SW	0.098±0.009	0.104±0.008	0.106±0.010	0.104±0.009
โกงกางใบใหญ่	NW	0.112±0.010	0.114±0.006	0.114±0.007	[a]0.119±0.006
	2NW	0.112±0.006	0.105±0.012	0.111±0.008	[a]0.115±0.004
	5NW	0.107±0.013	0.104±0.007	0.108±0.005	[a]0.115±0.004
	10NW	0.103±0.002[b]	0.117±0.007[a]	0.100±0.007[b]	[b]0.103±0.003[b]
	SW	0.094±0.006	0.096±0.010	0.097±0.007	[b]0.099±0.002
แสมทะเล	NW	0.102±0.006	0.107±0.013	[ab]0.113±0.005	0.111±0.003
	2NW	0.110±0.003	0.106±0.011	[bc]0.107±0.004	0.108±0.007
	5NW	0.104±0.010	0.098±0.005	[abc]0.108±0.003	0.114±0.010
	10NW	0.113±0.004	0.116±0.005	[a]0.116±0.004	0.118±0.004
	SW	0.097±0.013	0.098±0.007	[c]0.103±0.005	0.108±0.004
พังกาหัวสุม	NW	0.105±0.005	0.113±0.008	0.113±0.010	0.109±0.002
	2NW	0.112±0.013	0.106±0.010	0.111±0.007	0.113±0.006
	5NW	0.108±0.007	0.101±0.010	0.109±0.005	0.116±0.004
	10NW	0.115±0.010	0.112±0.003	0.113±0.008	0.120±0.007
	SW	0.101±0.010	0.103±0.005	0.111±0.003	0.116±0.010
โปรงแดง	NW	0.099±0.010	[a]0.114±0.006	0.111±0.012	[ab]0.109±0.004
	2NW	0.100±0.008[b]	[a]0.113±0.004[a]	0.112±0.003[a]	[a]0.118±0.003[a]
	5NW	0.109±0.003	[ab]0.100±0.006	0.111±0.007	[a]0.112±0.007
	10NW	0.110±0.010	[ab]0.105±0.012	0.108±0.014	[ab]0.109±0.003
	SW	0.096±0.003	[b]0.095±0.006	0.100±0.007	[b]0.101±0.007

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.47 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.113±0.008	^{nwBC}0.020±0.004^{a}	^{wd}0.000±0.000^{c}	nd0.009±0.006^{b}
	2NW	0.115±0.013	nd0.012±0.003^{c}	^{nwC}0.029±0.003^{a}	^{nC}0.021±0.001^{b}
	5NW	0.108±0.007	^{nb}0.071±0.003^{a}	^{wb}0.047±0.005^{b}	^{nB}0.046±0.001^{b}
	10NW	0.112±0.010	^{na}0.132±0.003^{a}	^{na}0.097±0.000^{b}	^{wa}0.056±0.001^{c}
	SW	0.110±0.008	^{wc}-0.002±0.004^{b}	nd0.002±0.001^{ab}	nd0.008±0.004^{a}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.111±0.005	^{wBC}0.016±0.001^{a}	^{wc}0.001±0.001^{b}	^{wd}0.000±0.000^{b}
	2NW	0.113±0.008	nd0.008±0.004^{b}	^{nc}0.032±0.001^{a}	^{wC}0.031±0.000^{a}
	5NW	0.103±0.003	^{wb}0.057±0.003^{b}	^{wa}0.048±0.001^{c}	^{nb}0.071±0.000^{a}
	10NW	0.107±0.007	^{wa}0.116±0.001^{b}	^{nb}0.043±0.005^{c}	^{na}0.127±0.000^{a}
	SW	0.095±0.010	nd0.009±0.000^{a}	^{nwd}0.011±0.003^{a}	^{wc}-0.005±0.002^{b}
แสมทะเล	NW	0.093±0.008	^{nc}0.023±0.006^{a}	^{wc}0.001±0.002^{c}	nd0.010±0.001^{b}
	2NW	0.110±0.006	^{wc}0.021±0.004	^{nc}0.020±0.003	^{wBC}0.028±0.005
	5NW	0.115±0.007	^{nb}0.048±0.002^{a}	^{wb}0.047±0.002^{a}	^{4b}0.035±0.000^{b}
	10NW	0.124±0.010	^{na}0.095±0.006^{b}	^{wa}0.078±0.003^{c}	^{wa}0.110±0.000^{a}
	SW	0.098±0.007	^{wd}-0.001±0.000^{b}	nd0.014±0.003^{a}	nd0.007±0.006^{a}
พังกาหัวสุม	NW	0.117±0.008	^{nc}0.014±0.001^{a}	^{wc}-0.001±0.001^{c}	nd0.010±0.001^{b}
	2NW	0.101±0.013	^{wc}0.021±0.006	^{wc}0.027±0.002	^{wc}0.029±0.001
	5NW	0.100±0.003	^{wb}0.060±0.007^{a}	^{wb}0.047±0.005^{b}	^{wb}0.057±0.001^{a}
	10NW	0.114±0.013	^{na}0.101±0.007^{a}	^{wa}0.078±0.003^{b}	^{na}0.069±0.000^{c}
	SW	0.107±0.003	^{nwd}0.003±0.003^{b}	nd0.016±0.001^{a}	^{nc}0.002±0.001^{b}
โปรงแดง	NW	0.096±0.006	^{nwC}0.021±0.001^{a}	^{nc}0.012±0.005^{b}	^{wc}0.002±0.000^{c}
	2NW	0.094±0.010	^{nb}0.040±0.005^{a}	^{4c}0.008±0.002^{b}	^{nB}0.045±0.007^{a}
	5NW	0.112±0.004	^{4b}0.038±0.000^{c}	^{na}0.060±0.006^{a}	^{nb}0.048±0.006^{b}
	10NW	0.106±0.005	^{wa}0.118±0.003^{a}	^{4b}0.035±0.003^{c}	^{4a}0.064±0.005^{b}
	SW	0.103±0.004	nd0.007±0.007	^{wc}0.007±0.004	^{nc}0.004±0.002

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

ตารางที่ 4.48 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.095±0.005	^{n}0.017±0.003^{a}	-0.002±0.006^{b}	0.004±0.008^{b}
	2NW	0.105±0.004	^{nv}0.006±0.010	0.002±0.005	0.006±0.001
	5NW	0.099±0.006	^{n}0.012±0.004^{a}	^{n}0.000±0.003^{b}	0.003±0.005^{b}
	10NW	0.098±0.003	^{n}0.014±0.000^{a}	^{v}-0.007±0.001^{c}	0.006±0.002^{b}
	SW	0.098±0.009	0.006±0.001^{a}	^{v}0.002±0.002^{b}	-0.002±0.001^{c}
ไกงกางใบใหญ่	NW	0.112±0.010	^{nb}0.002±0.004	^{b}0.000±0.001	0.005±0.001
	2NW	0.112±0.006	^{vb}-0.007±0.006^{b}	^{a}0.006±0.004^{a}	0.004±0.004^{a}
	5NW	0.107±0.013	^{vb}-0.003±0.006^{b}	$^{vna b}$0.004±0.002^{ab}	0.007±0.001^{a}
	10NW	0.103±0.002	^{na}0.014±0.005^{a}	^{nc}-0.017±0.000^{c}	0.003±0.004^{b}
	SW	0.094±0.006	^{b}0.002±0.004	^{vb}0.001±0.003	0.002±0.005
แสมทะเล	NW	0.102±0.006	^{n}0.005±0.007	0.006±0.008	-0.002±0.002
	2NW	0.110±0.003	^{v}-0.004±0.008	0.001±0.007	0.001±0.003
	5NW	0.104±0.010	^{v}-0.006±0.005^{b}	^{n}0.010±0.002^{a}	0.006±0.007^{a}
	10NW	0.113±0.004	^{v}0.003±0.001^{a}	^{n}0.000±0.001^{b}	0.002±0.000^{a}
	SW	0.097±0.013	0.001±0.006	^{nv}0.005±0.002	0.005±0.001
พังกาหัวสุม	NW	0.105±0.005	^{vna}0.008±0.003	0.000±0.002	-0.004±0.008
	2NW	0.112±0.013	^{vbc}-0.006±0.003^{b}	0.005±0.003^{a}	0.002±0.001^{a}
	5NW	0.108±0.007	^{vc}-0.007±0.003^{b}	^{nv}0.008±0.005^{a}	0.007±0.001^{a}
	10NW	0.115±0.010	^{vabc}-0.003±0.007	^{n}0.001±0.005	0.007±0.001
	SW	0.101±0.010	^{ab}0.002±0.005	^{n}0.008±0.002	0.005±0.007
โปรงแดง	NW	0.099±0.010	^{nva}0.015±0.004^{a}	^{d}-0.003±0.006^{b}	-0.002±0.008^{b}
	2NW	0.100±0.008	^{na}0.013±0.004^{a}	^{cd}-0.001±0.001^{b}	0.006±0.000^{b}
	5NW	0.109±0.003	^{vc}-0.009±0.003^{c}	^{na}0.011±0.001^{a}	0.001±0.000^{b}
	10NW	0.110±0.010	^{nbc}-0.005±0.002	^{nbc}0.003±0.002	0.001±0.011
	SW	0.096±0.003	^{b}-0.001±0.003^{b}	^{nvb}0.005±0.001^{a}	0.001±0.000^{b}

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

4.2.2.10 ออร์โธฟอสเฟต(Ortho-Phosphate)

ผลการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.49) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.080-0.109, 0.081-0.101, 0.080-0.094 และ 0.087-0.106 mg/g dry wt. และภายหลังสิ้นสุดการทดลองออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.107-0.116, 0.144-0.156, 0.195-0.231 และ 0.284-0.361 mg/g dry wt. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณของออร์โธฟอสเฟตสูงในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Tam (1998) อ้างถึงในปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ซึ่งรายงานว่าป่าชายเลนที่ได้รับน้ำเสียที่มีออร์โธฟอสเฟต 40.00 mg/l จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสะสมในดินสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รับน้ำเสีย คือ 58.00 และ 11.99 mg/g ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการสะสมออร์โธฟอสเฟตมีค่าสูงในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นสูง

ผลการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่างก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4.50) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.084-0.096, 0.084-0.094, 0.084-0.088 และ 0.085-0.096 mg/g dry wt. และภายหลังสิ้นสุดการทดลองออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสียที่ได้รับ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.093-0.099, 0.092-0.099, 0.090-0.098 และ 0.089-0.099 mg/g dry wt. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เนื่องจากออร์โธฟอสเฟตจะถูกดูดซับไว้ที่ดินชั้นบนเป็นส่วนใหญ่

ผลการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบน และดินชั้นล่างก่อนการทดลอง พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.080-0.109 mg/g dry wt. และภายหลังการทดลองที่ระยะกักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน ออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.098-0.212, 0.099-0.281 และ 0.107-0.361 mg/g dry wt. ตามลำดับ และในดินชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.087-0.098, 0.088-0.099 และ 0.089-0.099 mg/g dry wt. ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบน ระหว่างระยะกักเก็บพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินมีค่าสูงขึ้นตลอดการทดลอง ดังนั้นจึงเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบน (ตารางที่ 4.51) ระหว่างระยะกักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างทางสถิติ โดยการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินมีค่าสูงเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน เนื่องจากออร์โธฟอสเฟตที่เข้าสู่ชุดทดลอง

จะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ ดังนั้นเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำนานจึงมีการสะสมออร์โธฟอสเฟตอยู่ในดินสูง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่าง ระหว่างระยะกักเก็บ พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.52) พบว่ามีแนวโน้มการสะสมออร์โธฟอสเฟตต่ำกว่าในดินชั้นบน สอ ดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นล่างที่มีค่าต่ำกว่าดินชั้นบน เนื่องจากฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ชุดทดลองส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟตจึงถูกดูดซับไว้ในดินชั้นบนและเกิดการตกตะกอนกับอนุภาคต่างๆ ในน้ำเสียสะสมอยู่บริเวณดินชั้นบนส่งผลให้มีการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบนสูง (Okurut และคณะ, 1999)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นบน ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรในแต่ละชุดทดลองและเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมออร์โธฟอสเฟตในดินชั้นล่างระหว่างชนิดพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.49 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟต(mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.104±0.003	^{cd}0.108±0.005	^{d}0.110±0.008	^{d}0.114±0.004
	2NW	0.101±0.005^{c}	^{c}0.117±0.010^{b}	^{c}0.140±0.007^{a}	^{c}0.153±0.009^{a}
	5NW	0.092±0.008^{d}	^{b}0.158±0.009^{c}	^{b}0.204±0.013^{b}	^{b}0.231±0.007^{a}
	10NW	0.089±0.010^{d}	^{a}0.212±0.007^{c}	^{a}0.281±0.009^{b}	^{a}0.325±0.010^{a}
	SW	0.095±0.006	^{d}0.097±0.010	^{d}0.097±0.007	^{d}0.098±0.013
ไกงกางใบใหญ่	NW	0.101±0.009	^{cd}0.104±0.008	^{d}0.106±0.006	^{d}0.110±0.007
	2NW	0.094±0.008^{c}	^{c}0.109±0.007^{c}	^{c}0.130±0.010^{b}	^{c}0.154±0.011^{a}
	5NW	0.085±0.006^{d}	^{b}0.140±0.011^{c}	^{b}0.182±0.010^{b}	^{b}0.213±0.003^{a}
	10NW	0.087±0.006^{d}	^{a}0.178±0.003^{c}	^{a}0.233±0.011^{b}	^{a}0.313±0.013^{a}
	SW	0.082±0.013	^{d}0.094±0.007	^{d}0.095±0.011	^{d}0.096±0.010
แสมทะเล	NW	0.080±0.011	^{d}0.098±0.002	^{d}0.099±0.013	^{d}0.107±0.010
	2NW	0.090±0.008^{d}	^{c}0.115±0.003^{c}	^{c}0.134±0.004^{b}	^{c}0.148±0.008^{a}
	5NW	0.094±0.013^{c}	^{b}0.147±0.005^{b}	^{b}0.180±0.007^{a}	^{b}0.195±0.004^{a}
	10NW	0.106±0.005^{d}	^{a}0.188±0.004^{c}	^{a}0.255±0.005^{b}	^{a}0.361±0.010^{a}
	SW	0.084±0.010	^{d}0.088±0.010	^{d}0.091±0.005	^{c}0.092±0.003
พังกาหัวสุม	NW	^{a}0.109±0.005	^{c}0.111±0.003	^{d}0.114±0.010	^{d}0.116±0.006
	2NW	^{bc}0.086±0.006^{d}	^{c}0.108±0.004^{c}	^{c}0.131±0.007^{b}	^{c}0.144±0.002^{a}
	5NW	^{c}0.080±0.010^{d}	^{b}0.142±0.008^{c}	^{b}0.176±0.007^{b}	^{b}0.218±0.010^{a}
	10NW	^{b}0.095±0.009^{d}	^{a}0.186±0.010^{c}	^{a}0.247±0.008^{b}	^{a}0.324±0.007^{a}
	SW	^{bc}0.092±0.007	^{c}0.101±0.002	^{d}0.102±0.008	^{c}0.103±0.004
โปรงแดง	NW	0.088±0.008^{b}	^{c}0.100±0.004^{a}	^{d}0.105±0.007^{a}	^{d}0.109±0.005^{a}
	2NW	0.081±0.013^{c}	^{b}0.119±0.010^{b}	^{c}0.127±0.010^{b}	^{c}0.156±0.003^{a}
	5NW	0.088±0.007^{d}	^{b}0.131±0.010^{c}	^{b}0.184±0.003^{b}	^{b}0.219±0.007^{a}
	10NW	0.090±0.008^{d}	^{a}0.190±0.013^{c}	^{a}0.227±0.010^{b}	^{a}0.284±0.010^{a}
	SW	0.091±0.007	^{c}0.098±0.003	^{d}0.099±0.010	^{d}0.101±0.010

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.50 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟต(mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.086±0.005	0.090±0.005	0.091±0.003	0.097±0.003
	2NW	0.094±0.003	0.097±0.004	0.098±0.007	0.099±0.007
	5NW	0.085±0.004	0.091±0.007	0.095±0.004	0.098±0.007
	10NW	0.086±0.003	0.088±0.003	0.089±0.007	0.091±0.010
	SW	0.088±0.003	0.090±0.006	0.092±0.005	0.093±0.004
โกงกางใบใหญ่	NW	0.096±0.007	^{a}0.098±0.003	0.098±0.004	0.099±0.007
	2NW	0.091±0.004	^{ab}0.093±0.006	0.094±0.003	0.094±0.005
	5NW	0.088±0.006	^{b}0.090±0.003	0.093±0.007	0.095±0.005
	10NW	0.085±0.005	^{bc}0.087±0.002	0.088±0.003	0.089±0.004
	SW	0.081±0.007	^{c}0.083±0.003	0.085±0.007	0.086±0.004
แสมทะเล	NW	^{b}0.084±0.005	^{b}0.090±0.005	0.092±0.010	0.094±0.004
	2NW	^{b}0.087±0.007	^{b}0.090±0.002	0.091±0.005	0.092±0.010
	5NW	^{b}0.084±0.003	^{b}0.088±0.005	0.090±0.004	0.091±0.010
	10NW	^{a}0.096±0.003	^{a}0.098±0.004	0.099±0.007	0.099±0.010
	SW	^{b}0.085±0.004	^{b}0.086±0.002	0.087±0.003	0.088±0.010
พังกาหัวสุม	NW	0.091±0.010	0.093±0.007	0.093±0.007	0.094±0.006
	2NW	0.087±0.003	0.091±0.004	0.094±0.003	0.095±0.004
	5NW	0.085±0.007	0.088±0.010	0.089±0.006	0.090±0.006
	10NW	0.093±0.010	0.096±0.010	0.097±0.005	0.098±0.007
	SW	0.090±0.007	0.093±0.007	0.094±0.005	0.095±0.007
โปรงแดง	NW	0.087±0.006	0.091±0.008	0.093±0.003	0.093±0.002
	2NW	0.084±0.004	0.095±0.010	0.097±0.007	0.096±0.010
	5NW	0.085±0.003	0.088±0.006	0.090±0.010	0.091±0.005
	10NW	0.089±0.007	0.092±0.010	0.093±0.003	0.094±0.003
	SW	0.085±0.003	0.086±0.005	0.086±0.010	0.087±0.003

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.51 ค่าเฉลี่ยการสะสมออร์โธฟอสเฟตของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟต(mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.104±0.003	^{xnd}0.004±0.002	^{d}0.002±0.003	^{d}0.004±0.004
	2NW	0.101±0.005	^{n1c}0.016±0.005^{ab}	^{nc}0.023±0003^{a}	^{xc}0.013±0.002^{b}
	5NW	0.092±0.008	^{nb}0.066±0.001^{a}	^{xb}0.046±0.004^{b}	^{xb}0.027±0.006^{c}
	10NW	0.089±0.010	^{na}0.123±0.003^{a}	^{na}0.069±0.002^{b}	^{xa}0.044±0.001^{c}
	SW	0.095±0.006	^{d}0.002±0.004	^{d}0.000±0.003	^{d}0.001±0.006
โคงกางใบใหญ่	NW	0.101±0.009	nd0.003±0.001	^{d}0.002±0.002	^{d}0.004±0.001
	2NW	0.094±0.008	^{xc}0.015±0.001^{b}	^{nc}0.021±0.003^{a}	^{nc}0.024±0.001^{a}
	5NW	0.085±0.006	^{xnb}0.055±0.005^{a}	^{xb}0.042±0.001^{b}	^{xb}0.031±0.007^{c}
	10NW	0.087±0.006	^{na}0.091±0.003^{a}	^{na}0.055±0.008^{c}	^{xa}0.080±0.002^{b}
	SW	0.082±0.013	^{c}0.012±0.006^{a}	^{d}0.001±0.004^{b}	^{d}0.001±0.001^{b}
แสมทะเล	NW	0.080±0.011	^{nc}0.018±0.009	^{d}0.001±0.011	^{c}0.008±0.003
	2NW	0.090±0.008	^{xc}0.025±0.005^{a}	^{nc}0.019±0.001^{ab}	^{xbc}0.014±0.004^{b}
	5NW	0.094±0.013	^{nb}0.053±0.008^{a}	^{nb}0.033±0.002^{b}	^{nb}0.015±0.003^{c}
	10NW	0.106±0.005	^{xa}0.082±0.001^{b}	^{nxa}0.067±0.001^{c}	^{na}0.106±0.005^{a}
	SW	0.084±0.010	^{d}0.004±0.000	^{d}0.003±0.005	^{d}0.001±0.002
พังกาหัวสุม	NW	0.109±0.005	^{nc}0.002±0.002	^{d}0.003±0.007	^{d}0.002±0.004
	2NW	0.086±0.006	^{xnc}0.022±0.002^{a}	^{nc}0.023±0.003^{a}	^{xc}0.013±0.005^{b}
	5NW	0.080±0.010	^{nxb}0.062±0.002^{a}	^{nb}0.034±0.001^{c}	^{nb}0.042±0.003^{b}
	10NW	0.095±0.009	^{na}0.091±0.001^{a}	^{xna}0.061±0.002^{c}	^{xa}0.077±0.001^{b}
	SW	0.092±0.007	^{d}0.009±0.005	^{d}0.001±0.006	^{d}0.001±0.004
โปรงแดง	NW	0.088±0.008	^{nxc}0.012±0.004^{a}	^{c}0.005±0.003^{b}	^{c}0.004±0.002^{b}
	2NW	0.081±0.013	^{nb}0.038±0.003^{a}	^{xc}0.008±0.000^{c}	^{nb}0.029±0.007^{b}
	5NW	0.088±0.007	^{xb}0.043±0.003^{b}	^{na}0.053±0.007^{a}	^{nxb}0.035±0.004^{b}
	10NW	0.090±0.008	^{xa}0.100±0.005^{a}	^{xb}0.037±0.003^{c}	^{na}0.057±0.000^{b}
	SW	0.091±0.007	^{c}0.007±0.004	^{c}0.001±0.007	^{c}0.002±0.000

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

ตารางที่ 4.52 ค่าเฉลี่ยการสะสมออร์โธฟอสเฟตของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟต(mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.086±0.005	0.004±0.000[a]	0.001±0.002[b]	0.006±0.000[a]
	2NW	0.094±0.003	0.003±0.001	0.001±0.003	0.001±0.000
	5NW	0.085±0.004	0.006±0.003	0.004±0.003	0.003±0.003
	10NW	0.086±0.003	0.002±0.000	0.001±0.004	0.002±0.003
	SW	0.088±0.003	0.002±0.003	0.002±0.001	0.001±0.001
โกงกางใบใหญ่	NW	0.096±0.007	0.002±0.004	0.000±0.001	0.001±0.003
	2NW	0.091±0.004	0.002±0.002	0.001±0.003	0.000±0.002
	5NW	0.088±0.006	0.002±0.003	0.003±0.004	0.002±0.002
	10NW	0.085±0.005	0.002±0.003	0.001±0.001	0.001±0.001
	SW	0.081±0.007	0.002±0.004	0.002±0.004	0.001±0.003
แสมทะเล	NW	0.084±0.005	0.006±0.000	0.002±0.005	0.002±0.006
	2NW	0.087±0.007	0.003±0.005	0.001±0.003	0.001±0.005
	5NW	0.084±0.003	0.004±0.002	0.002±0.001	0.001±0.006
	10NW	0.096±0.003	0.002±0.001	0.001±0.003	0.000±0.003
	SW	0.085±0.004	0.001±0.002	0.001±0.001	0.001±0.007
พังกาหัวสุม	NW	0.091±0.010	0.002±0.003	0.000±0.000	0.001±0.001
	2NW	0.087±0.003	0.004±0.001[a]	0.003±0.001[a]	0.001±0.001[b]
	5NW	0.085±0.007	0.003±0.003	0.001±0.004	0.001±0.000
	10NW	0.093±0.010	0.003±0.000	0.001±0.005	0.001±0.002
	SW	0.090±0.007	0.003±0.000	0.001±0.002	0.001±0.002
โปรงแดง	NW	0.087±0.006	[b]0.004±0.002	0.002±0.005	0.000±0.001
	2NW	0.084±0.004	[a]0.011±0.006[a]	0.002±0.003[b]	-0.001±0.003[b]
	5NW	0.085±0.003	[b]0.003±0.003	0.002±0.004	0.001±0.005
	10NW	0.089±0.007	[b]0.003±0.003	0.001±0.007	0.001±0.000
	SW	0.085±0.003	[b]0.001±0.002	0.000±0.005	0.001±0.007

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

4.3 การศึกษาการเจริญเติบโตและองค์ประกอบธาตุอาหารของพืช

4.3.1 การเจริญเติบโตด้านความสูง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.53 และ รูปที่ 4.13) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสีย พบว่ากล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 59.55-66.34, 55.01-64.90, 41.85-45.49 และ 38.50-42.01 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยโกงกางใบใหญ่มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 67.19-72.64, 80.75-95.81, 53.06-63.59 และ 47.55-53.39 เซนติเมตร โดยแสมทะเลมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง ตามลำดับ

อัตราการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสียต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 3 วัน กล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดงมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุด เรียงตามลำดับดังนี้คือ แสมทะเล 10.36-22.95 เซนติเมตร/เดือน พังกาหัวสุม 7.48-13.80 เซนติเมตร/เดือน และโปรงแดง 4.84-5.48 เซนติเมตร/เดือน ซึ่งสาเหตุที่กล้าไม้ส่วนใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุดเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 3 วัน เนื่องจากหากดินถูกน้ำท่วมขังไม่นาน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะไม่ลดต่ำมากทำให้สภาพรีดิวซ์ไม่สูง กล้าไม้จึงมีออกซิเจนเพียงพอสำหรับการดำเนินปฏิกิริยาต่างๆ ให้เป็นไปโดยปกติ แต่หากพืชอยู่ในสภาพที่มีน้ำท่วมขังนาน เกิดสภาพรีดิวซ์สูงปฏิกิริยาต่างๆ จะลดลง เนื่องจากรากไม่สามารถทำหน้าในการดูดซึมน้ำได้เป็นปกติ ซึ่งเป็นผลจากการขาดออกซิเจนในดินทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต หรือการสร้างมวลชีวภาพของพืช (Pezeshki, 2001)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 4.54) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแสมทะเลมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุดเมื่อได้รับน้ำเสีย 10NW ส่วนอัตราการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้ชนิดอื่นเมื่อได้รับน้ำเสียมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด ระหว่างชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียและน้ำทะเล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสียจะมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงกว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำทะเล

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแสมทะเลมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุด ส่วนอัตราการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าใกล้เคียงกัน

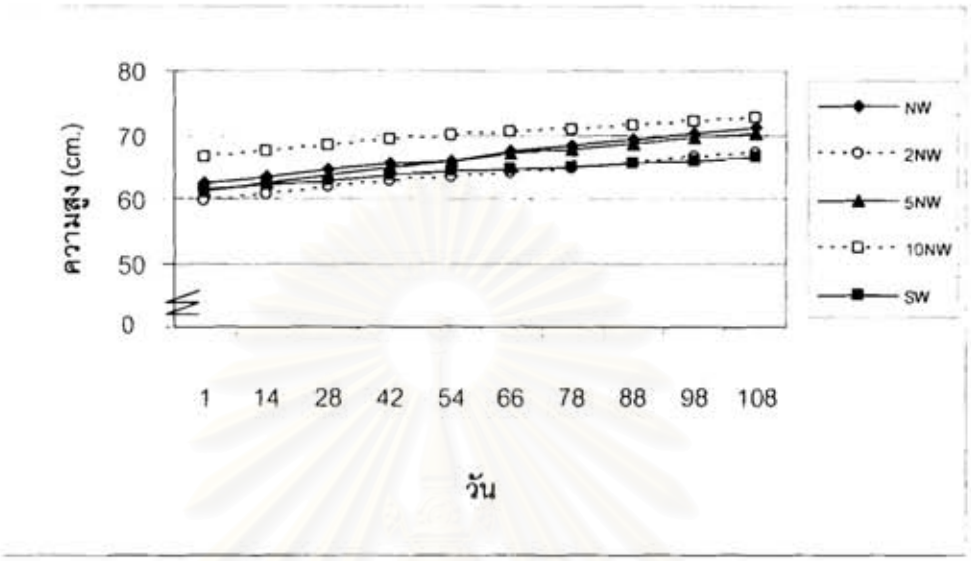
ตารางที่ 4.53 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านความสูง (cm.)									
		ก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7วัน			ระยะกักเก็บ 5 วัน			ระยะกักเก็บ 3 วัน		
			วันที่ 14	วันที่ 28	วันที่ 42	วันที่ 54	วันที่ 66	วันที่ 78	วันที่ 88	วันที่ 98	วันที่ 108
โกงกางใบใหญ่	NW	62.43±6.13	63.51±6.26	64.59±6.50	65.59±6.48	65.96±6.78	67.34±7.12	67.99±7.18	69.17±7.33	70.12±7.85	71.22±8.16
	2NW	59.55±8.63	60.69±8.30	61.83±8.04	62.62±7.96	63.44±7.85	63.98±7.87	64.75±8.12	65.60±8.09	66.42±7.97	67.19±8.11
	5NW	61.32±6.92	62.58±7.08	63.84±7.37	64.83±7.45	65.91±7.86	66.99±7.87	67.70±7.99	68.55±8.00	69.44±8.12	70.15±8.21
	10NW	66.34±9.60	67.33±9.66	68.32±9.80	69.15±10.01	69.77±10.11	70.38±10.22	70.87±10.25	71.35±10.57	72.07±10.67	72.64±10.58
	SW	61.57±8.40	62.19±8.50	62.81±8.63	63.60±8.87	64.29±8.85	064.63±8.84	64.90±8.87	65.50±8.97	65.98±8.89	66.55±8.65
แสมทะเล	NW	64.90±10.09	66.54±9.90	68.18±9.88	70.73±10.23	71.92±10.56	72.80±10.46	73.84±10.60	76.17±11.31	77.10±12.09	80.75±12.61
	2NW	55.01±11.49	59.16±10.77	63.32±10.95	66.01±11.67	68.24±11.86	69.17±11.54	70.58±10.73	75.13±11.08	76.30±11.49	82.67±12.89
	5NW	55.16±11.33	56.86±11.56	58.56±12.15	62.03±13.54	66.79±15.61	68.16±15.86	70.24±15.69	74.81±16.38	77.55±17.09	82.02±17.30
	10NW	64.25±11.43	67.05±11.27	69.85±11.27	73.20±12.69	78.73±13.17	79.48±13.40	80.51±13.59	85.69±12.79	90.21±14.69	95.81±13.37
	SW	53.83±11.59	55.50±10.69	57.18±10.12	59.10±9.86	60.43±10.34	61.23±10.36	62.43±10.51	63.52±10.31	64.68±10.14	65.39±10.34
พังกาหัวสุม	NW	41.85±6.40	42.85±6.26	43.86±6.21	45.05±6.14	45.76±6.22	46.99±6.52	48.08±6.59	49.56±6.40	51.28±6.86	53.06±7.60
	2NW	45.49±7.17	47.26±7.30	49.03±7.71	50.00±7.83	51.22±8.12	53.14±8.53	54.39±8.95	57.88±9.62	60.84±10.34	63.59±10.92
	5NW	44.25±6.97	45.34±6.83	46.43±6.89	47.35±6.91	48.54±6.84	49.17±7.13	49.88±7.19	51.43±7.95	52.77±8.03	55.94±9.05
	10NW	42.18±7.22	43.17±6.98	44.37±6.70	45.24±6.63	46.73±7.07	47.66±7.01	49.03±7.38	50.63±7.60	51.93±8.34	54.25±9.81
	SW	42.98±5.44	43.59±5.60	44.20±5.81	44.67±5.67	44.96±5.68	45.26±5.69	45.63±5.65	46.06±5.70	46.38±5.74	46.96±5.66
โปรงแดง	NW	42.01±3.91	42.93±3.89	43.85±4.16	44.88±4.51	47.14±4.54	48.68±4.54	49.90±4.76	50.88±4.94	51.88±4.91	53.39±5.19
	2NW	39.48±4.79	40.07±4.87	40.65±5.03	41.57±5.27	43.23±5.34	43.85±5.17	44.94±5.38	45.96±5.61	46.78±5.98	48.17±5.93
	5NW	39.18±3.85	39.97±3.82	40.76±3.87	41.63±3.77	44.12±4.41	45.33±4.60	46.21±4.50	47.29±4.39	48.04±4.21	49.61±3.96
	10NW	38.50±4.31	39.00±4.42	39.51±4.55	40.46±4.68	41.90±4.85	42.83±5.01	43.89±5.12	44.79±5.26	45.22±5.33	47.55±5.68
	SW	39.60±3.98	39.66±3.95	39.73±3.92	40.18±3.91	40.77±3.88	41.18±3.77	41.92±3.77	42.46±3.85	42.81±3.83	43.92±4.19

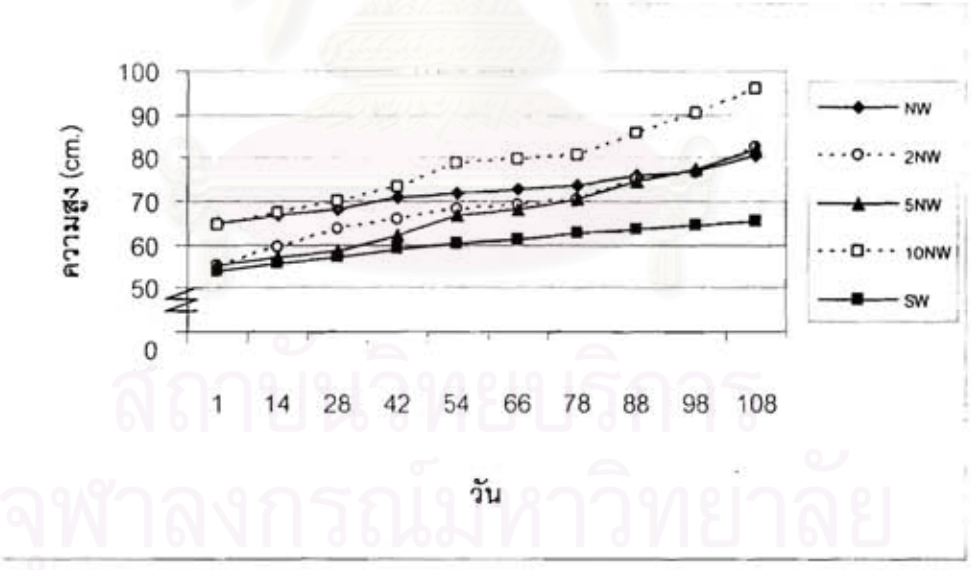
ตารางที่ 4.54 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือน			
		ความสูงก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7 วัน	ระยะกักเก็บ 5 วัน	ระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	62.43±6.13	^{v}3.39±1.93	^{vab}3.34±1.29	^{n}3.70±2.06
	2NW	59.55±8.63	^{vn}3.29±1.76	^{vbc}2.67±1.27	^{n}3.65±1.69
	5NW	61.32±6.92	^{v}3.76±2.35	^{n}3.59±1.73	^{n}3.69±1.99
	10NW	66.34±9.60	^{v}3.02±2.35	^{ncd}2.14±1.09	^{nab}2.66±1.51
	SW	61.57±8.40	^{nv}2.17±1.42	^{vnd}1.63±1.15	^{vb}1.94±1.48
แสมทะเล	NW	64.90±10.09	^{nc}6.25±3.42^{b}	^{vb}3.89±1.99^{b}	^{nc}10.36±7.04^{a}
	2NW	55.01±11.49	^{n}11.79±6.69^{b}	^{nb}5.71±4.65^{c}	^{nb}18.13±8.95^{a}
	5NW	55.16±11.33	^{nbc}7.37±6.10^{b}	^{n}10.26±5.46^{b}	^{nb}17.66±10.96^{a}
	10NW	64.25±11.43	^{nab}9.59±3.98^{b}	^{n}9.14±7.64^{b}	^{n}22.95±9.57^{a}
	SW	53.83±11.59	nd3.68±2.55	^{nb}4.16±2.46	nd4.44±3.62
พังกาหัวสุม	NW	41.85±6.40	^{vb}3.42±1.62^{b}	^{vbc}3.79±1.81^{b}	^{vb}7.48±3.78^{a}
	2NW	45.49±7.17	^{va}4.83±3.34^{b}	^{n}5.49±2.57^{b}	^{va}13.80±6.76^{a}
	5NW	44.25±6.97	^{vb}3.32±2.77^{b}	^{nc}3.16±2.14^{b}	^{vb}9.08±5.80^{a}
	10NW	42.18±7.22	^{vbc}2.82±1.90^{b}	^{vab}4.73±1.87^{b}	^{vb}7.84±5.92^{a}
	SW	42.98±5.44	^{vc}1.81±1.13^{a}	nd1.19±0.75^{b}	^{vc}2.00±1.11^{a}
โปรงแดง	NW	42.01±3.91	^{va}3.08±2.43^{b}	^{n}6.27±1.98^{a}	^{vna}5.23±2.51^{a}
	2NW	39.48±4.79	^{na}2.23±1.56^{b}	^{nvb}4.22±1.24^{a}	^{na}4.84±1.69^{a}
	5NW	39.18±3.85	^{va}2.63±1.58^{b}	^{va}5.72±2.71^{a}	^{na}5.10±1.77^{a}
	10NW	38.50±4.31	^{va}2.10±1.21^{b}	^{vnb}4.29±1.59^{a}	^{vna}5.48±3.54^{a}
	SW	39.60±3.98	^{nb}0.63±0.52^{b}	^{vc}2.17±1.34^{a}	^{vb}2.38±1.71^{a}

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



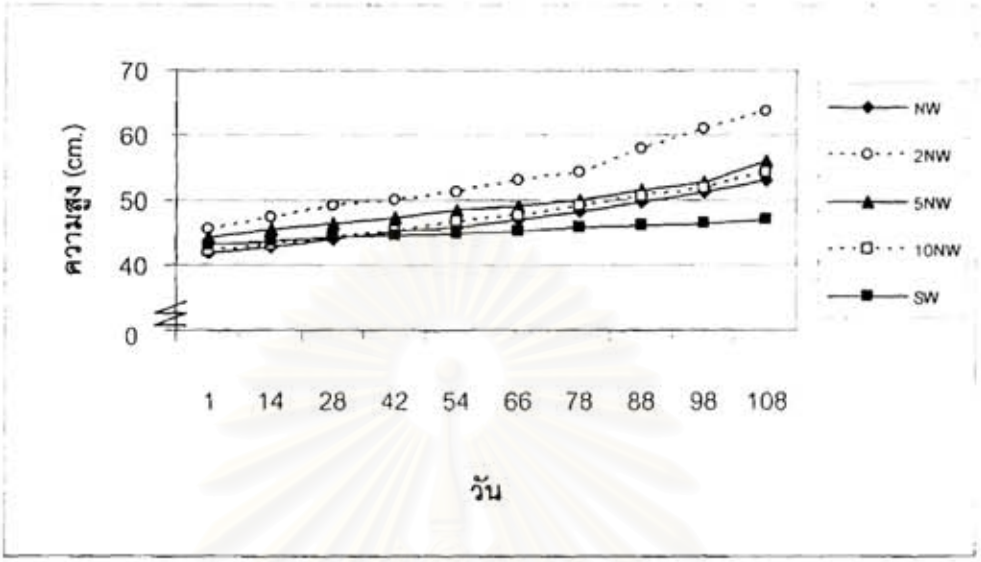
(ก) โกงกางใบใหญ่



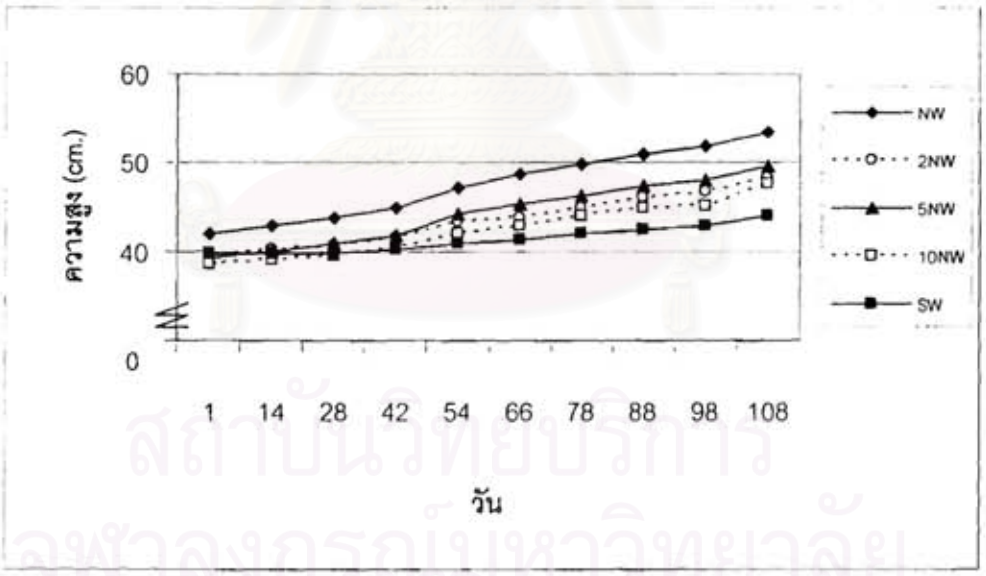
(ข) แสมทะเล

รูปที่ 4.13 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ค) พังกาหัวสุม



(ง) โปรงแดง

รูปที่ 4.13 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้

4.3.2 การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.55 และ รูปที่ 4.14) ทั้ง 4 ชนิดในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสีย พบว่ากล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.56-1.63, 0.55-0.65, 0.55-0.62 และ 0.55-0.61 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยโกงกางใบใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.80-1.93, 0.77-0.94, 0.82-0.95 และ 0.73-0.82 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยโกงกางใบใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ พังกาหัวสุมดอกแดง แสมทะเล และโปรงแดง ตามลำดับ

อัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสียต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโกงกางใบใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงที่สุด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.18 เซนติเมตร/เดือน ทั้งนี้เพราะโกงกางเป็นพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณด้านนอกของป่าชายเลนจึงเจริญเติบโตได้ดีแม้มีการท่วมขังของน้ำทะเล (สนิท อักษรแก้ว, 2542) ส่วนอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง พบว่าอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 3 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-0.16, 0.15-0.22 และ 0.08-0.12 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ รองลงมาคือ 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะแสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง เป็นพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณด้านในของชายฝั่งต่อจากพวกไม้โกงกาง (สนิท อักษรแก้ว, 2542) ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการท่วมขังของน้ำทะเลต่ำกว่าพวกไม้โกงกาง ดังนั้นจึงเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีระยะกักเก็บน้ำไม่นาน เพราะการที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานจะทำให้การเจริญเติบโตหรือการสร้างมวลชีวภาพของพืชลดลงได้ (Pezeshki, 2001)

อัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 4.56) เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้น 5NW และ 10NW มีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงกว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสีย NW และ 2NW และอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสียมีค่าสูงกว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพังกาหัวสุมดอกแดงมีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล และโปรงแดง ตามลำดับ

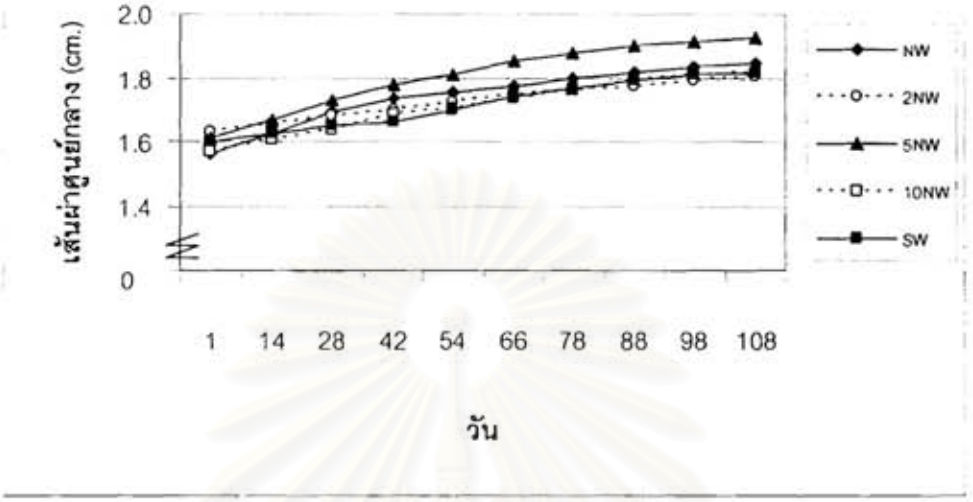
ตารางที่ 4.55 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ที่ 15 cm.

