

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม การศึกษาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รวมถึงคุณภาพและความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผลผลิตสามารถแสดงรายละเอียดผลการศึกษาได้ดังนี้

ลักษณะน้ำเสียก่อนการบำบัด

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัด พบว่า คุณลักษณะของน้ำเสียมีอุณหภูมิอยู่ในระดับปกติ (27.0-29.7 °C) และแปรผันตามอุณหภูมิอากาศในขณะทำการตรวจวัด ตรวจพบค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสีย มีค่าระหว่าง 0.0 - 2.45 mg/L น้ำเสียมีความเป็นกรดอ่อนถึงเป็นด่างเล็กน้อย มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.82 - 7.68 ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรทั้งประเภท ก และ ข (pH = 5.5 - 9) และน้ำเสียมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1,999.1 - 4,890.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ น้ำเสียมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และธาตุอาหารในปริมาณสูงโดยมีความเข้มข้นของ COD, BOD, TKN และ TP มีค่าอยู่ในช่วง 541.87-2952, 469.62-1390, 58.1-212.8 และ 32.96-134.21 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณการปนเปื้อนโดยเฉลี่ยของค่า COD และ BOD พบว่า น้ำเสียมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ปนเปื้อนในระดับสูง ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรทั้งประเภท ก และ ข (ประเภท ก กำหนดไว้ให้มีค่า BOD ได้ไม่เกิน 60 และ COD ไม่เกิน 300 mg/L ส่วนประเภท ข ค่า BOD และ COD มีค่าไม่เกิน 100 และ 400 mg/L ตามลำดับ) นอกจากนี้ พบการปนเปื้อนไนโตรเจนโดยเฉลี่ยมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรประเภท ก เล็กน้อย แต่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรประเภท ข (ประเภท ก และ ข กำหนดให้มีค่า TKN ไม่เกิน 120 และ 200 mg/L ตามลำดับ) ขณะที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในปริมาณน้อย โดยตรวจพบค่า Pb, Cu, Zn และ Fe โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.003-0.283, 0.004-2.499, 0-0.287 และ 0.232-1.587 mg/L ตามลำดับ (ตาราง 4.1)

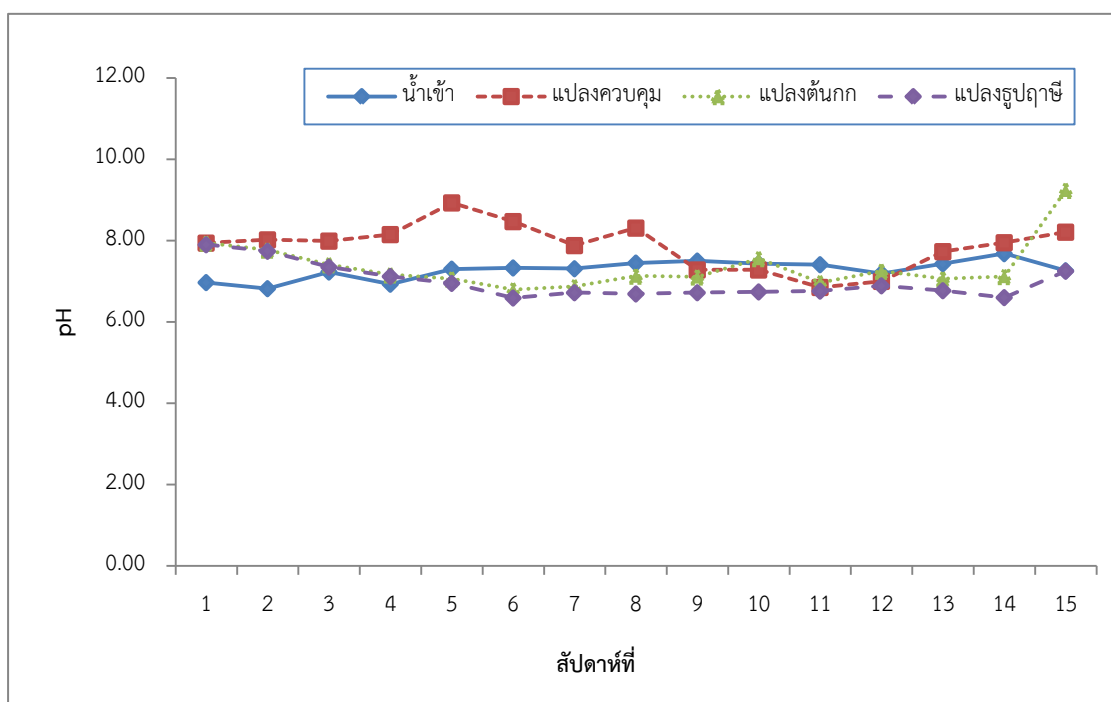
ตาราง 4.1 คุณลักษณะน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าที่ตรวจพบ	ค่าเฉลี่ย
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	-	6.82-7.68	7.28
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	µs/cm	1999.1-4890.0	3591.94
อุณหภูมิ (Temperature)	°C	27.0-29.7	28.48
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	0-2.45	0.389
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	mg/L	469.62-1390	767.90
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	mg/L	541.87-2952	1330.249
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมด (TKN)	mg/L	58.1-212.8	128.98
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	mg/L	32.96-134.21	60.05
ปริมาณตะกั่ว (Pb)	mg/L	0.003-0.283	0.07
ปริมาณทองแดง (Cu)	mg/L	0.004-2.499	0.25
ปริมาณสังกะสี (Zn)	mg/L	0-0.287	0.11
ปริมาณเหล็ก (Fe)	mg/L	0.232-1.587	0.59

การบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

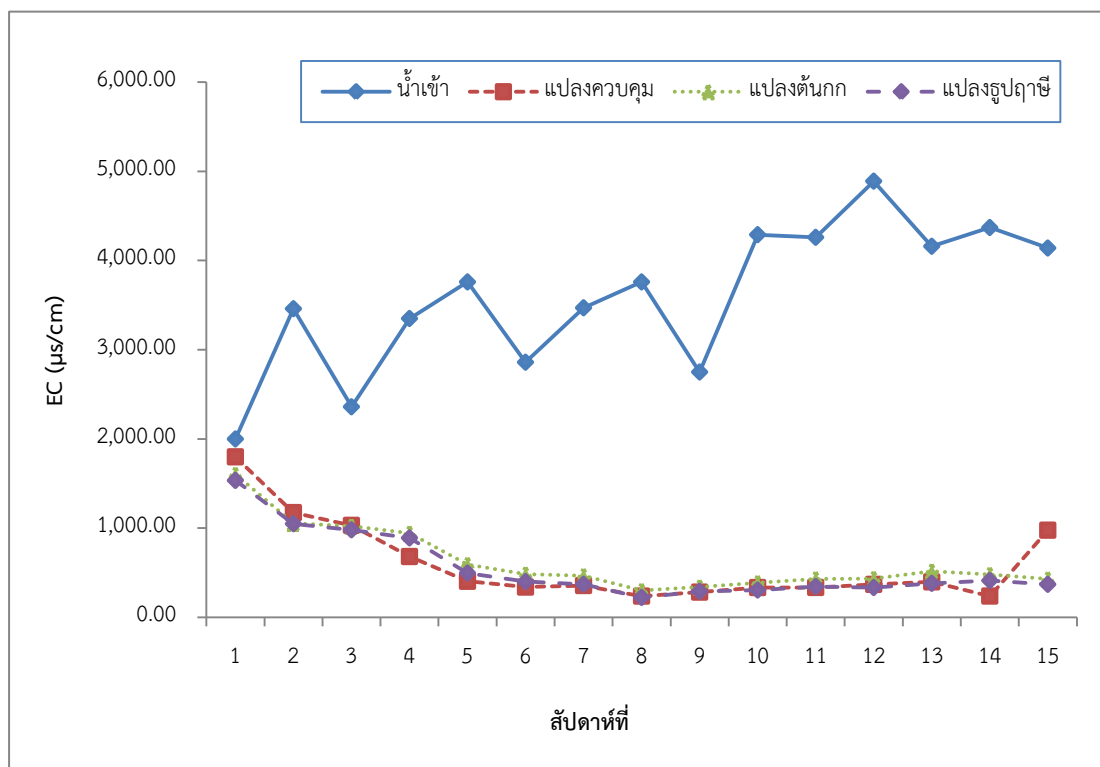
จากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมหรือบึงประดิษฐ์ที่ใช้พืชทดลอง 2 ชนิด คือ กกกลม และธูปฤาษี พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงต้นกก มีค่า pH เฉลี่ยสูงขึ้น (pH = 7.36) โดยมีค่า pH ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง 6.79 – 9.24 ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงธูปฤาษี มีค่า pH เฉลี่ยลดลง (pH = 6.99) ทั้งนี้ น้ำเสียก่อนการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีค่า pH ระหว่าง 6.82 – 7.68 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการบำบัดน้ำเสียจากแปลงต้นกก แปลงธูปฤาษี และแปลงควบคุม พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม มีค่า pH เฉลี่ยสูงกว่าทั้ง 2 ระบบ (pH = 7.87) จะเห็นได้ว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด มีค่า pH ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร (pH = 5.5 – 9) ดังแสดงในภาพ 4.1



ภาพ 4.1 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

2. ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

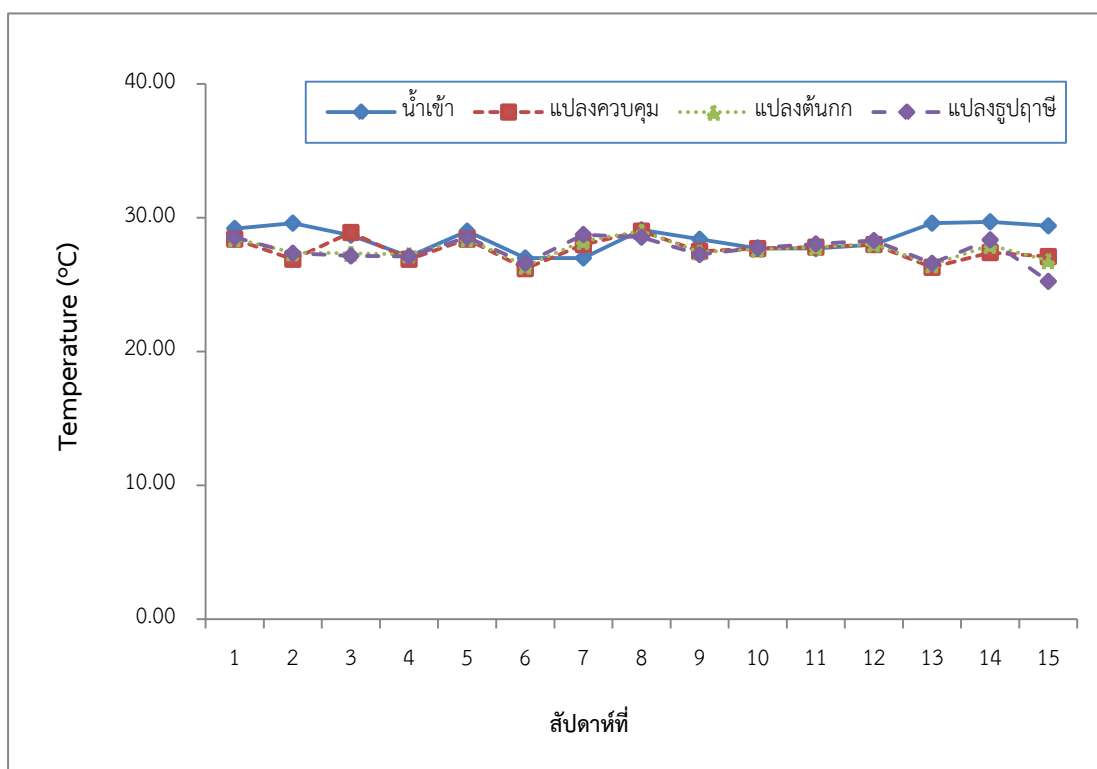
จากการวิเคราะห์ พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีค่า EC ลดลงในทุกหน่วยทดลอง โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่า EC ระหว่าง 299.50 – 1,602.17 และ 222.33 – 1,534.33 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า EC โดยเฉลี่ย จะเห็นว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม มีค่า EC เฉลี่ยสูงกว่าแปลงธูปฤาษี แต่มีค่าต่ำกว่าแปลงต้นกก ดังแสดงในภาพ 4.2



ภาพ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

3. อุณหภูมิ (Temperature)

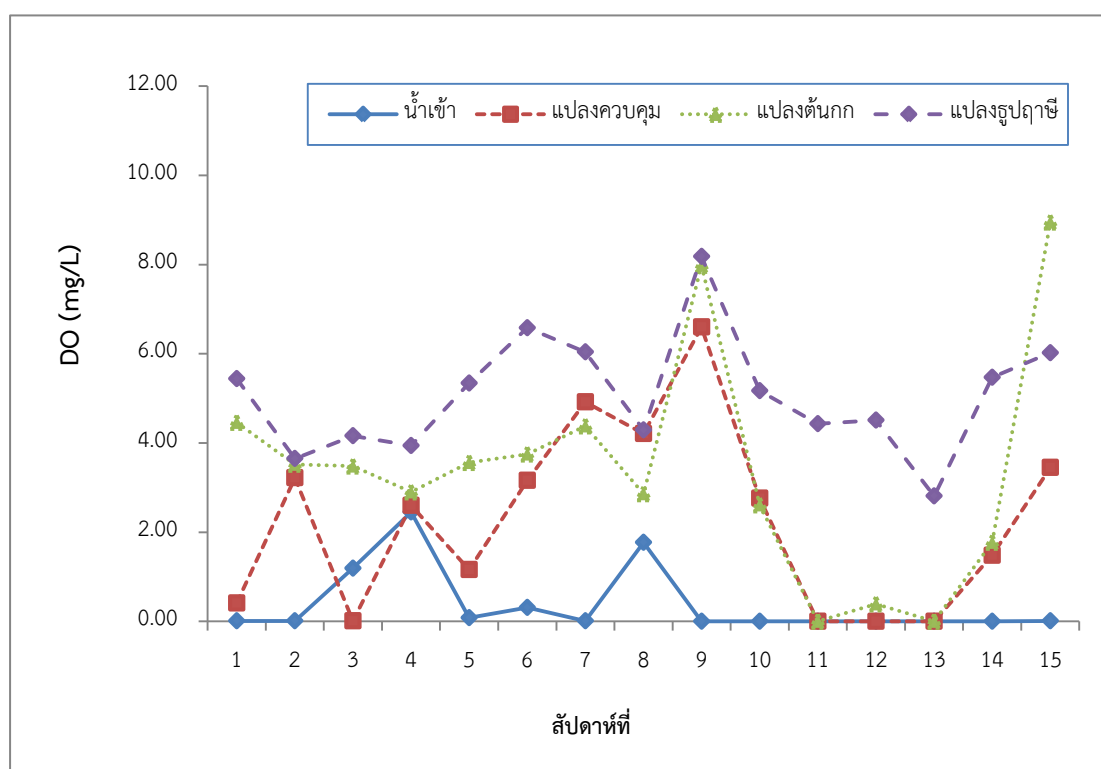
จากการตรวจวัดอุณหภูมิในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด พบว่า ค่าอุณหภูมิตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา มีค่าอุณหภูมิอยู่ในระดับปกติและแปรผันตามอุณหภูมิอากาศในขณะทำการตรวจวัด โดยพบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรฐฤาษี มีค่าอยู่ในช่วง 26.20 – 29.00, 26.40 – 29.00 และ 25.25 – 28.75 °C ตามลำดับ (ภาพ 4.3)