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง (cm.)									
		ก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7วัน			ระยะกักเก็บ 5 วัน			ระยะกักเก็บ 3 วัน		
			วันที่ 14	วันที่ 28	วันที่ 42	วันที่ 54	วันที่ 66	วันที่ 78	วันที่ 88	วันที่ 98	วันที่ 108
ไกงกางใบใหญ่	NW	1.56±0.21	1.63±0.20	1.69±0.20	1.74±0.21	1.75±0.22	1.77±0.22	1.80±0.23	1.82±0.24	1.83±0.24	1.85±0.24
	2NW	1.63±0.24	1.66±0.24	1.68±0.25	1.70±0.24	1.72±0.24	1.75±0.24	1.76±0.24	1.78±0.24	1.79±0.24	1.80±0.25
	5NW	1.61±0.17	1.67±0.17	1.73±0.18	1.78±0.19	1.81±0.18	1.85±0.17	1.88±0.17	1.90±0.18	1.92±0.18	1.93±0.18
	10NW	1.57±0.20	1.61±0.20	1.64±0.21	1.68±0.21	1.71±0.21	1.74±0.21	1.76±0.22	1.79±0.22	1.81±0.23	1.82±0.23
	SW	1.60±0.21	1.63±0.21	1.65±0.21	1.66±0.21	1.70±0.21	1.74±0.21	1.77±0.20	1.79±0.20	1.81±0.20	1.81±0.21
แสมทะเล	NW	0.61±0.08	0.62±0.08	0.63±0.07	0.65±0.08	0.69±0.08	0.74±0.08	0.76±0.07	0.77±0.07	0.80±0.08	0.82±0.09
	2NW	0.55±0.08	0.56±0.07	0.56±0.07	0.59±0.07	0.61±0.08	0.65±0.10	0.67±0.09	0.71±0.10	0.73±0.11	0.77±0.12
	5NW	0.59±0.09	0.60±0.09	0.60±0.09	0.63±0.09	0.66±0.10	0.71±0.11	0.74±0.13	0.77±0.16	0.80±0.17	0.85±0.17
	10NW	0.65±0.10	0.68±0.09	0.71±0.09	0.76±0.09	0.78±0.09	0.82±0.11	0.85±0.11	0.89±0.12	0.91±0.12	0.94±0.13
	SW	0.54±0.06	0.55±0.07	0.55±0.07	0.56±0.07	0.59±0.07	0.62±0.08	0.65±0.08	0.66±0.08	0.67±0.09	0.68±0.09
พังกาหัวสุม	NW	0.55±0.08	0.56±0.08	0.57±0.08	0.61±0.09	0.63±0.09	0.67±0.10	0.72±0.11	0.75±0.11	0.81±0.12	0.86±0.12
	2NW	0.62±0.10	0.62±0.10	0.63±0.10	0.70±0.12	0.72±0.13	0.76±0.15	0.83±0.16	0.88±0.18	0.91±0.19	0.95±0.21
	5NW	0.56±0.10	0.58±0.09	0.60±0.09	0.64±0.10	0.66±0.10	0.68±0.11	0.72±0.13	0.75±0.13	0.78±0.14	0.82±0.15
	10NW	0.57±0.11	0.59±0.10	0.61±0.10	0.64±0.11	0.66±0.11	0.70±0.12	0.73±0.13	0.79±0.14	0.81±0.14	0.84±0.15
	SW	0.51±0.07	0.52±0.07	0.53±0.07	0.53±0.07	0.55±0.08	0.57±0.08	0.57±0.08	0.59±0.08	0.59±0.08	0.61±0.08
โปรงแดง	NW	0.61±0.06	0.62±0.06	0.63±0.06	0.67±0.07	0.69±0.07	0.72±0.07	0.74±0.07	0.77±0.09	0.80±0.09	0.82±0.10
	2NW	0.55±0.06	0.56±0.05	0.57±0.05	0.59±0.05	0.62±0.06	0.65±0.06	0.65±0.07	0.69±0.08	0.70±0.08	0.73±0.09
	5NW	0.56±0.05	0.57±0.05	0.59±0.05	0.61±0.05	0.64±0.05	0.67±0.06	0.70±0.06	0.73±0.08	0.75±0.08	0.76±0.08
	10NW	0.56±0.06	0.57±0.06	0.59±0.07	0.61±0.06	0.63±0.06	0.67±0.07	0.71±0.07	0.74±0.09	0.76±0.09	0.078±0.09
	SW	0.56±0.07	0.57±0.06	0.58±0.06	0.59±0.06	0.61±0.06	0.63±0.06	0.64±0.07	0.66±0.08	0.67±0.08	0.67±0.08

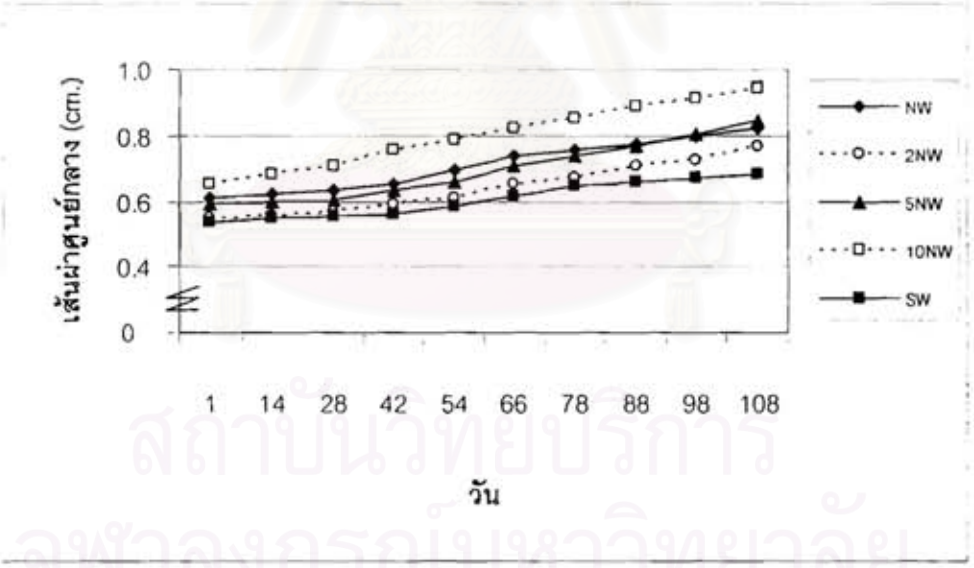
ตารางที่ 4.56 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ที่ 15 cm.

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือน			
		เส้นผ่าศูนย์กลางก่อนทดลอง	ระยะกักเก็บ 7 วัน	ระยะกักเก็บ 5 วัน	ระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	1.56±0.21	^{na}0.18±0.11^{a}	^{yb}0.08±0.05^{b}	^{n}0.07±0.04^{b}
	2NW	1.63±0.24	^{yc}0.06±0.04^{b}	^{yb}0.08±0.04^{a}	^{y}0.05±0.03^{b}
	5NW	1.61±0.17	^{na}0.18±0.10^{a}	^{a}0.13±0.07^{b}	^{y}0.07±0.05^{c}
	10NW	1.57±0.20	^{nb}0.12±0.08	^{ab}0.10±0.0^{6}	^{n}0.08±0.06
	SW	1.60±0.21	^{nc}0.06±0.04^{b}	^{na}0.13±0.06^{a}	0.07±0.05^{b}
แสมทะเล	NW	0.61±0.08	^{yb}0.05±0.03^{c}	^{n}0.13±0.05^{a}	^{ynb}0.10±0.04^{b}
	2NW	0.55±0.08	^{yb}0.04±0.03^{c}	^{y}0.10±0.05^{b}	^{na}0.14±0.05^{a}
	5NW	0.59±0.09	^{yb}0.05±0.02^{b}	0.13±0.07^{a}	^{na}0.16±0.09^{a}
	10NW	0.65±0.10	^{na}0.11±0.04	0.12±0.05	^{nya}0.14±0.05
	SW	0.54±0.06	^{yc}0.03±0.02^{c}	^{n}0.11±0.06^{a}	^{c}0.05±0.03^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.55±0.08	^{yb}0.06±0.03^{c}	^{nb}0.14±0.05^{b}	^{na}0.22±0.06^{a}
	2NW	0.62±0.10	^{na}0.09±0.04^{b}	^{na}0.17±0.08^{a}	^{nb}0.17±0.10^{a}
	5NW	0.56±0.10	^{ya}0.08±0.03^{b}	^{c}0.10±0.05^{b}	^{nb}0.15±0.06^{a}
	10NW	0.57±0.11	^{yab}0.07±0.03^{c}	^{bc}0.12±0.06^{b}	^{nb}0.16±0.07^{a}
	SW	0.51±0.07	^{yc}0.03±0.02^{b}	^{yd}0.05±0.03^{a}	^{c}0.06±0.03^{a}
โปรงแดง	NW	0.61±0.06	^{ya}0.06±0.03^{b}	^{yab}0.10±0.05^{a}	^{ya}0.12±0.07^{a}
	2NW	0.55±0.06	^{yab}0.04±0.03^{b}	^{yab}0.10±0.05^{a}	^{yb}0.08±0.05^{a}
	5NW	0.56±0.05	^{ya}0.05±0.03^{b}	^{a}0.10±0.04^{a}	^{yab}0.10±0.05^{a}
	10NW	0.56±0.06	^{ya}0.06±0.03^{b}	^{a}0.12±0.05^{a}	^{yab}0.12±0.05^{a}
	SW	0.56±0.07	^{yb}0.03±0.03^{b}	^{yb}0.07±0.06^{a}	^{c}0.04±0.04^{b}

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



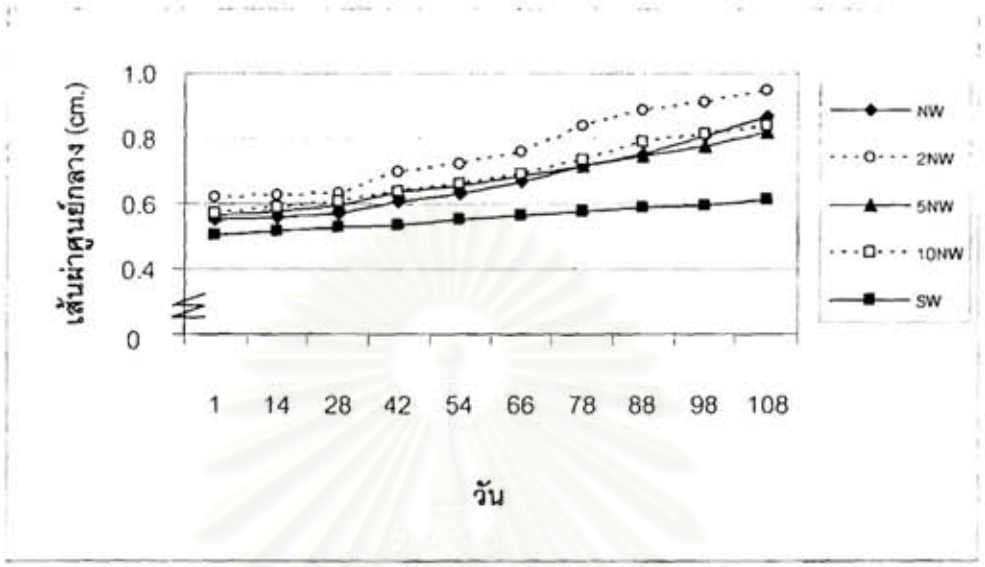
(ก) โคงกางใบใหญ่



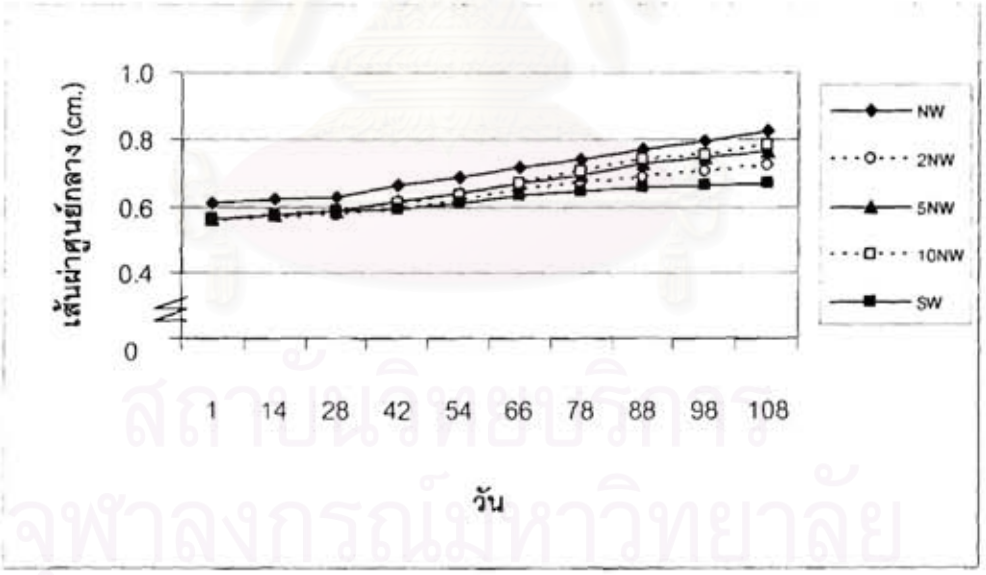
(ข) แสมทะเล

รูปที่ 4.14 การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ค) พังกาหัวสุม



(ง) โปรงแดง

รูปที่ 4.14 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้

4.3.3 อัตราการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพ

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพ ใช้วิธีการสร้างสมการแอลโลเมตรีจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของพืชกับเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของกล้าไม้ เพื่อสร้างเป็นสมการแอลโลเมตรีดังนี้

ตารางที่ 4.57 สมการแอลโลเมตรีแสดงความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพส่วนลำต้นและส่วนใบ

ชนิดพืช	สมการส่วนลำต้น	สมการส่วนใบ
โกงกางใบใหญ่	$W = 0.6807 (D^2H)^{0.8294}$	$W = 0.0644 (D^2H)^{0.9051}$
แสมทะเล	$W = 0.8550 (D^2H)^{0.7224}$	$W = 0.5195 (D^2H)^{0.7087}$
พังกาหัวสุม	$W = 0.8435 (D^2H)^{0.8603}$	$W = 0.0287 (D^2H)^{1.6617}$
โปรงแดง	$W = 0.7863 (D^2H)^{0.7403}$	$W = 0.0382 (D^2H)^{1.7771}$

หมายเหตุ : W = น้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ใบ และราก (กรัม)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (เซนติเมตร)

H = ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)

มวลชีวภาพลำต้นของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.57 และ รูปที่ 4.15) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีมวลชีวภาพลำต้นอยู่ระหว่าง 67.20-71.66, 9.84-14.16, 11.55-15.19 และ 7.46-9.09 กรัม/ม^2 ตามลำดับ ภายหลังสิ้นสุดการทดลองกล้าไม้มีมวลชีวภาพลำต้นเพิ่มขึ้นเป็น 91.09-104.29, 21.66-32.32, 29.93-43.85 และ 13.10-17.06 กรัม/ม^2 ตามลำดับ

อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพลำต้นของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.58) เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพลำต้นใกล้เคียงกัน โดยพบว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสียมีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพลำต้นสูงกว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำทะเล และอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพลำต้นของกล้าไม้ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพลำต้นของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พังกาหัวสุมดอกแดง แสมทะเล และโปรงแดง ตามลำดับ

มวลชีวภาพใบของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.59 และ รูปที่ 4.16) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสีย ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีมวลชีวภาพใบอยู่ระหว่าง 9.35-10.04, 5 .75-8.21, 3 .37-5.76 และ 5.23-8.09 กรัม/ม^2 ตามลำดับ

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองกล้าไม้มีมวลชีวภาพใบเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 13.04-15.09, 12.46-18.46, 22.18-47.79 และ 20.47-38.20 กรัม/ม^2 ตามลำดับ

อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพใบของกล้าไม้ (ตารางที่ 4.60) เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพใบของพังกาหัวสุมดอกแดงมีแนวโน้มสูงที่สุดเมื่อได้รับน้ำเสีย และพบว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำเสียทุกระดับความเข้มข้นจะมีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพใบสูงกว่ากล้าไม้ที่ได้รับน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

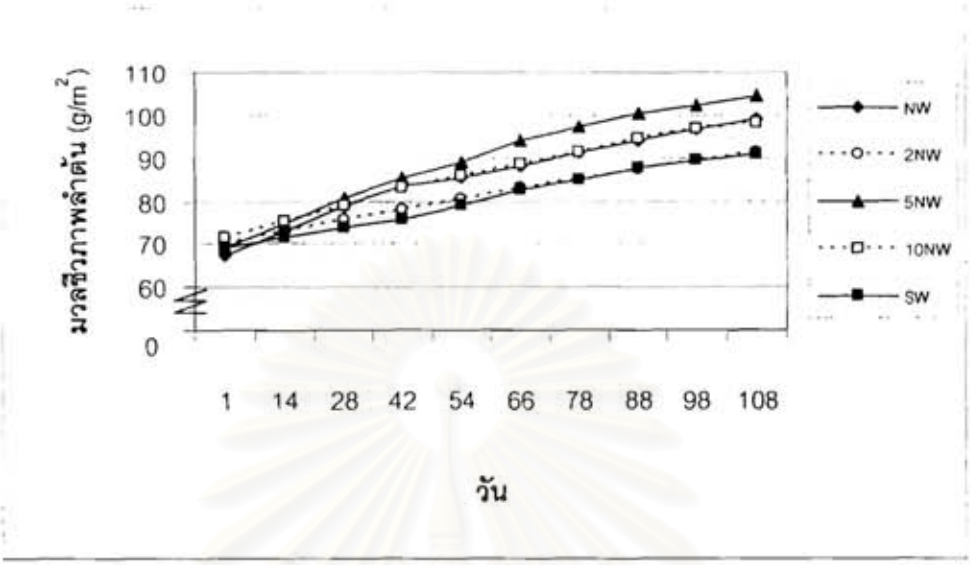
ตารางที่ 4.58 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพ (g/m^2)									
		ก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7วัน			ระยะกักเก็บ 5 วัน			ระยะกักเก็บ 3 วัน		
			วันที่ 14	วันที่ 28	วันที่ 42	วันที่ 54	วันที่ 66	วันที่ 78	วันที่ 88	วันที่ 98	วันที่ 108
โกงกางใบใหญ่	NW	67.20±17.27	72.84±17.83	78.83±19.47	83.18±21.00	85.37±21.93	88.11±22.91	91.43±23.96	94.05±25.16	96.70±26.00	99.16±26.68
	2NW	70.28±22.34	72.93±22.52	75.69±23.09	78.02±23.23	80.46±23.96	82.81±24.15	84.94±24.49	86.91±25.05	89.36±25.77	91.09±26.44
	5NW	69.42±17.33	74.86±17.63	80.59±18.54	85.34±20.21	89.13±20.89	93.78±21.04	97.00±21.55	100.18±22.61	102.31±23.19	104.29±23.69
	10NW	71.66±21.63	75.15±22.19	78.79±23.29	83.07±24.46	85.57±25.03	88.49±25.46	91.45±26.76	94.42±27.83	96.76±28.93	98.28±29.76
	SW	69.23±18.85	71.50±19.26	73.82±19.82	75.45±20.17	78.94±20.87	82.51±21.34	84.86±21.41	87.52±22.55	89.46±22.85	90.62±22.58
แสมทะเล	NW	12.99±3.76	13.56±3.67	14.15±3.63	15.22±3.88	16.76±4.28	18.51±4.33	19.36±4.31	20.47±4.41	21.53±4.68	23.41±5.65
	2NW	9.84±3.02	10.62±3.06	11.39±3.16	12.48±3.48	13.57±3.92	15.18±4.81	15.93±4.71	18.01±5.29	18.95±5.86	21.66±7.03
	5NW	11.13±4.13	11.56±4.23	11.99±4.35	13.41±4.76	15.01±5.35	16.92±6.46	18.56±7.49	20.64±9.09	22.68±10.53	25.41±11.13
	10NW	14.16±3.89	15.48±3.94	16.87±4.08	19.15±4.60	21.36±5.18	23.14±6.10	24.54±6.13	27.33±6.50	29.31±7.01	32.32±8.14
	SW	9.39±2.51	9.79±2.45	10.20±2.43	10.66±2.44	11.52±2.70	12.49±2.83	13.56±2.94	14.04±2.95	14.62±3.05	15.08±3.16
พังกาหัวสุม	NW	11.55±3.80	12.12±3.92	12.71±4.09	14.49±4.77	15.83±5.29	17.74±6.19	20.43±6.89	23.05±7.85	26.58±8.67	30.77±9.81
	2NW	15.19±5.19	16.01±5.51	16.85±5.88	20.62±7.91	22.35±8.80	25.14±10.19	30.43±12.91	35.61±15.19	39.29±17.30	43.85±19.93
	5NW	12.67±4.88	13.58±4.92	14.53±5.01	16.49±5.62	17.84±6.16	19.43±6.88	21.42±7.88	23.63±9.21	25.89±10.14	29.93±12.19
	10NW	12.59±5.48	13.48±5.47	14.47±5.43	16.00±6.11	17.56±6.59	19.55±7.45	21.89±8.20	25.47±9.82	27.45±10.84	30.45±12.84
	SW	10.19±3.29	10.70±3.49	11.22±3.73	11.53±3.71	12.27±4.12	12.98±4.32	13.39±4.31	13.91±4.38	14.35±4.47	15.24±4.62
โปรงแดง	NW	9.09±1.59	9.45±1.60	9.82±1.65	10.86±2.08	11.74±2.14	12.89±2.37	13.86±2.63	14.91±3.40	15.86±3.61	17.06±4.05
	2NW	7.57±1.64	7.85±1.63	8.13±1.65	8.64±1.77	9.49±1.99	10.39±2.17	11.02±2.56	11.64±2.89	12.26±3.04	13.10±3.31
	5NW	7.66±1.29	8.00±1.28	8.35±1.30	9.11±1.52	10.07±1.72	11.00±1.90	11.85±2.13	12.98±2.65	13.62±2.85	14.36±2.71
	10NW	7.46±1.77	7.85±1.84	8.25±1.93	8.81±1.89	9.56±2.01	10.60±2.29	11.70±2.61	12.77±3.06	13.29±3.23	14.46±3.24
	SW	7.65±1.77	7.92±1.72	8.19±1.71	8.34±1.69	8.87±1.74	9.41±1.77	9.83±1.99	10.25±2.26	10.49±2.26	10.94±2.64

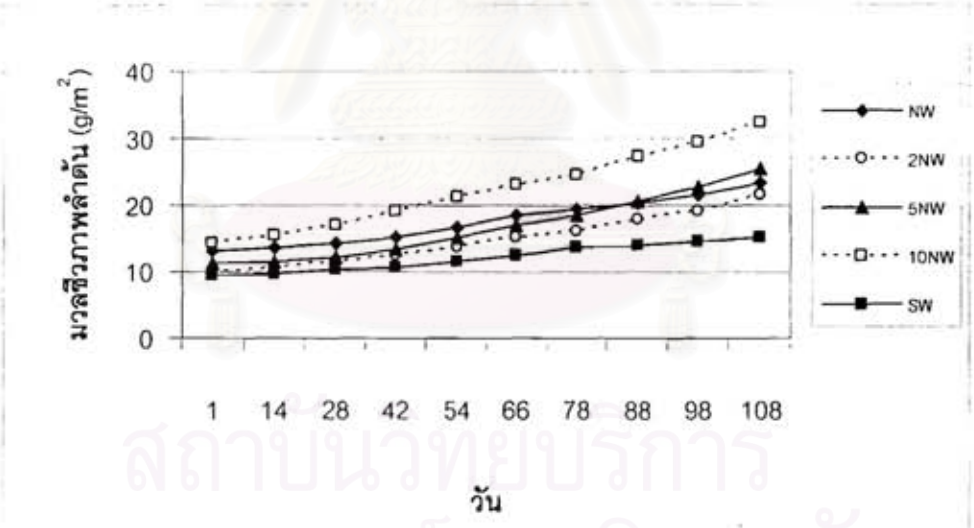
ตารางที่ 4.59 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือน (g/m^2)			
		มวลชีวภาพก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7 วัน	ระยะกักเก็บ 5 วัน	ระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	67.20±17.27	$^{na}11.53\pm6.23^{a}$	$^{nb}6.74\pm3.81^{b}$	$^{v}7.73\pm3.93^{b}$
	2NW	70.28±22.34	$^{nbc}5.53\pm4.19$	$^{vb}5.76\pm2.53$	$^{v}6.16\pm3.59$
	5NW	69.42±17.33	$^{na}11.37\pm5.43^{a}$	$^{na}9.71\pm3.97^{ab}$	$^{n}7.29\pm3.12^{b}$
	10NW	71.66±21.63	$^{nb}8.15\pm5.36$	$^{nb}6.98\pm3.61$	$^{n}6.84\pm4.42$
	SW	69.23±18.85	$^{nc}4.44\pm2.55^{b}$	$^{nab}7.84\pm3.27^{a}$	$^{n}5.76\pm3.43^{b}$
แสมทะเล	NW	12.99±3.76	$^{vb}1.59\pm0.79^{b}$	$^{nab}3.45\pm1.26^{a}$	$^{nc}4.05\pm1.81^{a}$
	2NW	9.84±3.02	$^{nb}1.89\pm0.83^{b}$	$^{nb}2.88\pm1.43^{b}$	$^{vb}5.72\pm2.85^{a}$
	5NW	11.13±4.13	$^{vb}1.63\pm0.77^{c}$	$^{va}4.29\pm2.74^{b}$	$^{nab}6.84\pm4.31^{a}$
	10NW	14.16±3.89	$^{va}3.57\pm1.33^{b}$	$^{va}4.49\pm1.82^{b}$	$^{na}7.78\pm2.83^{a}$
	SW	9.39±2.51	$^{vc}0.91\pm0.52^{c}$	$^{vb}2.42\pm1.04^{a}$	$^{vd}1.52\pm0.74^{b}$
พังกาหัวสุม	NW	11.55±3.80	$^{vb}2.10\pm1.12^{c}$	$^{vb}4.95\pm2.23^{b}$	$^{nb}10.33\pm3.76^{a}$
	2NW	15.19±5.19	$^{va}3.88\pm2.21^{c}$	$^{na}8.17\pm4.89^{b}$	$^{na}13.43\pm7.73^{a}$
	5NW	12.67±4.88	$^{vb}2.73\pm1.23^{b}$	$^{vb}4.11\pm2.51^{b}$	$^{nb}8.51\pm4.97^{a}$
	10NW	12.59±5.48	$^{vnb}2.44\pm1.04^{c}$	$^{vb}4.84\pm2.59^{b}$	$^{nb}8.64\pm5.10^{a}$
	SW	10.19±3.29	$^{vc}0.95\pm0.66^{b}$	$^{vnc}1.56\pm0.96^{a}$	$^{vc}1.85\pm1.01^{a}$
โปรงแดง	NW	9.09±1.59	$^{va}1.27\pm0.67^{b}$	$^{na}2.50\pm0.97^{a}$	$^{na}3.20\pm1.89^{a}$
	2NW	7.57±1.64	$^{nbc}0.76\pm0.43^{b}$	$^{na}1.98\pm0.88^{a}$	$^{nb}2.08\pm1.14^{a}$
	5NW	7.66±1.29	$^{vab}1.04\pm0.52^{b}$	$^{na}2.29\pm0.75^{a}$	$^{vab}2.51\pm1.07^{a}$
	10NW	7.46±1.77	$^{nb}0.97\pm0.38^{b}$	$^{na}2.40\pm0.95^{a}$	$^{vab}2.77\pm1.21^{a}$
	SW	7.65±1.77	$^{vc}0.49\pm0.34^{b}$	$^{nb}1.24\pm0.95^{a}$	$^{vc}1.06\pm1.02^{a}$

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

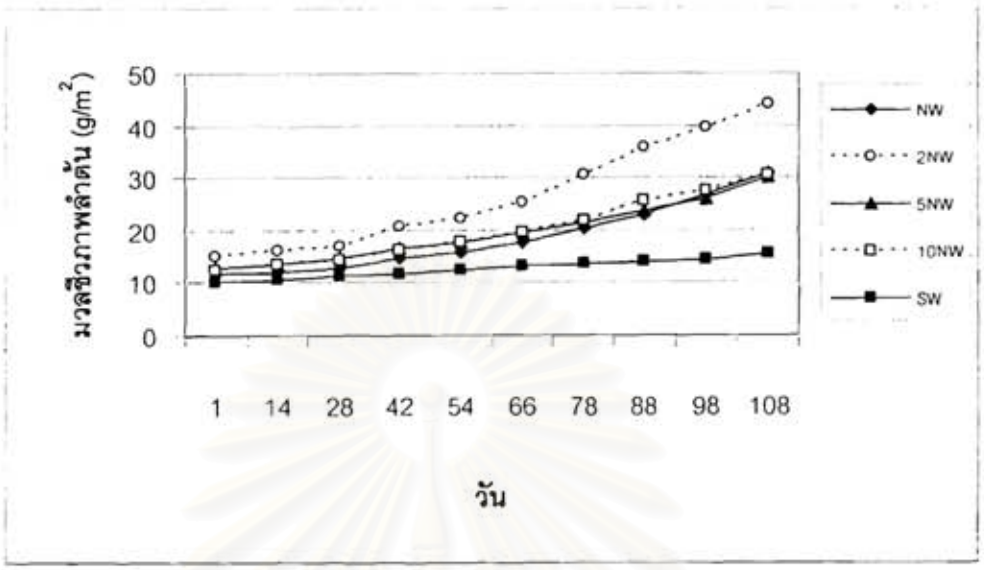


(ก) โกงกางใบใหญ่

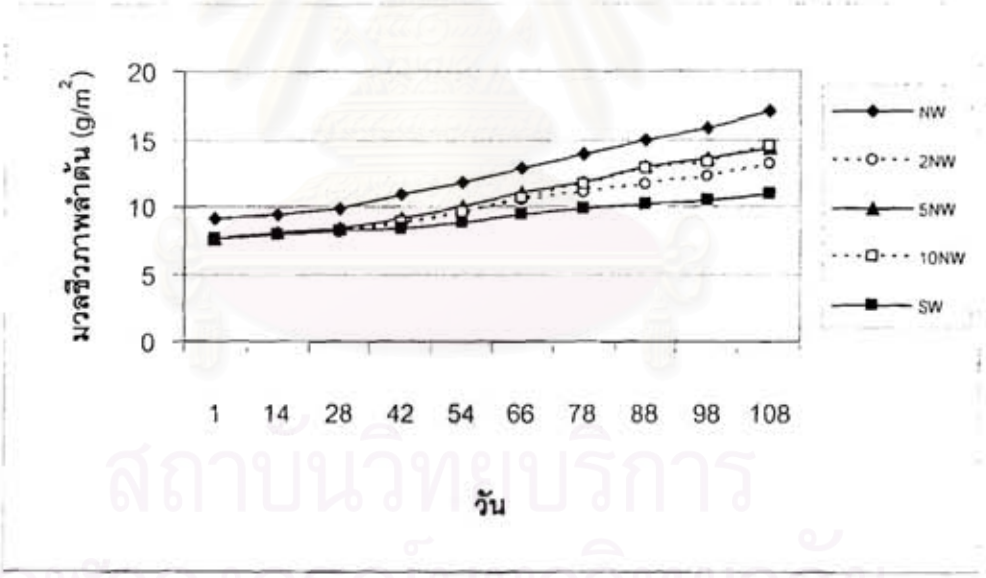


(ข) แสมทะเล

รูปที่ 4.15 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้



(ค) พังกาหัวสุม



(ง) โปรงแดง

รูปที่ 4.15 (ต่อ) การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

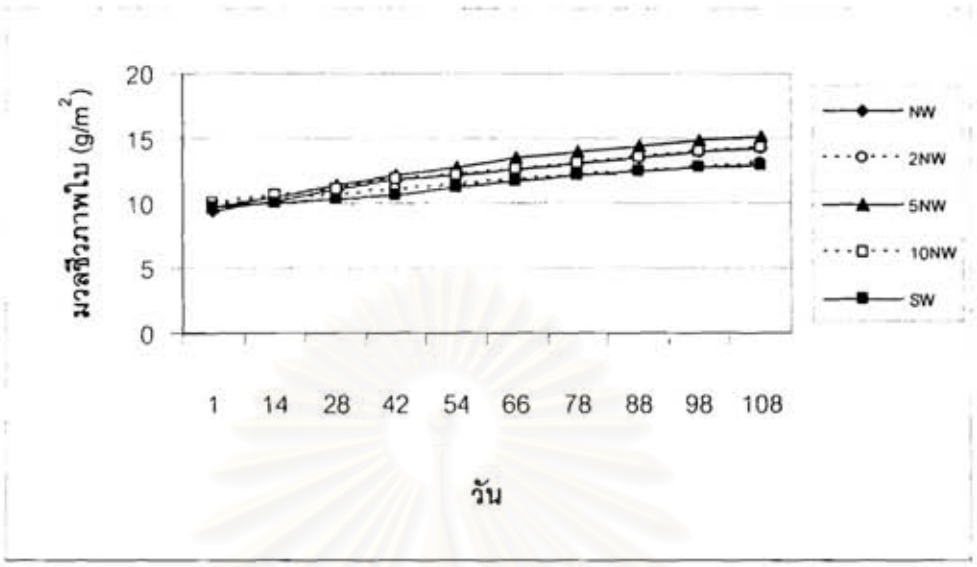
ตารางที่ 4.60 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพ (g/m^2)									
		ก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7 วัน			ระยะกักเก็บ 5 วัน			ระยะกักเก็บ 3 วัน		
			วันที่ 14	วันที่ 28	วันที่ 42	วันที่ 54	วันที่ 66	วันที่ 78	วันที่ 88	วันที่ 98	วันที่ 108
โคงกางใบใหญ่	NW	9.35±2.61	10.20±2.70	11.12±2.97	11.80±3.22	12.14±3.37	12.56±3.53	13.08±3.71	13.49±3.91	13.91±4.05	14.30±4.16
	2NW	9.83±3.37	10.24±3.41	10.66±3.52	11.01±3.55	11.39±3.67	11.75±3.71	12.08±3.77	12.39±3.87	12.77±3.99	13.04±4.10
	5NW	9.68±2.64	10.51±2.70	11.39±2.85	12.12±3.13	12.71±3.25	13.43±3.29	13.94±3.38	14.44±3.55	14.78±3.65	15.09±3.74
	10NW	10.04±3.30	10.57±3.40	11.13±3.58	11.79±3.78	12.18±3.88	12.63±3.96	13.09±4.17	13.56±4.35	13.93±4.53	14.17±4.67
	SW	9.66±2.85	10.00±2.92	10.36±3.02	10.61±3.08	11.14±3.20	11.69±3.28	12.06±3.29	12.47±3.48	12.77±3.53	12.95±3.49
แสมทะเล	NW	7.55±2.14	7.87±2.09	8.21±2.06	8.82±2.20	9.69±2.42	10.69±2.45	11.17±2.44	11.80±2.49	12.40±2.64	13.45±3.18
	2NW	5.75±1.73	6.19±1.75	6.63±1.81	7.26±1.99	7.88±2.24	8.79±2.74	9.22±2.67	10.40±3.00	10.93±3.31	12.46±3.96
	5NW	6.48±2.36	6.73±2.41	6.98±2.48	7.79±2.71	8.70±3.04	9.78±3.66	10.71±4.23	11.88±5.12	13.03±5.92	14.57±6.25
	10NW	8.21±2.22	8.97±2.24	9.76±2.31	11.05±2.61	12.30±2.93	13.30±3.44	14.09±3.46	15.66±3.66	16.77±3.94	18.46±4.57
	SW	5.49±1.44	5.72±1.40	5.96±1.39	6.22±1.40	6.71±1.55	7.27±1.61	7.87±1.68	8.15±1.68	8.48±1.73	8.74±1.80
พังกาหัวสุม	NW	3.37±2.09	3.69±2.25	4.04±2.44	5.23±3.32	6.21±4.04	7.80±5.46	10.19±6.56	12.88±8.14	16.83±10.27	22.25±13.54
	2NW	5.76±3.51	6.39±3.92	7.07±4.43	10.65±7.24	12.51±8.82	15.82±11.21	23.13±17.98	31.41±23.06	38.30±29.47	47.79±38.23
	5NW	4.15±3.05	4.69±3.18	5.29±3.35	6.75±4.22	7.87±4.96	9.34±5.97	11.35±7.39	13.90±9.69	16.60±11.64	22.18±15.76
	10NW	4.24±3.45	4.74±3.61	5.34±3.79	6.51±4.58	7.77±5.37	9.58±6.73	11.88±8.13	16.03±11.11	18.62±13.17	23.12±17.51
	SW	2.64±1.70	2.90±1.88	3.19±2.08	3.34±2.10	3.80±2.47	4.23±2.71	4.47±2.78	4.79±2.94	5.08±3.12	5.69±3.39
โปรงแดง	NW	8.09±3.38	8.86±3.59	9.70±3.87	12.53±5.77	15.03±6.61	18.81±8.21	22.47±10.10	27.43±15.31	31.84±17.99	38.20±22.64
	2NW	5.34±2.76	5.79±2.85	6.30±3.01	7.28±3.58	9.16±4.32	11.36±5.22	13.30±6.99	15.39±9.61	17.39±10.70	20.47±12.32
	5NW	5.34±2.07	5.91±2.17	6.54±2.32	8.10±3.19	10.33±4.18	12.77±5.18	15.35±6.30	19.37±9.39	21.79±11.02	24.45±10.84
	10NW	5.23±2.97	5.90±3.39	6.66±3.89	7.70±4.08	9.33±4.82	12.00±6.13	15.26±8.02	19.06±10.60	21.02±12.04	25.42±13.25
	SW	5.56±3.64	5.98±3.69	6.44±3.77	6.71±3.81	7.74±4.21	8.88±4.57	9.95±5.45	11.12±6.65	11.72±6.83	13.20±8.59

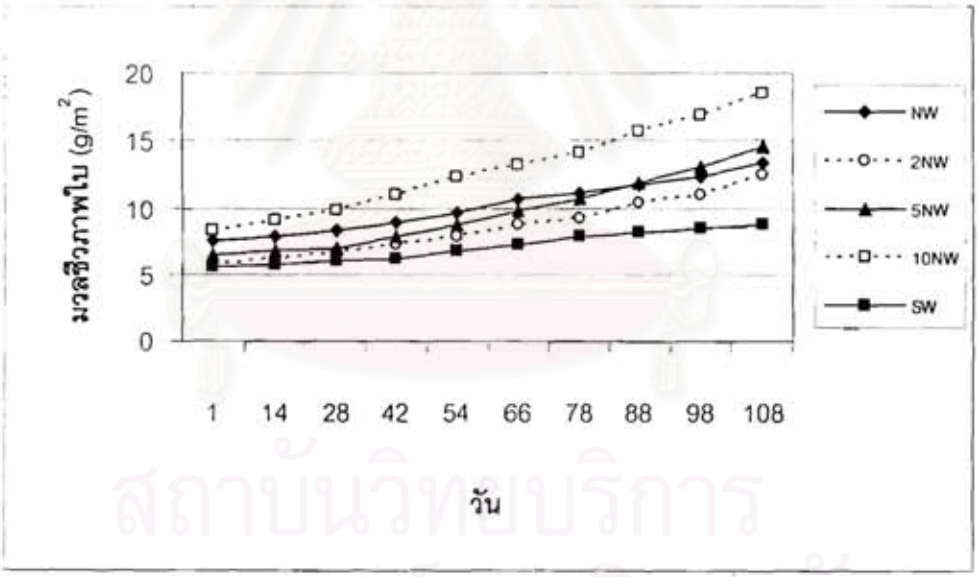
ตารางที่ 4.61 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือน (g/m^2)			
		มวลชีวภาพก่อนการทดลอง	ระยะกักเก็บ 7 วัน	ระยะกักเก็บ 5 วัน	ระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	9.35±2.61	^{xa}1.77±0.97^{a}	^{ny}1.05±0.61^{b}	^{y}1.21±0.63^{b}
	2NW	9.83±3.37	^{xbc}0.84±0.66	^{ny}0.89±0.40	^{y}0.96±0.58
	5NW	9.68±2.64	^{xa}1.75±0.85^{a}	^{na}1.51±0.62^{ab}	^{y}1.15±0.50^{b}
	10NW	10.04±3.30	^{xb}1.25±0.85	^{ny}1.09±0.58	^{y}1.08±0.71
	SW	9.66±2.85	^{nxc}0.68±0.40^{b}	^{xab}1.21±0.51^{a}	^{y}0.90±0.54^{b}
แสมทะเล	NW	7.55±2.14	^{ny}0.91±0.45^{b}	^{nab}1.96±0.71^{a}	^{xc}2.28±1.02^{a}
	2NW	5.75±1.73	^{xb}1.08±0.47^{b}	^{ny}1.64±0.80^{b}	^{xb}3.24±1.60^{a}
	5NW	6.48±2.36	^{xb}0.93±0.44^{c}	^{na}2.43±1.54^{b}	^{xab}3.86±2.40^{a}
	10NW	8.21±2.22	^{na}2.03±0.75^{b}	^{na}2.53±1.02^{b}	^{xa}4.37±1.58^{a}
	SW	5.49±1.44	^{xc}0.52±0.30^{c}	^{xb}1.38±0.59^{a}	^{xd}0.87±0.42^{b}
พังกาหัวสุม	NW	3.37±2.09	^{xnbc}1.32±1.04^{c}	^{xb}4.14±2.91^{b}	^{nb}12.06±7.45^{a}
	2NW	5.76±3.51	^{na}3.49±2.84^{b}	^{na}10.40±9.57^{b}	^{na}24.66±20.90^{a}
	5NW	4.15±3.05	^{nb}1.85±1.19^{b}	^{xb}3.84±3.11^{b}	^{nb}10.82±8.95^{a}
	10NW	4.24±3.45	^{nxb}1.63±1.05^{b}	^{xb}4.44±3.49^{b}	^{nb}11.28±9.88^{a}
	SW	2.64±1.70	^{xc}0.51±0.42^{b}	^{xc}0.94±0.76^{a}	^{xc}1.22±0.92^{a}
โปรงแดง	NW	8.09±3.38	^{na}3.17±2.25^{c}	^{na}8.28±4.53^{b}	^{na}15.73±14.36^{a}
	2NW	5.34±2.76	^{xbc}1.39±0.96^{b}	^{xb}5.01±3.21^{a}	^{xb}7.18±6.14^{a}
	5NW	5.34±2.07	^{nb}1.97±1.28^{c}	^{nb}6.03±2.99^{b}	^{nb}9.10±5.77^{a}
	10NW	5.23±2.97	^{nxb}1.76±1.00^{c}	^{nab}6.30±3.80^{b}	^{nb}10.16±6.55^{a}
	SW	5.56±3.64	^{nc}0.82±0.59^{b}	^{nc}2.70±2.63^{a}	^{nc}3.16±4.02^{a}

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



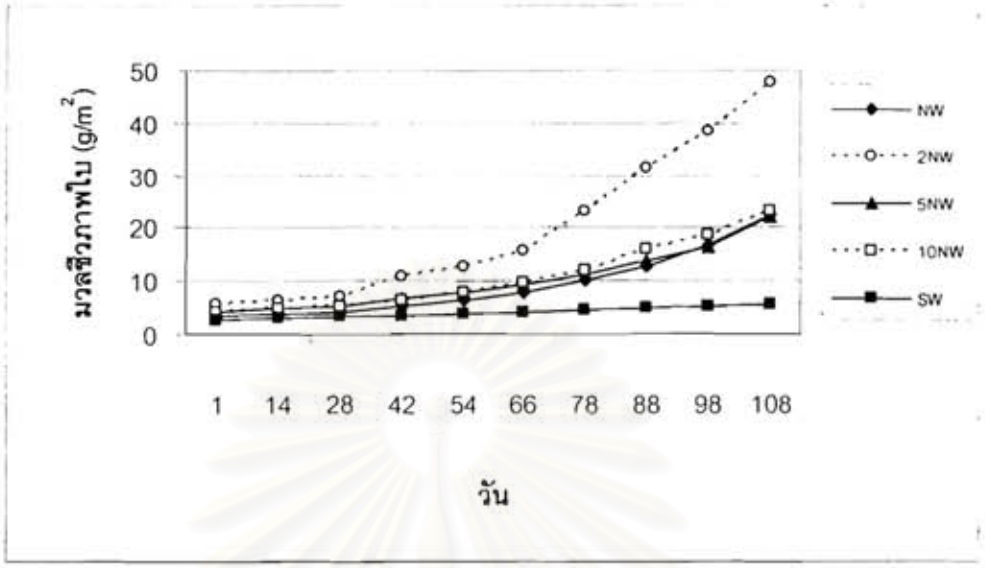
(ก) โกงกางใบใหญ่



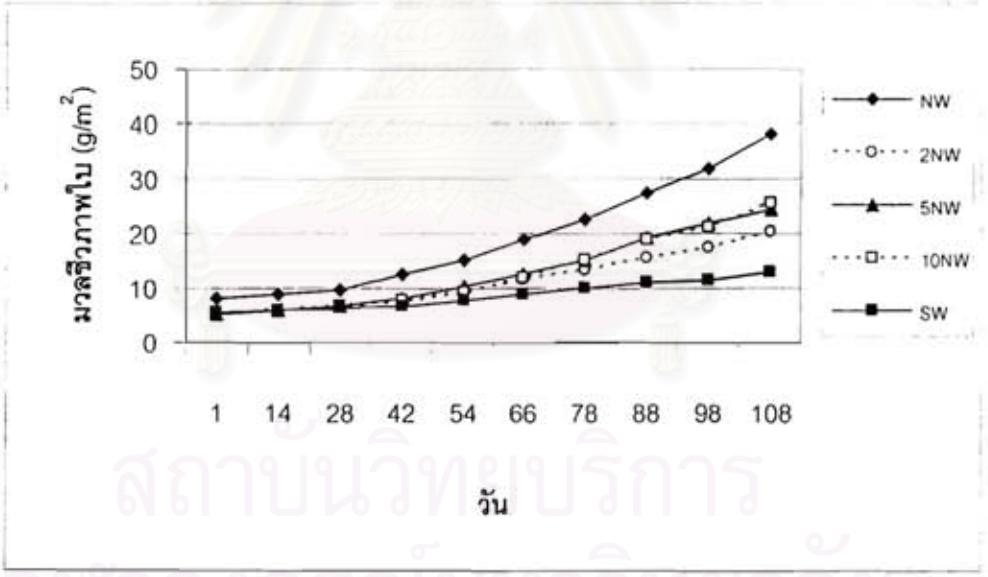
(ข) แสมทะเล

รูปที่ 4.16 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ค) พังกาหัวสุม



(ง) โปรงแดง

รูปที่ 4.16 (ต่อ) การเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

4.3.4 ปริมาณและการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบ

ปริมาณไนโตรเจนในใบอ่อน (ตารางที่ 4.61) ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีค่าอยู่ระหว่าง 11.360, 33.856, 14.288 และ 9.250 mg/g dry wt. ตามลำดับ โดยแสมทะเลมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พังกาหัวสุมดอกแดง โกงกางใบใหญ่ และโปรงแดง ตามลำดับ ภายหลังสิ้นสุดการทดลองไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็น 16.024-22.359, 23.892-47.426, 17.028-28.564 และ 14.761-18.972 mg/g dry wt. ตามลำดับ โดยแสมทะเลมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พังกาหัวสุมดอกแดง โกงกางใบใหญ่ และโปรงแดง ตามลำดับ

อัตราการสะสมไนโตรเจนในใบอ่อนของกล้าไม้ เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าอัตราการสะสมไนโตรเจนในใบอ่อนมีค่าสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นสูง เนื่องจากพืชสามารถดูดดึงไนโตรเจนในน้ำเสียไปสะสมในใบได้มากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Cronk และ Fennessy (2001) อ้างถึงใน ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ที่กล่าวว่าพืชสามารถสะสมธาตุอาหารได้สูงกว่าระดับความต้องการที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงอาจพบว่าพืชมีการสะสมธาตุอาหารสูงกว่าระดับปกติได้

ปริมาณไนโตรเจนในใบแก่ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสีย (ตารางที่ 4.62) ในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีค่า 10.500, 23.580, 10.610 และ 6.397 mg/g dry wt. ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองไนโตรเจนในใบแก่มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 13.177-20.201, 17.042-33.804, 12.211-17.224 และ 10.442-16.114 mg/g dry wt. ตามลำดับ

อัตราการสะสมไนโตรเจนในใบแก่ของกล้าไม้ เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าอัตราการสะสมไนโตรเจนในใบแก่มีค่าสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นสูงเช่นเดียวกับในใบอ่อน แต่มีแนวโน้มการสะสมไนโตรเจนในใบแก่ต่ำกว่าในใบอ่อน และอัตราการสะสมไนโตรเจนในใบแก่และใบอ่อนของกล้าไม้ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

อัตราการสะสมไนโตรเจนในใบอ่อนของกล้าไม้ เมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำเสียต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั่วไปพบว่า มีอัตราการสะสมไนโตรเจนสูงที่สุด เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน รองลงมา คือ เมื่อใช้ระยะกักเก็บ 5 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะกล้าไม้มีระยะเวลากักเก็บนาน ส่งผลให้กล้าไม้ดูดดึงไนโตรเจนสะสมในใบได้สูงขึ้น

ตารางที่ 4.62 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	11.360±0.232	15.821±0.158	16.103±0.217	16.635±0.370
	2NW		15.300±0.475	15.452±0.432	16.024±0.279
	5NW		21.983±0.734	22.234±0.271	22.359±0.606
	10NW		16.602±0.574	17.588±0.485	18.672±0.186
	SW		14.520±0.661	15.203±0.142	15.856±0.162
แสมทะเล	NW	33.856±0.772	22.533±0.097	23.017±0.485	23.892±0.180
	2NW		19.361±0.904	30.426±0.968	31.102±0.377
	5NW		36.905±0.541	38.004±0.545	39.142±0.477
	10NW		44.058±1.208	46.514±0.762	47.426±0.298
	SW		29.303±0.570	29.702±0.488	30.115±0.151
พังกาหัวสุม	NW	14.288±0.757	18.425±0.305	18.936±0.278	19.237±0.343
	2NW		15.031±0.775	16.046±0.393	17.028±0.660
	5NW		16.808±0.650	17.602±0.487	18.410±0.389
	10NW		26.315±1.089	27.471±0.435	28.564±0.318
	SW		11.906±0.549	12.703±0.338	13.069±0.280
โปรงแดง	NW	9.250±0.678	18.334±0.488	18.642±0.220	18.972±0.339
	2NW		13.125±0.431	14.220±0.342	14.761±0.497
	5NW		15.020±0.563	16.024±0.243	16.759±0.512
	10NW		15.236±0.541	16.624±0.369	17.862±0.579
	SW		12.455±0.811	13.043±0.167	13.454±0.130

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.63 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะ เก็บเกี่ยว 7 วัน	ภายหลังระยะ เก็บเกี่ยว 5 วัน	ภายหลังระยะ เก็บเกี่ยว 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	10.500±0.085	13.102±0.134	13.702±0.179	13.802±0.176
	2NW		11.403±0.608	12.583±0.256	13.177±0.199
	5NW		18.630±0.179	19.564±0.337	20.201±0.154
	10NW		17.425±0.406	18.723±0.354	18.855±0.413
	SW		11.007±0.313	11.352±0.325	11.584±0.315
แสมทะเล	NW	23.580±0.406	16.440±0.103	16.822±0.261	17.042±0.094
	2NW		15.603±0.477	16.800±0.342	17.414±0.145
	5NW		28.004±0.845	28.726±0.362	29.252±0.270
	10NW		33.008±0.122	33.616±0.365	33.804±0.322
	SW		15.106±0.212	15.604±0.274	15.752±0.303
พังกาหัวสุม	NW	10.610±0.092	11.440±0.416	11.802±0.438	12.211±0.177
	2NW		16.145±0.476	16.507±0.176	16.288±0.184
	5NW		16.108±0.316	16.855±0.303	17.224±0.221
	10NW		15.774±0.238	16.353±0.243	16.425±0.288
	SW		11.206±0.097	11.572±0.371	11.703±0.257
โปรงแดง	NW	6.397±0.330	14.021±0.373	14.803±0.548	15.507±0.169
	2NW		10.004±0.118	10.118±0.018	10.442±0.120
	5NW		10.708±0.341	11.542±0.414	12.223±0.207
	10NW		14.905±0.053	15.276±0.312	16.114±0.225
	SW		8.466±0.252	9.105±0.206	9.584±0.143

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.64 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะ กักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะ กักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะ กักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	11.360±0.232	^{Bbc}4.461±0.158^{a}	^{b}0.282±0.059^{b}	^{Aab}0.532±0.153^{b}
	2NW		^{Acd}3.940±0.475^{a}	^{Ab}0.152±0.043^{b}	^{b}0.572±0.153^{b}
	5NW		^{Aa}10.623±0.734^{a}	^{Bb}0.251±0.463^{b}	^{Bc}0.125±0.335^{b}
	10NW		^{Ab}5.242±0.574^{a}	^{Ba}0.986±0.089^{b}	^{a}1.084±0.299^{b}
	SW		^{Ad}3.160±0.661^{a}	^{ab}0.683±0.519^{b}	^{b}0.653±0.020^{b}
แสมทะเล	NW	33.856±0.772	^{Ad}-11.323±0.097^{b}	^{d}0.484±0.388^{a}	^{A}0.875±0.305^{a}
	2NW		^{Ae}-14.495±0.904^{c}	^{Aa}11.065±0.064^{a}	0.676±0.591^{b}
	5NW		^{Ab}3.049±0.541^{a}	^{Ac}1.099±0.004^{b}	^{A}1.138±0.068^{b}
	10NW		^{Ba}10.202±1.208^{a}	^{Ab}2.456±0.446^{b}	0.912±0.464^{b}
	SW		^{Ac}-4.553±0.570^{b}	^{d}0.399±0.082^{a}	0.413±0.337^{a}
พังกาหัวสุม	NW	14.288±0.757	^{Bb}4.137±0.305^{a}	0.511±0.027^{b}	^{Bc}0.301±0.065^{b}
	2NW		^{Bd}0.743±0.775	^{B}1.015±0.382	^{ab}0.982±0.267
	5NW		^{Ac}2.520±0.650^{a}	^{Ab}0.794±0.163^{b}	^{Ab}0.808±0.098^{b}
	10NW		^{Aa}12.027±1.089^{a}	^{B}1.156±0.654^{b}	^{a}1.093±0.117^{b}
	SW		^{Bc}-2.382±0.549^{b}	0.797±0.211^{a}	^{c}0.366±0.058^{a}
โปรงแดง	NW	9.250±0.678	^{Aa}9.084±0.488^{a}	^{c}0.308±0.268^{b}	^{Bc}0.330±0.119^{b}
	2NW		^{Ac}3.875±0.431^{a}	^{Bab}1.095±0.089^{b}	^{Bc}0.541±0.155^{c}
	5NW		^{Bb}5.770±0.563^{a}	^{Aab}1.004±0.320^{b}	^{Ab}0.735±0.269^{b}
	10NW		^{Ab}5.986±0.541^{a}	^{Ba}1.388±0.172^{b}	^{a}1.238±0.210^{b}
	SW		^{Ac}3.205±0.811^{a}	^{Bc}0.588±0.644^{b}	^{Bc}0.411±0.037^{b}

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

ตารางที่ 4.65 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในกล้าไม้ (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	10.500±0.085	^{yc}2.602±0.134^{a}	^{nsc}0.600±0.042^{b}	^{b}0.100±0.000^{c}
	2NW		nd0.903±0.608	^{nab}1.180±0.352	^{na}0.594±0.057
	5NW		^{na}8.130±0.179^{a}	^{b}0.934±0.158^{b}	^{a}0.637±0.183^{b}
	10NW		^{nb}6.925±0.406^{a}	^{na}1.298±0.052^{b}	^{yb}0.132±0.059^{c}
	SW		^{yd}0.507±0.313	^{c}0.345±0.002	^{yb}0.232±0.000
แสมทะเล	NW	23.580±0.406	^{ac}-7.140±0.103^{b}	^{ynb}0.382±0.158^{a}	^{b}0.220±0.167^{a}
	2NW		^{ad}-7.977±0.477^{b}	^{na}1.197±0.135^{a}	^{na}0.614±0.197^{a}
	5NW		^{nb}4.424±0.845^{a}	^{b}0.722±0.483^{b}	^{a}0.526±0.092^{b}
	10NW		^{na}9.428±0.122^{a}	^{yb}0.608±0.243^{b}	^{yb}0.188±0.043^{c}
	SW		nd-8.474±0.212^{c}	^{b}0.498±0.062^{a}	^{yb}0.148±0.029^{b}
พังกาหัวสุม	NW	10.610±0.092	^{nb}0.830±0.416	^{n}0.362±0.022	^{a}0.409±0.261
	2NW		^{na}5.535±0.476^{a}	^{y}0.362±0.300^{b}	nd-0.219±0.008^{b}
	5NW		^{ya}5.498±0.316^{a}	0.747±0.013^{b}	^{ab}0.369±0.082^{c}
	10NW		^{za}5.164±0.238^{a}	^{y}0.579±0.005^{b}	^{yc}0.072±0.045^{c}
	SW		^{yb}0.596±0.097	0.366±0.274	^{ybc}0.131±0.114
โปรงแดง	NW	6.397±0.330	^{nb}7.624±0.373^{a}	^{na}0.782±0.175^{b}	0.704±0.379^{b}
	2NW		^{yd}3.607±0.118^{a}	^{yc}0.114±0.100^{b}	^{y}0.324±0.102^{b}
	5NW		^{nc}4.311±0.341^{a}	^{a}0.834±0.073^{b}	0.681±0.207^{b}
	10NW		^{ya}8.508±0.053^{a}	^{ybc}0.371±0.259^{c}	^{n}0.838±0.087^{b}
	SW		^{nc}2.069±0.252^{a}	^{ab}0.639±0.046^{b}	^{n}0.479±0.063^{b}

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

4.3.5 ปริมาณและการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบ

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบอ่อน (ตารางที่ 4.65) ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.322, 0.784, 0.280 และ 0.216 mg/g dry wt. ตามลำดับ โดยแสมทะเลมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุม และโปรงแดง ตามลำดับ ภายหลังสิ้นสุดการทดลองฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเป็น 0.223-0.448, 0.798-0.981, 0.366-0.442 และ 0.231-0.283 mg/g dry wt. ตามลำดับ

อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในใบอ่อนของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 4.67) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในใบอ่อนของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิดไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนจึงไม่สามารถสรุปได้ว่ากล้าไม้ใดมีการสะสมฟอสฟอรัสสูงที่สุด ทั้งนี้เพราะพืชแต่ละชนิดมีช่วงการเจริญเติบโตที่ต่างกัน โดยในช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโตสูงจะมีการดูดดึงฟอสฟอรัสได้สูงทำให้มีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสที่ต่างกัน ซึ่งสภาพอากาศ ความหนาแน่นของพืช และความเค็มของน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละชุดทดลองจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (อรวรรณ พรานชัย, 2546) ทำให้พืชมีการเจริญในแต่ละช่วงไม่เท่ากันจึงมีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสที่ต่างกัน

อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในใบอ่อนของกล้าไม้ เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราการสะสมฟอสฟอรัสในใบอ่อนค่อนข้างผันแปรขึ้นกับสภาพแวดล้อมหลายปัจจัย ได้แก่ การดูดดึงฟอสฟอรัสไปใช้ของพืช ชนิดของพืช และความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำเสีย (Chu และคณะ, 1999)

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบแก่ (ตารางที่ 4.66) ก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียในชุดทดลองที่ใช้บำบัดน้ำเสียของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.188, 0.390, 0.158 และ 0.129 mg/g dry wt. ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.173-0.269, 0.240-0.537, 0.174-0.240 และ 0.133-0.193 mg/g dry wt. ตามลำดับ

อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในใบแก่ (ตารางที่ 4.68) พบว่าการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับในใบอ่อนแต่มีปริมาณต่ำกว่า แสดงว่ากล้าไม้จะสามารถดูดดึงฟอสฟอรัสในน้ำเสียไปสะสมในใบอ่อนได้มากกว่าในใบแก่ ซึ่ง Bolton และ Greenway (1997) รายงานว่าพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำจะสะสมฟอสฟอรัสที่มากเกินพอในใบแก่ และร่วงหล่นทับถมกลายเป็นอยู่ในดินตะกอน แต่พบว่าการทดลองครั้งนี้พืชอยู่ในช่วงที่กำลังเจริญเติบโต จึงอาจมีความต้องการใช้ฟอสฟอรัสสูงในการสร้างมวลชีวภาพทำให้ไม่พบว่ามีการสะสมฟอสฟอรัสที่มากเกินพอในใบแก่

ตารางที่ 4.66 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในกล้าไม้ (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.322±0.004	0.184±0.003	0.201±0.006	0.223±0.005
	2NW		0.390±0.003	0.425±0.005	0.437±0.004
	5NW		0.410±0.009	0.437±0.008	0.448±0.003
	10NW		0.428±0.005	0.469±0.006	0.410±0.004
	SW		0.356±0.004	0.371±0.007	0.339±0.004
แสมทะเล	NW	0.784±0.123	0.656±0.008	0.786±0.009	0.798±0.009
	2NW		0.874±0.005	0.898±0.010	0.916±0.008
	5NW		0.893±0.004	0.956±0.005	0.981±0.005
	10NW		0.868±0.009	0.914±0.008	0.865±0.002
	SW		0.582±0.004	0.611±0.008	0.594±0.006
พังกาหัวสุม	NW	0.280±0.006	0.351±0.005	0.374±0.004	0.386±0.003
	2NW		0.388±0.007	0.425±0.004	0.442±0.005
	5NW		0.374±0.002	0.409±0.003	0.366±0.007
	10NW		0.355±0.003	0.378±0.003	0.370±0.005
	SW		0.292±0.003	0.324±0.005	0.280±0.009
โปรงแดง	NW	0.216±0.120	0.221±0.004	0.249±0.002	0.256±0.004
	2NW		0.194±0.006	0.226±0.006	0.231±0.003
	5NW		0.247±0.005	0.276±0.004	0.283±0.006
	10NW		0.258±0.003	0.286±0.005	0.261±0.010
	SW		0.243±0.002	0.262±0.004	0.248±0.004

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.67 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในกล้าไม้ (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.188±0.006	0.166±0.006	0.171±0.006	0.173±0.009
	2NW		0.243±0.007	0.255±0.005	0.258±0.004
	5NW		0.259±0.009	0.266±0.005	0.269±0.006
	10NW		0.246±0.002	0.277±0.004	0.243±0.007
	SW		0.220±0.005	0.232±0.008	0.237±0.008
แสมทะเล	NW	0.390±0.003	0.232±0.008	0.238±0.004	0.240±0.004
	2NW		0.496±0.008	0.520±0.007	0.529±0.002
	5NW		0.510±0.006	0.530±0.010	0.537±0.008
	10NW		0.474±0.005	0.492±0.002	0.506±0.008
	SW		0.201±0.006	0.211±0.003	0.198±0.005
พังกาหัวสุม	NW	0.158±0.005	0.230±0.005	0.234±0.002	0.235±0.002
	2NW		0.221±0.005	0.235±0.006	0.240±0.005
	5NW		0.203±0.002	0.221±0.004	0.174±0.003
	10NW		0.214±0.004	0.226±0.005	0.230±0.005
	SW		0.203±0.002	0.215±0.002	0.194±0.004
โปรงแดง	NW	0.129±0.009	0.152±0.003	0.158±0.005	0.161±0.005
	2NW		0.113±0.004	0.128±0.004	0.133±0.005
	5NW		0.160±0.005	0.165±0.006	0.167±0.005
	10NW		0.174±0.002	0.189±0.005	0.193±0.004
	SW		0.144±0.007	0.149±0.005	0.148±0.009

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.68 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในกล้าไม้ (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะ ถักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะ ถักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะ ถักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.322±0.004	^{Bc}-0.138±0.003^{b}	^{Ad}0.017±0.003^{a}	^{Ba}0.022±0.001^{a}
	2NW		^{Bc}0.068±0.003^{a}	^{Bb}0.035±0.002^{b}	^{Ab}0.012±0.001^{c}
	5NW		^{Ab}0.088±0.009^{a}	^{Ac}0.027±0.001^{b}	^{Ab}0.011±0.005^{c}
	10NW		^{Ba}0.106±0.005^{a}	^{Aa}0.041±0.001^{b}	^{Ad}-0.059±0.002^{c}
	SW		^{Bd}0.034±0.004^{a}	^{Ad}0.015±0.003^{b}	^{Ac}-0.032±0.003^{c}
แสมทะเล	NW	0.784±0.123	^{Bc}-0.128±0.008^{c}	^{Ba}0.130±0.001^{a}	^{Ac}0.012±0.000^{b}
	2NW		^{Ab}0.090±0.005^{a}	^{Ad}0.024±0.005^{b}	^{Bb}0.018±0.002^{b}
	5NW		^{Ba}0.109±0.004^{a}	^{Bb}0.063±0.001^{b}	^{Ba}0.025±0.000^{c}
	10NW		^{Ab}0.084±0.009^{a}	^{Bc}0.046±0.001^{b}	^{Bd}-0.049±0.006^{c}
	SW		^{Ad}-0.202±0.004^{c}	^{Bd}0.029±0.004^{a}	^{Bd}-0.017±0.002^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.280±0.006	^{Bc}0.071±0.005^{a}	^{Bc}0.023±0.001^{b}	^{Aa}0.012±0.001^{c}
	2NW		^{Ba}0.108±0.007^{a}	^{Ba}0.037±0.003^{b}	^{Ba}0.017±0.001^{c}
	5NW		^{Ab}0.094±0.002^{a}	^{Aab}0.035±0.001^{b}	^{Bc}-0.043±0.004^{c}
	10NW		^{Ac}0.075±0.003^{a}	^{Ac}0.023±0.000^{b}	^{Bb}-0.008±0.002^{c}
	SW		^{Bd}0.012±0.003^{b}	^{Bb}0.032±0.002^{a}	^{Bc}-0.044±0.004^{c}
โปรงแดง	NW	0.216±0.120	^{Ac}0.005±0.004^{b}	^{Ab}0.028±0.002^{a}	^{Ba}0.007±0.002^{b}
	2NW		^{Ad}-0.022±0.006^{c}	^{Ba}0.032±0.000^{a}	^{Ba}0.005±0.003^{b}
	5NW		^{Bb}0.031±0.005^{a}	^{Bb}0.029±0.001^{a}	^{Aa}0.007±0.002^{b}
	10NW		^{Ba}0.042±0.003^{a}	^{Bb}0.028±0.002^{b}	^{Ac}-0.025±0.005^{c}
	SW		^{Ab}0.027±0.002^{a}	^{Ac}0.019±0.002^{b}	^{Bb}-0.014±0.000^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลาถักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่าง**ชนิดพืช** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.69 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในกล้าไม้ (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.188±0.006	nd-0.022±0.006^{b}	^{c}0.005±0.000^{a}	^{a}0.002±0.003^{a}
	2NW		^{yb}0.055±0.007^{a}	^{nb}0.012±0.002^{b}	^{a}0.003±0.001^{c}
	5NW		^{ya}0.071±0.009^{a}	^{yc}0.007±0.004^{b}	^{ya}0.003±0.001^{b}
	10NW		^{yb}0.058±0.002^{a}	^{na}0.031±0.002^{b}	^{nb}-0.034±0.003^{c}
	SW		^{yc}0.032±0.005^{a}	^{nb}0.012±0.003^{b}	^{na}0.005±0.000^{c}
แสมทะเล	NW	0.390±0.003	^{xd}-0.158±0.008^{b}	^{b}0.006±0.004^{a}	^{b}0.002±0.000^{a}
	2NW		^{nb}0.106±0.008^{a}	^{na}0.024±0.001^{b}	^{ab}0.009±0.005^{c}
	5NW		^{na}0.120±0.006^{a}	^{na}0.020±0.004^{b}	^{nab}0.007±0.002^{c}
	10NW		^{nc}0.084±0.005^{a}	^{ya}0.018±0.003^{b}	^{na}0.014±0.006^{b}
	SW		^{xc}-0.189±0.006^{c}	^{nb}0.010±0.003^{a}	^{nc}-0.013±0.002^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.158±0.005	^{na}0.072±0.005^{a}	^{c}0.004±0.003^{b}	^{b}0.001±0.000^{b}
	2NW		^{yb}0.063±0.005^{a}	^{ynb}0.014±0.001^{b}	^{a}0.005±0.001^{c}
	5NW		nd0.045±0.002^{a}	^{na}0.018±0.002^{b}	nd-0.047±0.001^{c}
	10NW		^{yc}0.056±0.004^{a}	^{nb}0.012±0.001^{b}	^{ya}0.004±0.000^{c}
	SW		nd0.045±0.002^{a}	^{nb}0.012±0.000^{b}	^{xc}-0.021±0.002^{c}
โปรงแดง	NW	0.129±0.009	^{ybc}0.023±0.003^{a}	^{b}0.006±0.002^{b}	^{a}0.003±0.000^{b}
	2NW		nd-0.016±0.004^{c}	^{ya}0.015±0.000^{a}	^{a}0.005±0.001^{b}
	5NW		^{xb}0.031±0.005^{a}	^{yb}0.005±0.001^{b}	^{yab}0.002±0.001^{b}
	10NW		^{na}0.045±0.002^{a}	^{yna}0.015±0.003^{b}	^{ya}0.004±0.001^{c}
	SW		^{nc}0.015±0.007^{a}	^{yb}0.005±0.002^{b}	^{yb}-0.001±0.004^{b}

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

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัด ของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพันธุ์ไม้ชายเลน เมื่อใช้ระบบเติมต่อเนื่อง ได้ดำเนินการศึกษา ณ บริเวณพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของชุดทดลอง การสะสมของธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินและกล้าไม้ โดยชุดทดลองทำการปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช ให้น้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน คือ น้ำเสียชุมชนปกติ (NW) และน้ำเสียที่ปรับระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกัน 3 ระดับ คือ ความเข้มข้น 2 เท่า (2NW) ความเข้มข้น 5 เท่า (5NW) และความเข้มข้น 10 เท่าของน้ำเสียชุมชน (10NW) และชุดควบคุมใช้น้ำทะเล โดยใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2547 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 คุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาความสามารถในการบำบัดบีโอดี ธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง ที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 3 วัน ชุดทดลองสามารถบำบัด BOD ในน้ำเสียชุมชนทุกความเข้มข้น ให้มีค่าไม่เกิน 20 mg/l ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำ 5 และ 7 วัน น้ำที่ผ่านการบำบัดมีปริมาณบีโอดีลดลงตามลำดับ และเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 7 วัน ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 5NW มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงสุดเท่ากับ 91.81-95.31% และชุดทดลองสามารถในการบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าในน้ำเสียชุมชนปกติ 5 เท่า โดยใช้ระยะกักเก็บน้ำ 5 วัน แต่ชุดทดลองไม่สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าในน้ำเสียชุมชนปกติ 10 เท่า และเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดมีความแตกต่างกันระหว่างชนิดพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้แสมทะเล ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำภายหลังการบำบัดมีค่าสูงกว่าชุดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุม และโปรงแดง ทั้งนี้เนื่องจากกล้าไม้แสมทะเลมีการพัฒนา

รากหายใจได้ดี จึงสามารถปลดปล่อยออกซิเจนสู่บริเวณรอบๆราก ทำให้กระบวนการดีไนตริฟิเคชันต่ำ ดังนั้นจึงมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ชนิดอื่น และความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของชุดทดลอง เมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นเมื่อได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าในชุดควบคุมที่ไม่ปลูกพืช เนื่องจากกระบวนการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการดูดซับกับอนุภาคดินเหนียว หรือกระบวนการก่อตะกอนผลึก ซึ่งจากปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าค่อนข้างสูง ทำให้ชุดทดลองมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดสูง แม้จะได้รับน้ำเสียที่มีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงขึ้น และชุดทดลองสามารถบำบัดบีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้สูงสุดในที่ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 10NW โดยปริมาณบีโอดี และธาตุอาหารที่บำบัดได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณสารอินทรีย์ ธาตุอาหารที่สามารถบำบัดโดยชุดทดลอง

สารอินทรีย์และธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารที่บำบัดได้ (กิโลกรัม/ไร่/ปี)
บีโอดี	213.58
ไนโตรเจนทั้งหมด	429.69
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	103.16

5.1.2 สมบัติดิน

ผลการศึกษาการสะสมอาหารในดิน ในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง ที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.530-2.814% และภายหลังการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นมีค่าระหว่าง 2.203-4.237% เนื่องจากการสลายตัวของเศษใบไม้ที่ร่วงหล่น และการตกตะกอนของสารอินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดในดินจะมีการสะสมอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออน และไนเตรท โดยไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.797-1.489 mg/g dry weight และไนโตรเจนทั้งหมดในดินภายหลังการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.050-1.600 mg/g dry weight ซึ่งเมื่อนำผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนมาวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้วิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจึงทำการวิเคราะห์ทางสถิติของการสะสมไนโตรเจน

ทั้งหมดในดินระหว่างก่อนและหลังการทดลองโดยใช้วิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงจะมีเปอร์เซ็นต์การสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในดินก่อนทดลองมีค่าระหว่าง 0.093-0.124 mg/g dry weight และภายหลังการทดลองมีค่าระหว่าง 0.103-0.407 mg/g dry weight และมีการสะสมสูงในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง โดยฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ในอนุภาคดินเหนียว

5.1.3 การเจริญเติบโตและองค์ประกอบธาตุอาหารของพืช

5.1.3.1 การเจริญเติบโตทางความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง

ผลการศึกษาการเจริญเติบโต และการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง ที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่ากล้าไม้โกงกางใบใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง มวลชีวภาพลำต้นและใบได้ดี เมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำเสีย 7 วัน และกล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดงมีอัตราการเพิ่มพูนความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง มวลชีวภาพลำต้นและใบได้ดี เมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เนื่องจากโกงกางใบใหญ่เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในแนวเขตด้านนอกของพื้นที่ชายฝั่งทะเลหรือปากแม่น้ำ ทำให้โกงกางใบใหญ่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมซึ่งจะถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ดังนั้นกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ในชุดทดลองเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำเสีย 7 วันจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี ส่วนกล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง จะขึ้นอยู่ในแนวเขตถัดเข้ามาจากไม้โกงกางใบใหญ่ ซึ่งจะมีระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมขังสั้นกว่าไม้โกงกาง ดังนั้นกล้าไม้จึงมีการเจริญเติบโตต่ำเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 7 วัน และกล้าไม้สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อใช้ระยะกักเก็บ 3 วัน และกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิดในชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเล เนื่องจากกล้าไม้สามารถดูดดึงธาตุอาหารในน้ำเสียไปใช้ในการเจริญเติบโต และเพิ่มพูนมวลชีวภาพ

5.1.3.2 องค์ประกอบธาตุอาหารในใบ

ผลการศึกษาการสะสมธาตุอาหารในกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุม และโปรงแดง พบว่าพืชทั้ง 4 ชนิดเมื่อได้รับน้ำเสียชุมชนที่มีปริมาณของธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกัน ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW ตามลำดับ โดยพบว่าการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนมีค่าสูงกว่าในใบแก่ของพืชทั้ง 4 ชนิด และการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบของกล้าไม้โกงกางใบ

ใหญ่มีค่าสูงกว่ากล้าไม้ชนิดอื่น เนื่องจากกล้าไม้โกงกางใบใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเลน ดังนั้นจึงสามารถดูดดึงไนโตรเจนทั้งหมดไปใช้ได้สูง และเกิดการสะสมในใบได้สูงกว่ากล้าไม้ชนิดอื่น ส่วนการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในกล้าไม้ พบว่ามีการสะสมสูงในกล้าไม้โกงกางใบใหญ่และกล้าไม้แสมทะเล เนื่องจากกล้าไม้เหล่านี้สามารถเจริญได้ดีในดินเลนและดินเลนปนทราย ดังนั้นจึงสามารถดูดดึงฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินไปใช้ได้สูง และเกิดการสะสมในใบได้สูงกว่ากล้าไม้ชนิดอื่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การปลูกป่าชายเลนเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย พบว่าเมื่อใช้ระยะกักเก็บน้ำ 3 วันสามารถลดปริมาณบีโอดีในน้ำเสียชุมชนปกติและน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งมีปริมาณบีโอดีอยู่ระหว่าง 32-82 mg/l ให้มีค่าไม่เกิน 20 mg/l ได้

2) การปลูกป่าชายเลนเพื่อการบำบัดน้ำเสีย ต้องมีการควบคุมปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียไม่ให้สูงเกินไป เพื่อให้ระบบสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอาจสร้างบ่อรวบรวมน้ำเสียเพื่อให้เกิดกระบวนการตกตะกอนหรือการย่อยสลายธาตุอาหารส่วนหนึ่งก่อนปล่อยลงสู่ป่าชายเลน

3) ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ การสะสมธาตุอาหารในดิน และพันธุ์ไม้ชายเลนในระยะยาว ก่อนนำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้จริง เพื่อทราบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่อาจเปลี่ยนแปลงไป และผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ชายเลน ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิจจา ผลภาษี. 2545. กรมชลประทานกับโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วารสารสิ่งแวดล้อม มก 1 (สิงหาคม-พฤษจิกายน): 10-13.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2542. รายงานคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาปี 2537-2542. กรุงเทพมหานคร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจนจิรา แก้วรัตน์. 2541. ความสามารถของโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* เพื่อการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2544. การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์. 2547. ผลของความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ต่อระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมโกงกางใบใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประโสด ธรรมเขต. 2540. การวิเคราะห์ทางเคมี พืช ปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดิน. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

ปิยวรรณ สายมโนพันธ์. 2543. ความสามารถของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* Lamk. และแสมทะเล *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนในดินป่าชายเลนที่มีโครงสร้างต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2543. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541. ใน รายงานสรุปผลการศึกษาวิจัย 5 ปี (พ.ศ. 2535-2540) โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. มิถุนายน 2541.