ภาพ 4.3 ค่าอุณหภูมิในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

4. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

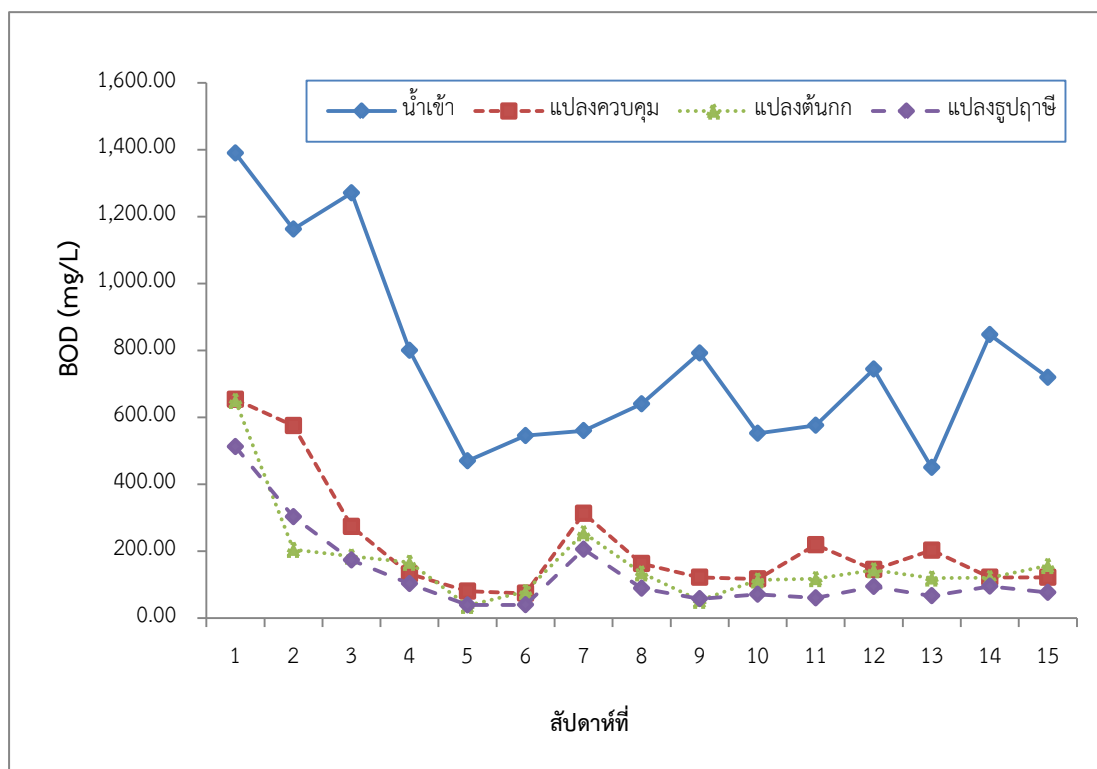
จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า DO อยู่ในช่วง 0.0 – 6.60, 0.0 – 8.95 และ 2.81 – 8.18 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า DO โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกหน่วยทดลองมีค่า DO เพิ่มขึ้น โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า DO เฉลี่ยเท่ากับ 2.265, 3.374 และ 5.069 mg/L ตามลำดับ (ภาพ 4.4)



ภาพ 4.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

5. ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

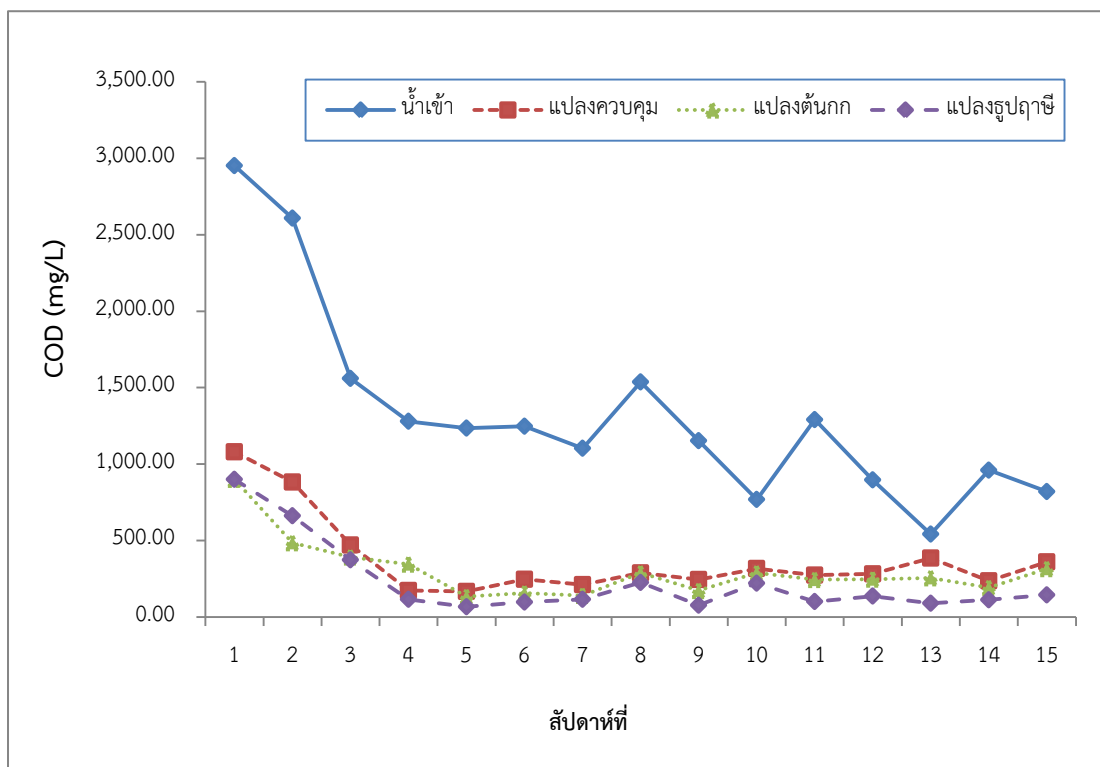
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า BOD อยู่ในช่วง 73.89 – 653.53, 37.50 – 650.13 และ 38.75 – 512.12 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า BOD โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกหน่วยทดลองมีค่า BOD ลดลง โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า BOD เฉลี่ยเท่ากับ 220.66, 169.02 และ 132.11 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า BOD ที่ตรวจวัดได้หลังการบำบัดยังคงมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งฟาร์มสุกรประเภท ก และ ข ที่กำหนดไว้ให้มีค่า BOD ไม่เกิน 60 และ 100 mg/L ตามลำดับ (ภาพ 4.5)



ภาพ 4.5 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

6. ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)

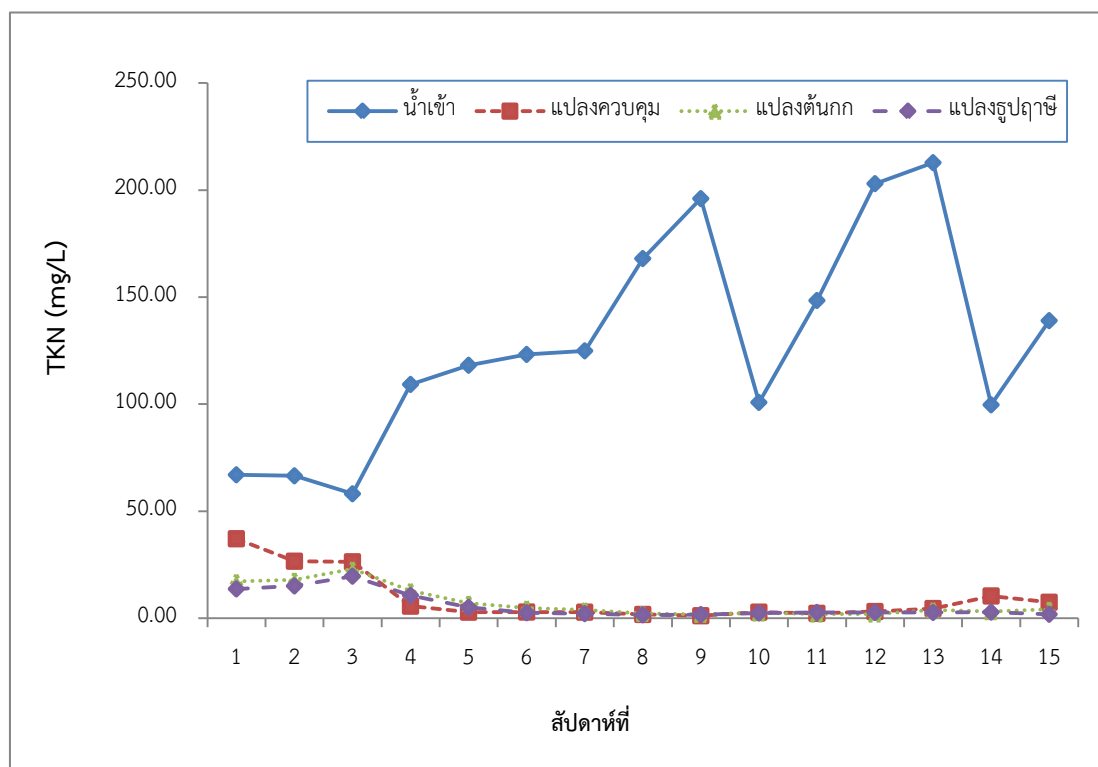
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า COD อยู่ในช่วง 166.66 – 1080.00, 133.328 – 900.00 และ 66.664 – 900.00 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า COD โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกหน่วยทดลองมีค่า COD ลดลง โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า COD เฉลี่ยเท่ากับ 374.38, 303.91 และ 229.02 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า COD ที่ตรวจวัดได้หลังการบำบัด ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งฟาร์มสุกรประเภท ข ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่า COD ไม่เกิน 300 mg/L (ภาพ 4.6)



ภาพ 4.6 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

7. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมด (TKN)

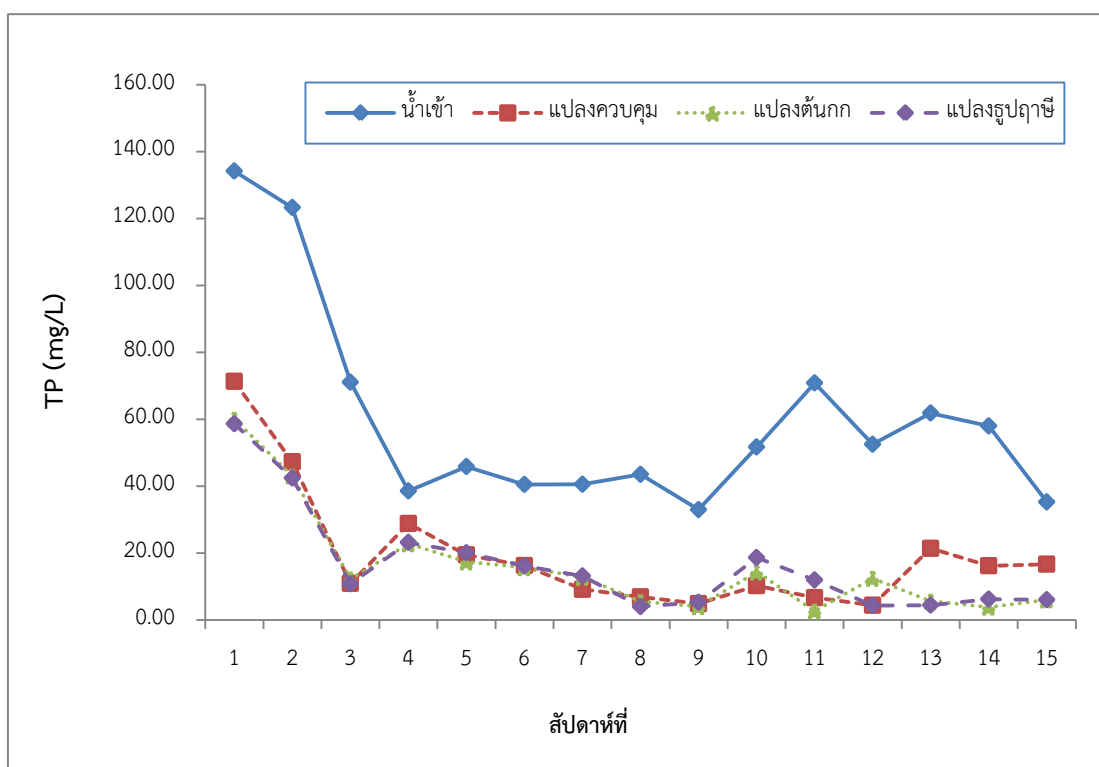
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า TKN อยู่ในช่วง 1.12 – 37.10, 1.82 – 22.96 และ 1.54 – 19.60 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า TKN โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกหน่วยทดลองมีค่า TKN ลดลง โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า TKN เฉลี่ยเท่ากับ 9.15, 7.21 และ 5.79 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า TKN ที่ตรวจวัดได้หลังการบำบัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งฟาร์มสุกรประเภท ก และ ข ที่กำหนดให้มีค่า TKN ไม่เกิน 120 และ 200 mg/L (ภาพ 4.7)



ภาพ 4.7 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมดในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

8. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

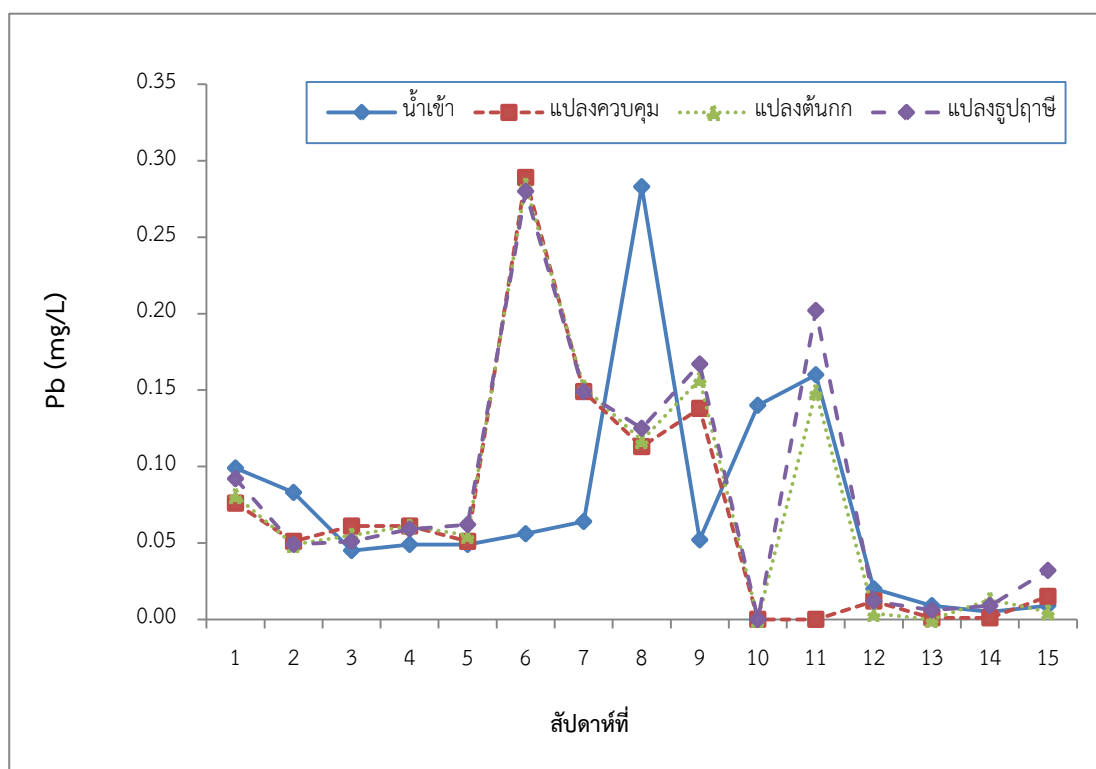
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า TP อยู่ในช่วง 4.38 – 71.33, 2.70 – 60.00 และ 3.97 – 58.64 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า TP โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกหน่วยทดลอง มีค่า TP ลดลง โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า TP เฉลี่ยเท่ากับ 19.36, 15.89 และ 16.34 mg/L ตามลำดับ (ภาพ 4.8)



ภาพ 4.8 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

9. ปริมาณตะกั่ว (Pb)

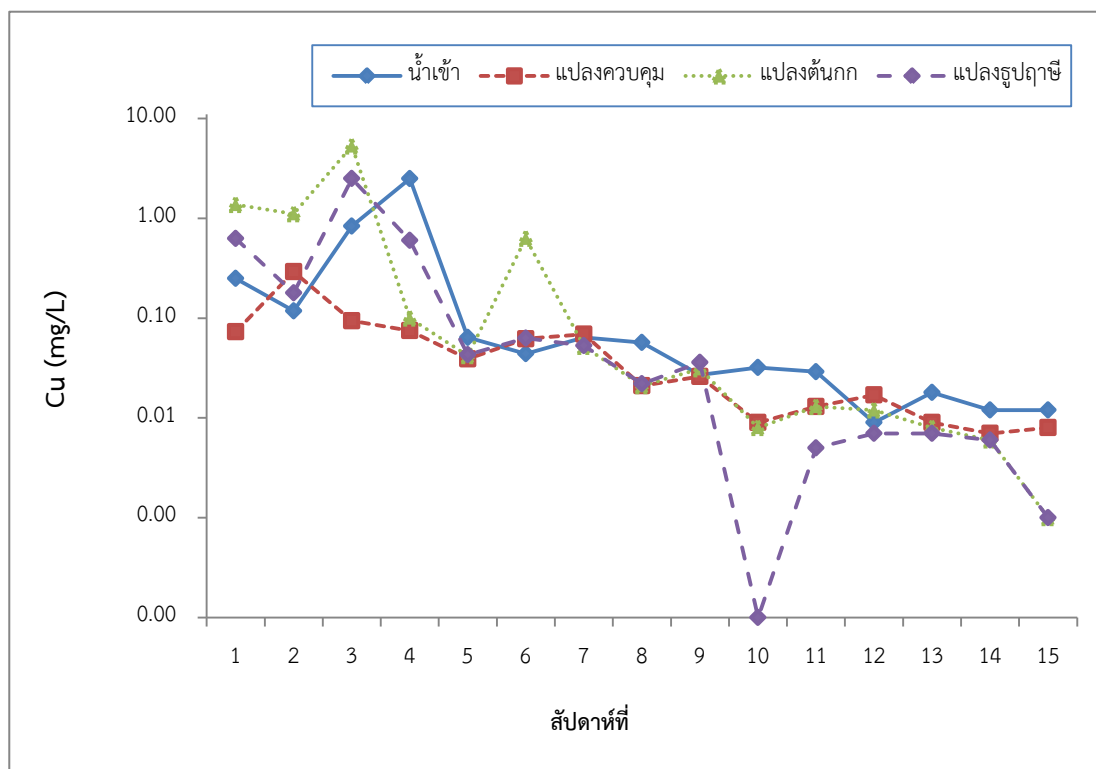
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกอก และแปลงรูปฤาษี มีค่า Pb อยู่ในช่วง 0.0 – 0.289, 0.0 – 0.284 และ 0.0 – 0.280 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Pb โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจากแปลงควบคุม แปลงต้นกอก และแปลงรูปฤาษี มีค่า Pb เฉลี่ยเท่ากับ 0.068, 0.079 และ 0.086 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า Pb ที่ตรวจวัดได้ก่อนและหลังการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกัน (ภาพ 4.9)



ภาพ 4.9 ปริมาณตะกั่วในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

10. ปริมาณทองแดง (Cu)

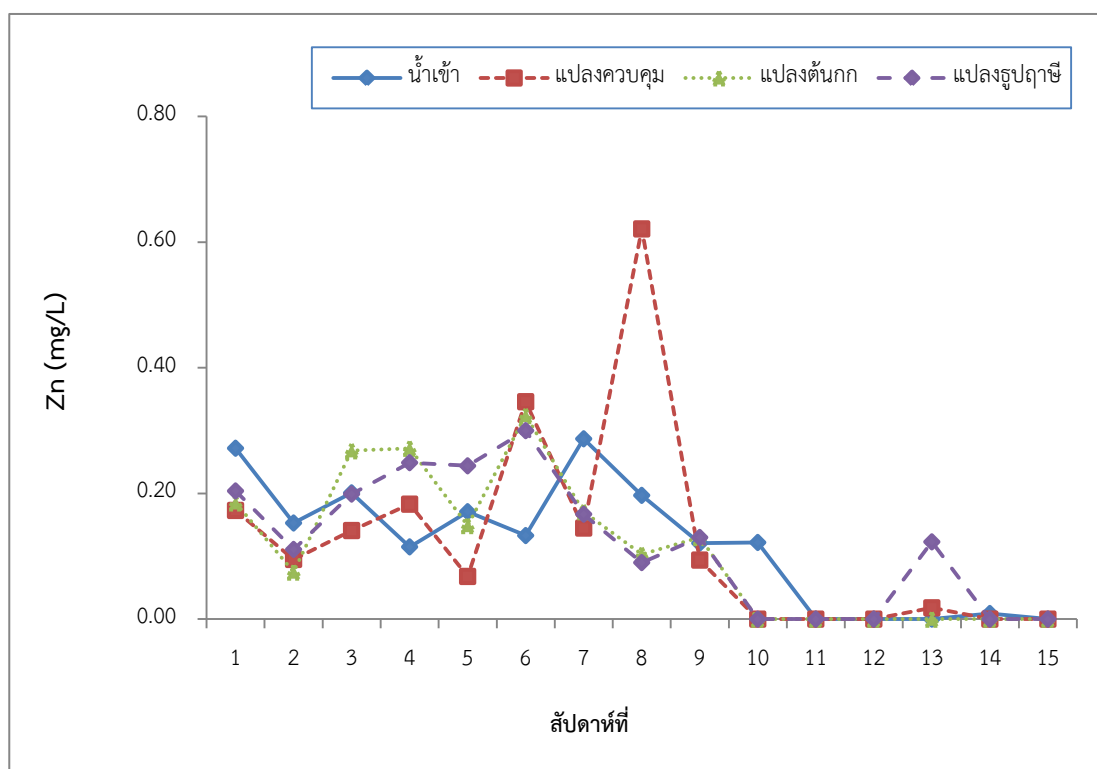
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่า Cu อยู่ในช่วง 0.007 – 0.292, 0.001 – 5.298 และ 0.0 – 2.506 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Cu โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่า Cu เฉลี่ยเท่ากับ 0.054, 0.580 และ 0.277 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า Cu ที่ตรวจวัดได้หลังการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจากแปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่าสูงกว่าน้ำเสียก่อนการบำบัดเล็กน้อย (ภาพ 4.10)



ภาพ 4.10 ปริมาณทองแดงในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

11. ปริมาณสังกะสี (Zn)

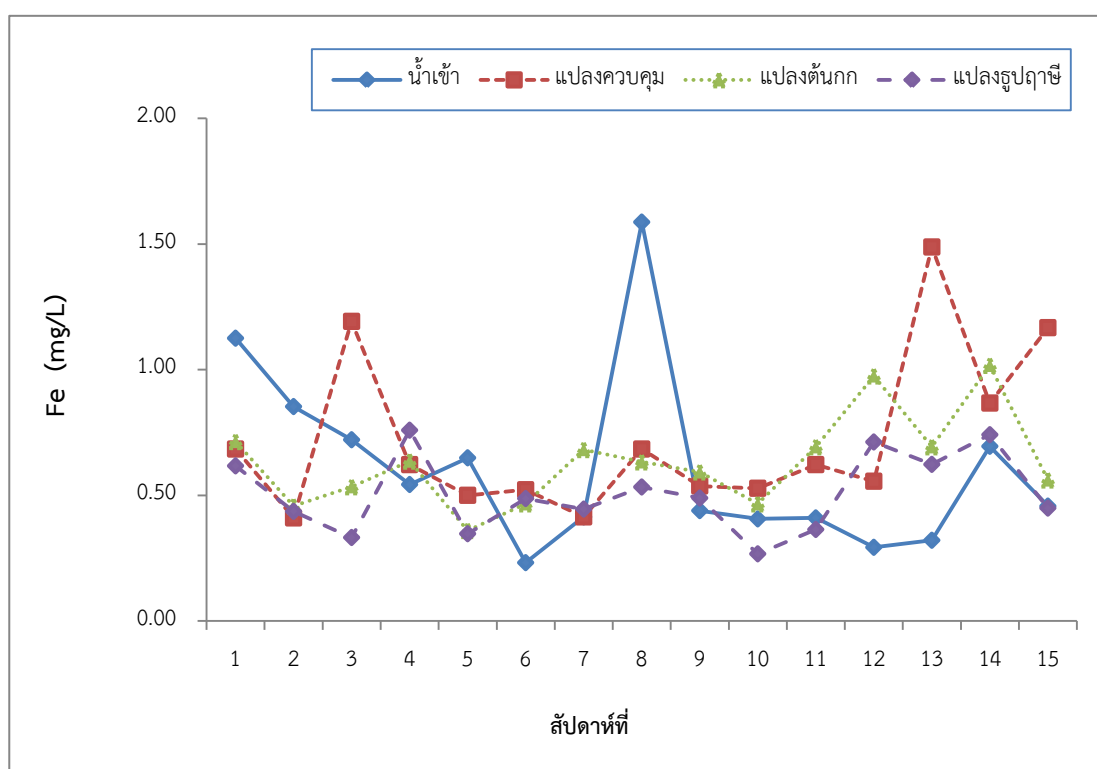
จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า Zn อยู่ในช่วง 0.0 – 0.621, 0.0 – 0.324 และ 0.0 – 0.300 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Zn โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี มีค่า Zn เฉลี่ยเท่ากับ 0.126, 0.112 และ 0.121 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า Zn ที่ตรวจวัดได้ก่อนและหลังการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกัน (ภาพ 4.11)



ภาพ 4.11 ปริมาณสังกะสีในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

12. ปริมาณเหล็ก (Fe)

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย พบว่า ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูดฤาษี มีค่า Fe อยู่ในช่วง 0.410 – 1.488, 0.360 – 1.017 และ 0.267 – 0.759 mg/L ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Fe โดยเฉลี่ย พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม จากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูดฤาษี มีค่า Fe เฉลี่ยเท่ากับ 0.720, 0.632 และ 0.507 mg/L ตามลำดับ ซึ่งค่า Fe ที่ตรวจวัดได้ก่อนและหลังการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพ 4.12)