วรรณพรรน์ เปี่ยมพงศ์สานต์. 2544. ความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบรวบรวมและระบบบ่อผึ่ง จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุวศา กานตวนิชกูร. 2544. การกำจัดไนโตรเจนโดยระบบบึงประดิษฐ์แบบผสมผสานในเขตอากาศร้อน. โครงการร่วมมือกับต่างประเทศ ไทย-ยุโรป (ไทย-อังกฤษ).

สนิท อักษรแก้ว. 2542. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนิท อักษรแก้ว, วิโรจน์ ธีรธนาธร และ สงบ พานิชชาติ. 2547. การเติบโตและการรอดตายของโกงกางใบใหญ่ปลูกบนพื้นที่หาดเลนงอกใหม่บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ใน การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สนิท อักษรแก้ว, สามัคคี บุณยะวัฒน์, กานดิษฎ์ สิงหากัน, ยุพเยาว์ โตดีรี และ วีรชน พลรบ. 2545. การศึกษาเบื้องต้นการใช้ป่าชายเลนในการบำบัดน้ำเสียบริเวณแหลมผักเบี้ยจังหวัดเพชรบุรี. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียบนพื้นที่จำกัดด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีต้นแบบ. 5-6 กันยายน 2545 ณ โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ.

สุธา ขาวเธียร. 2545. การบำบัดน้ำเสีย. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพมหานคร.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2528. การใช้ดินตะกอนภาคพื้นสมุทรในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียชุมชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชัย เชียร์ศิริกุล. 2533. การบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรวรรณ พรานไชย, สนิท อักษรแก้ว และ ลดาวัลย์ พวงจิตร. 2547. การฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้างบริเวณอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช ใน การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ภาษาอังกฤษ

AWWA, WEF, and APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American public health association. Washington DC.

Boonsong, K., Piyatiratitivorakul, S., and Patanapolpaiboon, P. 2002. Use of mangrove plantation as constructed wetland for municipal wastewater treatment. Science research Chulalongkorn university. 27(1) : 43-58.

Bolton, K. G. E., and Greeway, M. 1997. A feasibility study of *Melaleuca* trees for use in contructed wetlands in subtropical Australia. Water science and technology. 35(3) : 247-254.

Brix, H. 1993. Macrophyte-mediated oxygen transfer in wetland : transport mechanisms and rates. In G. A. Moshiri (ed), Constructed wetland for water quality improvement, pp. 391-398. London : Lewis.

Cameron, K., Madramootoo, C., Crolla, A., and Kinsley, C. 2003. Pollutant removal from municipal sewage lagoon effluents with a free-surface wetland. Water research. 37 : 2803-2812.

Chu, H. Y., Tam, N. F. Y., Lam, S. K. S., and Wong., Y. S. 1999. Retention of pollutants by mangrove soil and the effects of pollutants on *Kandelia candel*. Environmental technology. 21 : 755-764.

Gray, N. F. 2004. Biology of wastewater treatment. 2nd ed. London : Imperial college press.

Hseu, Z. Y., and Chen, Z. S. 1999. Monitoring the changes of redox potential, pH and electrical conductivity of the mangrove soils in northern Taiwan. Natural science. 24(3) : 143-150.

Jackson, M. L. 1973. Soil chemical analysis. New Delhi : Prentice-Hall of India Private.

Johnston, C. A. 1993. Mechanisms of wetland-water quality interaction. In G. A. Moshiri (ed), Constructed wetland for water quality improvement, pp. 391-398. London : Lewis.

Kadlec, R. H. 1995. Overview : surface flow constructed wetlands. Water science and technology. 32(3) : 1-12.

Kadlec, R. H. 1999. Chemical, physical and biological cycles in treatment wetlands. Water science and technology. 40(3) : 37-44.

Klomjek, P., and Nitisoravut, S. 2005. Constructed treatment wetland: a study of eight plant species under saline conditions. Chemosphere. 58 : 585-593.

Lim, P.E., Tay, M. G., Mak, K. Y., and Mohamed, N. 2003. The effect of heavy metals on nitrogen and oxygen demand removal in constructed wetlands. The science of the total environment. 301 : 13-21.

Mitsch, W. J., and Gosseling, J. G. 2000. Wetland. 3rd ed. New York : John Wiley & Sons.

Okurat, T. O., Rijs, G. B. J., and Bruggen, J. J. A. 1999. Design and performance of experimental constructed wetlands in Uganda, planted with *Cyperus papyrus and Phragmites mauritianus*. Water science and technology. 40(3) : 265-271.

Parson, T. R., Maita, Y., and Lalli, C. M. 1989. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. 3rd ed. Oxford : Pergamon press.

Pezeshki, S. R. 2001. Wetland plant responses to soil flooding. Environmental and experimental botany. 46 : 299-312.

Qualls, R. G., Richardson, C. J., and Sherwood, L. J. 2001. Soil reduction-oxidation potential along a nutrient-enrichment gradient in the everglades. Wetlands. 21(3) : 403-411.

Revsbech, N. P., Jacobsen, J. P., and Nielsen, L. P. 2005. Nitrogen transformations in microenvironments of river beds and riparian zones. Ecological engineering. 24 : 447-455.

Rustige, H., and Platzer, C. 2001. Nutrient removal in subsurface flow constructed wetlands for application in sensitive regions. Water science and technology. 44(11-12) : 149-155.

Sansanayuth, P., Phadungchep, A., Ngammontha, S., Ngdngam, S., Sukasem, P., Hoshino, H., and Ttabucanon, M. S. 1996. Shrimp pond effluent : Pollutant problems and treatment by constructed wetlands. Water science and technology. 34(11) : 93-98.

Schaffelke, B., Mellors, Jane., and Duke, N. C. 2005. Water quality in the great barrier reef region: responses of mangrove, seagrass and macroalgal communities. Marine pollution bulletin. 51 : 279-296.

Smith, R. T., and Alkinson, K. 1975. Techniques in pedology. A handbook for environmental and resource studies. London.

Strickland, J. D. H., and Parson, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa : Fisheries research broad of Canada.

Tam, N. F. Y. 1998. Effect of wastewater discharge on microbial populations and enzyme activities in mangrove soils. Environmental pollution. 102 : 233-242.

Tan, K. H. 1996. Soil sampling preparation and analysis. USA : Marcel Dekker, INC.

Wong, Y. S., Lan, C. Y., Chen, G. Z., Li, S. H., Chen, X. R., Liu, Z. P., and Tam, N. F. Y. 1995. Effect of wastewater discharge on nutrient contamination of mangrove soils and plants. Hydrobiologia. 295 : 243-254.

Ye, Y., Tam, N. F. Y., and Wong, Y. S. 2001. Livestock wastewater treatment by a mangrove pot-cultivation system and the effect of salinity on the nutrient removal efficiency. Marine pollution bulletin. 42(6) : 513-521.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลคุณภาพน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ1 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.25	8.50	8.30	8.60	8.40	8.40
	2NW	7.60	8.70	8.30	8.40	8.40	7.90
	5NW	7.71	8.40	7.90	8.20	8.20	8.10
	10NW	7.62	8.00	7.90	8.40	8.40	8.50
	SW	7.70	8.10	8.30	8.30	8.10	8.40
2	NW	7.23	8.43	7.96	8.57	7.98	8.35
	2NW	7.97	8.36	8.40	8.07	8.38	8.45
	5NW	7.71	8.33	7.67	8.30	7.92	8.23
	10NW	7.49	8.06	8.24	8.18	8.28	8.27
	SW	7.80	7.93	7.71	8.05	8.13	7.90
3	NW	7.43	8.57	8.50	8.50	7.77	8.68
	2NW	8.20	8.54	8.39	8.16	8.46	8.67
	5NW	8.17	8.32	7.67	8.27	7.85	8.26
	10NW	7.90	8.14	8.18	8.30	8.44	8.35
	SW	7.65	8.03	7.34	8.24	8.21	8.21
เฉลี่ย	NW	7.30±0.11	^{a}8.50±0.07	8.25±0.27	^{a}8.56±0.05	^{bc}8.05±0.32	8.48±0.18
	2NW	7.92±0.30	^{a}8.53±0.17	8.36±0.06	^{b}8.21±0.17	^{a}8.41±0.04	8.34±0.40
	5NW	7.86±0.27	^{a}8.35±0.04^{a}	7.75±0.13^{c}	^{b}8.26±0.05^{a}	^{c}7.99±0.19^{b}	8.20±0.09^{a}
	10NW	7.67±0.21	^{b}8.07±0.07^{c}	8.11±0.18^{bc}	^{b}8.29±0.11^{ab}	^{ab}8.37±0.08^{a}	8.37±0.12^{a}
	SW	7.72±0.08	^{b}8.02±0.09	7.78±0.48	^{b}8.20±0.13	^{abc}8.15±0.06	8.17±0.25

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคลงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.59	8.39	8.26	8.54	8.27	8.28
	2NW	8.48	8.67	8.59	8.57	8.67	8.65
	5NW	8.35	8.54	8.53	8.60	8.58	8.60
	10NW	8.12	8.69	8.74	8.84	8.75	8.70
	SW	8.39	8.20	7.59	8.22	8.16	8.11
2	NW	7.36	8.51	8.15	8.48	8.85	8.45
	2NW	7.86	8.55	8.66	8.48	8.62	8.65
	5NW	7.75	8.56	7.98	8.36	8.46	8.52
	10NW	7.58	8.75	8.47	8.62	8.65	8.69
	SW	7.83	8.36	7.67	8.12	8.14	8.23
3	NW	8.26	8.48	8.47	8.55	8.37	8.56
	2NW	8.36	8.42	8.23	8.13	8.46	8.77
	5NW	8.25	8.49	7.95	8.36	8.40	8.41
	10NW	8.23	8.14	8.28	8.39	8.46	8.42
	SW	8.19	8.29	7.93	8.18	8.17	8.31
เฉลี่ย	NW	7.74±0.46	8.46±0.03	^{a}8.29±0.16	8.52±0.04	^{a}8.49±0.25	^{bc}8.43±0.07
	2NW	8.23±0.33	8.55±0.07	^{a}8.49±0.22	8.39±0.18	^{a}8.58±0.09	^{a}8.69±0.06
	5NW	8.12±0.32	8.53±0.04	^{ab}8.15±0.11	8.44±0.05	^{a}8.48±0.04	^{ab}8.51±0.06
	10NW	7.98±0.35	8.52±0.31	^{a}8.50±0.11	8.62±0.13	^{a}8.62±0.10	^{ab}8.60±0.14
	SW	8.14±0.29	8.29±0.04^{a}	^{b}7.73±0.13^{b}	8.18±0.03^{a}	^{b}8.16±0.02^{a}	^{c}8.21±0.05^{a}

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

ตารางที่ ผ3 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.38	8.73	8.11	8.58	8.59	8.56
	2NW	8.56	8.62	8.51	8.31	8.61	8.70
	5NW	8.38	8.54	8.09	8.41	8.42	8.30
	10NW	8.19	8.24	8.38	8.51	8.54	8.44
	SW	7.84	8.32	7.32	8.11	8.15	8.18
2	NW	7.41	8.49	7.76	8.37	7.86	8.32
	2NW	8.33	8.56	8.25	8.08	8.63	8.84
	5NW	8.36	8.46	8.19	8.51	8.06	8.43
	10NW	8.46	8.35	8.47	8.55	8.67	8.46
	SW	7.98	8.40	7.98	8.06	8.12	8.23
3	NW	7.44	8.16	8.17	8.50	8.05	8.61
	2NW	8.22	8.83	8.48	8.12	8.61	8.91
	5NW	8.16	8.59	8.18	8.60	8.35	8.47
	10NW	8.23	8.44	8.30	8.67	8.69	8.59
	SW	7.93	8.25	8.30	8.52	8.30	8.20
เฉลี่ย	NW	^{c}7.41 ± 0.03	8.46±0.29	8.01±0.22	^{ab}8.48±0.10	^{b}8.16±0.38	^{b}8.50±0.15
	2NW	^{a}8.37 ± 0.17	8.67±0.14^{a}	8.41±0.14^{b}	^{c}8.17±0.12^{c}	^{a}8.62±0.01^{ab}	^{a}8.82±0.10^{a}
	5NW	^{a}8.30 ± 0.12	8.53±0.07^{a}	8.15±0.05^{c}	^{ab}8.51±0.10^{a}	^{ab}8.27±0.19^{bc}	^{b}8.40±0.09^{ab}
	10NW	^{a}8.29 ± 0.15	8.34±0.10^{b}	8.38±0.09^{b}	^{a}8.58±0.08^{a}	^{a}8.63±0.08^{a}	^{b}8.50±0.08^{ab}
	SW	^{b}7.92 ± 0.07	8.32±0.08	7.87±0.50	^{bc}8.23±0.25	^{b}8.19±0.10	^{c}8.20±0.03

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

ตารางที่ ผ4 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	32.80	31.20	31.20	32.10	31.90	31.00
	2NW	31.40	31.80	31.60	31.20	31.60	30.6 3
	5NW	31.50	31.30	31.30	31.70	31.40	31.20
	10NW	31.60	31.50	32.50	33.10	32.90	33.90
	SW	32.90	33.50	33.60	33.50	33.10	33.00
2	NW	30.20	29.90	30.20	30.50	30.50	30.30
	2NW	29.60	31.70	30.80	30.40	30.90	31.40
	5NW	29.60	31.20	31.40	30.60	30.40	31.40
	10NW	29.40	31.00	30.60	31.50	32.00	32.80
	SW	29.10	33.00	32.70	33.30	32.60	30.90
3	NW	33.80	29.20	28.90	29.60	29.60	29.30
	2NW	31.10	30.00	29.40	29.70	29.40	29.70
	5NW	30.90	30.40	30.40	30.10	29.80	30.50
	10NW	31.10	30.30	30.50	30.60	30.90	30.80
	SW	32.50	30.40	30.80	30.60	30.40	29.90
เฉลี่ย	NW	32.27±1.86	30.10±1.01	30.10±1.15	30.73±1.27	30.67±1.16	30.20±0.85
	2NW	30.70±0.96	31.17±1.01	30.60±1.11	30.43±0.75	30.63±1.12	30.58±0.85
	5NW	30.67±0.97	30.97±0.49	31.03±0.55	30.80±0.82	30.53±0.81	31.03±0.47
	10NW	30.70±1.15	30.93±0.60	31.20±1.13	31.73±1.27	31.93±1.00	32.50±1.57
	SW	31.50±2.09	32.30±1.66	32.37±1.43	32.47±1.62	32.03±1.44	31.27±1.58

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

ตารางที่ ผ5 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	30.30	29.70	29.60	30.20	30.20	30.00
	2NW	30.50	30.90	30.20	29.80	30.10	30.50
	5NW	30.50	30.60	30.30	30.20	29.90	30.90
	10NW	30.30	30.20	30.70	30.70	30.40	31.20
	SW	29.30	31.80	32.30	32.50	32.30	30.00
2	NW	31.30	29.60	29.50	29.60	28.70	29.50
	2NW	30.90	28.90	29.90	28.40	29.50	29.00
	5NW	30.60	29.40	29.50	29.70	29.80	29.80
	10NW	30.40	28.60	27.40	27.80	29.80	28.80
	SW	31.00	29.90	28.90	28.80	29.90	29.30
3	NW	31.00	27.90	28.20	28.20	28.10	27.90
	2NW	29.29	28.70	28.30	27.70	27.90	28.70
	5NW	30.20	28.70	27.50	27.80	28.20	29.10
	10NW	29.70	28.40	28.50	28.70	28.30	29.00
	SW	29.10	28.20	27.70	28.50	28.00	28.30
เฉลี่ย	NW	30.80±0.44	29.07±1.01	29.10±0.78	29.33±1.03	29.00±1.08	29.13±1.10
	2NW	30.23±0.83	29.50±1.22	29.47±1.02	28.63±1.07	29.17±1.14	29.40±0.96
	5NW	30.43±0.21	29.57±0.96	29.10±1.44	29.23±1.27	29.30±0.95	29.93±0.91
	10NW	30.13±0.38	29.07±0.99	28.87±1.68	29.07±1.48	29.50±1.08	29.67±1.33
	SW	29.80±1.04	29.97±1.80	29.63±2.39	29.93±2.23	30.07±2.15	29.20±0.85

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

ตารางที่ ผ6 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	30.00	28.50	29.20	29.00	29.20	29.50
	2NW	29.80	30.10	28.80	29.20	28.90	30.00
	5NW	29.60	30.30	30.00	29.40	29.50	30.80
	10NW	29.50	29.60	29.50	29.80	30.30	32.00
	SW	28.50	31.20	32.10	32.10	32.60	30.50
2	NW	30.00	29.90	30.00	30.30	30.30	30.30
	2NW	29.20	30.50	29.90	29.50	29.60	30.40
	5NW	29.90	30.30	30.20	30.00	30.30	30.40
	10NW	29.70	31.00	30.90	30.90	30.80	31.80
	SW	29.90	31.00	32.60	30.40	31.30	30.90
3	NW	30.20	28.90	29.60	29.20	28.90	29.40
	2NW	29.90	29.50	29.60	29.70	29.80	30.00
	5NW	30.10	29.90	30.30	28.90	29.00	30.00
	10NW	30.00	29.90	30.00	29.80	30.10	30.80
	SW	29.00	31.20	31.30	31.50	30.80	30.80
เฉลี่ย	NW	30.07±0.12	^{c}29.10±0.72	^{b}29.60±0.40	^{b}29.50±0.70	^{b}29.47±0.74	^{c}29.73±0.49
	2NW	29.63±0.38	^{bc}30.03±.0.50	^{b}29.43±0.57	^{b}29.47±0.25	^{b}29.43±0.47	^{bc}30.13±0.23
	5NW	29.87±0.25	^{ab}30.17±0.23	^{b}30.17±0.15	^{b}29.43±0.55	^{b}29.60±0.66	^{bc}30.40±0.40
	10NW	29.73±0.25	^{ab}30.17±0.74	^{b}30.13±0.71	^{b}30.17±0.64	^{ab}30.40±0.36	^{a}31.53±0.64
	SW	29.13±0.71	^{a}31.13±0.12	^{a}32.00±0.66	^{a}31.33±0.86	^{a}31.57±0.93	^{b}30.73±0.21

หมายเหตุ ตัวอักษรนูมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรนูมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ7 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	1.27	43.52	38.84	46.62	50.80	40.43
	2NW	1.40	43.26	52.70	47.63	49.08	49.58
	5NW	1.37	49.97	46.14	50.20	43.94	49.26
	10NW	1.34	37.40	53.90	45.39	53.40	51.20
	SW	62.60	85.30	84.30	83.70	85.30	83.00
2	NW	0.98	18.97	27.02	22.80	28.19	39.72
	2NW	1.17	22.08	15.17	26.53	26.30	19.90
	5NW	1.05	40.70	38.96	28.78	45.74	35.16
	10NW	1.11	31.47	11.60	31.68	16.76	39.86
	SW	47.56	62.20	63.00	64.90	66.90	50.70
3	NW	1.389	26.73	17.62	29.95	49.43	23.27
	2NW	1.139	30.99	20.33	33.42	24.43	15.00
	5NW	1.156	33.05	41.66	26.36	39.80	32.39
	10NW	1.202	27.56	17.46	16.65	22.05	31.28
	SW	49.49	52.00	63.60	59.90	57.50	50.10
เฉลี่ย	NW	^{b}1.21±0.21	^{b}29.74±12.55	^{b}27.83±10.63	^{b}33.12±12.22	^{b}42.81±12.68	34.47±9.71
	2NW	^{b}1.23±0.14	^{b}32.11±10.63	^{b}29.40±20.34	^{b}35.86±10.76	^{b}33.27±13.72	28.16±18.71
	5NW	^{b}1.19±0.16	^{b}41.24±8.47	^{ab}42.25±3.63	^{b}35.11±13.12	^{b}43.16±3.05	38.94±9.05
	10NW	^{b}1.22±0.12	^{b}32.14±4.95	^{b}27.65±22.92	^{b}31.24±14.38	^{b}30.74±19.80	40.78±9.99
	SW	^{a}53.22±8.18	^{a}66.50±17.06	^{a}70.30±12.13	^{a}69.50±12.55	^{a}69.90±14.14	61.27±18.82

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

ตารางที่ ผ8 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	1.33	17.10	10.37	20.50	37.25	18.65
	2NW	1.19	13.57	13.71	14.91	18.94	14.87
	5NW	1.19	28.51	23.87	24.73	17.80	26.25
	10NW	1.20	22.46	17.22	17.42	8.06	17.71
	SW	52.60	49.71	56.06	52.44	52.73	52.52
2	NW	1.29	16.33	9.56	16.66	25.57	15.42
	2NW	1.16	17.74	14.45	15.11	16.25	14.75
	5NW	1.21	20.36	22.36	20.54	16.66	25.58
	10NW	1.22	20.33	14.47	16.25	8.47	16.68
	SW	53.10	50.23	54.47	53.69	51.24	51.80
3	NW	1.11	10.91	9.33	14.35	20.74	10.01
	2NW	1.22	21.41	13.46	14.76	14.69	15.79
	5NW	1.22	18.52	21.64	16.74	15.30	26.37
	10NW	1.25	18.43	11.96	10.79	9.66	16.37
	SW	53.40	51.80	52.00	55.40	53.36	51.50
เฉลี่ย	NW	^{b}1.24±0.11	^{c}14.78±3.37^{b}	^{d}9.75±0.55^{b}	^{bc}17.17±3.11^{b}	^{b}27.85±8.49^{a}	^{c}14.69±4.37^{b}
	2NW	^{b}1.19±0.03	^{bc}17.57±3.92	^{c}13.87±0.51	^{c}14.93±0.18	^{c}16.63±2.15	^{c}15.14±0.57
	5NW	^{b}1.20±0.02	^{b}22.46±5.32^{a}	^{b}22.62±1.14^{a}	^{b}20.67±4.00^{ab}	^{c}16.59±1.25^{b}	^{b}26.07±0.43^{a}
	10NW	^{b}1.22±0.02	^{bc}20.41±2.02^{a}	^{c}14.55±2.63^{b}	^{c}14.82±3.54^{b}	^{d}8.73±0.83^{c}	^{c}16.92±0.70^{ab}
	SW	^{a}53.03±0.40	^{a}50.58±1.09^{b}	^{a}54.18±2.05^{a}	^{a}53.84±1.49^{a}	^{a}52.44±1.09^{ab}	^{a}51.94±0.52^{ab}

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

ตารางที่ ผ9 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	1.25	9.76	14.71	11.70	31.35	21.52
	2NW	1.10	14.68	7.26	18.29	12.22	8.91
	5NW	1.11	13.00	22.65	19.83	14.99	28.13
	10NW	1.18	20.47	17.26	13.70	8.72	16.52
	SW	50.00	43.98	42.16	41.57	41.06	44.25
2	NW	1.22	12.11	21.02	22.52	30.25	20.36
	2NW	1.12	16.03	10.07	19.33	16.64	14.24
	5NW	1.21	16.00	22.41	18.33	21.44	23.68
	10NW	1.20	19.62	14.78	14.39	8.45	14.98
	SW	53.10	43.64	43.42	44.89	43.87	44.22
3	NW	1.22	12.33	15.42	17.63	20.14	16.52
	2NW	1.14	13.29	9.03	14.11	16.55	12.22
	5NW	1.10	10.99	16.22	17.45	14.10	27.74
	10NW	1.12	19.60	11.78	13.00	8.20	13.08
	SW	51.60	51.26	51.22	50.28	51.19	51.07
เฉลี่ย	NW	^{b}1.23±0.02	^{c}11.40±1.42^{b}	^{b}17.05±3.46^{b}	^{b}17.28±5.42^{b}	^{b}27.25±6.18^{a}	^{c}19.47±2.62^{b}
	2NW	^{b}1.12± 0.02	^{c}14.67±1.37^{ab}	^{c}8.79±1.42^{c}	^{b}17.24±2.76^{a}	^{cd}15.14±2.53^{ab}	^{d}11.79±2.69^{bc}
	5NW	^{b}1.14± 0.06	^{c}13.33±2.52^{c}	^{b}20.43±3.65^{b}	^{b}18.54±1.20^{bc}	^{c}16.84±4.01^{bc}	^{b}26.52±2.46^{a}
	10NW	^{b}1.17± 0.04	^{b}19.90±0.50^{a}	^{bc}14.61±2.74^{b}	^{b}13.70±0.70^{b}	^{d}8.46±0.26^{c}	^{cd}14.86±1.72^{b}
	SW	^{a}51.57± 1.55	^{a}46.29±4.30	^{a}45.60±4.91	^{a}45.58±4.40	^{a}45.37±5.23	^{a}46.51±3.95

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

ตารางที่ ผ10 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.50	24.60	21.70	26.10	28.80	24.90
	2NW	0.60	24.20	30.30	27.10	27.90	28.80
	5NW	0.60	28.60	26.20	28.50	24.70	28.50
	10NW	0.60	20.70	30.10	24.90	29.70	27.90
	SW	35.50	50.40	49.90	49.30	50.80	49.20
2	NW	0.40	10.20	14.90	12.30	15.50	22.60
	2NW	0.50	11.60	7.90	14.50	14.20	10.40
	5NW	0.50	22.80	21.70	15.80	26.50	19.30
	10NW	0.50	17.40	5.90	17.20	8.50	21.70
	SW	30.20	35.40	36.20	37.20	38.40	29.30
3	NW	0.60	15.00	9.50	16.90	29.30	12.90
	2NW	0.50	17.30	11.00	18.80	13.50	7.90
	5NW	0.50	18.50	23.80	14.50	22.70	18.00
	10NW	0.50	15.10	9.10	8.70	11.80	17.10
	SW	27.80	30.50	38.30	54.10	33.80	29.80
เฉลี่ย	NW	^{b}0.50 ± 0.10	^{b}16.60±7.33	^{b}15.37±6.11	^{b}18.43±7.03	^{b}24.53±7.83	20.13±6.37
	2NW	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}17.70±6.31	^{b}16.40±12.14	^{b}20.13±6.40	^{b}18.53±8.12	15.70±11.41
	5NW	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}23.30±5.07	^{b}23.90±2.25	^{b}19.60±7.73	^{b}24.63±1.90	21.93±5.72
	10NW	^{b}0.53 ± 0.06	^{b}17.73±2.81	^{b}15.03±13.15	^{b}16.93±8.10	^{b}16.67±11.41	22.23±5.42
	SW	^{a}31.17 ± 3.94	^{a}38.77±10.37	^{a}41.47±7.38	^{a}46.87±8.71	^{a}41.00±8.79	36.10±11.35

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ11 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.60	9.10	5.30	11.00	21.10	10.00
	2NW	0.50	6.90	7.10	7.80	10.10	7.70
	5NW	0.50	15.50	13.00	13.40	9.50	14.20
	10NW	0.50	21.10	9.00	9.10	4.00	9.20
	SW	32.10	28.50	32.30	29.40	29.90	31.00
2	NW	0.60	6.30	5.00	9.60	15.40	8.80
	2NW	0.50	8.70	7.20	8.90	8.50	7.90
	5NW	0.50	12.40	12.80	9.50	8.40	14.60
	10NW	0.50	14.60	7.40	8.20	4.70	9.40
	SW	30.40	28.90	32.40	29.10	30.00	31.10
3	NW	0.50	5.80	4.90	7.80	11.60	5.20
	2NW	0.60	11.90	7.20	8.10	8.00	8.50
	5NW	0.60	10.10	12.30	9.30	8.30	14.90
	10NW	0.60	10.20	6.30	5.60	5.10	8.80
	SW	33.50	28.80	30.60	32.30	31.10	30.10
เฉลี่ย	NW	$^{b}0.57 \pm 0.06$	$^{c}7.07\pm1.78^{b}$	$^{d}5.07\pm0.21^{b}$	$^{b}9.47\pm1.60^{b}$	$^{b}16.03\pm4.78^{a}$	$^{c}8.00\pm2.50^{b}$
	2NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{c}9.17\pm2.53$	$^{c}7.17\pm0.06$	$^{b}8.27\pm0.57$	$^{c}8.87\pm1.10$	$^{c}8.03\pm0.42$
	5NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{bc}12.67\pm2.71^{ab}$	$^{b}12.70\pm0.36^{ab}$	$^{b}10.73\pm2.31^{bc}$	$^{c}8.73\pm0.67^{c}$	$^{b}14.57\pm0.35^{a}$
	10NW	$^{b}0.53 \pm 0.06$	$^{b}15.30\pm5.48^{a}$	$^{c}7.57\pm1.36^{b}$	$^{b}7.63\pm1.82^{b}$	$^{c}4.60\pm0.56^{b}$	$^{c}9.13\pm0.31^{b}$
	SW	$^{a}30.97 \pm 0.98$	$^{a}28.73\pm0.21^{b}$	$^{a}31.77\pm1.01^{a}$	$^{a}30.27\pm1.77^{ab}$	$^{a}30.33\pm0.67^{ab}$	$^{a}30.73\pm0.55^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ12 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.60	5.10	7.80	6.10	17.80	11.80
	2NW	0.50	7.60	3.70	9.90	6.40	4.50
	5NW	0.50	6.70	12.30	10.80	7.90	15.30
	10NW	0.50	11.10	9.20	7.20	4.40	8.40
	SW	30.40	28.50	27.40	26.80	25.50	28.60
2	NW	0.60	6.40	11.20	13.70	17.40	11.00
	2NW	0.50	8.20	5.60	10.30	8.50	7.20
	5NW	0.50	7.90	12.10	9.90	11.60	12.80
	10NW	0.50	10.60	7.50	7.30	4.50	7.70
	SW	30.20	28.40	28.30	29.10	28.70	28.90
3	NW	0.60	6.60	8.50	9.40	10.90	9.00
	2NW	0.50	7.20	4.90	7.60	9.00	6.60
	5NW	0.50	5.90	8.80	9.50	12.90	15.10
	10NW	0.50	8.70	6.40	6.90	4.40	7.10
	SW	32.00	28.70	28.50	29.30	28.80	29.00
เฉลี่ย	NW	$^{b}0.60 \pm 0.00$	$^{d}6.03\pm0.81^{b}$	$^{bc}9.17\pm1.80^{b}$	$^{b}9.73\pm3.81^{b}$	$^{b}15.37\pm3.87^{a}$	$^{c}10.60\pm1.44^{ab}$
	2NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{c}7.67\pm0.50^{ab}$	$^{d}4.73\pm0.96^{c}$	$^{b}9.27\pm1.46^{a}$	$^{cd}7.97\pm1.38^{ab}$	$^{d}6.10\pm1.42^{bc}$
	5NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{cd}6.83\pm1.01^{c}$	$^{b}11.07\pm1.97^{b}$	$^{b}10.07\pm0.67^{b}$	$^{c}10.80\pm2.59^{b}$	$^{b}14.40\pm1.39^{a}$
	10NW	$^{b}0.50 \pm 0.00$	$^{b}10.13\pm1.27^{a}$	$^{c}7.70\pm1.41^{b}$	$^{b}7.13\pm0.21^{b}$	$^{d}4.43\pm0.06^{c}$	$^{d}7.73\pm0.65^{b}$
	SW	$^{a}30.87 \pm 0.99$	$^{a}28.53\pm0.15$	$^{a}28.07\pm0.59$	$^{a}28.40\pm1.39$	$^{a}27.67\pm1.88$	$^{a}28.83\pm0.21$

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

ตารางที่ ผ13 ออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00	16.75	10.00	12.55	6.10	10.30
	2NW	4.50	11.55	10.75	11.10	12.80	5.50
	5NW	4.70	13.00	4.40	10.00	8.80	5.70
	10NW	4.70	7.40	5.40	11.70	8.75	13.00
	SW	5.15	10.60	10.65	10.90	8.20	10.95
2	NW	0.00	11.75	8.30	13.75	2.70	11.35
	2NW	5.85	12.80	8.10	7.60	9.80	10.30
	5NW	6.50	10.30	4.40	7.90	9.50	8.50
	10NW	5.00	7.60	4.50	5.55	5.70	12.60
	SW	1.50	7.55	7.00	9.70	12.10	4.75
3	NW	0.00	8.50	5.75	9.25	5.70	10.15
	2NW	5.20	10.85	7.10	4.45	7.10	9.75
	5NW	7.15	5.40	4.75	3.95	5.00	6.30
	10NW	4.65	4.00	3.50	4.40	12.00	10.65
	SW	5.05	5.95	2.80	9.30	9.05	5.45
เฉลี่ย	NW	^{c}0.00±0.00	12.33±4.16^{a}	8.02±2.14^{ab}	11.85±2.33^{a}	4.83±1.86^{b}	10.60±0.65^{a}
	2NW	^{ab}5.18±0.68	11.73±0.99	8.65±1.89	7.72±3.33	9.90±2.85	8.52±2.63
	5NW	^{a}6.12±1.27	9.57±3.85	4.52±0.20	7.58±3.07	7.77±2.42	6.83±1.47
	10NW	^{ab}4.78±0.19	6.33±2.02^{b}	4.47±0.95^{b}	7.22±3.93^{b}	8.82±3.15^{ab}	12.08±1.26^{a}
	SW	^{b}3.90±2.08	8.03±2.36	6.82±3.93	9.97±0.83	9.78±2.05	7.05±3.40

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

ตารางที่ ผ14 ออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00	11.30	5.70	9.85	9.80	7.90
	2NW	8.80	6.20	6.50	6.00	8.40	8.20
	5NW	8.10	7.45	2.65	1.50	3.70	6.20
	10NW	12.70	3.85	2.10	2.40	3.55	2.55
	SW	1.05	3.90	2.25	6.70	6.60	5.25
2	NW	0.00	8.35	6.25	8.75	8.35	7.80
	2NW	8.20	9.70	5.90	6.50	9.65	10.05
	5NW	9.10	8.70	3.60	5.10	6.25	9.85
	10NW	8.15	7.90	2.00	5.55	9.05	9.10
	SW	0.95	8.30	6.45	6.05	6.55	7.45
3	NW	0.00	9.10	6.60	4.40	7.90	8.00
	2NW	6.90	9.10	5.30	7.80	5.30	11.30
	5NW	6.80	7.30	3.70	7.80	6.30	9.00
	10NW	7.60	5.80	5.90	7.40	6.30	7.90
	SW	2.20	9.20	11.60	4.70	6.90	6.90
เฉลี่ย	NW	^{b}0.00±0.00	9.58±1.53	6.18±0.45	7.67±2.88	8.68±0.99	7.90±0.10
	2NW	^{a}7.97±0.97	8.33±1.87	5.90±0.60	6.77±0.93	7.78±2.24	9.85±1.56
	5NW	^{a}8.00±1.15	7.82±0.77^{a}	3.32±0.58^{b}	4.80±3.16^{ab}	5.42±1.49^{ab}	8.35±1.91^{a}
	10NW	^{a}9.48±2.80	5.85±2.03	3.33±2.22	5.12±2.53	6.30±2.75	6.52±3.49
	SW	^{b}1.40±0.69	7.13±2.84	6.77±4.68	5.82±1.02	6.68±0.19	6.53±1.14

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

ตารางที่ ผ15 ออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00	8.90	6.15	9.80	8.40	10.45
	2NW	6.85	15.30	5.10	6.80	9.35	10.40
	5NW	6.90	8.80	1.35	5.65	6.20	7.15
	10NW	7.10	6.20	3.25	4.40	7.80	6.70
	SW	2.15	12.90	7.00	11.05	12.05	7.50
2	NW	0.00	7.90	5.20	9.25	6.80	7.25
	2NW	7.80	13.85	6.40	9.60	7.55	15.25
	5NW	8.10	5.90	1.30	3.45	4.70	6.55
	10NW	7.30	5.50	1.80	5.45	5.40	8.25
	SW	2.50	10.80	6.20	12.60	12.50	7.10
3	NW	0.00	7.40	5.55	8.10	7.65	8.30
	2NW	8.90	10.15	5.70	7.35	8.60	11.70
	5NW	8.70	6.20	1.60	4.55	5.85	7.40
	10NW	8.20	5.75	2.50	4.70	5.75	7.65
	SW	3.20	11.55	6.40	11.40	12.15	7.50
เฉลี่ย	NW	^{b}0.00±0.00	^{b}8.07±0.76^{a}	^{a}5.63±0.48^{b}	^{b}9.05±0.87^{a}	^{bc}7.62±0.80^{a}	^{b}8.67±1.63^{a}
	2NW	^{a}7.85±1.03	^{a}13.10±2.66^{a}	^{a}5.73±0.65^{b}	^{b}7.92±1.48^{b}	^{b}8.50±0.90^{b}	^{a}12.45±2.51^{a}
	5NW	^{a}7.90±0.92	^{b}6.97±1.59^{a}	^{c}1.42±0.16^{c}	^{c}4.55±1.10^{b}	^{d}5.58±0.78^{ab}	^{b}7.03±0.44^{a}
	10NW	^{a}7.53±0.59	^{b}5.82±0.35^{b}	^{b}2.52±0.73^{c}	^{c}4.85±0.54^{b}	^{cd}6.32±1.30^{ab}	^{b}7.53±0.78^{a}
	SW	^{b}2.62±0.53	^{a}11.75±1.06^{a}	^{a}6.53±0.42^{b}	^{a}11.68±0.81^{a}	^{a}12.23±0.24^{a}	^{b}7.37±0.23^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ16 ปริมาณบีโอดีของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคลงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	39.50	5.40	4.95	3.30	3.00	5.40
	2NW	50.00	4.35	4.95	3.00	7.50	1.50
	5NW	95.50	4.20	3.60	5.40	1.50	4.80
	10NW	127.00	4.20	6.90	7.50	4.80	3.30
	SW	19.70	12.15	14.25	15.45	13.95	15.00
2	NW	14.50	6.00	7.20	5.40	4.80	3.30
	2NW	67.00	13.05	10.95	5.25	8.70	5.55
	5NW	91.00	5.10	8.40	10.80	7.20	6.30
	10NW	100.00	5.40	5.40	9.60	7.20	5.40
	SW	11.90	5.85	6.60	7.05	7.50	5.55
3	NW	23.00	1.80	2.70	4.95	1.65	1.95
	2NW	52.25	6.00	6.15	4.35	14.10	10.05
	5NW	85.00	6.00	3.90	6.00	3.90	6.60
	10NW	100.00	10.20	9.60	12.30	8.70	12.90
	SW	18.00	4.65	2.10	4.20	5.70	4.50
เฉลี่ย	NW	^{c}25.67±12.71	4.44±2.27	4.95±2.25	4.55±1.11	^{b}3.15±1.58	3.55±1.74
	2NW	^{b}56.42±9.23	7.80±4.62	7.35±3.17	4.20±1.13	^{a}10.10±3.52	5.70±4.28
	5NW	^{a}90.50±5.27	5.10±0.90	5.30±2.69	7.40±2.96	^{b}4.20±2.86	5.90±0.96
	10NW	^{a}109.00±15.59	6.60±3.17	7.30±2.13	9.80±2.41	^{ab}6.90±1.97	7.20±5.05
	SW	^{c}16.53±4.10	7.55±4.03	7.65±6.14	8.90±5.85	^{a}10.45±4.26	9.15±7.16

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

ตารางที่ ผ17 ปริมาณบีโอดีของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	33.00	6.90	9.15	4.50	4.50	4.50
	2NW	60.00	3.95	3.90	4.05	4.00	4.00
	5NW	81.00	7.50	9.00	14.70	5.70	6.60
	10NW	93.00	8.70	5.70	7.50	11.70	12.00
	SW	8.40	3.30	3.90	3.60	4.80	2.25
2	NW	19.50	3.30	3.90	3.60	4.80	2.25
	2NW	49.50	4.35	5.70	5.10	6.30	4.50
	5NW	66.00	4.20	3.60	2.10	1.80	4.20
	10NW	73.50	6.60	4.80	7.80	3.60	6.60
	SW	6.15	2.40	2.55	3.90	2.85	2.70
3	NW	25.50	3.30	2.25	2.10	2.55	3.30
	2NW	48.00	7.95	6.60	5.25	6.45	4.65
	5NW	66.00	2.40	6.00	9.30	3.90	1.50
	10NW	75.00	6.00	5.40	4.20	5.70	4.20
	SW	7.50	1.65	2.85	3.90	3.60	2.10
เฉลี่ย	NW	^{c}26.00±6.76	4.35±2.22	4.65±3.90	4.20±1.97	3.10±1.22	3.50±0.92
	2NW	^{b}52.50±6.54	5.42±2.20	5.40±1.37	4.80±0.65	5.58±1.37	4.38±0.34
	5NW	^{a}71.00±8.66	4.70±2.59	6.20±2.71	8.70±6.32	3.80±1.95	4.10±2.55
	10NW	^{a}80.50±10.85	7.10±1.42	5.30±0.46	6.50±2.00	7.00±4.20	7.60±3.99
	SW	^{c}7.35±1.13	2.45±0.83	3.10±0.71	3.80±0.17	3.75±0.98	2.35±0.31

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

ตารางที่ ผ18 ปริมาณบีโอดีของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	21.00	5.70	4.50	6.30	4.50	8.10
	2NW	30.00	7.20	6.00	10.20	9.90	6.90
	5NW	63.00	8.00	13.00	6.50	11.00	8.00
	10NW	76.00	6.50	7.00	9.00	10.00	7.50
	SW	6.75	3.19	3.00	3.56	4.31	3.19
2	NW	48.00	5.70	4.80	4.50	2.10	6.00
	2NW	59.25	6.90	5.70	9.60	10.80	6.90
	5NW	82.50	8.50	11.50	7.50	10.00	9.00
	10NW	85.50	6.50	7.00	10.00	9.00	8.00
	SW	6.90	4.13	3.56	4.13	3.75	4.50
3	NW	28.50	6.00	4.50	5.40	2.40	5.70
	2NW	36.00	7.20	6.00	9.90	10.20	6.60
	5NW	78.00	8.50	12.50	7.00	10.00	8.50
	10NW	84.00	7.00	6.50	9.50	10.00	8.00
	SW	6.45	5.25	3.75	3.75	4.31	4.50
เฉลี่ย	NW	^{b}32.50±13.94	^{c}5.80±0.17^{ab}	^{d}4.60±0.17^{bc}	^{c}5.40±0.90^{ab}	^{b}3.00±1.31^{c}	^{b}6.60±1.31^{a}
	2NW	^{b}41.75±15.45	^{b}7.10±0.17^{b}	^{c}5.90±0.17^{c}	^{a}9.90±0.30^{a}	^{a}10.30±0.46^{a}	^{b}6.80±0.17^{b}
	5NW	^{a}74.50±10.24	^{a}8.33±0.29^{c}	^{a}12.33±0.76^{a}	^{b}7.00±0.50^{d}	^{a}10.33±0.58^{b}	^{a}8.50±0.50^{c}
	10NW	^{a}82.00±4.82	^{ab}6.67±0.29^{c}	^{b}6.83±0.29^{c}	^{a}9.50±0.50^{a}	^{a}9.67±0.58^{a}	^{ab}7.83±0.29^{b}
	SW	^{c}6.70±0.23	^{d}4.19±1.03^{a}	^{e}3.44±0.39^{a}	^{d}3.81±0.29^{a}	^{b}4.13±0.32^{a}	^{c}4.06±0.76^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ19 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดี เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	86.33	87.47	91.65	92.41	86.33
	2NW	91.30	90.10	94.00	85.00	97.00
	5NW	95.60	96.23	94.35	98.43	94.97
	10NW	96.69	94.57	94.09	96.22	97.40
	SW	38.32	27.66	21.57	29.19	23.86
2	NW	58.62	50.34	62.76	66.90	77.24
	2NW	80.52	83.66	92.16	87.01	91.72
	5NW	94.40	90.77	88.13	92.09	93.08
	10NW	94.60	94.60	90.40	92.80	94.60
	SW	50.84	44.54	40.76	36.97	53.36
3	NW	92.17	88.26	78.48	92.83	91.52
	2NW	88.52	88.23	91.67	73.01	80.77
	5NW	92.94	95.41	92.94	95.41	92.24
	10NW	89.80	90.40	87.70	91.30	87.10
	SW	74.17	88.33	76.67	68.33	75.00
เฉลี่ย	NW	^{a}79.04±17.92	^{ab}75.36±21.67	^{a}77.63±14.46	^{a}84.04±14.85	^{a}85.03±7.23
	2NW	^{a}86.78±5.59	^{a}87.33±3.31	^{a}92.61±1.23	^{a}81.68±7.57	^{a}89.83±8.28
	5NW	^{a}94.31±1.33	^{a}94.14±2.95	^{a}91.81±3.26	^{a}95.31±3.17	^{a}93.43±1.40
	10NW	^{a}93.70±3.53	^{a}93.19±2.42	^{a}90.73±3.2	^{a}93.44±2.52	^{a}93.03±5.33
	SW	^{b}54.44±18.19	^{b}53.51±31.31	^{b}46.33±27.97	^{b}44.83±20.72	^{b}50.74±25.67

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

ตารางที่ ผ20 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดี เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	79.09	72.27	86.36	86.36	86.36
	2NW	93.42	93.50	93.25	93.33	93.33
	5NW	90.74	88.89	81.85	92.96	91.85
	10NW	90.65	93.87	91.94	87.42	87.10
	SW	60.71	53.57	57.14	42.86	73.21
2	NW	83.08	80.00	81.54	75.38	88.46
	2NW	91.21	88.48	89.70	87.27	90.91
	5NW	93.64	94.55	96.82	97.27	93.64
	10NW	91.02	93.47	89.39	95.10	91.02
	SW	60.98	58.54	36.59	53.66	56.10
3	NW	87.06	91.18	91.76	90.00	87.06
	2NW	83.44	86.25	89.06	86.56	90.31
	5NW	96.36	90.91	85.91	94.09	97.73
	10NW	92.00	92.80	94.40	92.40	94.40
	SW	78.00	62.00	48.00	52.00	72.00
เฉลี่ย	NW	^{a}83.08±3.98	^{a}81.15±9.50	^{a}86.56±5.12	^{b}83.92±7.61	^{a}87.29±1.07
	2NW	^{a}89.36±5.24	^{a}89.41±3.71	^{a}90.67±2.26	^{ab}89.06±3.72	^{a}91.52±1.60
	5NW	^{a}93.58±2.81	^{a}91.45±2.87	^{a}88.19±7.74	^{a}94.78±2.23	^{a}94.41±3.01
	10NW	^{a}91.22±0.70	^{a}93.38±0.54	^{a}91.91±2.51	^{a}91.64±3.90	^{a}90.84±3.65
	SW	^{b}66.56±9.91^{a}	^{b}58.04±4.24^{ab}	^{b}47.24±10.30^{b}	^{c}49.51±5.82^{b}	^{b}67.10±9.55^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ21 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดี เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	72.86	78.57	70.00	78.57	61.43
	2NW	76.00	80.00	66.00	67.00	77.00
	5NW	87.30	79.37	89.68	82.54	87.30
	10NW	91.45	90.79	88.16	86.84	90.13
	SW	52.74	55.56	47.26	36.15	52.74
2	NW	88.13	90.00	90.63	95.63	87.50
	2NW	88.35	90.38	83.80	81.77	88.35
	5NW	89.70	86.06	90.91	87.88	89.09
	10NW	92.40	91.81	88.30	89.47	90.64
	SW	40.14	48.41	40.14	45.65	34.78
3	NW	78.95	84.21	81.05	91.58	80.00
	2NW	80.00	83.33	72.50	71.67	81.67
	5NW	89.10	83.97	91.03	87.18	89.10
	10NW	91.67	92.26	88.69	88.10	90.48
	SW	18.60	41.86	41.86	33.18	30.23
เฉลี่ย	NW	^{a}79.98±7.69	^{a}84.26±5.71	^{ab}80.56±10.32	^{a}88.59±8.91	^{a}76.31±13.42
	2NW	^{a}81.45±6.30	^{a}84.57±5.30	^{b}74.10±9.01	^{b}73.48±7.55	^{a}82.34±5.71
	5NW	^{a}88.70±1.25^{ab}	^{a}83.13±3.43^{c}	^{a} 90.54±0.74^{a}	^{a}85.87±2.90^{bc}	^{a}88.50±1.04^{ab}
	10NW	^{a}91.84±0.50^{a}	^{a}91.62±0.75^{ab}	^{a} 88.38±0.28^{c}	^{a}88.14±1.32^{c}	^{a}90.42±0.26^{b}
	SW	^{b}37.16±17.26	^{b}48.61±6.85	^{c}43.09±3.71	^{c}38.33±6.52	^{b}39.25±11.90

หมายเหตุ ตัวอักษรบุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ22 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}27.533±0.583	^{d}2.613±0.428^{b}	^{d}1.400±0.280^{c}	^{a}1.307±0.323^{c}	^{d}2.147±0.428^{b}	^{b}6.627±0.428^{a}
	2NW	^{c}50.867±0.428	^{c}4.760±0.280^{ab}	^{c}4.200±0.280^{b}	^{c}2.987±0.583^{c}	^{c}5.227±0.855^{ab}	^{c}5.693±0.705^{a}
	5NW	^{b}111.160±0.485	^{b}6.533±0.162^{d}	^{b}10.080±0.485^{a}	^{b}5.320±0.280^{c}	^{a}8.680±0.280^{b}	^{b}7.280±0.280^{c}
	10NW	^{a}222.693±1.166	^{a}27.440±0.280^{a}	^{a}22.960±0.485^{b}	^{a}13.160±0.280^{c}	^{b}7.373±0.428^{d}	^{a}12.787±0.428^{c}
	SW	^{c}4.013±0.428	^{d}2.147±0.162	^{d}2.053±0.162	^{d}2.240±0.280	^{d}2.147±0.428	^{d}2.800±0.280
2	NW	^{d}25.760±0.280	^{d}4.387±0.162^{c}	^{d}4.947±0.162^{b}	^{c}6.160±0.280^{a}	^{c}2.333±0.162^{d}	^{d}4.760±0.280^{bc}
	2NW	^{c}49.187±0.162	^{c}14.560±0.280^{b}	^{c}18.293±0.162^{a}	^{d}5.133±0.323^{d}	^{b}12.413±0.162^{c}	^{b}14.840±0.280^{b}
	5NW	^{b}118.440±0.741	^{b}18.853±0.428^{c}	^{b}26.040±0.280^{b}	^{b}31.733±0.428^{a}	^{b}12.600±0.280^{c}	^{c}14.280±0.280^{d}
	10NW	^{a}214.760±0.280	^{a}58.333±0.162^{d}	^{a}89.600±0.560^{d}	^{a}63.653±0.428^{c}	^{a}80.267±0.162^{b}	^{a}19.040±0.280^{e}
	SW	^{c}4.387±0.162	^{c}2.053±0.162^{c}	^{c}2.613±0.162^{b}	^{c}3.080±0.280^{a}	^{d}1.867±0.162^{c}	^{c}2.520±0.280^{b}
3	NW	^{d}27.067±0.583	^{d}2.893±0.162^{c}	^{d}4.760±0.280^{a}	^{c}1.400±0.280^{d}	^{c}3.453±0.162^{b}	^{c}2.520±0.280^{c}
	2NW	^{c}49.000±0.485	^{c}8.307±0.583^{a}	^{c}8.493±0.162^{a}	^{b}6.440±0.280^{c}	^{c}7.093±0.323^{b}	^{c}8.960±0.280^{a}
	5NW	^{b}122.173±0.428	^{b}21.747±0.705^{a}	^{b}13.347±0.428^{b}	^{b}6.347±0.58^{3d}	^{b}12.133±0.583^{c}	^{b}21.560±0.280^{a}
	10NW	^{a}235.573±2.691	^{a}51.427±0.428^{c}	^{a}79.893±0.428^{b}	^{a}88.200±0.280^{a}	^{a}34.813±0.428^{d}	^{a}23.147±0.428^{e}
	SW	^{c}6.160±0.560	^{d}3.080±0.280^{b}	^{c}2.613±0.428^{b}	^{c}1.867±0.162^{c}	^{d}4.200±0.280^{a}	^{d}3.733±0.428^{a}
เฉลี่ย	NW	^{d}26.787±0.796	^{c}3.298±0.860	^{b}3.702±1.742	^{b}2.955±2.417	^{b}2.644±0.658	^{d}4.636±1.804
	2NW	^{c}49.684±0.890	^{bc}9.209±4.312	^{b}10.329±6.258	^{b}4.853±1.553	^{b}8.244±3.263	^{c}9.831±4.034
	5NW	^{b}117.258±4.815	^{b}15.711±7.010	^{b}16.489±7.310	^{b}14.467±12.963	^{b}11.138±1.888	^{b}14.373±6.188
	10NW	^{a}224.342±9.097	^{a}45.733±14.045^{a}	^{a}64.151±31.181^{a}	^{a}55.004±33.136^{a}	^{a}40.818±31.885^{ab}	^{a}18.324±4.530^{b}
	SW	^{c}4.853±0.993	^{c}2.427±0.524	^{b}2.427±0.370	^{b}2.396±0.579	^{b}2.738±1.135	^{d}3.018±0.623

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ23 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}12.255±9.086	^{d}5.133±0.162^{c}	^{d}6.347±0.323^{b}	^{d}7.840±0.280^{a}	^{d}3.453±0.162^{d}	^{d}5.320±0.280^{c}
	2NW	^{c}45.453±0.428	^{b}21.467±0.162^{b}	^{c}22.027±0.162^{a}	^{c}20.067±0.162^{c}	^{c}20.440±0.280^{c}	^{c}21.747±0.428^{ab}
	5NW	^{b}110.040±0.280	^{c}19.507±0.428^{e}	^{b}40.973±0.162^{c}	^{b}43.680±0.560^{a}	^{b}42.373±0.162^{b}	^{b}23.240±0.280^{d}
	10NW	^{a}180.507±0.162	^{a}66.360±0.280^{d}	^{a}87.267±0.428^{b}	^{a}92.587±0.162^{a}	^{a}85.307±0.323^{c}	^{a}51.427±0.428^{e}
	SW	^{e}2.893±0.162	^{e}1.867±0.162	^{e}1.960±0.000	^{c}1.773±0.162	^{e}1.867±0.162	^{e}1.773±0.162
2	NW	^{d}24.827±0.162	^{d}5.880±0.280^{a}	^{d}3.920±0.280^{b}	^{d}2.333±0.323^{c}	^{d}2.240±0.280^{c}	^{d}2.240±0.280^{c}
	2NW	^{c}45.733±0.323	^{c}10.360±0.280^{c}	^{c}9.427±0.162^{d}	^{c}19.227±0.323^{a}	^{c}7.187±0.428^{c}	^{b}15.773±0.162^{b}
	5NW	^{b}110.320±0.280	^{b}14.467±0.428^{c}	^{b}16.427±0.323^{b}	^{b}21.000±0.280^{a}	^{b}16.147±0.583^{b}	^{c}10.733±0.428^{d}
	10NW	^{a}223.720±0.280	^{a}44.240±0.280^{c}	^{a}68.880±0.560^{a}	^{a}69.067±1.617^{a}	^{a}55.067±0.323^{b}	^{a}31.360±0.280^{d}
	SW	^{c}2.613±0.428	^{c}1.307±0.162^{c}	^{c}1.493±0.162^{bc}	^{d}1.773±0.162^{ab}	^{d}1.867±0.162^{a}	^{c}1.213±0.162^{c}
3	NW	^{d}17.267±0.428	^{d}1.773±0.162^{c}	^{d}3.640±0.280^{a}	^{d}3.080±0.280^{b}	^{d}2.147±0.162^{c}	^{c}1.213±0.162^{d}
	2NW	^{c}54.133±0.323	^{c}8.587±0.162^{b}	^{c}14.653±0.428^{a}	^{c}9.053±0.162^{b}	^{c}5.320±0.280^{d}	^{c}7.187±0.428^{c}
	5NW	^{b}100.707±0.428	^{b}23.520±0.560^{c}	^{b}29.400±0.280^{a}	^{b}27.627±0.162^{b}	^{b}22.680±0.280^{d}	^{b}12.600±0.280^{e}
	10NW	^{a}228.760±0.280	^{a}46.947±0.428^{e}	^{a}76.813±0.428^{a}	^{a}75.133±0.428^{b}	^{a}70.000±0.280^{c}	^{a}53.013±0.323^{d}
	SW	^{e}3.173±0.162	^{d}2.147±0.162^{ab}	^{c}2.333±0.162^{a}	^{c}1.960±0.000^{b}	^{d}1.867±0.162^{b}	^{d}1.867±0.162^{b}
เฉลี่ย	NW	^{d}18.116±7.123	^{d}4.262±1.903	^{d}4.636±1.314	^{d}4.418±2.600	^{d}2.613±0.657	^{c}2.924±1.863
	2NW	^{c}48.440±4.283	^{c}13.471±6.048	^{c}15.369±5.488	^{c}16.116±5.313	^{c}10.982±7.145	^{b}14.902±6.346
	5NW	^{b}107.022±4.747	^{b}19.164±3.950^{bc}	^{b}28.933±10.637^{a}	^{b}30.769±10.105^{a}	^{b}27.067±11.828^{ab}	^{b}15.524±5.850^{c}
	10NW	^{a}210.996±22.972	^{a}52.516±10.453^{b}	^{a}77.653±7.997^{a}	^{a}78.929±10.608^{a}	^{a}70.124±13.097^{a}	^{a}45.267±10.457^{b}
	SW	^{e}2.893±0.343	^{d}1.773±0.396	^{d}1.929±0.382	^{d}1.836±0.148	^{d}1.867±0.140	^{c}1.680±0.337

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ24 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}20.440±0.280	^{d}7.093±0.162^{b}	^{d}8.960±0.280^{a}	^{d}6.813±0.162^{b}	^{d}3.827±0.323^{c}	^{d}7.093±0.162^{b}
	2NW	^{c}45.640±0.280	^{b}24.920±0.280^{a}	^{c}22.400±0.280^{c}	^{c}23.053±0.162^{b}	^{c}22.400±0.280^{c}	^{c}19.787±0.162^{d}
	5NW	^{b}114.333±0.428	^{c}23.893±0.323^{d}	^{b}49.653±0.162^{b}	^{b}49.747±0.162^{b}	^{b}54.507±0.323^{a}	^{b}25.760±0.280^{c}
	10NW	^{a}211.493±0.323	^{a}81.573±0.428^{c}	^{a}95.013±0.323^{b}	^{a}95.013±0.162^{b}	^{a}97.813±0.428^{a}	^{a}75.600±0.280^{d}
	SW	^{c}3.640±0.280	^{c}2.147±0.162^{b}	^{c}2.520±0.000^{a}	^{c}2.427±0.162^{a}	^{c}2.707±0.162^{a}	^{c}2.613±0.162^{a}
2	NW	^{d}21.840±0.280	^{d}7.747±0.428^{b}	^{d}9.613±0.162^{a}	^{d}7.747±0.428^{b}	^{d}5.507±0.323^{c}	^{d}8.307±0.323^{b}
	2NW	^{c}47.787±0.162	^{b}27.347±0.323^{a}	^{c}23.987±0.323^{c}	^{c}24.640±0.280^{b}	^{c}22.587±0.428^{d}	^{c}21.653±0.162^{e}
	5NW	^{b}108.640±0.280	^{c}25.760±0.280^{e}	^{b}50.213±0.428^{c}	^{b}50.960±0.280^{b}	^{b}55.627±0.162^{a}	^{b}26.507±0.162^{d}
	10NW	^{a}218.027±0.323	^{a}84.560±0.560^{c}	^{a}95.947±0.323^{b}	^{a}96.320±0.280^{b}	^{a}99.307±0.428^{a}	^{a}77.560±0.280^{d}
	SW	^{c}3.173±0.162	^{c}2.240±0.280	^{c}2.333±0.162	^{c}2.333±0.162	^{c}2.333±0.162	^{c}2.147±0.162
3	NW	^{d}22.400±0.280	^{d}7.933±0.428^{b}	^{d}9.800±0.280^{a}	^{d}7.747±0.323^{b}	^{d}6.067±0.428^{c}	^{d}9.613±0.428^{a}
	2NW	^{c}46.200±0.280	^{b}27.440±0.280^{a}	^{c}23.520±0.280^{c}	^{c}24.453±0.705^{b}	^{c}22.587±0.583^{d}	^{c}22.027±0.428^{d}
	5NW	^{b}104.347±0.162	^{c}26.133±0.428^{d}	^{b}48.720±0.485^{c}	^{b}51.147±0.162^{b}	^{b}55.907±0.428^{a}	^{b}25.947±0.323^{d}
	10NW	^{a}216.440±0.280	^{a}86.987±0.428^{c}	^{a}97.627±0.583^{a}	^{a}95.760±0.280^{b}	^{a}98.280±0.560^{a}	^{a}76.347±0.428^{d}
	SW	^{c}3.360±0.280	^{c}2.333±0.162	^{c}2.427±0.162	^{c}2.427±0.162	^{c}2.427±0.162	^{c}2.333±0.162
เฉลี่ย	NW	^{d}21.560±0.907	^{d}7.591±0.494^{bc}	^{d}9.458±0.438^{a}	^{d}7.436±0.544^{c}	^{d}5.133±1.057^{d}	^{d}8.338±1.127^{b}
	2NW	^{c}46.542±0.988	^{b}26.569±1.263^{a}	^{c}23.302±0.751^{bc}	^{c}24.049±0.845^{b}	^{c}22.524±0.399^{c}	^{c}21.156±1.067^{d}
	5NW	^{b}109.107±4.347	^{c}25.262±1.082^{e}	^{b}49.529±0.733^{c}	^{b}50.618±0.683^{b}	^{b}55.347±0.700^{a}	^{b}26.071±0.407^{d}
	10NW	^{a}215.320±2.963	^{a}84.373±2.384^{c}	^{a}96.196±1.205^{b}	^{a}95.698±0.607^{b}	^{a}98.467±0.779^{a}	^{a}76.502±0.905^{d}
	SW	^{c}3.391±0.295	^{c}2.240±0.198	^{c}2.427±0.140	^{c}2.396±0.148	^{c}2.489±0.219	^{c}2.333±0.247

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ25 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{ab}90.51±1.55^{b}	^{a}94.92±1.02^{a}	^{a}95.25±1.17^{a}	^{a}92.20±1.55^{b}	^{c}75.93±1.55^{c}
	2NW	^{ab}90.64±0.55^{bc}	^{ab}91.74±0.55^{b}	^{a}94.13±1.15^{a}	^{a}89.72±1.68^{bc}	^{b}88.81±1.39^{c}
	5NW	^{a}94.12±0.15^{b}	^{b}90.93±0.44^{c}	^{a}95.21±0.25^{a}	^{a}92.19±0.25^{d}	^{a}93.45±0.25^{c}
	10NW	^{b}87.68±0.13^{d}	^{b}89.69±0.22^{c}	^{a}94.09±0.13^{b}	^{a}96.69±0.19^{a}	^{a}94.26±0.19^{b}
	SW	^{c}46.51±4.03	^{c}48.84±4.03	^{b}44.19±6.98	^{b}46.51±10.66	^{d}48.84±4.03
2	NW	^{a}82.97±0.63^{b}	^{a}80.80±0.63^{c}	^{b}76.09±1.09^{d}	^{a}90.94±0.63^{a}	^{b}81.52±1.09^{bc}
	2NW	^{b}70.40±0.57^{c}	^{b}62.81±0.33^{d}	^{a}89.56±0.66^{a}	^{b}74.76±0.33^{b}	^{c}69.83±0.57^{c}
	5NW	^{a}84.08±0.36^{c}	^{a}78.01±0.24^{d}	^{bc}73.21±0.36^{e}	^{a}89.36±0.24^{a}	^{a}87.94±0.24^{b}
	10NW	^{b}72.84±0.08^{b}	^{c}58.28±0.26^{c}	^{c}70.36±0.20^{c}	^{c}62.62±0.08^{d}	^{a}91.13±0.13^{a}
	SW	^{c}53.19±3.69^{a}	^{d}40.43±3.69^{b}	^{d}29.79±6.38^{c}	^{d}57.45±3.69^{a}	^{d}42.55±6.38^{b}
3	NW	^{a}89.31±0.60^{b}	^{b}82.41±1.03^{d}	^{a}94.83±1.03^{a}	^{ab}87.24±0.60^{c}	^{a}90.69±1.03^{b}
	2NW	^{b}83.05±1.19^{c}	^{b}82.67±0.33^{c}	^{b}86.86±0.57^{a}	^{b}85.52±0.66^{b}	^{b}81.71±0.57^{c}
	5NW	^{b}82.20±0.58^{d}	^{a}89.08±0.35^{c}	^{a}94.81±0.48^{a}	^{a}90.07±0.48^{b}	^{b}82.35±0.23^{d}
	10NW	^{c}78.17±0.18^{c}	^{c}66.09±0.18^{d}	^{d}62.56±0.12^{e}	^{b}85.22±0.18^{b}	^{a}90.17±0.18^{a}
	SW	^{d}50.00±4.55^{b}	^{d}57.58±6.94^{b}	^{c}69.70±2.62^{a}	^{c}31.82±4.55^{c}	^{c}39.39±6.94^{c}
เฉลี่ย	NW	^{a}87.60±3.62	^{a}86.04±6.74	^{a}88.72±9.53	^{a}90.13±2.40	^{bc}82.71±6.54
	2NW	^{bc}81.36±8.89	^{ab}79.07±12.82	^{a}90.18±3.26	^{a}83.34±6.75	^{c}80.12±8.34
	5NW	^{ab}86.80±7.25	^{a}86.01±10.93	^{a}87.74±11.42	^{a}90.54±9.45	^{ab}87.92±4.93
	10NW	^{c}79.56±6.51^{b}	^{b}71.35±14.16^{b}	^{b}75.67±14.22^{b}	^{a}81.51±15.01^{ab}	^{a}91.86±1.86^{a}
	SW	^{d}49.90±4.58	^{c}48.95±8.64	^{c}47.89±18.18	^{b}45.26±12.69	^{d}43.59±6.60

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

ตารางที่ ผ26 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{c}58.11\pm1.32^{b}$	$^{c}48.21\pm2.64^{c}$	$^{c}36.02\pm2.28^{d}$	$^{a}71.82\pm1.32^{a}$	$^{c}56.59\pm2.28^{b}$
	2NW	$^{d}52.77\pm0.36^{b}$	$^{b}51.54\pm0.36^{c}$	$^{a}55.85\pm0.36^{a}$	$^{c}55.03\pm0.62^{a}$	$^{d}52.16\pm0.94^{bc}$
	5NW	$^{a}82.33\pm0.32^{a}$	$^{a}62.89\pm0.32^{c}$	$^{a}60.44\pm0.33^{c}$	$^{b}61.62\pm0.32^{d}$	$^{a}78.95\pm0.16^{b}$
	10NW	$^{b}63.24\pm0.16^{b}$	$^{b}51.65\pm0.24^{d}$	$^{b}48.71\pm0.09^{e}$	$^{c}52.74\pm0.18^{c}$	$^{b}71.51\pm0.24^{a}$
	SW	$^{c}35.48\pm5.59$	$^{d}32.26\pm0.00$	$^{c}38.71\pm5.59$	$^{d}35.48\pm5.59$	$^{c}32.26\pm0.00$
2	NW	$^{b}76.32\pm1.13^{c}$	$^{ab}84.21\pm1.13^{b}$	$^{a}90.60\pm1.30^{a}$	$^{a}90.98\pm1.13^{a}$	$^{a}90.98\pm1.13^{a}$
	2NW	$^{b}77.35\pm0.61^{c}$	$^{b}79.39\pm0.35^{b}$	$^{d}57.96\pm0.71^{e}$	$^{b}84.29\pm0.94^{a}$	$^{b}65.51\pm0.35^{d}$
	5NW	$^{a}86.89\pm0.39^{b}$	$^{a}85.11\pm0.29^{c}$	$^{b}80.96\pm0.25^{d}$	$^{b}85.36\pm0.53^{c}$	$^{a}90.27\pm0.39^{a}$
	10NW	$^{b}80.23\pm0.13^{b}$	$^{c}69.21\pm0.25^{d}$	$^{c}69.13\pm0.72^{d}$	$^{c}75.39\pm0.14^{c}$	$^{a}85.98\pm0.13^{a}$
	SW	$^{c}50.00\pm6.19^{a}$	$^{d}42.86\pm6.19^{ab}$	$^{c}32.14\pm6.19^{bc}$	$^{d}28.57\pm6.19^{c}$	$^{c}53.57\pm6.19^{a}$
3	NW	$^{a}89.73\pm0.94^{b}$	$^{a}78.92\pm1.62^{d}$	$^{a}82.16\pm1.62^{c}$	$^{a}87.57\pm0.94^{b}$	$^{a}92.97\pm0.94^{a}$
	2NW	$^{b}84.14\pm0.30^{c}$	$^{b}72.93\pm0.79^{d}$	$^{a}83.28\pm0.30^{c}$	$^{a}90.17\pm0.52^{a}$	$^{b}86.72\pm0.79^{b}$
	5NW	$^{c}76.65\pm0.56^{c}$	$^{bc}70.81\pm0.28^{c}$	$^{b}72.57\pm0.16^{d}$	$^{b}77.48\pm0.28^{b}$	$^{b}87.49\pm0.28^{a}$
	10NW	$^{c}79.48\pm0.19^{a}$	$^{c}66.42\pm0.19^{c}$	$^{c}67.16\pm0.19^{d}$	$^{c}69.40\pm0.12^{c}$	$^{c}76.83\pm0.14^{b}$
	SW	$^{d}32.35\pm5.09^{ab}$	$^{d}26.47\pm5.09^{b}$	$^{d}38.24\pm0.00^{a}$	$^{d}41.18\pm5.09^{a}$	$^{d}41.18\pm5.09^{a}$
เฉลี่ย	NW	$^{a}74.72\pm13.78$	$^{a}70.45\pm16.91$	$^{a}69.60\pm25.49$	$^{a}83.46\pm8.90$	$^{a}80.18\pm17.77$
	2NW	$^{a}71.42\pm14.30$	$^{a}67.95\pm12.63$	$^{a}65.70\pm13.22$	$^{ab}76.50\pm16.31$	$^{b}68.13\pm15.11$
	5NW	$^{a}81.96\pm4.09^{ab}$	$^{a}72.94\pm8.63^{c}$	$^{a}71.32\pm8.22^{c}$	$^{ab}74.82\pm9.81^{bc}$	$^{a}85.57\pm4.80^{a}$
	10NW	$^{a}74.31\pm8.31^{a}$	$^{a}62.43\pm8.17^{b}$	$^{a}61.66\pm9.76^{b}$	$^{b}65.84\pm10.16^{b}$	$^{ab}78.11\pm6.34^{a}$
	SW	$^{b}39.28\pm9.51$	$^{b}33.86\pm8.24$	$^{b}36.36\pm5.24$	$^{c}35.08\pm7.33$	$^{c}42.34\pm10.10$

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ27 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{b}65.30\pm0.79^{b}$	$^{ab}56.16\pm1.37^{c}$	$^{a}66.67\pm0.79^{b}$	$^{a}81.28\pm1.58^{a}$	$^{b}65.30\pm0.79^{b}$
	2NW	$^{d}45.40\pm0.61^{d}$	$^{c}50.92\pm0.61^{b}$	$^{c}49.49\pm0.35^{c}$	$^{b}50.92\pm0.61^{b}$	$^{d}56.65\pm0.35^{a}$
	5NW	$^{a}79.10\pm0.28^{a}$	$^{a}56.57\pm0.14^{c}$	$^{b}56.49\pm0.14^{c}$	$^{b}52.33\pm0.28^{d}$	$^{a}77.47\pm0.24^{b}$
	10NW	$^{c}61.43\pm0.20^{b}$	$^{b}55.08\pm0.15^{c}$	$^{b}55.08\pm0.08^{c}$	$^{b}53.75\pm0.20^{d}$	$^{c}64.25\pm0.13^{a}$
	SW	$^{c}41.03\pm4.44^{a}$	$^{d}30.77\pm0.00^{bc}$	$^{d}33.33\pm4.44^{b}$	$^{c}25.64\pm4.44^{c}$	$^{c}30.77\pm0.00^{bc}$
2	NW	$^{b}64.53\pm1.96^{b}$	$^{a}55.98\pm0.74^{c}$	$^{a}64.53\pm1.96^{b}$	$^{a}74.79\pm1.48^{a}$	$^{b}61.97\pm1.48^{b}$
	2NW	$^{c}42.77\pm0.68^{c}$	$^{b}49.80\pm0.68^{c}$	$^{c}48.44\pm0.59^{d}$	$^{bc}52.73\pm0.90^{b}$	$^{c}54.69\pm0.34^{a}$
	5NW	$^{a}76.29\pm0.26^{a}$	$^{ab}53.78\pm0.39^{c}$	$^{b}53.09\pm0.26^{d}$	$^{c}48.80\pm0.15^{c}$	$^{a}75.60\pm0.15^{b}$
	10NW	$^{b}61.22\pm0.26^{b}$	$^{a}55.99\pm0.15^{c}$	$^{b}55.82\pm0.13^{c}$	$^{b}54.45\pm0.20^{d}$	$^{b}64.43\pm0.13^{a}$
	SW	$^{d}29.41\pm8.82$	$^{c}26.47\pm5.09$	$^{d}26.47\pm5.09$	$^{d}26.47\pm5.09$	$^{d}32.35\pm5.09$
3	NW	$^{b}64.58\pm1.91^{b}$	$^{a}56.25\pm1.25^{c}$	$^{a}65.42\pm1.44^{b}$	$^{a}72.92\pm1.91^{a}$	$^{c}57.08\pm1.91^{c}$
	2NW	$^{d}40.61\pm0.61^{d}$	$^{b}49.09\pm0.61^{b}$	$^{c}47.07\pm1.53^{c}$	$^{b}51.11\pm1.26^{a}$	$^{d}52.32\pm0.93^{a}$
	5NW	$^{a}74.96\pm0.41^{a}$	$^{a}53.31\pm0.46^{b}$	$^{c}50.98\pm0.15^{c}$	$^{c}46.42\pm0.41^{d}$	$^{a}75.13\pm0.31^{a}$
	10NW	$^{c}59.81\pm0.20^{b}$	$^{a}54.89\pm0.27^{d}$	$^{b}55.76\pm0.13^{c}$	$^{b}54.59\pm0.26^{d}$	$^{b}64.73\pm0.20^{a}$
	SW	$^{c}30.56\pm4.81$	$^{c}27.78\pm4.81$	$^{d}27.78\pm4.81$	$^{d}27.78\pm4.81$	$^{c}30.56\pm4.81$
เฉลี่ย	NW	$^{b}64.80\pm1.47^{b}$	$^{a}56.13\pm1.01^{d}$	$^{a}65.54\pm1.58^{b}$	$^{a}76.33\pm4.07^{a}$	$^{c}61.45\pm3.80^{c}$
	2NW	$^{d}42.93\pm2.15^{c}$	$^{b}49.94\pm0.97^{c}$	$^{c}48.33\pm1.34^{d}$	$^{bc}51.59\pm1.20^{b}$	$^{d}54.55\pm1.95^{a}$
	5NW	$^{a}76.78\pm5.52^{a}$	$^{a}54.55\pm1.61^{b}$	$^{b}53.52\pm2.50^{b}$	$^{c}49.18\pm3.08^{c}$	$^{a}76.07\pm4.09^{a}$
	10NW	$^{c}60.82\pm0.79^{b}$	$^{a}55.32\pm0.54^{c}$	$^{b}55.55\pm0.37^{c}$	$^{b}54.27\pm0.43^{d}$	$^{b}64.47\pm0.25^{a}$
	SW	$^{c}33.66\pm7.80$	$^{c}28.34\pm3.99$	$^{d}29.19\pm5.21$	$^{d}26.63\pm4.25$	$^{c}31.23\pm3.61$