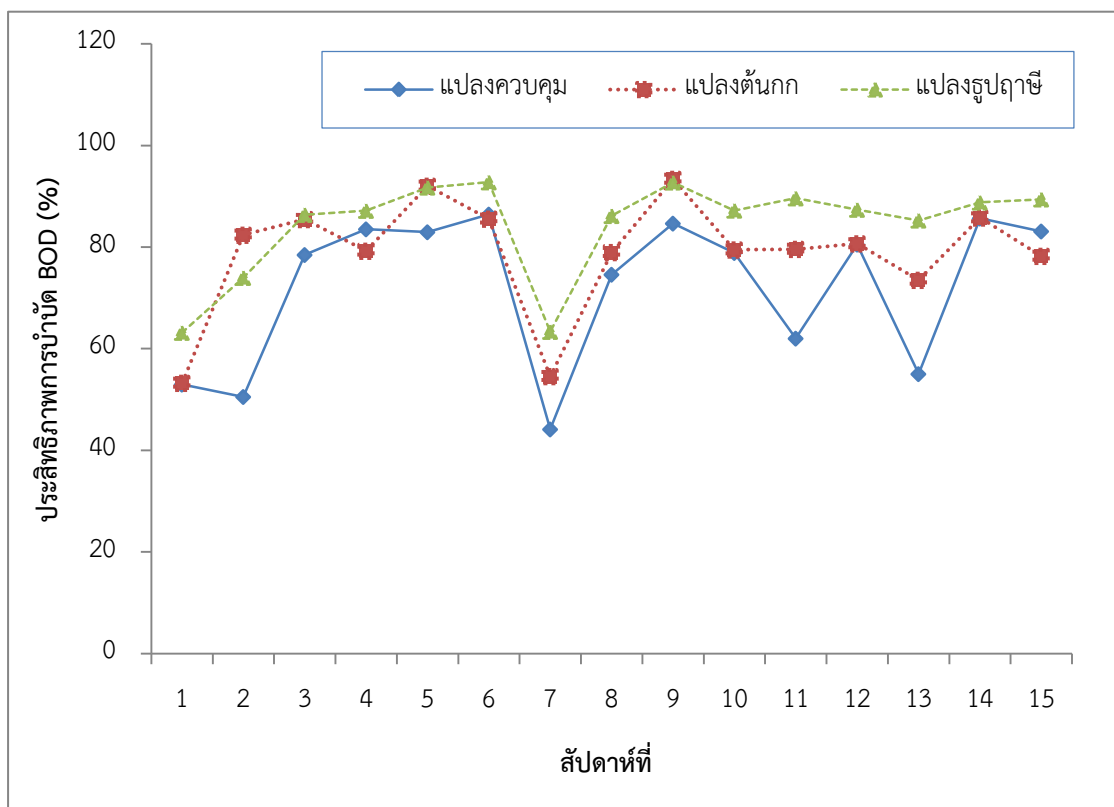


ภาพ 4.12 ปริมาณเหล็กในน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

1. การบำบัดปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

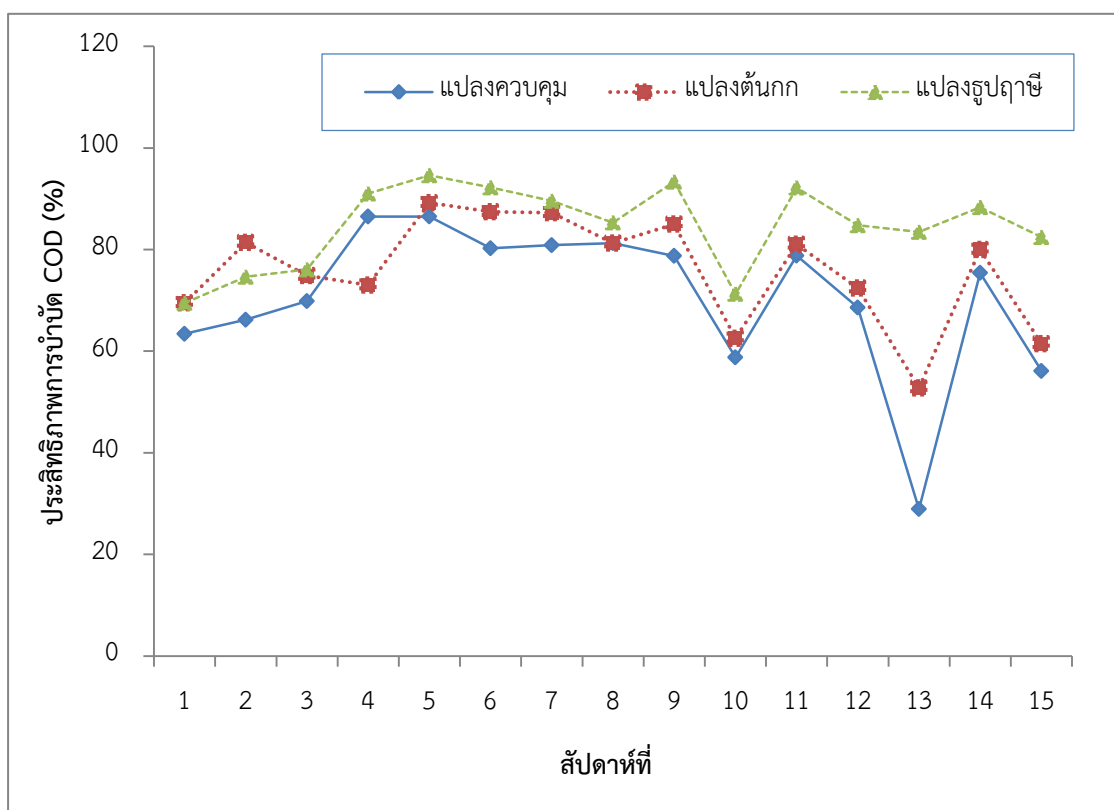
จากการทดลองประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พบว่า ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย (สัปดาห์ที่ 1 - 15) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) มีค่าอยู่ในช่วง 44.15 - 93.37% โดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงควคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ประเภท BOD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.24%, 78.80% และ 84.34% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงต้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ประเภท BOD สูงที่สุด (ภาพ 4.13)



ภาพ 4.13 ประสิทธิภาพการบำบัด BOD ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

2. การบำบัดปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)

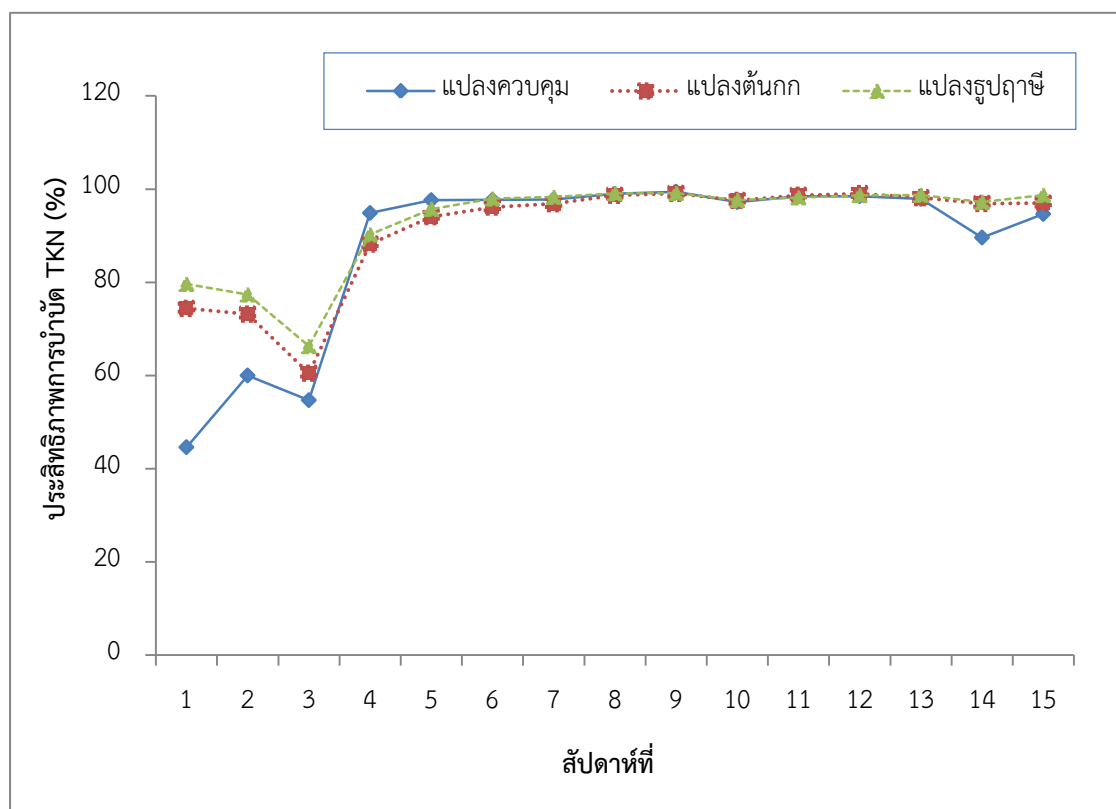
จากการทดลองประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พบว่า ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) มีค่าอยู่ในช่วง 28.94 - 94.60% โดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ประเภท COD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.68%, 75.94% และ 84.58% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงต้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ประเภท COD สูงที่สุด (ภาพ 4.14)



ภาพ 4.14 ประสิทธิภาพการบำบัด COD ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

3. การบำบัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)

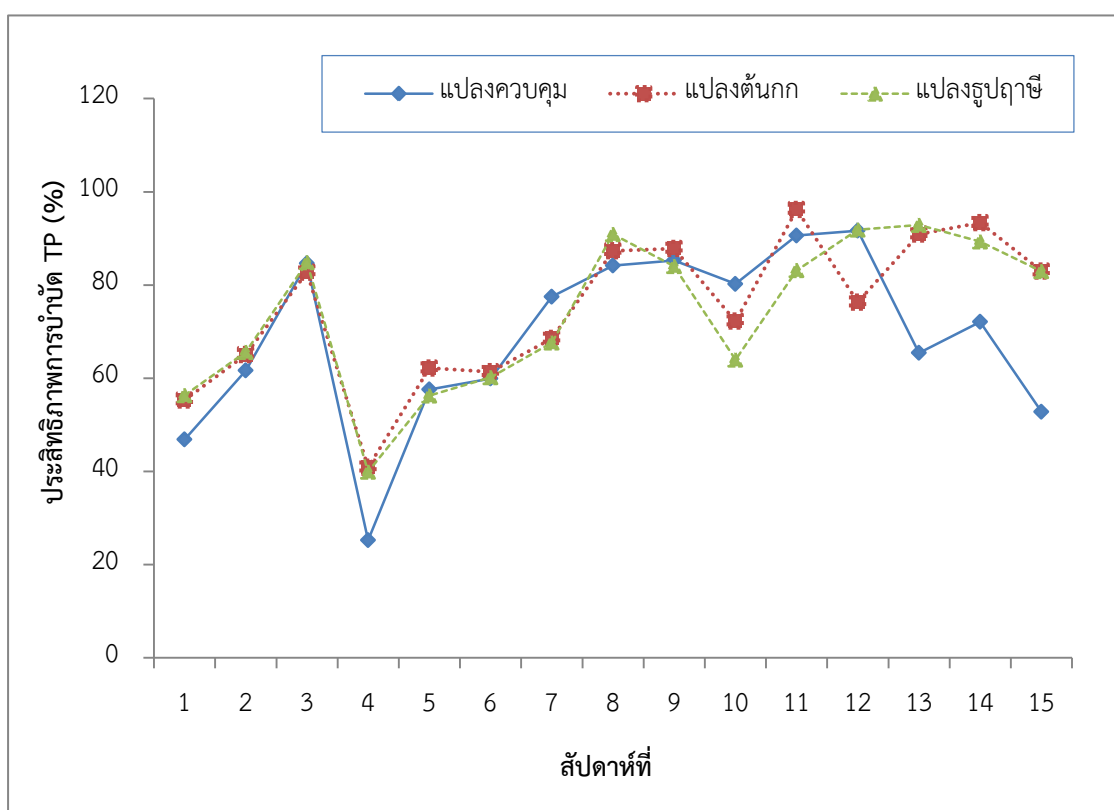
จากการทดลองประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พบว่า ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) มีค่าอยู่ในช่วง 44.60 – 99.43% โดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดธาตุอาหารในรูปของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.13%, 91.22% และ 92.86% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงต้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดธาตุอาหารในรูปของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ภาพ 4.15)



ภาพ 4.15 ประสิทธิภาพการบำบัด TKN ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

4. การบำบัดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

จากการทดลองประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พบว่า ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) มีค่าอยู่ในช่วง 25.23 – 96.19% โดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดธาตุอาหารในรูปของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.04%, 74.88% และ 73.98% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแปลงต้นกกมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดธาตุอาหารในรูปของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ภาพ 4.16)



ภาพ 4.16 ประสิทธิภาพการบำบัด TP ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

การใช้น้ำทิ้งจากการบำบัดเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร

1. คุณสมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณโลหะหนักในดินที่ใช้ปลูกพืช

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนนำไปปลูกพืชผลทางเกษตร พบว่า ดินมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) มีความเป็นกรดเล็กน้อย ($\text{pH} = 6.50$) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 4.775% มีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง โดยมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.340%, 0.920% และ 0.249% ตามลำดับ และมีการปนเปื้อนโลหะหนักค่อนข้างสูง โดยมีการสะสมปริมาณตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และเหล็ก (Fe) มีค่าเท่ากับ 22.307, 75.206, 15.813 และ 2534.789 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในดินมีการสะสมปริมาณตะกั่ว สังกะสี และทองแดง ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติในดินที่พบโดยทั่วไป (ตาราง 4.2)

ตาราง 4.2 คุณสมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณโลหะหนักในดินที่ใช้ปลูกพืช

คุณสมบัติ	ดินชุดอุตรดิตถ์	ค่าปกติในดิน ^{1/}
ความลึก (เซนติเมตร)	0-15	-
เปอร์เซ็นต์ดินทราย	60	-
เปอร์เซ็นต์ดินร่วน	20	-
เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว	20	-
เนื้อดิน	Sandy clay loam	-
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.50	-
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	4.775 ± 1.86	-
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.340 ± 0.27	0.03-0.30 ^{1/}
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (เปอร์เซ็นต์)	0.920 ± 0.13	0.01-0.10 ^{1/}
โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.249 ± 0.09	0.20-3.00 ^{1/}
ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	22.307 ± 1.48	0.10-30.0 ^{2/}
สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	75.206 ± 10.21	0.10-0.03 ^{1/}
ทองแดง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	15.813 ± 2.62	0.0005-0.01 ^{1/}
เหล็ก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	2534.789 ± 56.21	N.A.

^{1/} ที่มา: ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ (2536)

^{2/} ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

2. คุณลักษณะของน้ำที่ใช้ในการทดลองปลูกพืช

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่นำมาใช้ในการทดลองปลูกพืช พบว่า น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีความเป็นด่างเล็กน้อย ($\text{pH} = 8.01$) มีอุณหภูมิอยู่ในระดับปกติ ($27.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) มีค่า EC เท่ากับ $286.0\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ มีความเข้มข้นของ DO, BOD และ COD เท่ากับ 7.56, 0.79 และ $199.92\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ มีปริมาณ TKN และ TP เท่ากับ 8.40 และ $0.044\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ มีการสะสมโลหะหนักค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า Pb Zn และ Fe เท่ากับ 0.091, 0.152 และ $0.722\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ ส่วนปริมาณ Cu มีค่าน้อยมากไม่สามารถตรวจพบได้ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติกับน้ำทิ้งหลังการบำบัด พบว่า คุณภาพน้ำโดยทั่วไปมีลักษณะใกล้เคียงกันโดยมีค่า pH และ อุณหภูมิ อยู่ในช่วง $6.99 - 7.87$ และ $27.61 - 27.65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ แต่น้ำทิ้งหลังการบำบัดมีค่า EC สูงกว่า โดยน้ำทิ้งจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่า EC เท่ากับ 596.67, 632.04 และ $558.39\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ ตามลำดับ ส่วนค่า DO พบว่า น้ำทิ้งหลังการบำบัดมีค่า DO ค่อนข้างต่ำ โดยน้ำทิ้งจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงธูปฤาษี มีค่า DO เท่ากับ 2.265, 3.374 และ $5.069\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ น้ำทิ้งหลังการบำบัดมีปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารสูงกว่าน้ำธรรมชาติ โดยน้ำทิ้งจากบึงประดิษฐ์ทุกหน่วยทดลอง มีค่า BOD, COD และ TP อยู่ในช่วง $169.02 - 220.66$, $229.02 - 374.38$ และ $15.89 - 19.36\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ มีค่า TKN อยู่ในช่วง $5.79 - 9.15\text{ mg}/\text{L}$ และตรวจพบปริมาณ Pb, Zn, Cu และ Fe มีค่าอยู่ในช่วง $0.07 - 0.09$, $0.05 - 0.58$, $0.11 - 0.13$ และ $0.51 - 0.72\text{ mg}/\text{L}$ ตามลำดับ (ตาราง 4.3)

ตาราง 4.3 คุณลักษณะของน้ำที่ใช้ในการทดลองปลูกพืช

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	น้ำธรรมชาติ ^{1/}	น้ำทิ้งจากแปลงควบคุม	น้ำทิ้งจากแปลงต้นกก	น้ำทิ้งจากแปลงต้นธูปฤาษี
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	-	8.01	7.87	7.36	6.99
อุณหภูมิ (Temperature)	°C	27.7	27.63	27.65	27.61
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	µs/cm	286.0	596.67	632.04	558.39
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	7.56	2.265	3.374	5.069
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	mg/L	0.79	220.66	169.02	132.11
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	mg/L	199.92	374.38	303.91	229.02
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมด (TKN)	mg/L	8.40	9.15	7.21	5.79
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	mg/L	0.044	19.36	15.89	16.34
ปริมาณตะกั่ว (Pb)	mg/L	0.091	0.07	0.08	0.09
ปริมาณสังกะสี (Zn)	mg/L	0.152	0.05	0.58	0.28
ปริมาณทองแดง (Cu)	mg/L	Tr ^{2/}	0.13	0.11	0.12
ปริมาณเหล็ก (Fe)	mg/L	0.722	0.72	0.63	0.51