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

ตารางที่ ผ28 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{c}17.367±0.194	^{c}0.137±0.007^{b}	^{d}0.117±0.007^{bc}	^{d}0.123±0.017^{bc}	^{d}0.162±0.015^{a}	^{d}0.111±0.011^{c}
	2NW	^{d}7.578±0.127	^{a}1.535±0.048^{b}	^{b}0.851±0.040^{d}	^{c}0.961±0.073^{d}	^{b}1.316±0.077^{c}	^{a}4.256±0.068^{a}
	5NW	^{b}18.395±0.339	^{c}0.179±0.011^{c}	^{c}0.417±0.011^{b}	^{b}1.285±0.013^{a}	^{c}0.267±0.006^{c}	^{c}0.243±0.018^{d}
	10NW	^{a}32.691±0.393	^{b}1.405±0.016^{d}	^{a}2.135±0.012^{b}	^{a}2.815±0.014^{a}	^{a}1.865±0.020^{c}	^{b}0.376±0.015^{c}
	SW	^{c}0.187±0.043	^{d}0.045±0.004^{c}	^{c}0.077±0.008^{b}	^{d}0.103±0.008^{a}	^{c}0.061±0.024^{bc}	^{d}0.060±0.009^{bc}
2	NW	^{c}17.839±0.224	^{d}0.149±0.011^{b}	^{d}0.206±0.008^{a}	^{d}0.164±0.015^{b}	^{d}0.091±0.020^{c}	^{d}0.112±0.012^{c}
	2NW	^{d}6.345±0.428	^{b}2.158±0.082^{b}	^{c}0.992±0.085^{d}	^{c}1.304±0.097^{c}	^{b}2.262±0.035^{b}	^{a}2.846±0.111^{a}
	5NW	^{b}18.916±0.528	^{c}0.838±0.012^{d}	^{b}1.299±0.013^{b}	^{b}1.452±0.008^{a}	^{c}0.489±0.009^{c}	^{b}1.019±0.014^{c}
	10NW	^{a}31.409±0.423	^{a}2.734±0.023^{c}	^{a}3.267±0.016^{b}	^{a}3.304±0.019^{a}	^{a}2.697±0.013^{d}	^{c}0.907±0.013^{c}
	SW	^{c}0.129±0.013	^{d}0.100±0.010^{a}	^{c}0.074±0.009^{bc}	^{c}0.061±0.008^{c}	^{d}0.062±0.007^{c}	^{d}0.087±0.007^{b}
3	NW	^{b}22.768±0.607	^{d}0.077±0.020	^{d}0.113±0.014	^{d}0.059±0.015	^{d}0.086±0.021	^{d}0.089±0.022
	2NW	^{d}7.197±0.399	^{c}1.065±0.064^{c}	^{b}0.870±0.086^{d}	^{c}1.059±0.056^{c}	^{a}2.237±0.070^{b}	^{a}4.510±0.068^{a}
	5NW	^{c}18.071±0.467	^{b}1.312±0.018^{a}	^{c}0.559±0.020^{c}	^{b}1.320±0.019^{a}	^{c}0.558±0.014^{c}	^{c}0.816±0.006^{b}
	10NW	^{a}31.114±0.674	^{a}2.312±0.015^{c}	^{a}3.311±0.027^{a}	^{a}3.080±0.018^{b}	^{b}1.498±0.005^{d}	^{b}1.057±0.010^{c}
	SW	^{c}0.179±0.014	^{d}0.065±0.010	^{d}0.077±0.006	^{d}0.082±0.004	^{d}0.070±0.009	^{d}0.087±0.007
เฉลี่ย	NW	^{b}19.324±2.992	^{d}0.121±0.039	^{c}0.145±0.052	^{d}0.115±0.053	^{c}0.113±0.043	^{c}0.104±0.013
	2NW	^{d}7.040±0.631	^{b}1.586±0.548^{b}	^{b}0.904±0.076^{c}	^{c}1.108±0.177^{c}	^{a}1.938±0.539^{b}	^{a}3.871±0.897^{a}
	5NW	^{c}18.461±0.426	^{c}0.776±0.569^{b}	^{b}0.759±0.473^{b}	^{b}1.352±0.088^{a}	^{b}0.438±0.152^{b}	^{b}0.693±0.403^{b}
	10NW	^{a}31.738±0.839	^{a}2.150±0.679^{b}	^{a}2.904±0.666^{a}	^{a}3.066±0.245^{a}	^{a}2.020±0.615^{b}	^{b}0.780±0.358^{c}
	SW	^{c}0.165±0.032	^{d}0.070±0.028	^{c}0.076±0.002	^{d}0.082±0.021	^{c}0.064±0.005	^{c}0.078±0.015

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

ตารางที่ ผ29 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{b}16.360±0.180	^{d}0.359±0.044^{b}	^{b}0.545±0.019^{a}	^{d}0.306±0.012^{c}	^{c}0.190±0.013^{d}	^{c}0.168±0.009^{d}
	2NW	^{d}6.697±0.340	^{a}5.189±0.081^{a}	^{a}2.916±0.089^{c}	^{a}3.563±0.102^{d}	^{a}3.763±0.050^{c}	^{a}3.930±0.110^{b}
	5NW	^{c}15.085±0.403	^{c}0.654±0.017^{c}	^{b}0.525±0.020^{d}	^{c}1.179±0.009^{a}	^{c}0.997±0.008^{b}	^{c}1.187±0.020^{a}
	10NW	^{a}31.480±0.277	^{b}2.951±0.036^{a}	^{a}2.927±0.069^{a}	^{b}2.814±0.022^{b}	^{b}1.977±0.027^{c}	^{b}1.660±0.012^{d}
	SW	^{e}0.496±0.017	^{d}0.320±0.010^{b}	^{c}0.184±0.010^{c}	^{d}0.315±0.012^{b}	^{d}0.330±0.014^{b}	^{d}0.377±0.018^{a}
2	NW	^{b}15.930±0.169	^{d}0.316±0.013^{c}	^{d}0.433±0.017^{a}	^{d}0.284±0.015^{d}	^{c}0.361±0.008^{b}	^{d}0.138±0.007^{c}
	2NW	^{d}6.937±0.161	^{b}1.676±0.027^{a}	^{b}2.552±0.097^{b}	^{a}2.124±0.038^{d}	^{a}2.268±0.047^{c}	^{a}2.904±0.065^{a}
	5NW	^{c}14.381±0.490	^{c}0.763±0.028^{d}	^{c}0.979±0.008^{b}	^{c}1.306±0.019^{a}	^{c}0.903±0.028^{c}	^{b}0.492±0.012^{a}
	10NW	^{a}31.254±0.381	^{a}1.767±0.021^{b}	^{a}2.676±0.010^{a}	^{b}1.646±0.020^{d}	^{b}1.678±0.012^{c}	^{b}0.491±0.005^{a}
	SW	^{e}0.536±0.020	^{d}0.291±0.007^{a}	^{c}0.312±0.017^{c}	^{d}0.303±0.008^{c}	^{d}0.432±0.012^{a}	^{c}0.343±0.008^{b}
3	NW	^{b}13.522±0.260	^{d}0.318±0.025^{a}	^{d}0.349±0.013^{a}	^{d}0.276±0.018^{b}	^{d}0.245±0.020^{b}	^{c}0.111±0.013^{c}
	2NW	^{c}7.049±0.116	^{a}1.890±0.090^{c}	^{a}3.549±0.064^{a}	^{a}2.814±0.064^{b}	^{a}2.724±0.066^{b}	^{a}2.758±0.068^{b}
	5NW	^{b}13.620±0.768	^{c}0.463±0.022^{d}	^{c}0.775±0.022^{b}	^{c}0.988±0.020^{a}	^{c}0.532±0.011^{c}	^{d}0.204±0.014^{c}
	10NW	^{a}29.015±0.528	^{b}1.511±0.012^{c}	^{b}1.964±0.011^{b}	^{b}1.952±0.011^{b}	^{b}2.291±0.017^{a}	^{b}0.513±0.015^{d}
	SW	^{d}0.549±0.024	^{d}0.319±0.006^{a}	^{c}0.190±0.021^{c}	^{d}0.313±0.015^{a}	^{d}0.268±0.012^{b}	^{c}0.270±0.009^{b}
เฉลี่ย	NW	^{b}15.270±1.337	^{c}0.331±0.033^{b}	^{d}0.442±0.086^{a}	^{d}0.289±0.019^{bc}	^{d}0.265±0.077^{c}	^{d}0.139±0.026^{d}
	2NW	^{d}6.895±0.251	^{a}2.918±1.707	^{a}3.006±0.443	^{a}2.834±0.627	^{a}2.918±0.666	^{a}3.197±0.558
	5NW	^{c}14.362±0.807	^{c}0.627±0.133^{b}	^{c}0.760±0.198^{b}	^{c}1.158±0.139^{a}	^{c}0.811±0.214^{b}	^{bc}0.627±0.438^{b}
	10NW	^{a}30.583±1.232	^{b}2.076±0.666^{ab}	^{b}2.522±0.434^{a}	^{b}2.137±0.524^{ab}	^{b}1.982±0.266^{b}	^{b}0.888±0.579^{c}
	SW	^{e}0.527±0.030	^{c}0.310±0.016^{a}	^{d}0.229±0.064^{b}	^{d}0.310±0.012^{a}	^{d}0.343±0.072^{a}	^{cd}0.330±0.049^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ30 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{b}18.339±0.325	^{c}0.127±0.011^{c}	^{d}0.303±0.013^{b}	^{d}0.339±0.013^{a}	^{d}0.128±0.015^{c}	^{c}0.141±0.015^{c}
	2NW	^{d}5.775±0.212	^{a}1.972±0.013^{c}	^{a}4.448±0.042^{a}	^{a}3.772±0.047^{b}	^{a}4.507±0.210^{a}	^{a}4.417±0.085^{a}
	5NW	^{c}15.296±0.487	^{c}0.779±0.011^{c}	^{c}1.378±0.015^{a}	^{c}1.342±0.086^{a}	^{c}1.010±0.025^{b}	^{c}0.565±0.013^{d}
	10NW	^{a}33.691±0.281	^{b}1.638±0.031^{d}	^{b}3.277±0.009^{a}	^{b}3.269±0.012^{a}	^{b}3.184±0.019^{b}	^{b}1.673±0.010^{c}
	SW	^{c}0.479±0.018	^{d}0.179±0.018^{b}	^{c}0.128±0.012^{c}	^{c}0.238±0.010^{a}	^{d}0.233±0.010^{a}	^{d}0.232±0.007^{a}
2	NW	^{b}17.653±0.196	^{d}0.203±0.011^{b}	^{d}0.333±0.015^{a}	^{d}0.344±0.017^{a}	^{c}0.146±0.011^{c}	^{d}0.157±0.009^{c}
	2NW	^{d}5.282±0.168	^{a}2.916±0.053^{c}	^{a}4.499±0.066^{a}	^{b}1.913±0.077^{d}	^{a}4.364±0.070^{b}	^{a}4.310±0.053^{b}
	5NW	^{c}15.395±0.323	^{c}0.866±0.016^{c}	^{c}1.260±0.010^{a}	^{c}1.196±0.014^{b}	^{c}0.880±0.008^{c}	^{c}0.473±0.005^{d}
	10NW	^{a}28.522±0.277	^{b}1.868±0.024^{d}	^{b}3.272±0.015^{a}	^{a}2.818±0.017^{c}	^{b}3.149±0.006^{b}	^{b}1.873±0.009^{d}
	SW	^{c}0.432±0.014	^{c}0.103±0.003^{d}	^{c}0.096±0.013^{d}	^{c}0.125±0.004^{c}	^{d}0.291±0.008^{a}	^{d}0.154±0.004^{b}
3	NW	^{b}16.226±0.296	^{d}0.306±0.009^{b}	^{d}0.415±0.015^{a}	^{d}0.317±0.017^{b}	^{c}0.129±0.010^{d}	^{d}0.233±0.007^{c}
	2NW	^{d}6.402±0.254	^{b}1.639±0.061^{c}	^{a}4.256±0.051^{b}	^{b}2.085±0.069^{d}	^{a}5.090±0.043^{a}	^{a}3.732±0.085^{c}
	5NW	^{c}13.972±0.240	^{c}1.178±0.019^{b}	^{c}0.873±0.015^{c}	^{c}1.439±0.018^{a}	^{c}0.865±0.016^{c}	^{c}0.537±0.014^{d}
	10NW	^{a}24.522±0.352	^{a}1.749±0.019^{d}	^{b}3.292±0.016^{a}	^{a}2.512±0.014^{c}	^{b}2.912±0.016^{b}	^{b}2.536±0.022^{c}
	SW	^{c}0.681±0.016	^{c}0.199±0.016	^{c}0.206±0.021	^{c}0.225±0.017	^{d}0.229±0.014	^{d}0.216±0.014
เฉลี่ย	NW	^{b}17.406±0.964	^{d}0.212±0.078^{b}	^{d}0.350±0.052^{a}	^{c}0.333±0.019^{a}	^{d}0.134±0.014^{c}	^{d}0.177±0.044^{bc}
	2NW	^{d}5.819±0.520	^{a}2.176±0.575^{b}	^{a}4.401±0.120^{a}	^{a}2.590±0.892^{b}	^{a}4.654±0.352^{a}	^{a}4.153±0.326^{a}
	5NW	^{c}14.888±0.757	^{c}0.941±0.182^{c}	^{c}1.170±0.229^{b}	^{b}1.326±0.115^{a}	^{c}0.918±0.071^{c}	^{c}0.525±0.042^{d}
	10NW	^{a}28.912±3.990	^{b}1.752±0.182^{d}	^{b}3.280±0.229^{a}	^{a}2.867±0.115^{b}	^{b}3.082±0.071^{ab}	^{b}2.027±0.042^{c}
	SW	^{c}0.531±0.116	^{d}0.161±0.046^{bc}	^{c}0.143±0.051^{c}	^{c}0.196±0.055^{b}	^{d}0.251±0.031^{a}	^{d}0.200±0.037^{b}

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

ตารางที่ ผ31 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{a}99.21±0.04^{b}	^{a}99.33±0.04^{ab}	^{a}99.29±0.10^{ab}	^{a}99.07±0.09^{c}	^{a}99.36±0.06^{a}
	2NW	^{c}79.74±0.63^{c}	^{c}88.77±0.53^{a}	^{c}87.32±0.96^{a}	^{b}82.64±1.01^{b}	^{c}43.83±0.89^{d}
	5NW	^{a}99.03±0.06^{a}	^{a}97.73±0.06^{d}	^{b}93.01±0.07^{e}	^{a}98.55±0.03^{c}	^{a}98.68±0.10^{b}
	10NW	^{b}95.70±0.05^{b}	^{b}93.47±0.04^{d}	^{b}91.39±0.04^{e}	^{a}94.30±0.06^{c}	^{a}98.85±0.05^{a}
	SW	^{d}75.90±1.88^{a}	^{d}58.72±4.27^{b}	^{d}44.87±4.52^{c}	^{c}67.46±12.65^{ab}	^{b}67.76±4.98^{ab}
2	NW	^{a}99.17±0.06^{b}	^{a}98.85±0.04^{c}	^{a}99.08±0.09^{b}	^{a}99.49±0.11^{a}	^{a}99.37±0.07^{a}
	2NW	^{c}65.99±1.29^{c}	^{c}84.37±1.34^{a}	^{c}79.44±1.53^{b}	^{c}64.35±0.55^{d}	^{b}55.15±1.75^{e}
	5NW	^{ab}95.57±0.06^{b}	^{ab}93.13±0.07^{d}	^{b}92.32±0.04^{e}	^{a}97.41±0.05^{a}	^{a}94.61±0.08^{c}
	10NW	^{b}91.30±0.07^{c}	^{bc}89.60±0.05^{d}	^{b}89.48±0.06^{c}	^{b}91.41±0.04^{b}	^{a}97.11±0.04^{a}
	SW	^{d}22.26±7.68^{c}	^{d}42.79±7.22^{ab}	^{d}52.40±5.91^{a}	^{d}51.96±5.30^{a}	^{c}32.74±5.45^{bc}
3	NW	^{a}99.66±0.09	^{a}99.51±0.06	^{a}99.74±0.07	^{a}99.62±0.09	^{a}99.61±0.10
	2NW	^{c}85.20±0.89^{b}	^{b}87.91±1.19^{a}	^{d}85.28±0.78^{b}	^{c}68.92±0.98^{c}	^{d}37.34±0.94^{d}
	5NW	^{b}92.74±0.10^{c}	^{a}96.90±0.11^{a}	^{b}92.70±0.11^{c}	^{ab}96.91±0.07^{a}	^{b}95.48±0.03^{b}
	10NW	^{b}92.57±0.05^{c}	^{b}89.36±0.09^{c}	^{c}90.10±0.06^{d}	^{b}95.19±0.02^{b}	^{ab}96.60±0.03^{a}
	SW	^{d}63.80±18.34^{a}	^{c}56.88±21.37^{abc}	^{c}54.05±22.75^{bc}	^{d}60.97±19.60^{ab}	^{c}51.21±24.32^{c}
เฉลี่ย	NW	^{a}99.35±0.25	^{a}99.23±0.30	^{a}99.37±0.30	^{a}99.39±0.27	^{a}99.45±0.14
	2NW	^{b}76.98±8.61^{b}	^{b}87.02±2.22^{a}	^{c}84.02±3.68^{a}	^{b}71.97±8.28^{b}	^{b}45.44±7.88^{c}
	5NW	^{a}95.78±2.73^{a}	^{a}95.92±2.12^{a}	^{b}92.68±0.31^{b}	^{a}97.63±0.73^{a}	^{a}96.26±1.86^{a}
	10NW	^{a}93.19±1.96^{b}	^{b}90.81±2.00^{c}	^{b}90.32±0.84^{c}	^{a}93.63±1.71^{b}	^{a}97.52±1.02^{a}
	SW	^{c}53.99±27.42	^{c}52.80±16.78	^{d}50.44±16.34	^{c}60.13±15.59	^{b}50.57±21.40

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

ตารางที่ ผ32 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{a}97.81±0.27^{c}	^{a}96.67±0.11^{d}	^{a}98.13±0.07^{b}	^{a}98.84±0.08^{a}	^{a}98.97±0.06^{a}
	2NW	^{c}22.52±1.20^{e}	^{d}56.46±1.33^{a}	^{c}46.79±1.52^{b}	^{c}43.80±0.74^{c}	^{c}41.32±1.64^{d}
	5NW	^{b}95.67±0.11^{b}	^{a}96.52±0.13^{a}	^{b}92.19±0.06^{d}	^{b}93.39±0.05^{c}	^{b}92.13±0.13^{d}
	10NW	^{c}90.63±0.11^{d}	^{b}90.70±0.22^{d}	^{b}91.06±0.07^{c}	^{b}93.72±0.09^{b}	^{b}94.73±0.04^{a}
	SW	^{d}35.48±2.00^{b}	^{c}62.86±2.04^{a}	^{d}36.50±2.51^{b}	^{d}33.55±2.91^{b}	^{d}23.90±3.64^{c}
2	NW	^{a}98.02±0.08^{c}	^{a}97.28±0.10^{c}	^{a}98.22±0.10^{b}	^{a}97.74±0.05^{d}	^{a}99.13±0.04^{a}
	2NW	^{c}75.84±0.39^{a}	^{c}63.21±1.40^{d}	^{d}69.38±0.55^{b}	^{c}67.31±0.67^{c}	^{c}58.13±0.93^{e}
	5NW	^{b}94.69±0.20^{b}	^{b}93.19±0.05^{d}	^{c}90.92±0.14^{e}	^{b}93.72±0.19^{c}	^{b}96.58±0.08^{a}
	10NW	^{b}94.35±0.07^{d}	^{b}91.44±0.03^{e}	^{b}94.73±0.06^{b}	^{b}94.63±0.04^{c}	^{a}98.43±0.02^{a}
	SW	^{d}45.66±1.27^{a}	^{d}41.87±3.16^{a}	^{c}43.56±1.45^{a}	^{d}19.48±2.32^{c}	^{d}35.99±1.45^{b}
3	NW	^{a}97.65±0.18^{c}	^{a}97.42±0.09^{c}	^{a}97.97±0.13^{b}	^{a}98.19±0.15^{b}	^{a}99.18±0.09^{a}
	2NW	^{c}73.18±1.27^{a}	^{d}49.65±0.91^{c}	^{c}60.08±0.91^{b}	^{d}61.36±0.93^{b}	^{b}60.88±0.96^{b}
	5NW	^{a}96.60±0.16^{b}	^{ab}94.31±0.16^{d}	^{b}92.74±0.14^{c}	^{b}96.10±0.08^{c}	^{a}98.50±0.10^{a}
	10NW	^{b}94.79±0.04^{b}	^{b}93.23±0.04^{c}	^{b}93.27±0.04^{c}	^{c}92.10±0.06^{d}	^{a}98.23±0.05^{a}
	SW	^{d}41.81±1.11^{c}	^{c}65.42±3.85^{a}	^{d}43.04±2.74^{c}	^{c}51.15±2.16^{b}	^{c}50.74±1.63^{b}
เฉลี่ย	NW	^{a}97.82±0.23^{c}	^{a}97.12±0.35^{d}	^{a}98.10±0.14^{bc}	^{a}98.25±0.48^{b}	^{a}99.09±0.11^{a}
	2NW	^{b}57.18±26.03	^{b}56.44±5.96	^{c}58.75±9.87	^{b}57.49±10.60	^{b}53.44±9.23
	5NW	^{a}95.65±0.91^{a}	^{a}94.67±1.78^{a}	^{b}91.95±1.17^{b}	^{a}94.40±1.27^{a}	^{a}95.73±2.96^{a}
	10NW	^{a}93.25±1.98b^{bc}	^{a}91.79±1.13^{c}	^{b}93.02±1.60^{bc}	^{a}93.49±1.10^{b}	^{a}97.13±1.80^{a}
	SW	^{c}40.98±4.63^{b}	^{b}56.71±11.50^{a}	^{d}41.03±3.94^{b}	^{c}34.72±13.90^{b}	^{c}36.87±11.83^{b}

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

ตารางที่ ผ33 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{a*}99.31±0.06	^{a*}98.35±0.07^{b}	^{a*}98.13±0.07^{c}	^{a*}99.30±0.08	^{a*}99.23±0.08
	2NW	^{c}65.85±0.22	^{d}22.98±0.72^{c}	^{d}34.68±0.81^{b}	^{d}21.95±3.63^{c}	^{d}23.51±1.47^{c}
	5NW	^{b}94.91±0.07^{b}	^{b}90.99±0.10^{d}	^{b}91.23±0.56^{d}	^{b}93.40±0.17^{c}	^{b}96.31±0.08
	10NW	^{b}95.14±0.09	^{b}90.27±0.03^{d}	^{b}90.30±0.04^{d}	^{b}90.55±0.06^{c}	^{b}95.04±0.03^{b}
	SW	^{d}62.59±3.74^{b}	^{c}73.29±2.50	^{c}50.35±2.16^{c}	^{c}51.29±2.12^{c}	^{c}51.65±1.54^{c}
2	NW	^{a*}98.85±0.06^{b}	^{a*}98.11±0.09^{c}	^{a*}98.22±0.10^{c}	^{a*}99.17±0.06	^{a*}99.11±0.05
	2NW	^{d}44.80±1.00^{b}	^{c}14.83±1.24^{d}	^{c}63.79±1.45	^{c}17.39±1.33^{c}	^{c}18.40±1.00^{c}
	5NW	^{b}94.38±0.10^{b}	^{b}91.81±0.06^{d}	^{b}92.23±0.09^{c}	^{b}94.28±0.05^{b}	^{b}96.93±0.03
	10NW	^{b}93.45±0.08	^{c}88.53±0.05^{d}	^{c}90.12±0.06^{b}	^{c}88.96±0.02^{c}	^{c}93.43±0.03
	SW	^{c}76.11±0.78	^{d}77.68±3.06	^{d}71.15±0.82^{b}	^{d}32.64±1.96^{d}	^{d}64.36±1.04^{c}
3	NW	^{a*}98.11±0.06^{c}	^{a*}97.44±0.09^{d}	^{a*}97.97±0.13^{c}	^{a*}99.20±0.06	^{a*}98.56±0.04^{b}
	2NW	^{c}74.39±0.95	^{c}33.51±0.80^{d}	^{c}67.44±1.08^{b}	^{c}20.48±0.68^{c}	^{c}41.69±1.32^{c}
	5NW	^{b}91.57±0.13^{c}	^{b}93.75±0.11^{b}	^{b}89.70±0.13^{d}	^{b}93.81±0.12^{b}	^{b}96.16±0.10^{a}
	10NW	^{b}92.87±0.08	^{c}86.57±0.07^{d}	^{b}89.76±0.06^{b}	^{c}88.13±0.07^{c}	^{c}89.66±0.09^{b}
	SW	^{d}70.72±2.37	^{d}69.73±3.02	^{c}66.91±2.55	^{d}66.42±2.11	^{d}68.32±2.11
เฉลี่ย	NW	^{a*}98.75±0.52^{b}	^{a*}97.96±0.41^{c}	^{a*}98.08±0.09^{c}	^{a*}99.22±0.08	^{a*}98.96±0.31^{ab}
	2NW	^{c}61.68±13.20	^{d}23.77±8.15^{b}	^{b}55.30±15.57	^{d}19.94±2.81^{b}	^{d}27.86±10.66^{b}
	5NW	^{a*}93.61±1.55^{b}	^{b}92.18±1.22^{c}	^{a*}91.05±1.14^{d}	^{ab}93.83±0.39^{b}	^{ab}96.46±0.35
	10NW	^{a}93.81±1.02	^{b}88.45±1.60^{c}	^{a*}90.05±0.24^{b}	^{b}89.21±1.06^{bc}	^{b}92.70±2.39
	SW	^{b}69.80±6.30^{ab}	^{c}73.56±4.25	^{b}62.80±9.67^{b}	^{c}50.11±14.76^{c}	^{c}61.44±7.67^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ34 ปริมาณไนเตรทของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{b}0.111±0.001	^{c}0.019±0.003^{bc}	^{d}0.020±0.003^{b}	^{d}0.017±0.000^{bc}	^{d}0.015±0.001^{c}	^{d}0.025±0.002^{a}
	2NW	^{a}0.585±0.006	^{b}0.134±0.005^{c}	^{b}0.266±0.002^{a}	^{b}0.054±0.002^{d}	^{c}0.059±0.001^{d}	^{b}0.247±0.005^{b}
	5NW	^{a}0.606±0.004	^{b}0.130±0.002^{d}	^{b}0.265±0.002^{a}	^{a}0.075±0.004^{c}	^{a}0.141±0.002^{c}	^{c}0.227±0.002^{b}
	10NW	^{a}0.579±0.004	^{a}0.390±0.004^{a}	^{a}0.397±0.004^{b}	^{c}0.045±0.004^{c}	^{b}0.102±0.001^{d}	^{a}0.444±0.003^{a}
	SW	^{c}0.036±0.004	^{d}0.011±0.001^{c}	^{c}0.026±0.002^{a}	^{d}0.020±0.002^{b}	^{c}0.010±0.001^{c}	^{c}0.011±0.001^{c}
2	NW	^{b}0.103±0.002	^{d}0.018±0.003^{ab}	^{d}0.017±0.002^{ab}	^{c}0.015±0.002^{b}	^{c}0.013±0.003^{b}	^{d}0.020±0.003^{a}
	2NW	^{a}0.613±0.002	^{c}0.108±0.007^{d}	^{b}0.380±0.011^{a}	^{a}0.181±0.006^{c}	^{c}0.184±0.003^{c}	^{b}0.231±0.002^{b}
	5NW	^{a}0.614±0.003	^{b}0.170±0.008^{d}	^{b}0.386±0.005^{a}	^{b}0.115±0.005^{c}	^{a}0.232±0.003^{b}	^{c}0.215±0.004^{c}
	10NW	^{a}0.594±0.003	^{a}0.300±0.007^{c}	^{a}0.399±0.005^{a}	^{c}0.061±0.002^{c}	^{b}0.209±0.005^{d}	^{a}0.386±0.003^{b}
	SW	^{c}0.036±0.002	^{d}0.014±0.002^{b}	^{c}0.030±0.001^{a}	^{d}0.026±0.005^{a}	^{d}0.026±0.002^{a}	^{c}0.013±0.003^{b}
3	NW	^{b}0.162±0.004	^{d}0.056±0.003^{a}	^{d}0.039±0.002^{c}	^{d}0.039±0.004^{c}	^{d}0.032±0.003^{d}	^{c}0.050±0.002^{b}
	2NW	^{a}0.592±0.006	^{c}0.076±0.003^{d}	^{b}0.236±0.004^{a}	^{c}0.066±0.003^{c}	^{c}0.085±0.002^{c}	^{b}0.223±0.004^{b}
	5NW	^{a}0.575±0.003	^{b}0.132±0.005^{c}	^{c}0.225±0.002^{a}	^{a}0.161±0.004^{b}	^{b}0.137±0.002^{c}	^{b}0.225±0.002^{a}
	10NW	^{a}0.583±0.002	^{a}0.330±0.003^{c}	^{a}0.351±0.001^{b}	^{b}0.080±0.002^{c}	^{a}0.166±0.001^{d}	^{a}0.365±0.002^{a}
	SW	^{c}0.035±0.001	^{c}0.018±0.003^{b}	^{c}0.027±0.001^{a}	^{c}0.027±0.001^{a}	^{c}0.025±0.002^{a}	^{d}0.014±0.001^{c}
เฉลี่ย	NW	^{b}0.125±0.027	^{d}0.031±0.019	^{c}0.026±0.011	^{c}0.024±0.012	^{c}0.020±0.009	^{c}0.032±0.014
	2NW	^{a}0.596±0.013	^{c}0.106±0.026^{c}	^{b}0.294±0.066^{a}	^{a}0.100±0.061^{c}	^{b}0.109±0.057^{c}	^{b}0.234±0.011^{b}
	5NW	^{a}0.598±0.018	^{b}0.144±0.020^{cd}	^{b}0.292±0.073^{a}	^{a}0.117±0.037^{d}	^{a}0.170±0.046^{c}	^{b}0.223±0.006^{b}
	10NW	^{a}0.585±0.007	^{a}0.340±0.020^{b}	^{a}0.382±0.073^{a}	^{b}0.062±0.037^{d}	^{a}0.159±0.046^{c}	^{a}0.398±0.006^{a}
	SW	^{c}0.035±0.002	^{d}0.014±0.004^{c}	^{c}0.028±0.002^{a}	^{c}0.024±0.004^{ab}	^{c}0.020±0.008^{b}	^{d}0.012±0.002^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ35 ปริมาณไนเตรทของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{b}0.097±0.007	^{c}0.033±0.002^{b}	^{c}0.037±0.002^{a}	^{c}0.026±0.002^{c}	^{c}0.040±0.002^{a}	^{c}0.028±0.002^{c}
	2NW	^{a}0.988±0.009	^{b}0.544±0.003^{c}	^{b}0.614±0.002^{a}	^{b}0.547±0.004^{c}	^{b}0.564±0.005^{b}	^{b}0.614±0.002^{a}
	5NW	^{a}1.081±0.011	^{c}0.451±0.004^{d}	^{c}0.509±0.004^{b}	^{c}0.370±0.004^{e}	^{b}0.488±0.004^{c}	^{c}0.598±0.005^{a}
	10NW	^{a}1.210±0.010	^{a}0.618±0.001^{c}	^{a}0.737±0.005^{b}	^{b}0.441±0.008^{d}	^{c}0.363±0.003^{e}	^{a}0.833±0.005^{a}
	SW	^{c}0.118±0.006	^{d}0.056±0.001^{d}	^{d}0.102±0.003^{a}	^{d}0.091±0.001^{b}	^{d}0.079±0.003^{c}	^{d}0.052±0.002^{d}
2	NW	^{b}0.240±0.006	^{d}0.112±0.002^{b}	^{d}0.085±0.004^{c}	^{d}0.127±0.004^{a}	^{d}0.109±0.008^{b}	^{c}0.033±0.002^{d}
	2NW	^{a} 1.173±0.008	^{b}0.517±0.005^{c}	^{b}0.608±0.009^{a}	^{a}0.542±0.014^{c}	^{a}0.572±0.016^{b}	^{b}0.584±0.023^{ab}
	5NW	^{a}1.158±0.020	^{c}0.477±0.014^{c}	^{c}0.533±0.004^{b}	^{c}0.420±0.035^{d}	^{b}0.506±0.014^{bc}	^{b}0.588±0.005^{a}
	10NW	^{a}1.218±0.009	^{a}0.783±0.007^{b}	^{a}0.850±0.021^{a}	^{b}0.452±0.006^{c}	^{c}0.419±0.007^{d}	^{a}0.867±0.002^{a}
	SW	^{c}0.092±0.004	^{c}0.037±0.001^{d}	^{d}0.082±0.002^{a}	^{c}0.072±0.004^{b}	^{c}0.058±0.003^{c}	^{c}0.038±0.002^{d}
3	NW	^{b}0.203±0.007	^{d}0.076±0.003^{c}	^{d}0.086±0.002^{b}	^{c}0.066±0.003^{d}	^{d}0.114±0.004^{a}	^{c}0.063±0.004^{d}
	2NW	^{a}1.029±0.013	^{b}0.522±0.003^{d}	^{b}0.613±0.002^{a}	^{a}0.551±0.005^{c}	^{a}0.603±0.016^{b}	^{b}0.603±0.016^{a}
	5NW	^{a}1.129±0.007	^{c}0.494±0.011^{c}	^{c}0.548±0.002^{b}	^{c}0.393±0.001^{d}	^{b}0.502±0.005^{c}	^{b}0.588±0.004^{a}
	10NW	^{a}1.202±0.004	^{a}0.709±0.005^{c}	^{a}0.846±0.016^{b}	^{b}0.460±0.006^{d}	^{c}0.425±0.011^{c}	^{a}0.903±0.008^{a}
	SW	^{c}0.111±0.003	^{c}0.048±0.002^{d}	^{d}0.099±0.002^{a}	^{d}0.087±0.001^{b}	^{c}0.069±0.001^{c}	^{d}0.044±0.004^{c}
เฉลี่ย	NW	^{b}0.180±0.065	^{d}0.073±0.034	^{d}0.069±0.024	^{d}0.073±0.044	^{d}0.087±0.036	^{c}0.041±0.016
	2NW	^{a}1.063±0.085	^{b}0.528±0.013^{d}	^{b}0.612±0.005^{a}	^{a}0.547±0.008^{c}	^{a}0.568±0.010^{b}	^{b}0.601±0.019^{a}
	5NW	^{a}1.123±0.035	^{c}0.474±0.021^{d}	^{c}0.530±0.017^{b}	^{c}0.394±0.028^{e}	^{b}0.499±0.011^{c}	^{b}0.591±0.007^{a}
	10NW	^{a}1.210±0.010	^{a}0.703±0.021^{c}	^{a}0.811±0.017^{b}	^{b}0.451±0.028^{d}	^{c}0.402±0.011^{e}	^{a}0.868±0.007^{a}
	SW	^{c}0.101±0.027	^{d}0.047±0.008^{d}	^{d}0.095±0.010^{a}	^{d}0.083±0.009^{b}	^{d}0.068±0.010^{c}	^{c}0.045±0.007^{d}

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

ตารางที่ ผ36 ปริมาณไนเตรทของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{b}0.151\pm0.007$	$^{d}0.081\pm0.001^{b}$	$^{d}0.078\pm0.002^{b}$	$^{d}0.081\pm0.003^{b}$	$^{d}0.090\pm0.002^{a}$	$^{d}0.070\pm0.003^{c}$
	2NW	$^{a}0.921\pm0.005$	$^{c}0.621\pm0.004^{b}$	$^{a}0.578\pm0.003^{d}$	$^{c}0.593\pm0.005^{c}$	$^{b}0.590\pm0.001^{c}$	$^{b}0.635\pm0.003^{a}$
	5NW	$^{a}1.076\pm0.007$	$^{b}0.689\pm0.008^{a}$	$^{b}0.523\pm0.003^{c}$	$^{b}0.630\pm0.005^{c}$	$^{a}0.615\pm0.005^{d}$	$^{a}0.648\pm0.007^{b}$
	10NW	$^{a}1.217\pm0.005$	$^{a}0.770\pm0.003^{a}$	$^{c}0.479\pm0.007^{c}$	$^{a}0.678\pm0.005^{b}$	$^{c}0.582\pm0.004^{c}$	$^{c}0.531\pm0.004^{d}$
	SW	$^{c}0.105\pm0.004$	$^{c}0.052\pm0.002^{c}$	$^{d}0.077\pm0.004^{a}$	$^{c}0.072\pm0.002^{a}$	$^{c}0.063\pm0.004^{b}$	$^{c}0.053\pm0.002^{c}$
2	NW	$^{b}0.158\pm0.007$	$^{d}0.095\pm0.003^{a}$	$^{d}0.087\pm0.003^{b}$	$^{c}0.097\pm0.002^{a}$	$^{d}0.099\pm0.006^{a}$	$^{c}0.075\pm0.002^{c}$
	2NW	$^{a}0.969\pm0.008$	$^{c}0.727\pm0.013^{a}$	$^{a}0.678\pm0.006^{b}$	$^{b}0.634\pm0.008^{c}$	$^{c}0.553\pm0.008^{e}$	$^{a}0.583\pm0.009^{d}$
	5NW	$^{a}1.100\pm0.007$	$^{a}0.833\pm0.006^{a}$	$^{c}0.468\pm0.004^{c}$	$^{b}0.632\pm0.006^{c}$	$^{a}0.710\pm0.006^{b}$	$^{a}0.585\pm0.006^{d}$
	10NW	$^{a}1.206\pm0.006$	$^{b}0.771\pm0.003^{a}$	$^{b}0.518\pm0.008^{d}$	$^{a}0.694\pm0.003^{b}$	$^{b}0.616\pm0.006^{c}$	$^{b}0.519\pm0.001^{d}$
	SW	$^{c}0.104\pm0.003$	$^{c}0.051\pm0.003^{c}$	$^{d}0.093\pm0.002^{a}$	$^{d}0.071\pm0.002^{b}$	$^{c}0.067\pm0.002^{b}$	$^{d}0.041\pm0.003^{d}$
3	NW	$^{b}0.155\pm0.004$	$^{d}0.082\pm0.002^{bc}$	$^{d}0.076\pm0.003^{c}$	$^{d}0.083\pm0.003^{b}$	$^{c}0.092\pm0.004^{a}$	$^{d}0.076\pm0.004^{c}$
	2NW	$^{a}0.980\pm0.004$	$^{c}0.635\pm0.017^{c}$	$^{a}0.704\pm0.027^{a}$	$^{b}0.682\pm0.016^{ab}$	$^{b}0.648\pm0.024^{bc}$	$^{c}0.551\pm0.030^{d}$
	5NW	$^{a}1.083\pm0.005$	$^{a}0.775\pm0.012^{a}$	$^{c}0.486\pm0.020^{d}$	$^{c}0.645\pm0.003^{c}$	$^{a}0.730\pm0.014^{b}$	$^{a}0.627\pm0.018^{c}$
	10NW	$^{a}1.228\pm0.003$	$^{b}0.724\pm0.008^{a}$	$^{b}0.526\pm0.005^{c}$	$^{a}0.733\pm0.007^{a}$	$^{a}0.726\pm0.006^{a}$	$^{b}0.587\pm0.005^{b}$
	SW	$^{c}0.111\pm0.004$	$^{c}0.058\pm0.003^{c}$	$^{d}0.098\pm0.003^{a}$	$^{d}0.078\pm0.002^{b}$	$^{d}0.057\pm0.004^{c}$	$^{c}0.046\pm0.006^{d}$
เฉลี่ย	NW	$^{b}0.155\pm0.006$	$^{c}0.086\pm0.007^{bc}$	$^{c}0.080\pm0.006^{c}$	$^{c}0.087\pm0.008^{b}$	$^{d}0.094\pm0.006^{a}$	$^{d}0.074\pm0.004^{d}$
	2NW	$^{a}0.957\pm0.027$	$^{b}0.661\pm0.051^{a}$	$^{a}0.654\pm0.059^{a}$	$^{b}0.636\pm0.040^{ab}$	$^{c}0.597\pm0.043^{b}$	$^{b}0.590\pm0.040^{b}$
	5NW	$^{a}1.086\pm0.012$	$^{a}0.766\pm0.063^{a}$	$^{b}0.492\pm0.027^{d}$	$^{b}0.635\pm0.008^{c}$	$^{a}0.685\pm0.054^{b}$	$^{a}0.620\pm0.029^{c}$
	10NW	$^{a}1.217\pm0.010$	$^{a}0.755\pm0.024^{a}$	$^{b}0.507\pm0.022^{c}$	$^{a}0.702\pm0.025^{b}$	$^{b}0.642\pm0.065^{c}$	$^{c}0.546\pm0.031^{d}$
	SW	$^{c}0.107\pm0.004$	$^{c}0.054\pm0.004^{d}$	$^{c}0.090\pm0.010^{a}$	$^{c}0.074\pm0.004^{b}$	$^{d}0.062\pm0.005^{c}$	$^{c}0.047\pm0.006^{c}$

หมายเหตุ ตัวอักษรบนซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ37 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{a*}82.90\pm2.40^{ab}$	$^{a*}81.68\pm2.69^{b}$	$^{c}85.05\pm0.32^{a*b}$	$^{b}86.45\pm1.13^{a*}$	$^{a*}77.94\pm1.82^{c}$
	2NW	$^{b}77.07\pm0.84^{b}$	$^{b}54.50\pm0.38^{d}$	$^{a*b}90.70\pm0.31^{a*}$	$^{a*}89.91\pm0.14^{a*}$	$^{d}57.76\pm0.92^{c}$
	5NW	$^{b}78.49\pm0.36^{b}$	$^{b}56.34\pm0.29^{c}$	$^{bc}87.58\pm0.67^{a*}$	$^{d}76.68\pm0.29^{c}$	$^{c}62.49\pm0.31^{d}$
	10NW	$^{d}32.57\pm0.67^{c}$	$^{c}31.53\pm0.61^{c}$	$^{a*}92.28\pm0.73^{a*}$	$^{c}82.44\pm0.19^{b}$	$^{c}23.42\pm0.51^{d}$
	SW	$^{c}69.10\pm3.53^{a*}$	$^{c}26.82\pm5.82^{c}$	$^{d}44.31\pm4.82^{b}$	$^{c}71.14\pm2.62^{a*}$	$^{b}70.55\pm1.82^{a*}$
2	NW	$^{a*}82.91\pm3.20$	$^{a*}83.52\pm1.66$	$^{a*}85.13\pm2.28$	$^{a*}87.34\pm2.68$	$^{a*}80.20\pm2.42$
	2NW	$^{a*}82.39\pm1.15^{a*}$	$^{b}37.91\pm1.75^{d}$	$^{b}70.49\pm0.92^{b}$	$^{b}70.03\pm0.54^{b}$	$^{b}62.28\pm0.35^{c}$
	5NW	$^{b}72.28\pm1.29^{b}$	$^{b}37.17\pm0.89^{c}$	$^{a*b}81.27\pm0.74^{a*}$	$^{c}62.22\pm0.56^{d}$	$^{b}65.05\pm0.66^{c}$
	10NW	$^{d}49.41\pm1.10^{c}$	$^{c}32.78\pm0.84^{c}$	$^{a*}89.67\pm0.39^{a*}$	$^{bc}64.84\pm0.77^{b}$	$^{c}35.07\pm0.57^{d}$
	SW	$^{c}59.94\pm6.35^{a*}$	$^{d}15.79\pm2.32^{b}$	$^{c}26.61\pm13.40^{b}$	$^{d}27.78\pm5.84^{b}$	$^{b}63.45\pm8.43^{a}$
3	NW	$^{c}65.10\pm1.56^{d}$	$^{a}75.60\pm0.99^{b}$	$^{b}76.11\pm2.32^{b}$	$^{b}79.91\pm1.58^{a}$	$^{a}69.35\pm0.97^{c}$
	2NW	$^{a*}87.23\pm0.56^{b}$	$^{b}60.16\pm0.71^{c}$	$^{a*}88.86\pm0.58^{a*}$	$^{a*}85.63\pm0.37^{a*}$	$^{b}62.34\pm0.60^{d}$
	5NW	$^{b}76.95\pm0.79^{a*}$	$^{b}60.81\pm0.42^{c}$	$^{c}72.06\pm0.66^{b}$	$^{bc}76.14\pm0.39^{a*}$	$^{b}60.77\pm0.27^{c}$
	10NW	$^{d}43.39\pm0.59^{c}$	$^{c}39.77\pm0.19^{d}$	$^{a*}86.34\pm0.41^{a*}$	$^{c}71.61\pm0.24^{b}$	$^{c}37.45\pm0.43^{c}$
	SW	$^{d}48.00\pm8.43^{b}$	$^{d}23.94\pm2.72^{c}$	$^{d}23.64\pm3.71^{c}$	$^{d}28.99\pm5.66^{c}$	$^{b}60.48\pm4.21^{a}$
เฉลี่ย	NW	$^{a*}76.97\pm9.16^{bc}$	$^{a*}80.27\pm3.96^{a*bc}$	$^{a*b}82.09\pm4.78^{a*b}$	$^{a*}84.57\pm3.88^{a*}$	$^{a*}75.83\pm5.21^{c}$
	2NW	$^{a*}82.23\pm4.47^{a*}$	$^{b}50.86\pm10.06^{c}$	$^{a*b}83.35\pm9.69^{a*}$	$^{a*b}81.86\pm9.07^{a*}$	$^{b}60.79\pm2.35^{b}$
	5NW	$^{a*}75.91\pm9.19^{a*b}$	$^{b}51.44\pm11.53^{d}$	$^{b}80.31\pm7.47^{a*}$	$^{b}71.68\pm6.77^{b}$	$^{b}62.77\pm9.14^{c}$
	10NW	$^{c}41.79\pm7.42^{c}$	$^{c}34.69\pm3.88^{d}$	$^{a*}89.43\pm2.62^{a*}$	$^{a*b}72.96\pm7.70^{b}$	$^{c}31.98\pm6.52^{d}$
	SW	$^{b}59.01\pm10.72^{a*}$	$^{d}22.18\pm6.02^{c}$	$^{c}31.52\pm12.16^{bc}$	$^{c}42.63\pm21.81^{b}$	$^{d}64.83\pm6.57^{a}$

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

ตารางที่ ผ38 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{a}66.23\pm1.79^{b}$	$^{a}61.94\pm1.77^{c}$	$^{a}73.09\pm2.14^{a}$	$^{b}59.15\pm1.93^{c}$	$^{a}71.37\pm1.61^{a}$
	2NW	$^{c}44.96\pm0.30^{a}$	$^{c}37.90\pm0.18^{c}$	$^{d}44.61\pm0.43^{a}$	$^{d}42.96\pm0.50^{b}$	$^{d}37.87\pm0.23^{c}$
	5NW	$^{b}58.33\pm0.33^{b}$	$^{b}52.89\pm0.33^{d}$	$^{b}65.80\pm0.37^{a}$	$^{c}54.85\pm0.33^{c}$	$^{c}44.65\pm0.48^{c}$
	10NW	$^{d}48.92\pm0.09^{c}$	$^{c}39.12\pm0.37^{d}$	$^{c}63.54\pm0.63^{b}$	$^{a}70.00\pm0.22^{a}$	$^{c}31.12\pm0.41^{c}$
	SW	$^{c}52.76\pm0.81^{a}$	$^{d}13.28\pm2.16^{d}$	$^{c}22.97\pm1.25^{c}$	$^{c}33.02\pm2.83^{b}$	$^{b}55.67\pm1.76^{a}$
2	NW	$^{c}53.38\pm0.91^{c}$	$^{a}64.35\pm1.62^{b}$	$^{c}46.88\pm1.52^{d}$	$^{bc}54.60\pm3.25^{c}$	$^{a}86.21\pm0.69^{a}$
	2NW	$^{b}55.96\pm0.41^{a}$	$^{c}48.13\pm0.80^{c}$	$^{b}53.76\pm1.15^{a}$	$^{c}51.25\pm1.37^{b}$	$^{c}50.19\pm1.95^{bc}$
	5NW	$^{a}58.85\pm1.23^{b}$	$^{b}53.95\pm0.34^{c}$	$^{a}63.76\pm2.99^{a}$	$^{b}56.34\pm1.25^{bc}$	$^{c}49.24\pm0.40^{d}$
	10NW	$^{d}35.73\pm0.59^{c}$	$^{d}30.25\pm1.73^{d}$	$^{a}62.88\pm0.53^{b}$	$^{a}65.59\pm0.55^{a}$	$^{d}28.82\pm0.18^{d}$
	SW	$^{a}59.98\pm0.90^{a}$	$^{c}10.81\pm2.06^{d}$	$^{d}22.12\pm4.52^{c}$	$^{d}37.49\pm2.76^{b}$	$^{b}59.08\pm2.07^{a}$
3	NW	$^{a}62.72\pm1.70^{b}$	$^{a}57.74\pm1.19^{c}$	$^{a}67.44\pm1.31^{a}$	$^{c}43.90\pm1.73^{d}$	$^{a}69.13\pm2.00^{a}$
	2NW	$^{c}49.22\pm0.26^{a}$	$^{c}40.40\pm0.23^{c}$	$^{d}46.39\pm0.44^{b}$	$^{d}41.34\pm1.51^{c}$	$^{d}41.34\pm1.51^{c}$
	5NW	$^{b}56.23\pm1.01^{b}$	$^{b}51.51\pm0.21^{c}$	$^{b}65.20\pm0.08^{a}$	$^{b}55.52\pm0.43^{b}$	$^{c}47.95\pm0.38^{d}$
	10NW	$^{d}41.02\pm0.42^{c}$	$^{d}29.63\pm1.33^{d}$	$^{c}61.73\pm0.47^{b}$	$^{a}64.62\pm0.88^{a}$	$^{c}24.85\pm0.67^{c}$
	SW	$^{b}56.61\pm1.99^{b}$	$^{c}10.59\pm1.49^{c}$	$^{c}21.74\pm0.86^{d}$	$^{c}38.14\pm1.29^{c}$	$^{b}60.73\pm3.58^{a}$
เฉลี่ย	NW	$^{a}60.78\pm5.90^{b}$	$^{a}61.35\pm3.19^{b}$	$^{a}62.47\pm12.04^{b}$	$^{b}52.55\pm7.09^{c}$	$^{a}75.57\pm8.15^{a}$
	2NW	$^{b}50.05\pm4.81^{a}$	$^{c}42.14\pm4.64^{c}$	$^{b}48.25\pm4.25^{ab}$	$^{c}45.18\pm4.72^{bc}$	$^{c}43.13\pm5.64^{c}$
	5NW	$^{a}57.80\pm7.48^{b}$	$^{b}52.78\pm7.03^{d}$	$^{a}64.92\pm1.67^{a}$	$^{b}55.57\pm3.26^{c}$	$^{c}47.28\pm6.36^{c}$
	10NW	$^{c}41.89\pm5.76^{c}$	$^{d}33.00\pm4.73^{d}$	$^{a}62.72\pm0.93^{b}$	$^{a}66.74\pm2.54^{a}$	$^{d}28.26\pm2.78^{c}$
	SW	$^{a}56.45\pm3.34^{a}$	$^{c}11.56\pm2.11^{d}$	$^{c}22.28\pm2.44^{c}$	$^{d}36.22\pm3.19^{b}$	$^{b}58.49\pm3.17^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ39 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{b}46.41\pm0.83^{b}$	$^{b}48.00\pm1.47^{b}$	$^{a}46.21\pm1.84^{b}$	$^{b}40.62\pm1.45^{c}$	$^{a}53.86\pm2.04^{a}$
	2NW	$^{d}32.55\pm0.47^{c}$	$^{c}37.26\pm0.37^{a}$	$^{c}35.65\pm0.57^{b}$	$^{c}36.00\pm0.13^{b}$	$^{d}31.11\pm0.37^{d}$
	5NW	$^{c}35.96\pm0.76^{c}$	$^{b}51.34\pm0.27^{a}$	$^{b}41.46\pm0.48^{c}$	$^{b}42.80\pm0.48^{b}$	$^{c}39.78\pm0.68^{d}$
	10NW	$^{c}36.71\pm0.28^{c}$	$^{a}60.64\pm0.56^{a}$	$^{a}44.28\pm0.45^{d}$	$^{a}52.14\pm0.30^{c}$	$^{a}56.34\pm0.29^{b}$
	SW	$^{a}49.95\pm2.24^{a}$	$^{d}25.87\pm4.19^{c}$	$^{d}30.65\pm1.70^{c}$	$^{b}39.70\pm3.74^{b}$	$^{b}49.10\pm2.21^{a}$
2	NW	$^{b}39.83\pm1.94^{c}$	$^{b}45.14\pm1.87^{b}$	$^{b}38.85\pm1.08^{c}$	$^{c}37.53\pm3.50^{c}$	$^{c}52.36\pm1.10^{a}$
	2NW	$^{d}24.90\pm1.33^{c}$	$^{c}29.98\pm0.60^{d}$	$^{c}34.57\pm0.81^{c}$	$^{b}42.86\pm0.80^{a}$	$^{c}39.80\pm0.88^{b}$
	5NW	$^{d}24.28\pm0.59^{c}$	$^{a}57.50\pm0.34^{a}$	$^{a}42.55\pm0.53^{c}$	$^{c}35.48\pm0.56^{d}$	$^{d}46.81\pm0.56^{b}$
	10NW	$^{c}36.11\pm0.26^{d}$	$^{a}57.06\pm0.70^{a}$	$^{a}42.45\pm0.21^{c}$	$^{a}48.89\pm0.48^{b}$	$^{b}57.01\pm0.08^{a}$
	SW	$^{a}51.10\pm3.02^{b}$	$^{d}10.76\pm1.80^{d}$	$^{d}32.27\pm2.20^{c}$	$^{c}36.06\pm2.09^{c}$	$^{a}60.26\pm2.92^{a}$
3	NW	$^{a}46.96\pm1.29^{b}$	$^{b}50.92\pm1.79^{a}$	$^{a}46.15\pm1.85^{b}$	$^{b}40.44\pm2.58^{c}$	$^{b}50.79\pm2.55^{a}$
	2NW	$^{c}35.17\pm1.74^{b}$	$^{c}28.12\pm2.74^{c}$	$^{c}30.38\pm1.61^{c}$	$^{b}43.75\pm3.03^{a}$	$^{c}43.75\pm3.03^{a}$
	5NW	$^{d}28.41\pm1.14^{d}$	$^{a}55.16\pm1.80^{a}$	$^{b}40.48\pm0.26^{b}$	$^{c}32.58\pm1.25^{c}$	$^{c}42.13\pm1.62^{b}$
	10NW	$^{b}41.05\pm0.67^{c}$	$^{a}57.20\pm0.39^{a}$	$^{b}40.32\pm0.55^{c}$	$^{b}40.84\pm0.53^{c}$	$^{b}52.22\pm0.37^{b}$
	SW	$^{a}47.80\pm2.73^{b}$	$^{d}11.25\pm2.98^{d}$	$^{c}29.90\pm1.39^{c}$	$^{a}48.83\pm3.51^{b}$	$^{a}58.53\pm5.34^{a}$
เฉลี่ย	NW	$^{b}44.40\pm3.65^{c}$	$^{b}48.02\pm2.91^{b}$	$^{a}43.73\pm3.93^{c}$	$^{b}39.53\pm2.74^{d}$	$^{a}52.34\pm2.17^{a}$
	2NW	$^{d}30.87\pm4.75^{b}$	$^{c}31.78\pm4.42^{b}$	$^{b}33.53\pm2.59^{b}$	$^{b}40.87\pm3.99^{a}$	$^{c}38.22\pm5.82^{a}$
	5NW	$^{d}29.55\pm5.15^{d}$	$^{a}54.67\pm2.77^{a}$	$^{a}41.50\pm1.02^{b}$	$^{b}36.95\pm6.13^{c}$	$^{b}42.90\pm5.71^{b}$
	10NW	$^{c}37.96\pm2.36^{c}$	$^{a}58.30\pm1.82^{a}$	$^{a}42.35\pm1.75^{d}$	$^{a}47.29\pm5.05^{c}$	$^{a}55.19\pm2.26^{b}$
	SW	$^{a}49.61\pm2.74^{b}$	$^{d}15.96\pm7.92^{c}$	$^{c}30.94\pm1.88^{d}$	$^{b}41.53\pm6.34^{c}$	$^{a}55.96\pm6.12^{a}$

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

ตารางที่ ผ40 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}5.709±0.143	^{b}1.858±0.054^{c}	^{c}3.296±0.017^{a}	^{c}1.345±0.018^{d}	^{c}1.059±0.044^{c}	^{a}2.756±0.067^{b}
	2NW	^{c}8.759±0.147	^{d}1.532±0.048^{c}	^{d}1.956±0.051^{b}	^{c}1.360±0.045^{d}	^{d}0.716±0.031^{e}	^{c}2.089±0.004^{a}
	5NW	^{b}21.961±0.294	^{c}1.726±0.007^{c}	^{b}3.441±0.084^{a}	^{b}2.161±0.114^{d}	^{a}3.305±0.037^{b}	^{b}2.636±0.047^{c}
	10NW	^{a}46.758±0.486	^{a}5.640±0.047^{a}	^{a}4.293±0.057^{c}	^{a}4.667±0.094^{b}	^{b}2.783±0.096^{d}	^{a}2.790±0.027^{d}
	SW	^{c}1.101±0.050	^{c}0.578±0.042^{c}	^{c}0.788±0.019^{ab}	^{d}0.838±0.023^{a}	^{d}0.753±0.033^{b}	^{d}0.776±0.084^{b}
2	NW	^{d}6.971±2.399	^{c}2.498±0.070^{c}	^{d}3.642±0.044^{a}	^{c}3.650±0.078^{a}	^{d}2.054±0.047^{d}	^{d}2.776±0.037^{b}
	2NW	^{c}8.737±0.136	^{b}4.527±0.074^{c}	^{b}5.889±0.040^{a}	^{d}2.393±0.025^{e}	^{b}4.050±0.044^{d}	^{b}5.263±0.019^{b}
	5NW	^{b}22.219±0.459	^{b}4.404±0.074^{d}	^{c}5.454±0.070^{b}	^{b}5.999±0.058^{a}	^{c}3.769±0.094^{e}	^{c}4.770±0.077^{c}
	10NW	^{a}45.848±0.562	^{a}8.741±0.425^{c}	^{a}10.450±0.088^{b}	^{a}6.870±0.052^{d}	^{a}8.884±0.059^{c}	^{a}11.683±0.098^{a}
	SW	^{c}1.240±0.032	^{d}0.814±0.021^{c}	^{c}0.498±0.023^{c}	^{c}0.954±0.028^{b}	^{c}0.717±0.026^{d}	^{c}1.035±0.012^{a}
3	NW	^{d}5.437±0.139	^{d}2.640±0.063^{d}	^{d}4.226±0.044^{a}	^{d}2.774±0.069^{d}	^{d}3.833±0.057^{b}	^{d}3.120±0.131^{c}
	2NW	^{c}9.045±0.175	^{c}3.639±0.137^{c}	^{c}5.093±0.044^{a}	^{c}3.171±0.090^{d}	^{c}4.395±0.053^{b}	^{c}4.525±0.068^{b}
	5NW	^{b}21.336±0.390	^{b}4.174±0.108^{d}	^{b}5.660±0.055^{b}	^{b}6.402±0.064^{a}	^{b}5.713±0.081^{b}	^{a}5.189±0.080^{c}
	10NW	^{a}46.883±0.457	^{a}8.197±0.044^{b}	^{a}9.274±0.054^{a}	^{a}7.704±0.062^{c}	^{a}9.221±0.067^{a}	^{b}4.930±0.051^{d}
	SW	^{c}1.245±0.064	^{c}0.993±0.019^{b}	^{c}0.704±0.021^{c}	^{c}1.148±0.023^{a}	^{c}0.982±0.030^{b}	^{c}1.185±0.028^{a}
เฉลี่ย	NW	^{d}6.039±1.397	^{c}2.332±0.365^{b}	^{b}3.721±0.408^{a}	^{c}2.590±1.009^{b}	^{cd}2.315±1.28^{b}	^{bc}2.884±0.192^{b}
	2NW	^{c}8.847±0.200	^{bc}3.233±1.335	^{b}4.313±1.802	^{c}2.308±0.788	^{bc}3.054±1.760	^{b}3.959±1.438
	5NW	^{b}21.839±0.517	^{b}3.435±1.287	^{b}4.852±1.064	^{b}4.854±2.029	^{b}4.262±1.108	^{b}4.198±1.187
	10NW	^{a}46.496±0.655	^{a}7.526±1.450	^{a}8.006±2.831	^{a}6.414±1.360	^{a}6.963±3.139	^{a}6.468±4.020
	SW	^{c}1.195±0.083	^{d}0.795±0.182^{bc}	^{c}0.663±0.130^{c}	^{d}0.980±0.137^{a}	^{d}0.817±0.127^{b}	^{c}1.002±0.181^{a}

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

ตารางที่ ผ41 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}5.771±0.275	^{c}3.151±0.035^{b}	^{d}3.514±0.037^{a}	^{d}2.676±0.090^{c}	^{d}1.561±0.050^{c}	^{c}2.368±0.077^{d}
	2NW	^{c}8.764±0.181	^{b}3.572±0.061^{b}	^{c}3.673±0.042^{a}	^{c}3.367±0.051^{c}	^{c}3.483±0.041^{b}	^{b}3.501±0.067^{b}
	5NW	^{b}20.248±1.124	^{c}3.187±0.074^{d}	^{b}3.847±0.051^{b}	^{b}3.909±0.058^{b}	^{b}4.415±0.111^{a}	^{b}3.568±0.050^{c}
	10NW	^{a}48.916±0.617	^{a}5.756±0.085^{b}	^{a}5.283±0.051^{c}	^{a}5.972±0.040^{a}	^{a}5.905±0.052^{a}	^{a}5.093±0.043^{d}
	SW	^{c}1.013±0.031	^{d}0.643±0.016^{b}	^{c}0.735±0.032^{a}	^{c}0.781±0.020^{a}	^{c}0.762±0.032^{a}	^{d}0.643±0.051^{b}
2	NW	^{d}5.441±0.054	^{c}2.705±0.052^{c}	^{b}3.546±0.044^{a}	^{b}3.053±0.064^{b}	^{c}2.600±0.062^{c}	^{c}1.835±0.070^{d}
	2NW	^{c}8.581±0.087	^{d}1.097±0.081^{d}	^{c}2.761±0.064^{a}	^{c}1.550±0.116^{c}	^{d}1.909±0.061^{b}	^{d}1.619±0.068^{c}
	5NW	^{b}20.730±0.514	^{b}3.160±0.037^{a}	^{c}2.841±0.063^{b}	^{b}3.117±0.048^{a}	^{b}2.750±0.068^{b}	^{b}2.569±0.092^{c}
	10NW	^{a}46.276±0.539	^{a}5.040±0.058^{a}	^{a}4.906±0.095^{ab}	^{a}4.837±0.051^{b}	^{a}4.774±0.080^{b}	^{a}3.508±0.146^{c}
	SW	^{c}0.944±0.029	^{c}0.496±0.035^{c}	^{d}0.604±0.038^{b}	^{d}0.668±0.015^{a}	^{c}0.605±0.022^{b}	^{c}0.610±0.013^{b}
3	NW	^{d}5.544±0.115	^{c}2.841±0.056^{c}	^{b}3.528±0.063^{a}	^{b}3.113±0.057^{b}	^{c}2.319±0.071^{d}	^{d}1.786±0.077^{e}
	2NW	^{c}11.061±0.156	^{d}1.041±0.070^{d}	^{d}2.852±0.071^{a}	^{c}1.768±0.076^{c}	^{d}1.969±0.037^{b}	^{c}1.989±0.064^{b}
	5NW	^{b}22.977±0.647	^{b}3.218±0.051^{a}	^{c}3.178±0.072^{ab}	^{b}3.124±0.018^{bc}	^{b}3.068±0.034^{c}	^{b}2.669±0.047^{d}
	10NW	^{a}44.349±0.729	^{a}5.350±0.047^{a}	^{a}4.906±0.069^{c}	^{a}4.835±0.064^{c}	^{a}5.053±0.087^{b}	^{a}3.755±0.033^{d}
	SW	^{c}0.976±0.027	^{c}0.442±0.013^{d}	^{c}0.533±0.027^{c}	^{d}0.739±0.012^{a}	^{c}0.681±0.019^{b}	^{c}0.533±0.020^{c}
เฉลี่ย	NW	^{d}5.585±0.211	^{b}2.899±0.202^{b}	^{b}3.529±0.045^{c}	^{b}2.947±0.214^{b}	^{c}2.160±0.469^{c}	^{c}1.997±0.287^{c}
	2NW	^{c}9.468±1.204	^{c}1.904±1.253	^{c}3.095±0.438	^{c}2.228±0.862	^{c}2.454±0.774	^{c}2.370±0.865
	5NW	^{b}21.318±1.442	^{b}3.188±0.054	^{bc}3.288±0.447	^{b}3.384±0.396	^{b}3.411±0.769	^{b}2.935±0.480
	10NW	^{a}46.514±2.060	^{a}5.382±0.316^{a}	^{a}5.032±0.199^{a}	^{a}5.214±0.570^{a}	^{a}5.244±0.514^{a}	^{a}4.119±0.743^{b}
	SW	^{c}0.978±0.040	^{d}0.527±0.092^{d}	^{d}0.624±0.093^{bc}	^{d}0.729±0.051^{a}	^{d}0.683±0.071^{ab}	^{d}0.596±0.051^{cd}

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

ตารางที่ ผ42 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}5.963±0.086	^{d}3.461±0.022^{b}	^{d}3.662±0.097^{a}	^{d}3.120±0.057^{c}	^{d}1.822±0.038^{e}	^{d}2.482±0.018^{d}
	2NW	^{c}8.634±0.108	^{c}3.791±0.091^{b}	^{c}4.317±0.063^{a}	^{c}3.639±0.054^{c}	^{c}3.791±0.056^{b}	^{b}3.804±0.056^{b}
	5NW	^{b}20.739±0.421	^{b}4.096±0.054^{d}	^{b}4.578±0.039^{a}	^{b}4.226±0.064^{c}	^{b}4.438±0.054^{b}	^{c}3.695±0.071^{c}
	10NW	^{a}41.548±0.549	^{a}6.048±0.044^{b}	^{a}5.651±0.034^{c}	^{a}6.030±0.022^{b}	^{a}6.291±0.030^{a}	^{a}5.396±0.041^{d}
	SW	^{c}0.833±0.054	^{e}0.647±0.008^{c}	^{e}0.706±0.010^{b}	^{e}0.680±0.027^{bc}	^{e}0.662±0.023^{c}	^{e}0.778±0.039^{a}
2	NW	^{d}6.079±0.143	^{d}3.294±0.033^{b}	^{d}3.575±0.075^{a}	^{d}3.146±0.107^{c}	^{d}1.929±0.050^{e}	^{d}2.515±0.071^{d}
	2NW	^{c}8.728±0.082	^{c}3.517±0.064^{d}	^{c}4.208±0.052^{a}	^{c}3.947±0.048^{b}	^{c}3.610±0.039^{c}	^{b}3.637±0.050^{c}
	5NW	^{b}20.400±0.121	^{b}4.462±0.037^{a}	^{b}4.371±0.038^{b}	^{b}4.101±0.064^{c}	^{b}4.362±0.044^{b}	^{c}3.548±0.039^{d}
	10NW	^{a}41.709±0.295	^{a}6.148±0.027^{a}	^{a}5.577±0.054^{c}	^{a}6.072±0.044^{b}	^{a}6.166±0.032^{a}	^{a}5.227±0.037^{d}
	SW	^{c}0.860 ±0.033	^{e}0.673±0.016^{d}	^{e}0.712±0.010^{c}	^{e}0.671±0.023^{d}	^{e}0.759±0.017^{b}	^{e}0.790±0.016^{a}
3	NW	^{d}5.619±0.074	^{d}3.149±0.030^{b}	^{d}3.483±0.033^{a}	^{d}3.113±0.070^{b}	^{d}1.858±0.047^{d}	^{d}2.600±0.041^{c}
	2NW	^{c}8.492±0.164	^{c}3.673±0.047^{c}	^{c}3.918±0.087^{ab}	^{b}4.012±0.020^{a}	^{c}3.401±0.051^{d}	^{b}3.838±0.030^{b}
	5NW	^{b}19.820±0.201	^{b}4.587±0.034^{a}	^{b}4.366±0.030^{b}	^{c}3.916±0.048^{c}	^{b}4.3444±0.080^{b}	^{c}3.715±0.070^{d}
	10NW	^{a}38.159±0.511	^{a}6.326±0.067^{a}	^{a}5.448±0.052^{c}	^{a}6.005±0.069^{b}	^{a}6.099±0.074^{b}	^{a}5.296±0.038^{d}
	SW	^{c}0.883±0.053	^{e}0.723±0.034^{b}	^{e}0.665±0.032^{c}	^{e}0.736±0.019^{b}	^{e}0.714±0.010^{b}	^{e}0.828±0.009^{a}
เฉลี่ย	NW	^{d}5.887±0.226	^{d}3.301±0.138^{b}	^{d}3.573±0.100^{a}	^{d}3.126±0.072^{c}	^{d}1.869±0.061^{e}	^{d}2.532±0.067^{d}
	2NW	^{c}8.618±0.148	^{c}3.660±0.134^{cd}	^{c}4.148±0.188^{a}	^{c}3.866±0.176^{b}	^{c}3.601±0.174^{d}	^{b}3.760±0.102^{bc}
	5NW	^{b}20.319±0.469	^{b}4.382±0.224^{a}	^{b}4.438±0.109^{a}	^{b}4.081±0.144^{b}	^{b}4.381±0.068^{a}	^{c}3.653±0.095^{c}
	10NW	^{a}40.472±1.782	^{a}6.174±0.129^{a}	^{a}5.559±0.098^{c}	^{a}6.036±0.051^{b}	^{a}6.185±0.095^{a}	^{a}5.307±0.081^{d}
	SW	^{c}0.859±0.046	^{e}0.681±0.039^{b}	^{e}0.695±0.028^{b}	^{e}0.695±0.037^{b}	^{e}0.712±0.045^{b}	^{e}0.799±0.027^{a}

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

ตารางที่ ผ43 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{d}67.46\pm0.94^{c}$	$^{d}42.27\pm0.29^{c}$	$^{c}76.45\pm0.31^{b}$	$^{c}81.45\pm0.76^{a}$	$^{d}51.72\pm1.17^{d}$
	2NW	$^{c}82.51\pm0.55^{c}$	$^{c}77.67\pm0.58^{d}$	$^{b}84.47\pm0.51^{b}$	$^{a}91.83\pm0.35^{a}$	$^{c}76.15\pm0.04^{c}$
	5NW	$^{a}92.14\pm0.03^{a}$	$^{b}84.33\pm0.38^{c}$	$^{a}90.16\pm0.52^{b}$	$^{b}84.95\pm0.17^{d}$	$^{b}88.00\pm0.21^{c}$
	10NW	$^{b}87.94\pm0.10^{d}$	$^{a}90.82\pm0.12^{b}$	$^{a}90.02\pm0.20^{c}$	$^{a}94.05\pm0.21^{a}$	$^{a}94.03\pm0.06^{a}$
	SW	$^{c}47.49\pm3.82^{a}$	$^{c}28.44\pm1.72^{bc}$	$^{d}23.91\pm2.08^{c}$	$^{d}31.60\pm3.04^{b}$	$^{c}28.44\pm1.72^{bc}$
2	NW	$^{b}64.17\pm1.00^{b}$	$^{d}47.76\pm0.62^{d}$	$^{c}47.63\pm1.12^{d}$	$^{c}70.54\pm0.67^{a}$	$^{c}60.17\pm0.53^{c}$
	2NW	$^{c}48.19\pm0.85^{c}$	$^{c}32.59\pm0.46^{c}$	$^{b}72.61\pm0.29^{a}$	$^{d}53.65\pm0.50^{b}$	$^{d}39.77\pm0.22^{d}$
	5NW	$^{a}80.18\pm0.33^{b}$	$^{b}75.45\pm0.32^{d}$	$^{b}73.00\pm0.26^{c}$	$^{a}83.04\pm0.42^{a}$	$^{a}78.53\pm0.35^{c}$
	10NW	$^{a}80.93\pm0.93^{b}$	$^{a}77.21\pm0.19^{c}$	$^{a}85.01\pm0.11^{a}$	$^{b}80.62\pm0.13^{b}$	$^{b}74.52\pm0.21^{d}$
	SW	$^{d}34.32\pm1.73^{c}$	$^{c}59.86\pm1.84^{a}$	$^{d}23.02\pm2.29^{d}$	$^{c}42.16\pm2.06^{b}$	$^{c}16.55\pm0.97^{c}$
3	NW	$^{d}51.44\pm1.16^{a}$	$^{d}22.27\pm0.80^{d}$	$^{d}48.97\pm1.26^{a}$	$^{d}29.49\pm1.05^{c}$	$^{d}42.62\pm2.41^{b}$
	2NW	$^{c}59.76\pm1.52^{b}$	$^{c}43.69\pm0.48^{d}$	$^{c}64.94\pm1.00^{a}$	$^{c}51.41\pm0.59^{c}$	$^{c}49.98\pm0.76^{c}$
	5NW	$^{b}80.43\pm0.50^{a}$	$^{b}73.47\pm0.26^{c}$	$^{b}69.99\pm0.30^{d}$	$^{b}73.22\pm0.38^{c}$	$^{b}75.68\pm0.38^{b}$
	10NW	$^{a}82.52\pm0.09^{c}$	$^{a}80.22\pm0.11^{d}$	$^{a}83.57\pm0.13^{b}$	$^{a}80.33\pm0.14^{d}$	$^{a}89.48\pm0.11^{a}$
	SW	$^{c}20.27\pm1.50^{b}$	$^{c}43.48\pm1.68^{a}$	$^{c}7.81\pm1.87^{c}$	$^{c}21.13\pm2.39^{b}$	$^{c}4.87\pm2.28^{c}$
เฉลี่ย	NW	$^{b}61.02\pm7.38^{a}$	$^{c}37.43\pm11.63^{b}$	$^{c}57.68\pm14.11^{a}$	$^{b}60.49\pm23.74^{a}$	$^{b}51.50\pm7.73^{a}$
	2NW	$^{b}63.49\pm15.15^{ab}$	$^{b}51.32\pm20.35^{b}$	$^{b}74.01\pm8.54^{a}$	$^{b}65.63\pm19.68^{ab}$	$^{b}55.30\pm16.26^{b}$
	5NW	$^{a}84.25\pm5.86$	$^{a}77.75\pm4.92$	$^{ab}77.72\pm9.51$	$^{a}80.40\pm5.34$	$^{a}80.74\pm5.98$
	10NW	$^{a}83.80\pm3.22$	$^{a}82.75\pm6.19$	$^{a}86.20\pm2.93$	$^{a}85.00\pm6.79$	$^{a}86.01\pm8.84$
	SW	$^{c}34.03\pm12.00^{ab}$	$^{bc}43.93\pm13.69^{a}$	$^{d}18.25\pm8.04^{c}$	$^{c}31.63\pm9.36^{b}$	$^{c}16.62\pm10.32^{c}$

หมายเหตุ ตัวอักษรบุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ44 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โถงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{d}45.40\pm0.60^{d}$	$^{d}39.10\pm0.64^{c}$	$^{d}53.63\pm1.57^{c}$	$^{c}72.95\pm0.87^{a}$	$^{c}58.96\pm1.34^{b}$
	2NW	$^{c}59.24\pm0.70^{b}$	$^{c}58.09\pm0.48^{c}$	$^{c}61.58\pm0.58^{a}$	$^{d}60.25\pm0.47^{b}$	$^{c}60.05\pm0.77^{b}$
	5NW	$^{b}84.26\pm0.36^{a}$	$^{b}81.00\pm0.25^{c}$	$^{b}80.69\pm0.29^{c}$	$^{b}78.19\pm0.55^{d}$	$^{b}82.38\pm0.25^{b}$
	10NW	$^{a}88.23\pm0.17^{c}$	$^{a}89.20\pm0.10^{b}$	$^{a}87.79\pm0.08^{d}$	$^{a}87.93\pm0.11^{d}$	$^{a}89.59\pm0.09^{a}$
	SW	$^{c}36.53\pm1.55^{a}$	$^{c}27.46\pm3.17^{b}$	$^{c}22.89\pm1.99^{b}$	$^{c}24.82\pm3.17^{b}$	$^{d}27.46\pm3.17^{b}$
2	NW	$^{c}50.29\pm0.96^{b}$	$^{c}34.84\pm0.81^{d}$	$^{d}43.89\pm1.17^{c}$	$^{d}52.21\pm1.14^{b}$	$^{d}66.27\pm1.29^{a}$
	2NW	$^{ab}87.21\pm0.95^{a}$	$^{b}67.83\pm0.75^{d}$	$^{c}81.94\pm1.36^{b}$	$^{c}77.75\pm0.71^{c}$	$^{c}81.13\pm0.79^{b}$
	5NW	$^{b}84.76\pm0.18^{c}$	$^{a}86.30\pm0.31^{b}$	$^{b}84.96\pm0.23^{c}$	$^{b}86.74\pm0.33^{b}$	$^{b}87.61\pm0.44^{a}$
	10NW	$^{a}89.11\pm0.12^{c}$	$^{a}89.40\pm0.21^{bc}$	$^{a}89.55\pm0.11^{b}$	$^{a}89.68\pm0.17^{b}$	$^{a}92.42\pm0.31^{a}$
	SW	$^{c}47.45\pm3.70^{a}$	$^{c}36.01\pm4.02^{b}$	$^{c}29.21\pm1.56^{c}$	$^{c}35.92\pm2.32^{b}$	$^{c}35.35\pm1.42^{b}$
3	NW	$^{c}48.75\pm1.01^{c}$	$^{c}36.36\pm1.14^{c}$	$^{d}43.85\pm1.03^{d}$	$^{d}58.17\pm1.28^{b}$	$^{d}67.78\pm1.39^{a}$
	2NW	$^{a}90.58\pm0.64^{a}$	$^{c}74.21\pm0.64^{d}$	$^{c}84.01\pm0.69^{b}$	$^{c}82.20\pm0.33^{c}$	$^{c}82.02\pm0.58^{c}$
	5NW	$^{c}86.00\pm0.22^{d}$	$^{b}86.17\pm0.31^{cd}$	$^{b}86.40\pm0.08^{bc}$	$^{b}86.65\pm0.15^{b}$	$^{b}88.38\pm0.20^{a}$
	10NW	$^{b}87.94\pm0.11^{d}$	$^{a}88.94\pm0.15^{b}$	$^{a}89.10\pm0.14^{b}$	$^{a}88.61\pm0.20^{c}$	$^{a}91.53\pm0.07^{a}$
	SW	$^{d}54.66\pm1.35^{a}$	$^{d}45.43\pm2.78^{b}$	$^{c}24.31\pm1.26^{d}$	$^{c}30.16\pm1.95^{c}$	$^{c}45.34\pm2.06^{b}$
เฉลี่ย	NW	$^{c}48.15\pm2.29^{b}$	$^{c}36.77\pm2.02^{c}$	$^{c}47.12\pm5.00^{b}$	$^{c}61.11\pm9.30^{a}$	$^{c}64.34\pm4.24^{a}$
	2NW	$^{b}79.01\pm14.92$	$^{b}66.71\pm7.05$	$^{b}75.84\pm10.77$	$^{b}73.40\pm10.06$	$^{b}74.40\pm10.79$
	5NW	$^{ab}85.00\pm1.56$	$^{a}84.49\pm3.07$	$^{a}84.02\pm3.18$	$^{a}83.86\pm4.61$	$^{a}86.12\pm3.50$
	10NW	$^{a}88.43\pm0.54^{b}$	$^{a}89.18\pm0.24^{b}$	$^{a}88.81\pm0.80^{b}$	$^{a}88.74\pm0.78^{b}$	$^{a}91.18\pm1.27^{a}$
	SW	$^{c}46.21\pm8.18^{a}$	$^{c}36.30\pm8.31^{b}$	$^{d}25.47\pm3.20^{c}$	$^{d}30.30\pm5.28^{bc}$	$^{d}36.05\pm8.02^{b}$