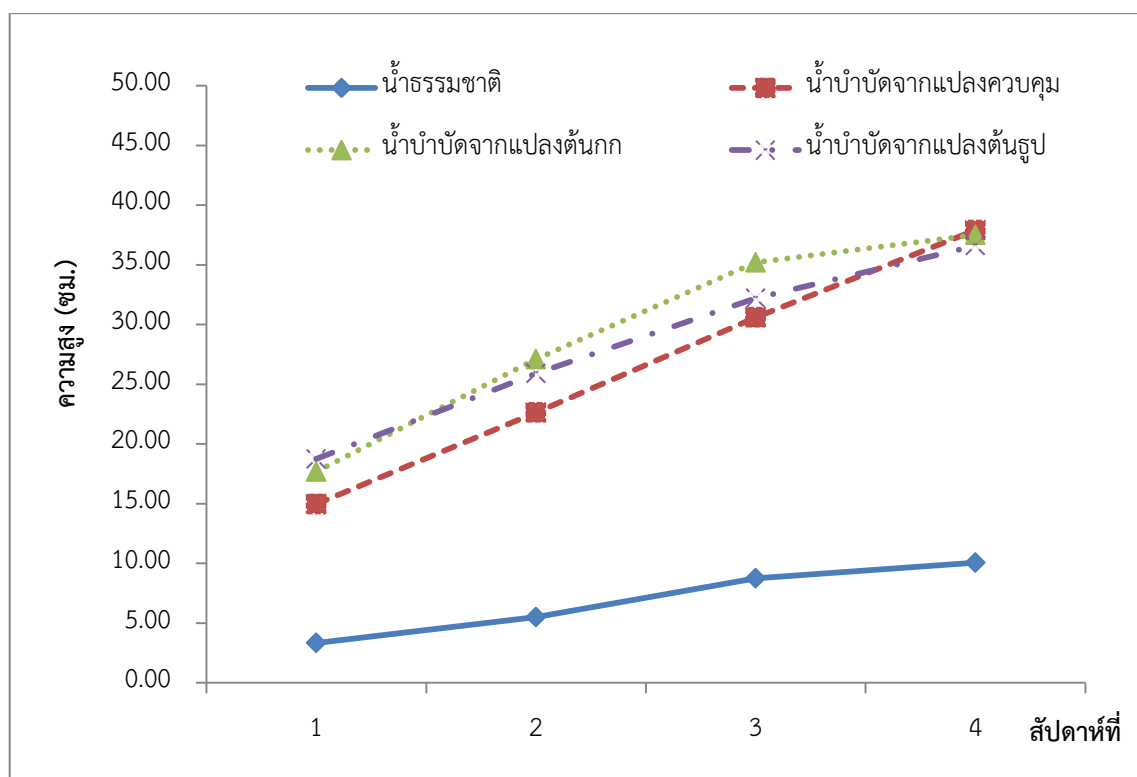
หมายเหตุ: ^{1/} น้ำธรรมชาติ หมายถึง น้ำที่สูบมาจากบ่อบาดาล

^{2/} Tr = Trace หมายถึง มีจำนวนน้อยไม่สามารถอ่านค่าได้

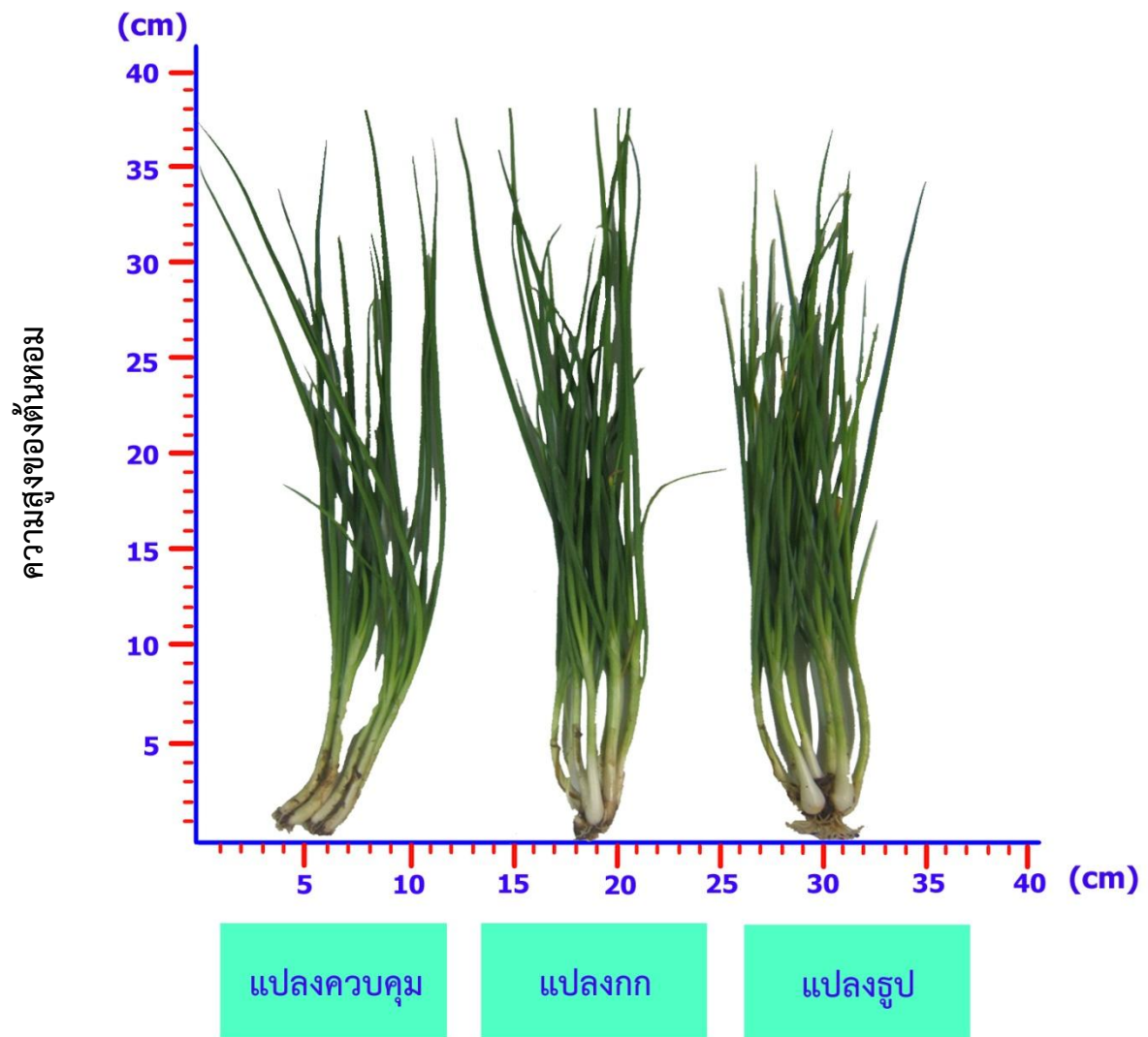
3. การเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

3.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม

ผลการศึกษากการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม โดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ น้ำจากการบำบัดกับการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการปลูก พบว่า ต้นหอมมีการเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งต้นหอมที่ได้น้ำทิ้งหลังการบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีความสูงต้นมากกว่าต้นหอมที่ได้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยต้นหอมที่ได้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีความสูงอยู่ในช่วง 3.34 – 10.08, 14.96 – 37.90, 17.68 – 37.50, 17.68 – 37.50 และ 18.74 – 36.60 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.17 และตาราง 4.4) โดยมีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.75, 37.9, 37.5 และ 36.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ย พบว่า ผลผลิตต้นหอมที่ได้น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี จะมีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าต้นหอมที่ได้น้ำจากแหล่งธรรมชาติ โดยผลผลิตเฉลี่ยของต้นหอมที่ได้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีค่าเท่ากับ 97.21, 362.56, 354.66 และ 382.62 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนด้านน้ำหนักสด (น้ำหนักแห้ง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 (0.97), 22.66 (1.61), 22.17 (1.84) และ 24.16 (2.45) กรัม ตามลำดับ (ตาราง 4.5)



ภาพ 4.17 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นหอม



ภาพ 4.18 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นหอม

ตาราง 4.4 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นหอม

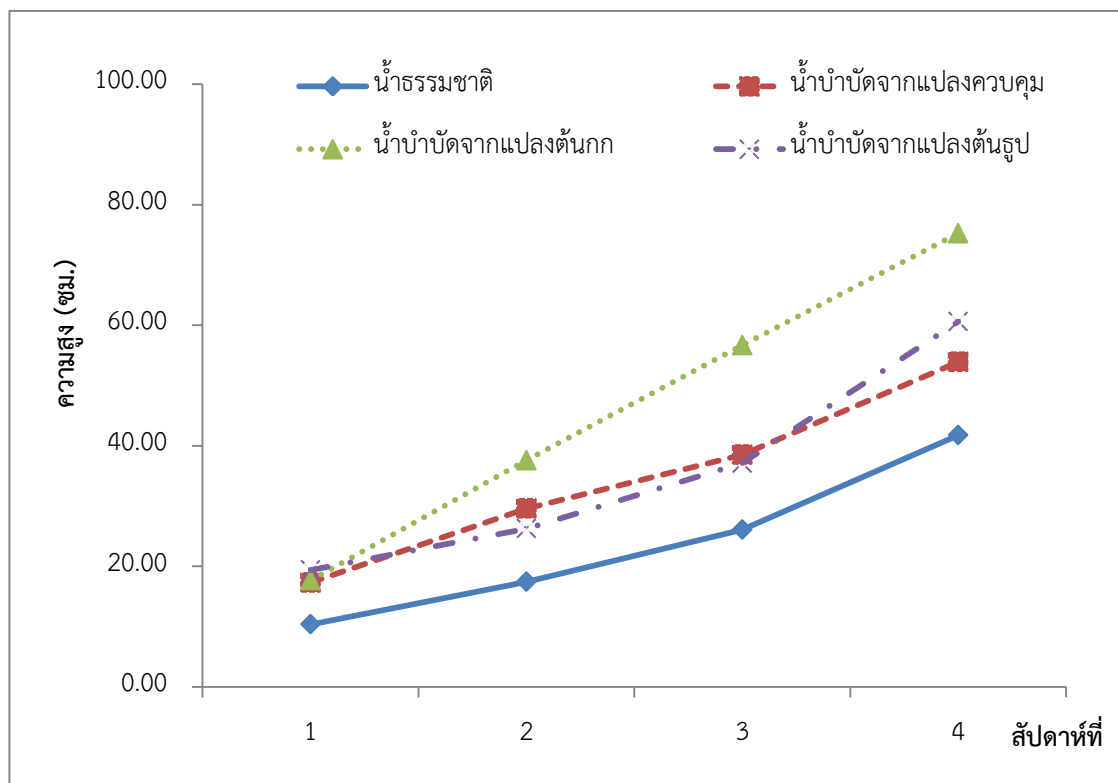
แหล่งน้ำรดพืช	ความสูงต้น (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
น้ำธรรมชาติ	3.34 ± 0.94	5.50 ± 1.32	8.75 ± 6.01	10.08 ± 4.48
น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม	14.96 ± 1.08	22.64 ± 1.96	30.60 ± 1.85	37.90 ± 2.16
น้ำบำบัดจากแปลงต้นกก	17.68 ± 1.70	27.10 ± 1.75	35.20 ± 1.79	37.50 ± 2.42
น้ำบำบัดจากแปลงต้นรูป	18.74 ± 3.34	25.90 ± 2.90	32.20 ± 2.10	36.60 ± 2.63

ตาราง 4.5 การเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม

ดัชนี	หน่วย	น้ำธรรมชาติ	น้ำบำบัดจาก แปลงควบคุม	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นกก	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นรูป
น้ำหนักสดเฉลี่ย	กรัม	6.08 ± 1.64	22.66±5.37	22.17±5.76	24.16±1.28
น้ำหนักแห้งเฉลี่ย	กรัม	0.97 ± 0.48	1.61±0.35	1.84±0.56	2.45±0.21
ความสูงต้นเฉลี่ย	เซนติเมตร	8.75 ± 6.01	37.90±2.16	37.50±2.42	36.60±2.63
ผลผลิตเฉลี่ย	กิโลกรัม/ไร่	97.21	362.56	354.66	382.62

3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของหนักรูชี

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของหนักรูชี พบว่า หนักรูชีมีการเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งหนักรูชีที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูป มีค่าความสูงมากกว่าต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยหนักรูชีที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีความสูงอยู่ในช่วง 10.38 – 41.76, 17.30 – 53.92, 17.70 – 75.24 และ 19.40 – 60.60 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.19 และตาราง 4.6) โดยหนักรูชี มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 41.76, 53.92, 75.24 และ 60.60 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ย พบว่า หนักรูชีที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 131.68, 411.30, 863.488 และ 436.096 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตด้านน้ำหนักสด (น้ำหนักแห้ง) ของหนักรูชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.198 (1.836), 25.71 (5.22), 53.97 (8.05) และ 27.26 (5.26) กรัม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหนักรูชีที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงต้นกกมีผลผลิตทั้งด้านน้ำหนักและความสูงเฉลี่ยสูงสุด (ตาราง 4.7)



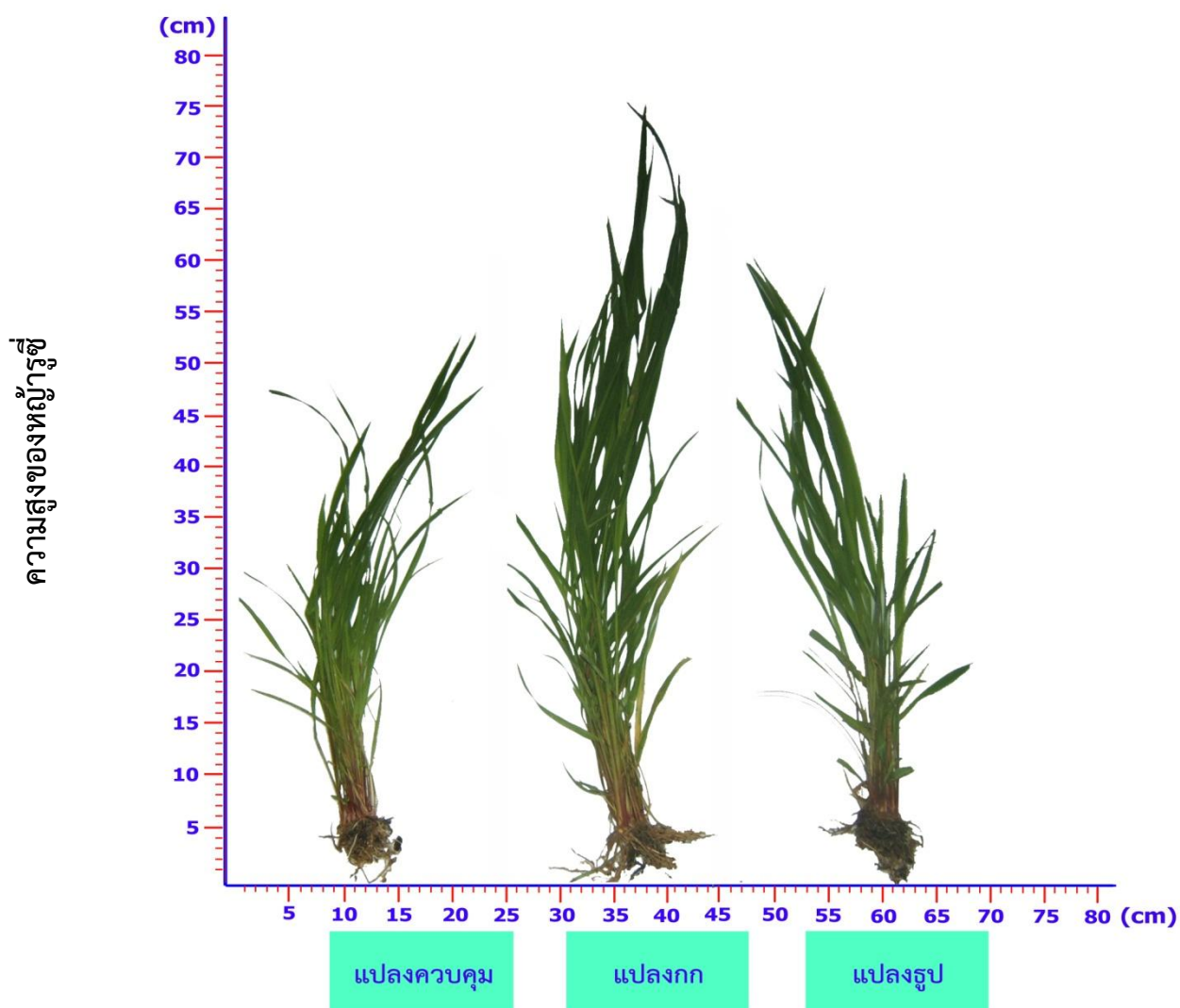
ภาพ 4.19 การเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้ารูซี่

ตาราง 4.6 การเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้ารูซี่

แหล่งน้ำรดพืช	ความสูงต้น (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
น้ำธรรมชาติ	10.38 ± 2.89	17.44 ± 5.02	26.08 ± 9.84	41.76 ± 5.56
น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม	17.30 ± 2.22	29.60 ± 5.89	38.52 ± 4.50	53.92 ± 5.45
น้ำบำบัดจากแปลงต้นกก	17.70 ± 3.33	37.58 ± 4.66	56.68 ± 9.31	75.24 ± 1.66
น้ำบำบัดจากแปลงต้นธูป	19.40 ± 2.13	26.26 ± 4.45	37.10 ± 10.59	60.60 ± 8.12

ตาราง 4.7 การเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้ารัฐซี่

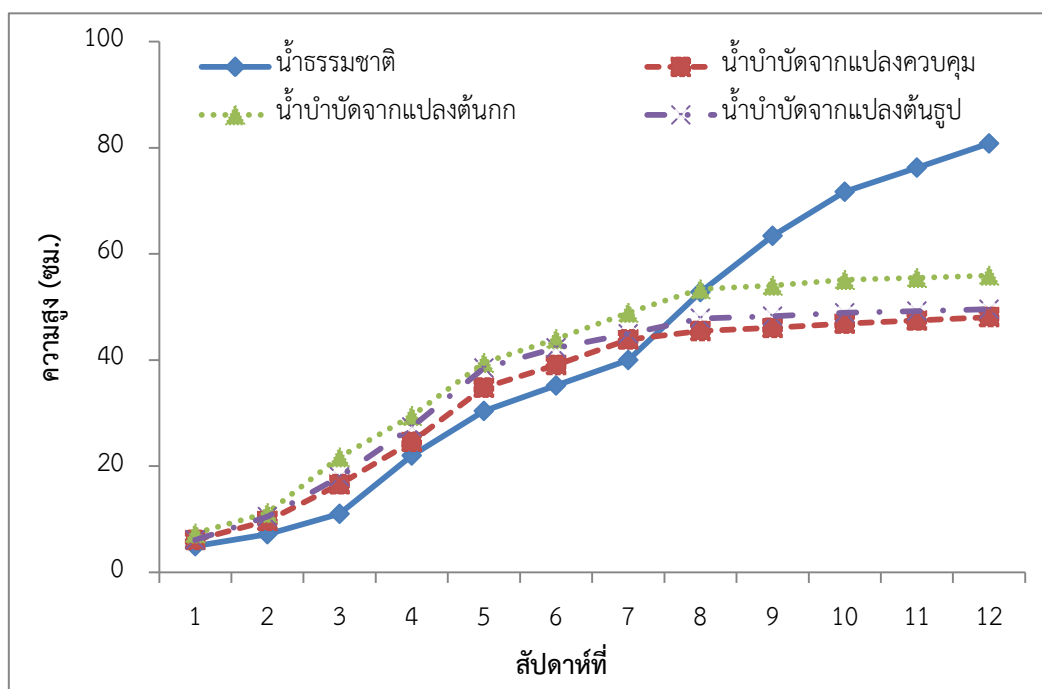
ดัชนี	หน่วย	น้ำธรรมชาติ	น้ำบำบัดจาก แปลงควบคุม	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นกก	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นรูป
น้ำหนักสดเฉลี่ย	กรัม	8.20 ± 3.66	25.71 ± 11.56	53.97 ± 16.98	27.26 ± 8.82
น้ำหนักแห้งเฉลี่ย	กรัม	1.84 ± 0.53	5.22 ± 2.67	8.05 ± 2.97	5.26 ± 1.70
ความสูงต้นเฉลี่ย	เซนติเมตร	41.76 ± 5.56	53.92 ± 5.45	75.24 ± 1.66	60.60 ± 8.12
ผลผลิตเฉลี่ย	กิโลกรัม/ไร่	131.68	411.30	863.488	436.096



ภาพ 4.20 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้ารัฐซี่

3.3 การเจริญเติบโตและผลผลิตของดอกดาวเรือง

จากภาพ 4.21 และตาราง 4.8 แสดงให้เห็นว่า ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 – 7 ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีความสูงต้นต่ำกว่าดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี และระหว่างสัปดาห์ที่ 8 – 12 ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีความสูงต้นสูงกว่าดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี ส่วนดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงรูปฤาษี จะมีความสูงขึ้นเรื่อยๆ ในสัปดาห์ที่ 1 – 7 และจะเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 – 12 โดยความสูงของดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีค่าระหว่าง 4.92 – 80.80, 6.10 – 48.10, 7.36 – 55.94 และ 6.10 – 49.56 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลผลิตของดอกดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี ให้ผลผลิตของดอกสูงกว่าดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 5, 20, 22 และ 23 ดอกต่อต้น ตามลำดับ หรือจำนวนดอกเฉลี่ยเท่ากับ 80,000, 320,000, 352,000 และ 368,000 ดอกต่อไร่ ตามลำดับ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก เฉลี่ยเท่ากับ 6.94, 5.10, 5.62 และ 5.09 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักดอกสด (น้ำหนักดอกแห้ง) เฉลี่ยเท่ากับ 10.57 (1.13), 4.22 (0.60), 6.13 (0.63) และ 4.55 (0.56) กรัม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากบึงประดิษฐ์ให้ผลผลิตจำนวนดอกค่อนข้างสูง โดยแปลงต้นรูปฤาษีให้ผลผลิตดอกดาวเรืองสูงที่สุด รองลงมาคือ แปลงต้นกก และแปลงควบคุม (ตาราง 4.9)



ภาพ 4.21 การเจริญเติบโตด้านความสูงของดาวเรือง

ตาราง 4.8 การเจริญเติบโตด้านความสูงของดาวเรือง

แหล่งน้ำรดพืช	ความสูงพืช (เซนติเมตร)											
	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 7	สัปดาห์ 8	สัปดาห์ 9	สัปดาห์ 10	สัปดาห์ 11	สัปดาห์ 12
น้ำธรรมชาติ	4.92 ± 1.99	7.18 ± 3.05	11.02 ± 3.98	22.00 ± 5.21	30.40 ± 5.32	35.20 ± 6.70	40.00 ± 5.24	52.80 ± 5.89	63.40 ± 4.34	71.70 ± 6.12	76.25 ± 1.21	80.80 ± 7.19
น้ำบำบัดจาก แปลงควบคุม	6.10 ± 0.82	9.70 ± 1.15	16.60 ± 2.63	24.60 ± 4.11	34.80 ± 4.83	39.06 ± 4.78	43.88 ± 3.89	45.46 ± 5.40	46.06 ± 5.37	46.86 ± 5.64	47.46 ± 5.13	48.10 ± 5.34
น้ำบำบัดจาก แปลงต้นกก	7.36 ± 0.69	11.20 ± 0.91	21.70 ± 3.60	29.50 ± 4.21	39.50 ± 5.27	43.98 ± 4.92	48.94 ± 6.02	53.36 ± 7.66	54.04 ± 7.70	55.12 ± 7.51	55.50 ± 7.51	55.94 ± 7.58
น้ำบำบัดจาก แปลงต้นรูป	6.10 ± 0.42	10.50 ± 0.87	18.00 ± 1.58	27.40 ± 3.56	38.50 ± 6.93	42.30 ± 6.64	44.94 ± 6.22	47.86 ± 6.09	48.26 ± 6.16	48.90 ± 6.11	49.22 ± 6.04	49.56 ± 5.97

ตาราง 4.9 การเจริญเติบโตและผลผลิตของดอกดาวเรือง

ดัชนี	หน่วย	น้ำธรรมชาติ	น้ำบำบัดจาก แปลงควบคุม	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นกก	น้ำบำบัดจาก แปลงต้นรูป
น้ำหนักดอกสดเฉลี่ย	กรัม	10.57 ± 3.56	4.22 ± 0.50	6.13 ± 1.27	4.55 ± 0.64
น้ำหนักดอกแห้งเฉลี่ย	กรัม	1.13 ± 0.08	0.60 ± 0.03	0.63 ± 0.12	0.56 ± 0.14
ความสูงต้นเฉลี่ย	เซนติเมตร	80.80 ± 7.19	48.10 ± 5.34	55.94 ± 7.58	49.56 ± 5.97
ผลผลิตเฉลี่ย	ดอกต่อต้น	5	20	22	23
จำนวนดอก	ดอก/ไร่	80,000	320,000	352,000	368,000
ขนาดดอก (Ø) เฉลี่ย	เซนติเมตร	6.94 ± 0.82	5.10 ± 0.10	5.62 ± 0.23	5.09 ± 0.44

4. การตกค้างของโลหะหนักในผลผลิต

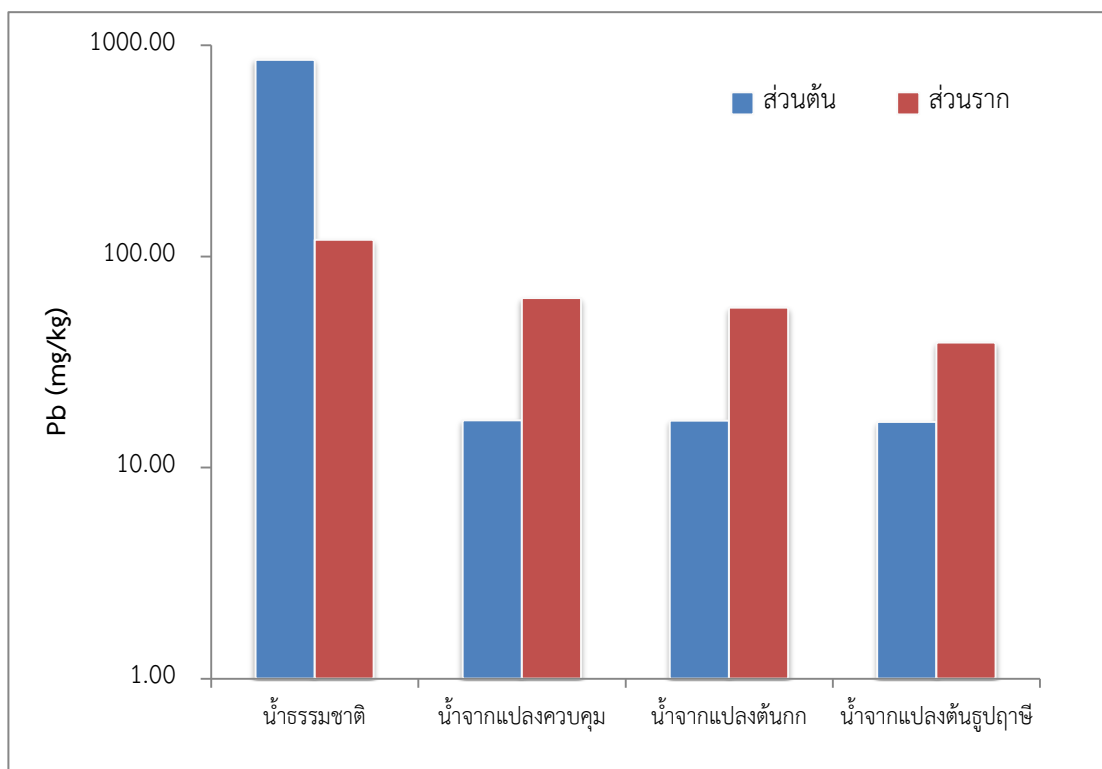
4.1 การตกค้างของโลหะหนักในผลผลิตต้นหอม

1) ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากของต้นหอม

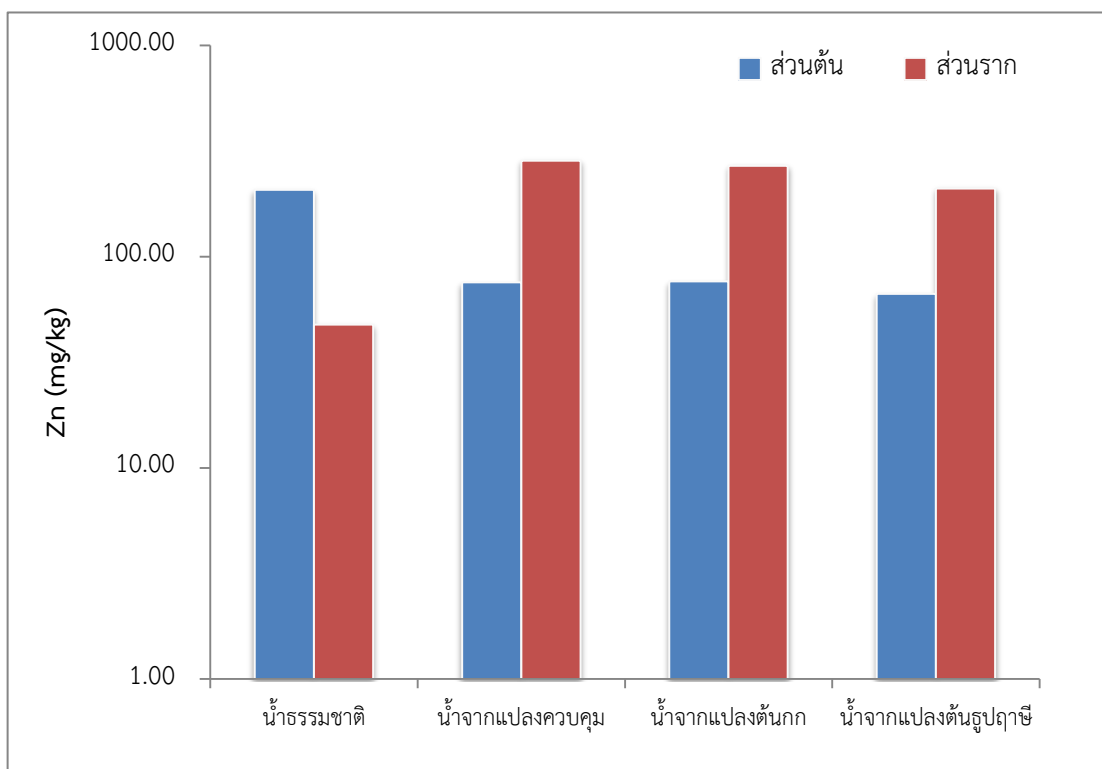
จากการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในส่วนต้นและรากของต้นหอม พบว่า ต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณการปนเปื้อนตะกั่วสูงที่สุด ซึ่งมีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและส่วนรากเฉลี่ยเท่ากับ 852.496 และ 119.565 mg/kg ตามลำดับ ส่วนต้นหอมที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีปริมาณการปนเปื้อนตะกั่วแตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีปริมาณตะกั่วในส่วนต้น (ส่วนราก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.726 (63.465) 16.683 (57.121) และ 16.413 (39.081) mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแปลงต้นรูปฤาษี มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากน้อยที่สุด (ภาพ 4.22 และตาราง 4.10)

2) ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและรากของต้นหอม

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในส่วนต้นและรากของต้นหอม พบว่า ต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณสังกะสีในส่วนต้นสูงที่สุด และต้นหอมที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุมมีปริมาณสังกะสีในส่วนรากสูงที่สุด โดยต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีปริมาณสังกะสีในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 207.029, 75.650, 76.489 และ 66.634 mg/kg ตามลำดับ และมีปริมาณสังกะสีในส่วนราก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.607, 284.781, 269.111 และ 210.456 mg/kg ตามลำดับ (ภาพ 4.23 และตาราง 4.10)



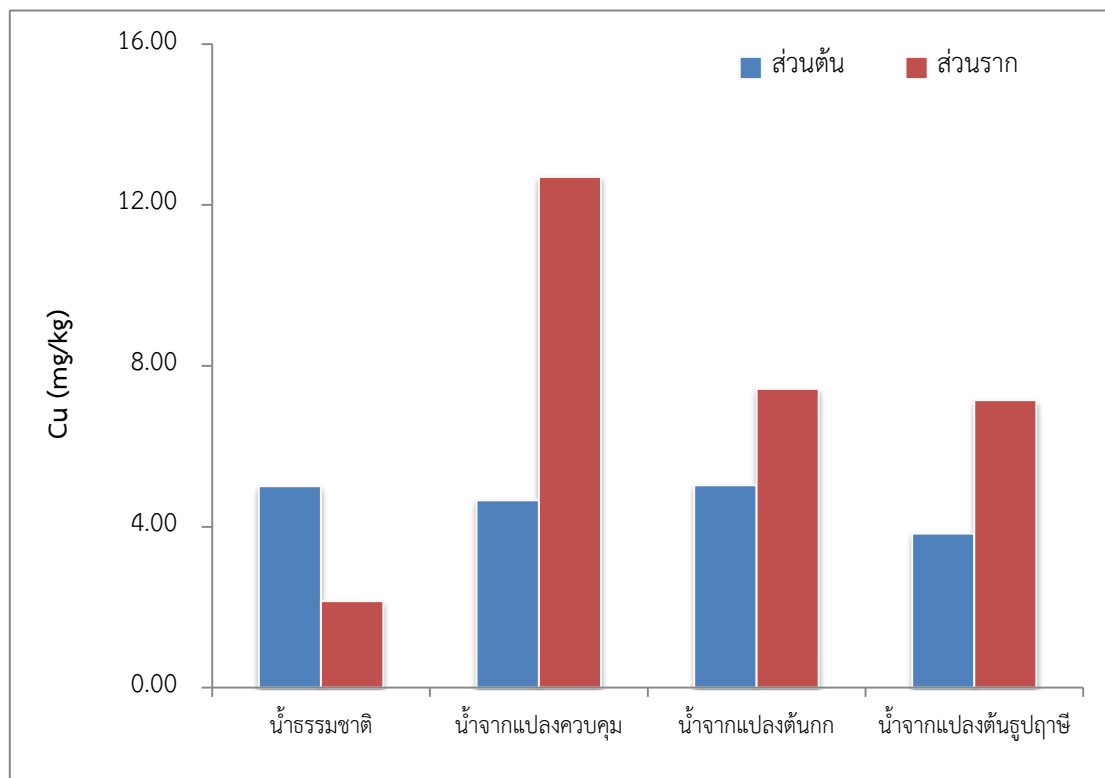
ภาพ 4.22 ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากของต้นหอม



ภาพ 4.23 ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและรากของต้นหอม

3) ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและรากของต้นหอม

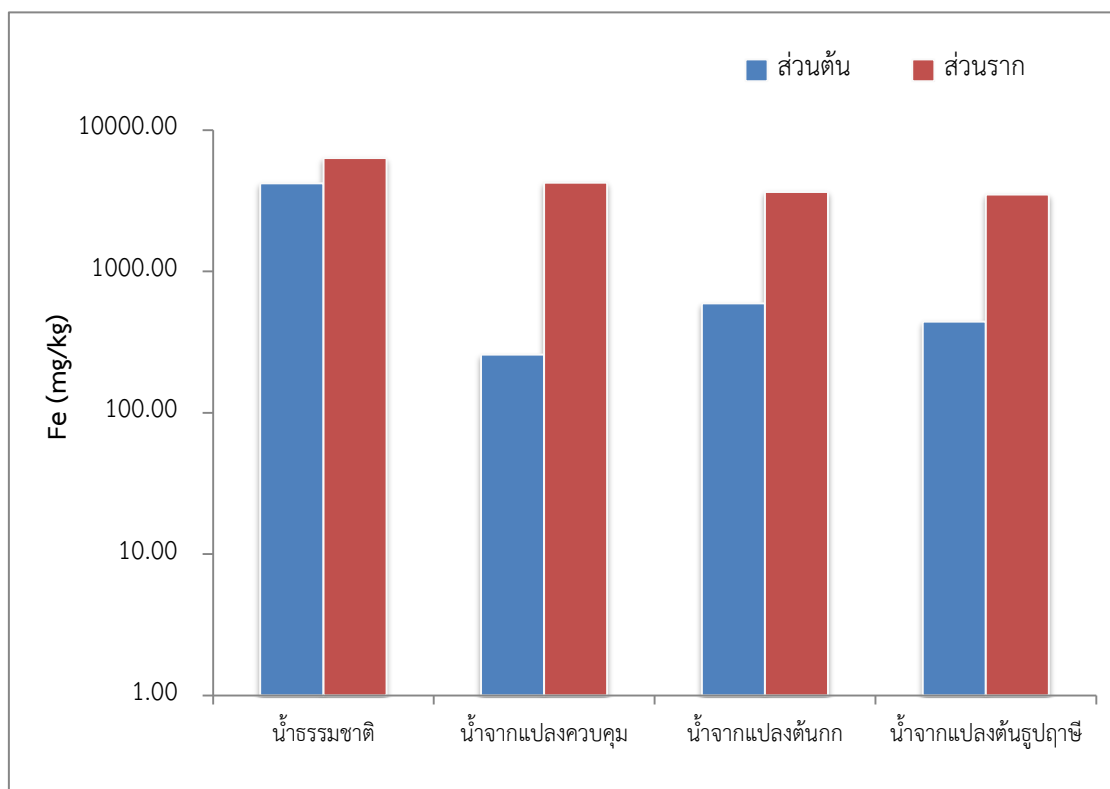
จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงที่ปนเปื้อนอยู่ในส่วนต้นและรากของต้นหอม พบว่าต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณทองแดงในส่วนต้น เฉลี่ยเท่ากับ 5.008, 4.660, 5.035 และ 3.833 mg/kg ตามลำดับ และมีปริมาณทองแดงในส่วนราก เฉลี่ยเท่ากับ 2.152, 12.694, 7.426 และ 7.148 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ส่วนรากของต้นหอมมีการปนเปื้อนทองแดงสูงกว่าส่วนต้นเล็กน้อย โดยต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณทองแดงในส่วนต้นน้อยที่สุด และต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณทองแดงในส่วนรากน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพ 4.24 และตาราง 4.10



ภาพ 4.24 ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและรากของต้นหอม

4) ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากของต้นหอม

จากการตรวจวัดค่าเหล็กในส่วนต้นและรากของต้นหอม พบว่า ต้นหอมที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีการปนเปื้อนของเหล็กสูงที่สุด โดยมีปริมาณเหล็กในส่วนต้นและราก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4203.018 และ 6320.830 mg/kg ตามลำดับ ส่วนต้นหอมที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี ในส่วนต้นมีปริมาณเหล็ก เฉลี่ยเท่ากับ 258.200, 594.187 และ 442.402 mg/kg ตามลำดับ และส่วนรากมีปริมาณเหล็ก เฉลี่ยเท่ากับ 4250.945, 3655.687 และ 3489.460 mg/kg ตามลำดับ (ภาพ 4.25 และตาราง 4.10)



ภาพ 4.25 ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากของต้นหอม

ตาราง 4.10 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม

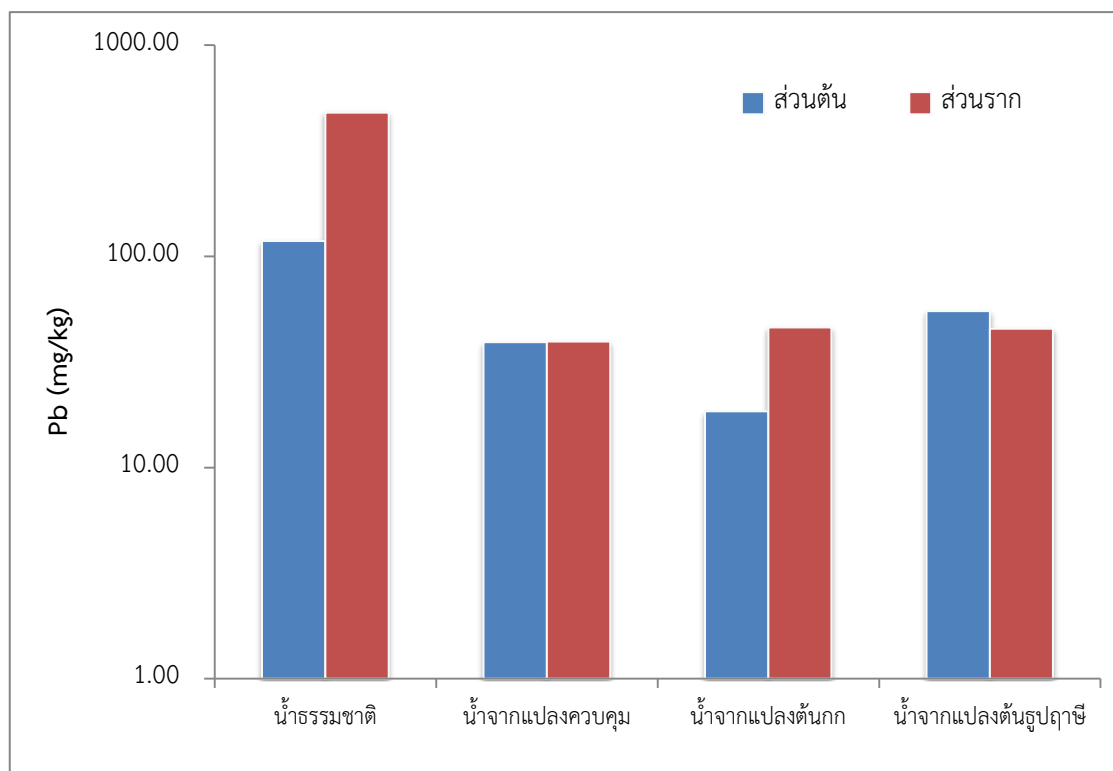
ชนิดพืช	แหล่งน้ำรดพืช	ปริมาณในพืช (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	
		ส่วนต้น	ส่วนราก
ตะกั่ว	น้ำธรรมชาติ	852.496 ± 174.74	119.565 ± 36.47
	น้ำจากแปลงควบคุม	16.726 ± 1.43	63.465 ± 39.76
	น้ำจากแปลงต้นกก	16.683 ± 1.76	57.121 ± 22.53
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	16.413 ± 1.30	39.081 ± 19.23
สังกะสี	น้ำธรรมชาติ	207.029 ± 126.50	47.607 ± 7.90
	น้ำจากแปลงควบคุม	75.65 ± 8.27	284.781 ± 182.42
	น้ำจากแปลงต้นกก	76.489 ± 9.03	269.111 ± 115.14
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	66.634 ± 19.81	210.456 ± 98.63
ทองแดง	น้ำธรรมชาติ	5.008 ± 2.38	2.152 ± 1.33
	น้ำจากแปลงควบคุม	4.660 ± 0.95	12.694 ± 7.81
	น้ำจากแปลงต้นกก	5.035 ± 2.44	7.426 ± 6.00
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	3.833 ± 1.97	7.148 ± 4.27
เหล็ก	น้ำธรรมชาติ	4203.018 ± 1216.30	6320.830 ± 630.36
	น้ำจากแปลงควบคุม	258.20 ± 50.94	4250.945 ± 2931.29
	น้ำจากแปลงต้นกก	594.187 ± 236.54	3655.687 ± 1591.19
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	442.402 ± 221.87	3489.460 ± 1771.24

4.2 การตกค้างของโลหะหนักในผลผลิตเห็ดรู่ชี

1) ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากของเห็ดรู่ชี

จากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากของเห็ดรู่ชี พบว่า เห็ดรู่ชีที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีการปนเปื้อนตะกั่วสูงที่สุดในส่วนต้นและราก โดยเห็ดรู่ชีที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและราก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 118.241 และ 478.797 mg/kg ตามลำดับ ส่วนเห็ดรู่ชีที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.153, 18.422 และ 55.069 mg/kg ตามลำดับ และส่วนรากมี

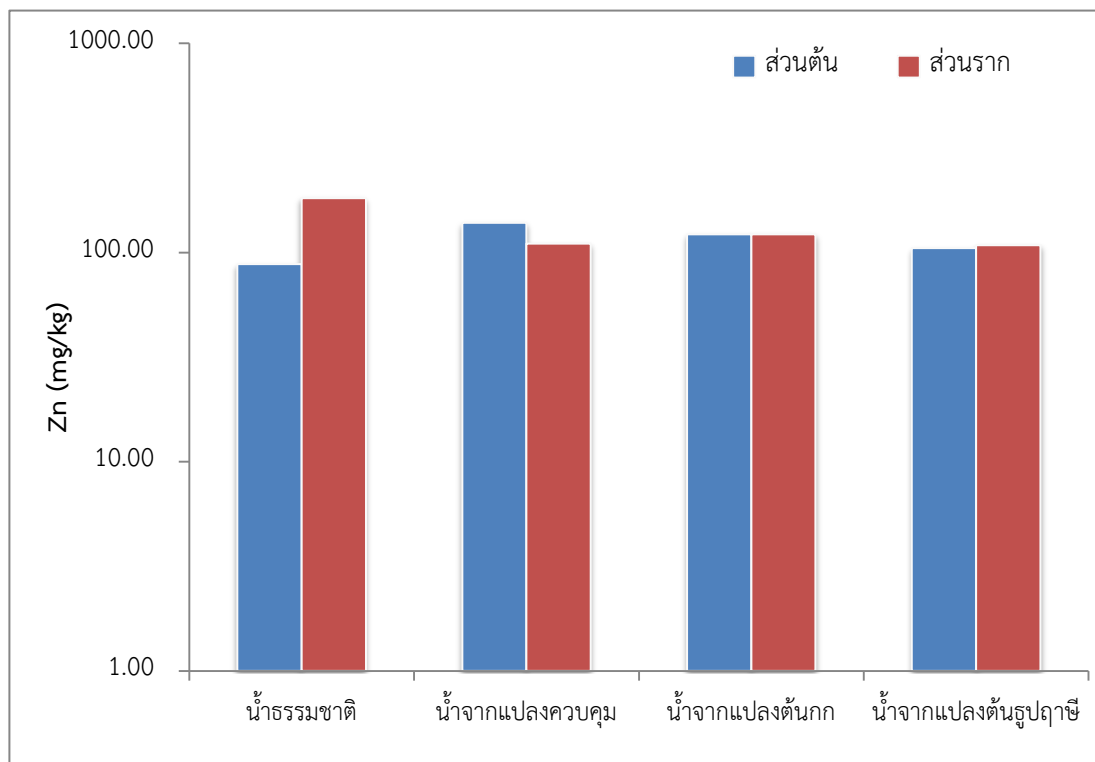
ปริมาณตะกั่ว เฉลี่ยเท่ากับ 39.460, 46.038 และ 45.349 mg/kg ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าหมู่บ้านซึ่งมีปริมาณตะกั่วในส่วนรากสูงกว่าส่วนต้น ยกเว้นหมู่บ้านซึ่งได้รับน้ำจากแปลงต้นธูปฤาษีที่มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นสูงกว่าส่วนราก (ภาพ 4.26 และตาราง 4.11)



ภาพ 4.26 ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและรากของหมู่บ้าน

2) ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและรากของหมู่บ้าน

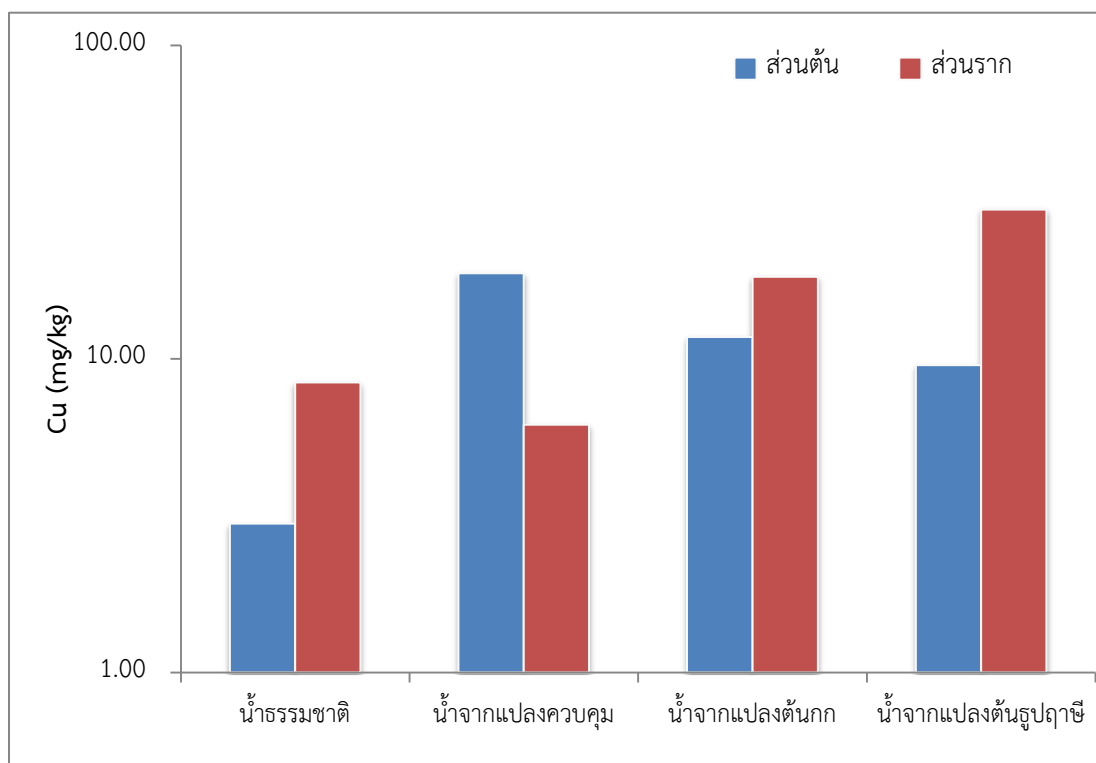
จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและรากของหมู่บ้าน พบว่า หมู่บ้านซึ่งได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและราก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.880 และ 181.867 mg/kg ตามลำดับ ส่วนหมู่บ้านซึ่งได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณสังกะสีในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 138.605, 122.287 และ 104.779 mg/kg ตามลำดับ และส่วนรากมีปริมาณสังกะสี เฉลี่ยเท่ากับ 110.350, 122.287 และ 108.348 mg/kg ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 4.27 และตาราง 4.11



ภาพ 4.27 ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและรากของหญ้ารัฐ

3) ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและรากของหญ้ารัฐ

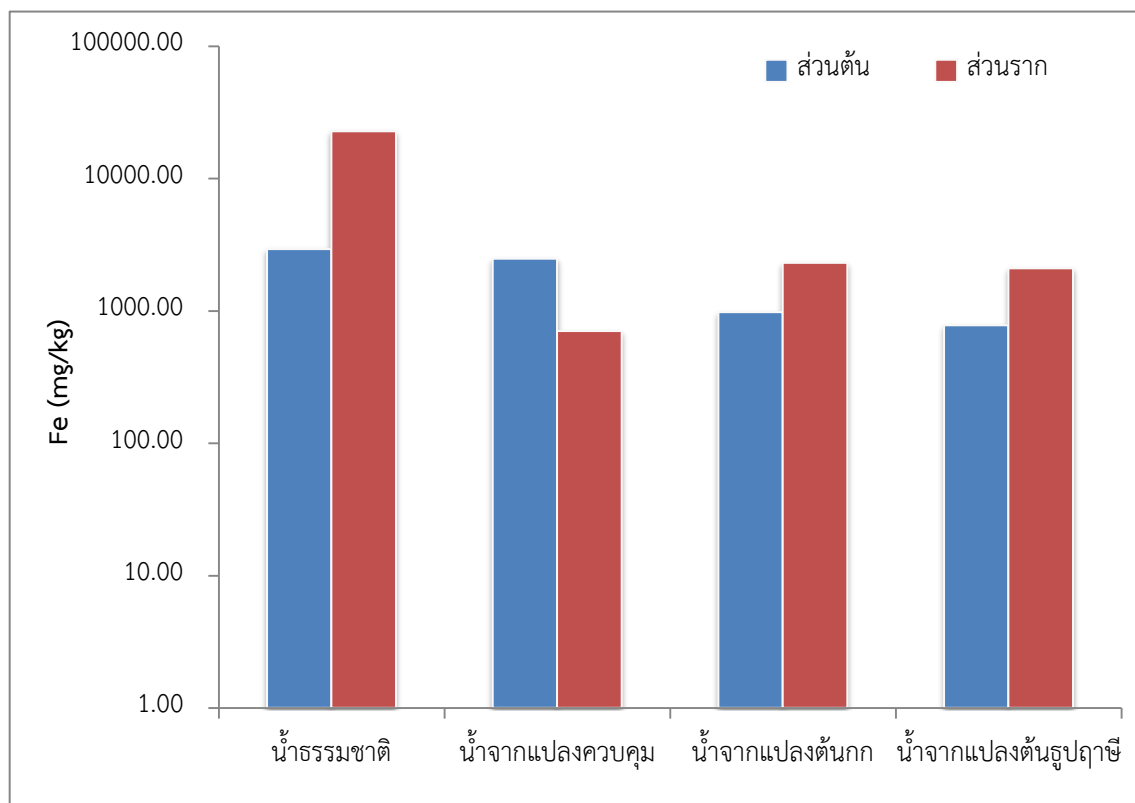
จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในส่วนต้นและรากของหญ้ารัฐ พบว่า หญ้ารัฐที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณทองแดงในส่วนต้นและราก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.984 และ 8.409 mg/kg ตามลำดับ ส่วนหญ้ารัฐที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณทองแดงในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.739, 11.734 และ 9.544 mg/kg ตามลำดับ และในส่วนรากมีปริมาณทองแดง เฉลี่ยเท่ากับ 6.172, 18.281 และ 29.948 mg/kg ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 4.28 และตาราง 4.11



ภาพ 4.28 ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและรากของหญ้าธูปฤาษี

4) ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากของหญ้าธูปฤาษี

จากการตรวจวัดปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากของหญ้าธูปฤาษี พบว่า หญ้าธูปฤาษีที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2916.361 และ 22653.490 mg/kg ตามลำดับ ส่วนหญ้าธูปฤาษีที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณเหล็กในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2471.678, 973.477 และ 778.580 mg/kg ตามลำดับ และในส่วนรากมีปริมาณเหล็ก เฉลี่ยเท่ากับ 701.914, 2300.845 และ 2098.272 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณเหล็กในส่วนรากมีค่าสูงกว่าส่วนต้น ยกเว้นหญ้าธูปฤาษีที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุมที่มีปริมาณเหล็กในส่วนต้นสูงกว่าส่วนราก ดังแสดงในภาพ 4.29 และตาราง 4.11



ภาพ 4.29 ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและรากของหญ้ารัฐ

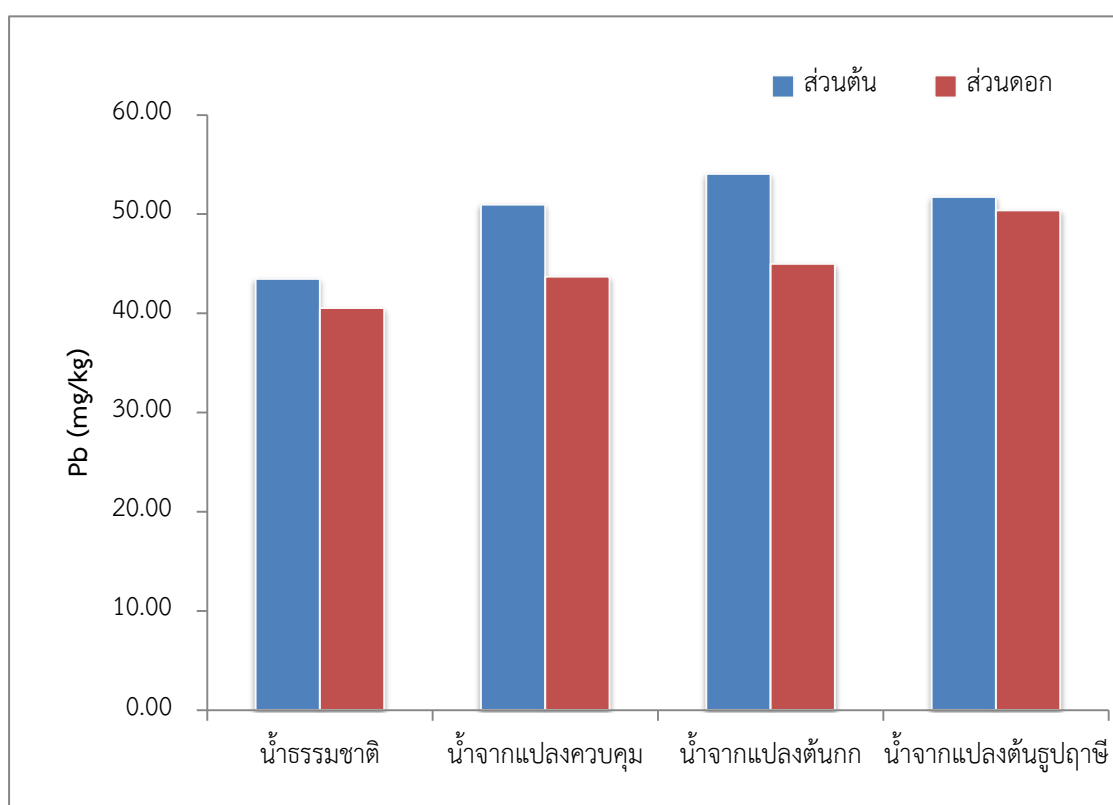
ตาราง 4.11 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในหญ้ารัฐี

ชนิดพืช	แหล่งน้ำรดพืช	ปริมาณในพืช (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	
		ส่วนต้น	ส่วนราก
ตะกั่ว	น้ำธรรมชาติ	118.241 ± 31.45	478.797 ± 245.22
	น้ำจากแปลงควบคุม	39.153 ± 15.46	39.460 ± 21.15
	น้ำจากแปลงต้นกก	18.422 ± 0.97	46.038 ± 15.11
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	55.069 ± 4.24	45.349 ± 14.79
สังกะสี	น้ำธรรมชาติ	87.880 ± 20.43	181.867 ± 54.87
	น้ำจากแปลงควบคุม	138.605 ± 27.23	110.350 ± 13.64
	น้ำจากแปลงต้นกก	122.287 ± 27.18	122.287 ± 19.44
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	104.779 ± 45.01	108.348 ± 41.05
ทองแดง	น้ำธรรมชาติ	2.984 ± 0.39	8.409 ± 5.