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

ตารางที่ ผ45 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{d}41.96\pm0.36^{d}$	$^{d}38.59\pm1.63^{c}$	$^{d}47.68\pm0.95^{c}$	$^{c}69.45\pm0.64^{a}$	$^{c}58.38\pm0.30^{b}$
	2NW	$^{c}56.10\pm1.05^{b}$	$^{c}50.00\pm0.73^{c}$	$^{c}57.85\pm0.62^{a}$	$^{d}56.10\pm0.65^{b}$	$^{d}55.94\pm0.65^{b}$
	5NW	$^{b}80.25\pm0.26^{b}$	$^{b}77.92\pm0.19^{c}$	$^{b}79.62\pm0.31^{c}$	$^{b}78.60\pm0.26^{d}$	$^{b}82.18\pm0.34^{a}$
	10NW	$^{a}85.44\pm0.11^{c}$	$^{a}86.40\pm0.08^{b}$	$^{a}85.49\pm0.05^{c}$	$^{a}84.86\pm0.07^{d}$	$^{a}87.01\pm0.10^{a}$
	SW	$^{c}22.38\pm0.98^{a}$	$^{c}15.20\pm1.16^{b}$	$^{c}18.42\pm3.26^{ab}$	$^{c}20.56\pm2.81^{a}$	$^{c}15.20\pm1.16^{b}$
2	NW	$^{d}45.82\pm0.54^{d}$	$^{d}41.20\pm1.23^{c}$	$^{d}48.24\pm1.77^{c}$	$^{c}68.27\pm0.83^{a}$	$^{c}58.62\pm1.16^{b}$
	2NW	$^{c}59.71\pm0.74^{a}$	$^{c}51.79\pm0.60^{d}$	$^{c}54.78\pm0.55^{c}$	$^{d}58.64\pm0.45^{ab}$	$^{c}58.33\pm0.58^{b}$
	5NW	$^{b}78.13\pm0.18^{d}$	$^{b}78.57\pm0.19^{c}$	$^{b}79.90\pm0.31^{b}$	$^{b}78.62\pm0.22^{c}$	$^{b}82.61\pm0.19^{a}$
	10NW	$^{a}85.26\pm0.06^{d}$	$^{a}86.63\pm0.13^{b}$	$^{a}85.44\pm0.10^{c}$	$^{a}85.22\pm0.08^{d}$	$^{a}87.47\pm0.09^{a}$
	SW	$^{c}21.68\pm1.88^{a}$	$^{c}17.22\pm1.12^{b}$	$^{c}21.99\pm2.72^{a}$	$^{b}11.72\pm2.02^{c}$	$^{d}8.09\pm1.90^{d}$
3	NW	$^{d}43.97\pm0.54^{c}$	$^{d}38.02\pm0.59^{d}$	$^{d}44.60\pm1.24^{c}$	$^{c}66.94\pm0.84^{a}$	$^{c}53.73\pm0.73^{b}$
	2NW	$^{c}56.75\pm0.55^{b}$	$^{c}53.86\pm1.03^{cd}$	$^{c}52.76\pm0.24^{d}$	$^{d}59.95\pm0.60^{a}$	$^{c}54.81\pm0.36^{c}$
	5NW	$^{b}76.86\pm0.17^{d}$	$^{b}77.97\pm0.15^{c}$	$^{b}80.24\pm0.24^{b}$	$^{b}78.08\pm0.40^{c}$	$^{b}81.26\pm0.35^{a}$
	10NW	$^{a}83.42\pm0.18^{d}$	$^{a}85.72\pm0.14^{b}$	$^{a}84.26\pm0.18^{c}$	$^{a}84.02\pm0.19^{c}$	$^{a}86.12\pm0.10^{a}$
	SW	$^{c}18.18\pm3.87^{b}$	$^{c}24.65\pm3.67^{a}$	$^{c}16.67\pm2.19^{b}$	$^{c}19.09\pm1.09^{b}$	$^{d}6.26\pm1.06^{c}$
เฉลี่ย	NW	$^{d}43.92\pm1.72^{d}$	$^{d}39.27\pm1.81^{c}$	$^{d}46.84\pm2.07^{c}$	$^{c}68.22\pm1.27^{a}$	$^{c}56.91\pm2.49^{b}$
	2NW	$^{c}57.52\pm1.81^{a}$	$^{c}51.88\pm1.81^{c}$	$^{c}55.13\pm2.26^{b}$	$^{d}58.23\pm1.77^{a}$	$^{c}56.36\pm1.63^{ab}$
	5NW	$^{b}78.41\pm2.69^{c}$	$^{b}78.16\pm2.81^{c}$	$^{b}79.92\pm1.92^{b}$	$^{b}78.43\pm2.32^{c}$	$^{b}82.02\pm1.97^{a}$
	10NW	$^{a}84.71\pm0.97^{b}$	$^{a}86.25\pm0.42^{a}$	$^{a}85.06\pm0.61^{b}$	$^{a}84.70\pm0.54^{b}$	$^{a}86.87\pm0.60^{a}$
	SW	$^{c}20.75\pm2.94^{a}$	$^{c}19.02\pm4.75^{a}$	$^{c}19.02\pm3.35^{a}$	$^{c}17.12\pm4.48^{a}$	$^{d}9.85\pm4.27^{b}$

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

ตารางที่ ผ46 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}4.302±0.057	^{b}1.073±0.020^{c}	^{b}1.939±0.036^{a}	^{c}0.756±0.023^{d}	^{d}0.555±0.032^{e}	^{a}1.644±0.011
	2NW	^{c}7.511±0.022	^{c}0.843±0.016^{d}	^{d}1.146±0.015^{b}	^{c}0.771±0.009^{c}	^{c}1.179±0.023^{a}	^{d}1.073±0.020
	5NW	^{b}18.094±0.461	^{c}0.866±0.027^{c}	^{c}1.855±0.044^{b}	^{b}1.197±0.045^{d}	^{a}1.935±0.028^{a}	^{c}1.487±0.021
	10NW	^{a}42.545±0.754	^{a}3.372±0.024^{a}	^{a}2.600±0.036^{b}	^{a}2.409±0.036^{c}	^{b}1.553±0.025^{c}	^{b}1.607±0.019
	SW	^{c}0.527±0.008	^{d}0.313±0.004^{d}	^{c}0.386±0.015^{c}	^{d}0.430±0.016^{b}	^{c}0.413±0.009^{b}	^{c}0.453±0.012
2	NW	^{d}4.296±0.076	^{d}1.543±0.033^{c}	^{d}2.204±0.015^{a}	^{c}2.187±0.032^{a}	^{d}0.743±0.017^{d}	^{d}1.655±0.036
	2NW	^{c}6.953±0.166	^{b}2.688±0.044^{c}	^{b}3.553±0.028^{a}	^{d}1.391±0.048^{c}	^{b}2.406±0.043^{d}	^{b}3.162±0.037
	5NW	^{b}19.237±0.566	^{c}2.605±0.045^{d}	^{c}3.251±0.024^{b}	^{b}3.562±0.060^{a}	^{c}2.317±0.032^{c}	^{c}2.863±0.039
	10NW	^{a}39.785±0.886	^{a}5.346±0.058^{d}	^{a}6.927±0.055^{b}	^{a}4.675±0.029^{c}	^{a}5.654±0.038^{c}	^{a}7.693±0.063
	SW	^{c}0.595±0.015	^{c}0.425±0.020^{c}	^{c}0.293±0.015^{d}	^{c}0.481±0.016^{b}	^{c}0.415±0.021^{c}	^{c}0.514±0.008
3	NW	^{d}4.266±0.100	^{c}1.998±0.025^{c}	^{c}2.939±0.030^{a}	^{d}1.727±0.040^{d}	^{d}1.443±0.038^{c}	^{d}2.102±0.031
	2NW	^{c}7.756±0.040	^{d}1.830±0.035^{d}	^{c}2.955±0.070^{a}	^{c}2.007±0.054^{c}	^{c}2.738±0.034^{b}	^{c}2.778±0.034
	5NW	^{b}8.261±0.443	^{b}3.071±0.025^{d}	^{b}3.369±0.021^{c}	^{a}6.630±0.045^{a}	^{a}5.538±0.044^{b}	^{b}3.389±0.030
	10NW	^{a}39.534±0.557	^{a}5.043±0.060^{b}	^{a}5.498±0.054^{a}	^{b}5.434±0.075^{a}	^{b}5.102±0.052^{b}	^{a}4.744±0.050
	SW	^{c}0.490±0.054	^{c}0.296±0.016^{c}	^{d}0.225±0.016^{d}	^{c}0.346±0.019^{b}	^{c}0.381±0.018^{a}	^{c}0.302±0.026
เฉลี่ย	NW	^{d}4.288±0.071	^{b}1.538±0.401^{b}	^{b}2.361±0.449^{a}	^{b}1.557±0.634^{b}	^{c}0.914±0.406^{c}	^{b}1.800±0.228
	2NW	^{c}7.407±0.367	^{b}1.787±0.800^{ab}	^{b}2.551±1.086^{a}	^{b}1.390±0.537^{b}	^{b}2.108±0.712^{ab}	^{b}2.338±0.963
	5NW	^{b}18.531±0.684	^{b}2.181±1.007	^{b}2.825±0.730	^{a}3.796±2.359	^{a}3.263±1.715	^{b}2.580±0.851
	10NW	^{a}40.621±1.584	^{a}4.587±0.922	^{a}5.008±1.910	^{a}4.173±1.364	^{a}4.103±1.928	^{a}4.682±2.636
	SW	^{c}0.537±0.054	^{c}0.344±0.062^{bc}	^{c}0.301±0.072^{c}	^{b}0.419±0.061^{a}	^{c}0.403±0.022^{ab}	^{c}0.423±0.096

หมายเหตุ ตัวอักษรบนมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรบนมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ผ47 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}3.079±0.038	^{c}2.414±0.036^{b}	^{d}2.497±0.042^{ab}	^{c}2.558±0.063^{a}	^{d}1.422±0.079^{d}	^{d}1.973±0.070^{c}
	2NW	^{c}5.311±0.063	^{d}2.221±0.026^{c}	^{c}3.486±0.039^{a}	^{c}2.590±0.020^{b}	^{c}2.561±0.036^{b}	^{c}2.208±0.022^{c}
	5NW	^{b}18.791±1.133	^{b}2.951±0.040^{d}	^{b}3.732±0.091^{b}	^{b}3.787±0.036^{b}	^{b}4.119±0.051^{a}	^{b}3.254±0.052^{c}
	10NW	^{a}46.727±2.786	^{a}5.301±0.141^{b}	^{a}5.193±0.137^{b}	^{a}5.714±0.082^{a}	^{a}5.713±0.067^{a}	^{a}4.938±0.068^{c}
	SW	^{e}0.586±0.024	^{e}0.330±0.011^{d}	^{e}0.386±0.028^{c}	^{d}0.357±0.014^{cd}	^{e}0.509±0.010^{a}	^{e}0.425±0.091^{b}
2	NW	^{d}3.221±0.052	^{c}2.446±0.045^{b}	^{c}2.477±0.072^{b}	^{b}2.752±0.019^{a}	^{c}2.196±0.027^{c}	^{c}1.579±0.034^{d}
	2NW	^{c}5.637 ±0.181	^{d}0.822±0.023^{d}	^{c}2.414±0.024^{a}	^{c}1.327±0.036^{c}	^{d}1.773±0.038^{b}	^{d}1.344±0.046^{c}
	5NW	^{b}19.279 ±0.756	^{b}2.833±0.039^{a}	^{b}2.622±0.027^{b}	^{b}2.789±0.036^{a}	^{b}2.502±0.024^{c}	^{b}2.324±0.024^{d}
	10NW	^{a}42.433±1.442	^{a}4.794±0.028^{a}	^{a}4.517±0.026^{b}	^{a}4.497±0.031^{b}	^{a}4.533±0.048^{b}	^{a}3.261±0.041^{c}
	SW	^{e}0.488±0.016	^{e}0.204±0.005^{b}	^{d}0.212±0.013^{b}	^{d}0.298±0.085^{a}	^{e}0.359±0.015^{a}	^{e}0.294±0.012^{a}
3	NW	^{d}2.931±0.029	^{c}2.402±0.035^{a}	^{d}2.400±0.023^{a}	^{c}2.317±0.030^{b}	^{c}2.080±0.021^{c}	^{d}1.510±0.040^{d}
	2NW	^{c}5.300±0.144	^{d}0.896±0.046^{c}	^{c}2.513±0.044^{a}	^{d}1.454±0.028^{d}	^{d}1.787±0.013^{b}	^{c}1.690±0.044^{c}
	5NW	^{b}21.523±0.341	^{b}2.976±0.038^{a}	^{b}2.847±0.015^{b}	^{b}2.827±0.019^{b}	^{b}2.764±0.008^{c}	^{b}2.375±0.017^{d}
	10NW	^{a}40.314±1.596	^{a}5.049±0.021^{a}	^{a}4.444±0.044^{c}	^{a}4.365±0.048^{d}	^{a}4.590±0.034^{b}	^{a}3.326±0.040^{c}
	SW	^{e}0.594±0.014	^{e}0.222±0.013^{c}	^{e}0.258±0.015^{bc}	^{e}0.420±0.010^{a}	^{e}0.435±0.088^{a}	^{e}0.314±0.018^{b}
เฉลี่ย	NW	^{d}3.077±0.130	^{c}2.421±0.039^{a}	^{c}2.458±0.062^{a}	^{c}2.542±0.192^{a}	^{c}1.899±0.364^{b}	^{c}1.687±0.220^{c}
	2NW	^{c}5.416±0.205	^{d}1.313±0.682^{c}	^{bc}2.805±0.514^{a}	^{d}1.790±0.603^{bc}	^{c}2.040±0.391^{b}	^{c}1.747±0.378^{bc}
	5NW	^{b}19.865±1.444	^{b}2.920±0.074	^{b}3.067±0.510	^{b}3.135±0.491	^{b}3.129±0.752	^{b}2.651±0.454
	10NW	^{a}43.158±3.332	^{a}5.048±0.231^{a}	^{a}4.718±0.365^{a}	^{a}4.859±0.646^{a}	^{a}4.945±0.578^{a}	^{a}3.841±0.824^{b}
	SW	^{e}0.556±0.054	^{e}0.252±0.060^{d}	^{d}0.285±0.080^{cd}	^{e}0.359±0.069^{b}	^{d}0.434±0.079^{a}	^{d}0.344±0.063^{bc}

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

ตารางที่ ผ48 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำก่อนและหลังบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}3.094±0.028	^{d}2.654±0.053^{c}	^{d}2.766±0.031^{b}	^{d}2.886±0.011^{a}	^{d}1.497±0.023^{e}	^{c}2.184±0.015^{d}
	2NW	^{c}5.958±0.075	^{c}3.440±0.034^{b}	^{c}3.984±0.017^{a}	^{c}3.248±0.025^{d}	^{c}3.415±0.023^{bc}	^{b}3.390±0.019^{c}
	5NW	^{b}17.411±0.356	^{b}3.856±0.025^{c}	^{b}4.366±0.029^{a}	^{b}3.995±0.042^{b}	^{b}4.317±0.034^{a}	^{b}3.411±0.023^{d}
	10NW	^{a}34.292±1.328	^{a}5.692±0.067^{c}	^{a}5.505±0.037^{d}	^{a}5.795±0.050^{b}	^{a}6.069±0.042^{a}	^{a}5.207±0.046^{e}
	SW	^{c}0.412±0.015	^{c}0.359±0.005	^{c}0.345±0.013	^{c}0.327±0.013	^{c}0.345±0.008	^{d}0.346±0.029
2	NW	^{d}3.911±0.043	^{d}3.162±0.023^{b}	^{d}3.433±0.026^{a}	^{d}2.902±0.025^{c}	^{d}1.855±0.034^{d}	^{d}2.852±0.042^{c}
	2NW	^{c}6.881±0.073	^{c}4.044±0.036^{b}	^{c}4.465±0.030^{a}	^{c}3.429±0.027^{e}	^{c}3.707±0.030^{c}	^{c}3.592±0.029^{d}
	5NW	^{b}18.247±0.169	^{b}4.794±0.036^{b}	^{b}5.188±0.017^{a}	^{b}5.173±0.025^{a}	^{b}4.682±0.023^{c}	^{b}3.736±0.016^{d}
	10NW	^{a}37.025±1.114	^{a}6.284±0.036^{d}	^{a}6.609±0.041^{c}	^{a}6.953±0.034^{b}	^{a}7.302±0.025^{a}	^{a}6.117±0.044^{e}
	SW	^{c}0.393±0.010	^{c}0.322±0.011	^{c}0.335±0.013	^{c}0.325±0.007	^{c}0.335±0.009	^{c}0.340±0.007
3	NW	^{d}3.460±0.037	^{d}2.706±0.067^{b}	^{d}2.950±0.025^{a}	^{d}2.964±0.032^{a}	^{d}1.620±0.025^{d}	^{d}2.458±0.026^{c}
	2NW	^{c}6.485±0.109	^{c}3.626±0.034^{b}	^{c}4.073±0.040^{a}	^{c}3.357±0.034^{c}	^{c}3.559±0.029^{c}	^{c}3.489±0.038^{d}
	5NW	^{b}17.871±0.252	^{b}4.192±0.023^{d}	^{b}4.656±0.040^{b}	^{b}4.787±0.028^{a}	^{b}4.444±0.030^{c}	^{b}3.630±0.019^{e}
	10NW	^{a}33.010±1.676	^{a}6.090±0.047^{c}	^{a}6.007±0.050^{d}	^{a}6.383±0.023^{b}	^{a}6.623±0.035^{a}	^{a}5.643±0.061^{f}
	SW	^{c}0.411±0.011	^{c}0.338±0.018^{ab}	^{c}0.346±0.009^{ab}	^{c}0.325±0.019^{b}	^{c}0.360±0.007^{a}	^{c}0.358±0.010^{a}
เฉลี่ย	NW	^{d}3.488±0.356	^{d}2.841±0.246^{a}	^{d}3.050±0.300^{a}	^{d}2.917±0.041^{a}	^{d}1.657±0.159^{c}	^{c}2.498±0.292^{b}
	2NW	^{c}6.441±0.408	^{c}3.703±0.269^{b}	^{c}4.174±0.223^{a}	^{c}3.345±0.083^{d}	^{c}3.560±0.128^{bc}	^{b}3.491±0.091^{cd}
	5NW	^{b}17.843±0.432	^{b}4.281±0.412^{b}	^{b}4.737±0.362^{a}	^{b}4.652±0.521^{a}	^{b}4.481±0.163^{ab}	^{b}3.592±0.144^{c}
	10NW	^{a}34.776±2.146	^{a}6.022±0.265^{bc}	^{a}6.040±0.480^{bc}	^{a}6.377±0.503^{ab}	^{a}6.665±0.535^{a}	^{a}5.655±0.397^{c}
	SW	^{c}0.405±0.014	^{c}0.340±0.019^{a}	^{c}0.342±0.011^{a}	^{c}0.325±0.012^{b}	^{c}0.346±0.013^{a}	^{d}0.347±0.012^{a}

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

ตารางที่ ผ49 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{d}75.05±0.46^{c}	^{d}54.93±0.83^{c}	^{c}82.44±0.54^{b}	^{c}87.10±0.76^{a}	^{d}61.80±0.26^{d}
	2NW	^{c}88.77±0.21^{b}	^{c}84.74±0.20^{d}	^{b}89.74±0.12^{a}	^{d}84.30±0.31^{c}	^{c}85.71±0.26^{c}
	5NW	^{a}95.22±0.15^{a}	^{b}89.75±0.24^{d}	^{a}93.38±0.25^{b}	^{b}89.31±0.15^{c}	^{b}91.78±0.11^{c}
	10NW	^{b}92.07±0.06^{c}	^{a}93.89±0.08^{d}	^{a}94.34±0.08^{c}	^{a}96.35±0.06^{a}	^{a}96.22±0.04^{b}
	SW	^{c}40.70±0.84^{a}	^{c}26.74±2.91^{b}	^{d}18.39±3.05^{c}	^{c}21.67±1.77^{c}	^{c}26.74±2.91^{b}
2	NW	^{b}64.08±0.78^{b}	^{b}48.70±0.35^{d}	^{c}49.09±0.73^{d}	^{b}82.71±0.39^{a}	^{c}61.49±0.84^{c}
	2NW	^{b}61.35±0.64^{c}	^{b}48.90±0.40^{c}	^{b}79.99±0.69^{a}	^{c}65.40±0.62^{b}	^{d}54.53±0.53^{d}
	5NW	^{a}86.46±0.24^{b}	^{a}83.10±0.12^{d}	^{b}81.49±0.31^{c}	^{a}87.96±0.16^{a}	^{a}85.12±0.20^{c}
	10NW	^{a}86.56±0.15^{b}	^{a}82.59±0.14^{d}	^{a}88.25±0.07^{a}	^{a}85.79±0.10^{c}	^{b}80.66±0.16^{c}
	SW	^{c}28.58±3.31^{b}	^{b}50.80±2.53^{a}	^{d}19.21±2.70^{c}	^{d}30.18±3.52^{b}	^{c}13.59±1.42^{d}
3	NW	^{d}53.17±0.57^{c}	^{c}31.11±0.70^{c}	^{d}59.51±0.94^{b}	^{c}66.18±0.90^{a}	^{d}50.72±0.72^{d}
	2NW	^{c}76.40±0.45^{a}	^{c}61.90±0.90^{d}	^{b}74.12±0.70^{b}	^{c}64.70±0.44^{c}	^{c}64.18±0.44^{c}
	5NW	^{b}83.18±0.13^{a}	^{b}81.55±0.12^{b}	^{c}63.69±0.24^{d}	^{b}69.67±0.24^{c}	^{b}81.44±0.16^{b}
	10NW	^{a}87.24±0.15^{b}	^{a}86.09±0.14^{c}	^{a}86.26±0.19^{c}	^{a}87.09±0.13^{b}	^{a}88.00±0.13^{a}
	SW	^{c}39.64±3.17^{b}	^{d}54.10±3.23^{a}	^{c}29.38±3.78^{c}	^{d}22.10±3.60^{d}	^{c}38.38±5.34^{b}
เฉลี่ย	NW	^{c}64.10±9.49^{b}	^{c}44.91±10.71^{c}	^{c}63.68±14.79^{b}	^{bc}78.66±9.58^{a}	^{c}58.00±5.49^{b}
	2NW	^{b}75.51±11.90	^{b}65.18±15.72	^{ab}81.28±6.85	^{c}71.47±9.64	^{b}68.14±13.83
	5NW	^{a}88.29±5.38	^{a}84.80±3.81	^{b}79.52±13.27	^{ab}82.31±9.35	^{a}86.11±4.88
	10NW	^{a}88.63±2.60	^{a}87.52±5.01	^{a}89.61±3.65	^{a}89.74±4.99	^{a}88.30±6.74
	SW	^{d}36.31±6.26^{a}	^{c}43.88±13.17^{a}	^{d}22.33±5.99^{b}	^{d}24.65±4.93^{b}	^{d}26.24±11.19^{b}

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

ตารางที่ ผ50 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	^{c}21.59±1.16^{c}	^{d}18.92±1.38^{cd}	^{c}16.92±2.04^{d}	^{c}53.82±2.58^{a}	^{d}35.94±2.28^{b}
	2NW	^{c}58.19±0.49^{a}	^{c}34.36±0.73^{c}	^{c}51.23±0.37^{b}	^{c}51.78±0.67^{b}	^{c}58.43±0.42^{a}
	5NW	^{b}84.30±0.21^{a}	^{b}80.14±0.48^{c}	^{b}79.84±0.19^{c}	^{b}78.08±0.27^{d}	^{b}82.69±0.28^{b}
	10NW	^{a}88.65±0.30^{b}	^{a}88.89±0.29^{b}	^{a}87.77±0.17^{c}	^{a}87.77±0.14^{c}	^{a}89.43±0.15^{a}
	SW	^{d}43.77±1.87^{a}	^{c}34.06±4.72^{b}	^{d}39.01±2.46^{ab}	^{d}13.23±1.74^{c}	^{d}34.06±4.72^{b}
2	NW	^{d}24.04±1.40^{c}	^{d}23.09±2.24^{c}	^{c}14.56±0.60^{d}	^{c}31.83±0.85^{b}	^{d}50.96±1.05^{a}
	2NW	^{b}85.41±0.41^{a}	^{c}57.17±0.42^{d}	^{a}76.46±0.64^{b}	^{b}68.55±0.67^{c}	^{c}76.16±0.82^{b}
	5NW	^{b}85.31±0.20^{d}	^{b}86.40±0.14^{c}	^{a}85.53±0.19^{d}	^{a}87.02±0.12^{b}	^{b}87.95±0.12^{a}
	10NW	^{a}88.70±0.07^{c}	^{a}89.36±0.06^{b}	^{a}89.40±0.07^{b}	^{a}89.32±0.11^{b}	^{a}92.32±0.10^{a}
	SW	^{c}58.29±1.10^{a}	^{c}56.46±2.72^{a}	^{b}38.90±17.44^{b}	^{d}26.51±3.11^{b}	^{c}39.77±2.53^{b}
3	NW	^{d}18.05±1.20^{d}	^{d}18.09±0.79^{d}	^{c}20.95±1.03^{c}	^{c}29.03±0.72^{b}	^{c}48.49±1.36^{a}
	2NW	^{b}83.09±0.87^{a}	^{c}52.58±0.83^{c}	^{c}72.57±0.53^{b}	^{b}66.28±0.25^{d}	^{b}68.12±0.82^{c}
	5NW	^{a}86.17±0.18^{d}	^{a}86.77±0.07^{c}	^{b}86.87±0.09^{c}	^{a}87.16±0.04^{b}	^{a}88.96±0.08^{a}
	10NW	^{a}87.48±0.05^{c}	^{a}88.98±0.11^{c}	^{a}89.17±0.12^{b}	^{a}88.61±0.08^{d}	^{a}91.75±0.10^{a}
	SW	^{c}62.57±2.20^{a}	^{b}56.66±2.58^{ab}	^{d}29.27±1.60^{c}	^{c}26.74±14.74^{c}	^{c}47.19±3.10^{b}
เฉลี่ย	NW	^{d}21.22±2.83^{c}	^{c}20.03±2.69^{c}	^{d}17.48±3.04^{c}	^{c}38.23±11.84^{b}	^{c}45.13±7.12^{a}
	2NW	^{b}75.56±13.08^{a}	^{b}48.04±10.47^{c}	^{b}66.75±11.77^{ab}	^{b}62.20±7.89^{b}	^{b}67.57±7.72^{ab}
	5NW	^{a}85.26±1.43	^{a}84.44±3.60	^{a}84.08±3.67	^{a}84.09±4.75	^{a}86.53±3.49
	10NW	^{a}88.28±0.62^{b}	^{a}89.07±0.27^{b}	^{a}88.78±0.77^{b}	^{a}88.57±0.68^{b}	^{a}91.17±1.33^{a}
	SW	^{c}54.87±8.67^{a}	^{b}49.06±11.64^{ab}	^{c}35.73±10.08^{c}	^{d}22.16±10.12^{d}	^{c}40.34±6.48^{bc}

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

ตารางที่ ผ51 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การบำบัด				
		โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	$^{d}14.20\pm1.70^{c}$	$^{c}10.60\pm1.00^{d}$	$^{c}6.72\pm0.36^{c}$	$^{c}51.60\pm0.75^{a}$	$^{d}29.39\pm0.47^{b}$
	2NW	$^{c}42.26\pm0.56^{c}$	$^{c}33.13\pm0.29^{d}$	$^{c}45.48\pm0.41^{a}$	$^{d}42.68\pm0.39^{b}$	$^{c}43.10\pm0.32^{b}$
	5NW	$^{b}77.85\pm0.15^{b}$	$^{b}74.92\pm0.17^{d}$	$^{b}77.05\pm0.24^{c}$	$^{b}75.20\pm0.19^{d}$	$^{b}80.41\pm0.13^{a}$
	10NW	$^{a}83.40\pm0.20^{c}$	$^{a}83.95\pm0.11^{b}$	$^{a}83.10\pm0.15^{d}$	$^{a}82.30\pm0.12^{c}$	$^{a}84.82\pm0.13^{a}$
	SW	$^{d}12.87\pm1.17$	$^{d}16.26\pm3.23$	$^{d}20.46\pm3.26$	$^{c}16.12\pm1.83$	$^{c}16.26\pm3.23$
2	NW	$^{d}19.16\pm0.60^{c}$	$^{d}12.21\pm0.67^{d}$	$^{d}25.79\pm0.64^{b}$	$^{c}52.56\pm0.86^{a}$	$^{d}27.07\pm1.09^{b}$
	2NW	$^{c}41.23\pm0.52^{d}$	$^{c}35.11\pm0.43^{c}$	$^{c}50.16\pm0.40^{a}$	$^{d}46.13\pm0.43^{c}$	$^{c}47.79\pm0.43^{b}$
	5NW	$^{b}73.73\pm0.19^{c}$	$^{b}71.57\pm0.10^{d}$	$^{b}71.65\pm0.14^{d}$	$^{b}74.34\pm0.13^{b}$	$^{b}79.53\pm0.09^{a}$
	10NW	$^{a}83.03\pm0.10^{b}$	$^{a}82.15\pm0.11^{c}$	$^{a}81.22\pm0.09^{d}$	$^{a}80.28\pm0.07^{c}$	$^{a}83.48\pm0.12^{a}$
	SW	$^{d}18.01\pm2.83$	$^{d}14.75\pm3.19$	$^{c}17.45\pm1.70$	$^{c}14.89\pm2.25$	$^{c}13.62\pm1.70$
3	NW	$^{d}21.81\pm1.94^{c}$	$^{d}14.76\pm0.73^{d}$	$^{c}14.36\pm0.92^{d}$	$^{c}53.19\pm0.73^{a}$	$^{d}28.98\pm0.74^{b}$
	2NW	$^{c}44.09\pm0.53^{d}$	$^{c}37.19\pm0.62^{c}$	$^{c}48.24\pm0.52^{a}$	$^{d}45.12\pm0.45^{c}$	$^{c}46.20\pm0.59^{b}$
	5NW	$^{b}76.54\pm0.13^{b}$	$^{b}73.95\pm0.22^{d}$	$^{b}73.21\pm0.16^{c}$	$^{b}75.13\pm0.17^{c}$	$^{b}79.69\pm0.11^{a}$
	10NW	$^{a}81.55\pm0.14^{c}$	$^{a}81.80\pm0.15^{b}$	$^{a}80.66\pm0.07^{d}$	$^{a}79.94\pm0.11^{c}$	$^{a}82.91\pm0.18^{a}$
	SW	$^{c}17.64\pm4.35$	$^{d}15.88\pm2.09$	$^{d}21.03\pm4.69$	$^{c}12.48\pm1.63$	$^{c}12.89\pm2.54$
เฉลี่ย	NW	$^{d}18.39\pm3.60^{c}$	$^{c}12.52\pm1.95^{d}$	$^{d}15.62\pm8.33^{cd}$	$^{c}52.45\pm0.97^{a}$	$^{d}28.48\pm1.28^{b}$
	2NW	$^{c}42.52\pm1.34^{c}$	$^{c}35.14\pm1.80^{d}$	$^{c}47.96\pm2.07^{a}$	$^{d}44.64\pm1.58^{b}$	$^{c}45.69\pm2.10^{b}$
	5NW	$^{b}76.04\pm2.76^{b}$	$^{b}73.48\pm3.16^{c}$	$^{b}73.97\pm3.23^{c}$	$^{b}74.89\pm1.85^{b}$	$^{b}79.87\pm1.22^{a}$
	10NW	$^{a}82.66\pm0.86^{b}$	$^{a}82.63\pm1.00^{b}$	$^{a}81.66\pm1.11^{c}$	$^{a}80.84\pm1.11^{c}$	$^{a}83.73\pm0.86^{a}$
	SW	$^{d}16.18\pm3.64^{b}$	$^{d}15.63\pm2.59^{b}$	$^{d}19.65\pm3.42^{a}$	$^{c}14.50\pm2.31^{b}$	$^{c}14.26\pm2.70^{b}$

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

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Total Nitrogen

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. Standardized 0.01 N H_2SO_4
2. H_2SO_4 เข้มข้น
3. Kjeltab, Kjelmate หรือทำการผสม Catalyst โดยผสม 200 g K_2SO_4, 20 g $CuSO_4.5H_2O$ และ 2 g Se.
4. NaOH 10 N
5. Saturated boric acid H_3BO_3 solution (50 g/l)
6. Mixed indicator : ละลาย 100 mg Methylene blue และ 66 mg Methyl red ใน 100 ml Ethanol

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 1 g ซึ่งร่อนผ่าน Sieve ขนาด 0.5 mm และใส่ลงใน Digestion block tube
2. เติม Kjeltab, Kjelmate หรือ 1.5 g Catalyst mixture และ 5 ml conc. H_2SO_4
3. วาง Tube ใน Digestion block ให้ความร้อนจนกระทั่งเป็นสีเขียว และให้ความร้อนต่อไปอีกประมาณ 1 ชั่วโมง
4. หลังจาก Digest สมบูรณ์แล้วตั้ง Tube ไว้ให้เย็น และค่อยๆ เติมน้ำกลั่น 20 ml

วิธีการกลั่นและการไตเตรท

1. วาง Erlenmeyer flask ขนาด 50 ml ซึ่งบรรจุ 10 ml H_3BO_3 แล้วหยด Mixed indicator เล็กน้อยลงในก้าน Condenser ของเครื่องมือกลั่น จากนั้นจึงเทและล้างสารทั้งหมดใน Digestion Tube ลงใน Steam ของเครื่องกลั่น
2. เติม 20 ml ของ 10 N NaOH ลงสารละลายที่ผ่านการ Digest อย่างช้าๆ เมื่อ NaOH เหลือประมาณ 1 ml ในก้านกรวย ให้ล้างกรวยอย่างรวดเร็ว โดยใช้น้ำฉีด และปิด Chamber อย่างรวดเร็ว
3. เริ่มกลั่น และ Boric Acid Solution จะเริ่มเป็นสีเขียว
4. เมื่อสารละลายที่กลั่นได้มาถึง 35 ml ของ Erlenmeyer flask ที่ใช้รองรับให้หยุดกลั่น แล้ว Rinse ที่ปลายก้าน Condenser ด้วยน้ำกลั่น
5. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วย Standardized 0.01 N H_2SO_4 จาก 10 ml Micro-burette
6. ทำการวิเคราะห์ Blank แล้วคำนวณปริมาณ Total Nitrogen โดยคำนวณในรูปเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

การคำนวณ

$$\%\,N = \frac{(T-B) * N * 1.4}{S}$$

เมื่อ T = Sample titration (ml Standard acid)

B = Blank titration (ml Standard acid)

N = Normality ของ Standard acid

S = Sample weight (g)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Total Phosphorus

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท : $(NH_4)_6MoO_{24}.4H_2O$ 15 g ละลายในน้ำกลั่น 500 ml
2. สารละลายกรดซัลฟูริก : H_2SO_4 140 ml ในน้ำกลั่น 900 ml
3. สารละลายกรดแอสคอร์บิค : Ascorbic acid 27 g ละลายในน้ำกลั่น 500 ml
4. สารละลายโปแตสเซียมแอนติโมนิลตาเตรท : Potassium Antimonyl-tartrate 0.34 g ละลายในน้ำกลั่นต้มร้อน 250 ml
5. Mix Reagent : ผสมสารละลายที่เตรียมทั้งหมด โดยใช้สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 20 ml สารละลายกรดซัลฟูริก 50 ml สารละลายกรดแอสคอร์บิค 20 ml และสารละลายโปแตสเซียมแอนติโมนิลตาเตรท 10 ml ตามลำดับ
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10% : HCl 100 ml ละลายในน้ำกลั่น 900 ml
7. สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตอิ่มตัว : ละลาย $NaHCO_3$ ในน้ำกลั่นร้อนจนไม่สามารถละลายได้อีก

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 0.1 g ซึ่งร่อนผ่าน Sieve ขนาด 0.5 mm ที่อบแห้งและปล่อยให้เย็นใน Dessicator ใส่ลงใน Crucible
2. นำไปเผาในเตาเผาความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 500-550 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
3. ปล่อยให้เย็นแล้วเติม 10% HCl 2 ml เขย่าให้เข้ากัน
4. นำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 30 นาที
5. เติมน้ำกลั่น 5 ml เขย่า
6. ปรับ pH ด้วยสารละลาย $NaHCO_3$ 2 ml
7. กรองใส่ Flask ขนาด 25 ml แล้วปรับปริมาตร
8. Pipette 10 ml ของสารละลายตัวอย่างใส่หลอดทดลอง
9. เติม Mix reagent 1 ml เขย่าตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
10. วัดความสามรถในการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 885 nm

วิธีการทำ Standardization

1. โปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต : เตรียมสารละลายเริ่มต้น 50 ppm หรือ 50 mg PO_4/l โดยใช้ KH_2PO_4 0.3425 g ละลายในน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 250 ml
2. เจือจางโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตให้มีความเข้มข้น 2 ppm โดยดูดสารละลายเบื้องต้น 20 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml
3. ทำการเจือจางเป็น 6 ระดับ โดยนำมา 2.5, 5, 10, 20, 40 และ 50 ml ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 50 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจะได้ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 และ 2.0 ppm ตามลำดับ
4. เติม Mix reagent 5 ml ตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 nm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Total Nitrogen

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. H_2SO_4 เข้มข้น
2. Mix catalyst ประกอบด้วย K_2SO_4 : $CuSO_4.5H_2O$: Se ในอัตราส่วน 100:10:1
3. NaOH ความเข้มข้น 1:1 เตรียมโดยใช้ NaOH 1 kg ละลายในน้ำ 1 l
4. boric acid 3% เตรียมโดยใช้ boric acid 30 g ละลายในน้ำกลั่น 1 l
5. Mix indicator เตรียมโดยใช้ Bromcresol green 0.22 g และ Methyl red 0.075 g ละลายด้วย Ethyl alcohol 95% 96 ml แล้วเติม NaOH 0.1 N 3.5 ml ผสมเข้าด้วยกัน
6. สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน (Standard hydrochloric acid 0.1 N) ซึ่งเตรียมโดยใช้กรดเกลือเข้มข้น 8.4 ml ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 l

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 1.0000 g ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในหลอดแก้วสำหรับย่อยตัวอย่าง
2. เติม Mix catalyst ที่เตรียมไว้ 1 ช้อนชั่งพูน
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 15 ml ในหลอดแก้วสำหรับย่อยตัวอย่าง
4. นำหลอดใส่ใน digestion block ในตู้ดูดควัน ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 420 °C ประมาณ 2 ชั่วโมงจะได้ตัวอย่างสีเขียวใส
5. เติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรประมาณ 250 ml

วิธีการกลั่นและการไตเตรท

1. กลั่นโดยเครื่อง Macro Kjeldahl โดยใส่ boric acid 3% 50 ml ใน Erlenmeyer flask นำไปวางรองรับน้ำที่กลั่นออกมาจากเครื่องกลั่น และ Mix indicator ไว้ 6-7 หยด
2. นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วเข้าเครื่องกลั่น โดยเติมด่างประมาณ 60 ml
3. นำกลั่นเสร็จแล้วนำ Erlenmeyer flask มาไตเตรทโดยใช้ HCl 0.1 N เมื่อถึงจุดสมดุลย์สีของ Indicator จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูม่วง แล้วนำปริมาณกรดมาคำนวณ

การคำนวณ

$$\% N = \frac{(T-B) * N * 1.4}{S}$$

เมื่อ T = Sample titration (ml Standard acid)

B = Blank titration (ml Standard acid)

N = Normality ของ Standard acid

S = Sample weight (g)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Total Phosphorus

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดเปอร์คลอริก
3. น้ำยาทำให้เกิดสี ammonium vanadomolybdate : ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 25 g ในน้ำกลั่น 400 ml (A) และละลายแอมโมเนียมเมตตาวานาเดท 1.25 g ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 ml (B) ทิ้งไว้ให้เย็นเติมกรดไนตริกเข้มข้น 250 ml ทิ้งให้เย็นแล้วนำ A และ B ผสมกันปรับปริมาตรเป็น 1 l

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัม ใส่ลงใน Flask ขนาด 250 ml
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 ml และเปอร์คลอริก 5 ml
3. วาง Tube ใน Digestion block ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150 °C
4. เมื่อควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายแล้วเปลี่ยนเป็นควันสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220 °C
5. ย่อยจนเหลือสารละลายติดก้นขวดสีขาวใส และมีตะกอนขาวขุ่นของ silica
6. รอให้สารละลายตัวอย่างเย็นแล้วเทใส่ Volumetric flask ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
7. ดูดสารละลายตัวอย่างใส่ Flask ขนาด 25 ml 5 ml เติมน้ำยาทำให้เกิดสี 5 ml เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 25 ml ตั้งทิ้งไว้ อย่างน้อย 30 นาที
8. วัดความสามารถในการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทำ Standardization

1. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 ppm : ชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 0.2195 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. เตรียม Standard curve โดยดูดสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 ppm ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 ml
3. ทำการเจือจาง โดยนำมา 1, 2, 3 และ 4 ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจะได้ความเข้มข้น 2, 4, 6 และ 8 ppm ตามลำดับ
4. เติมน้ำยาทำให้เกิดสี 5 ml เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 25 ml ตั้งทิ้งไว้ อย่างน้อย 30 นาที แล้วนำไปวัดความสามารถในการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนพดล เหมือนเพ็ชร เกิดเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดปราจีนบุรี จบการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต เมื่อ พ.ศ. 2544 จากภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิตในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย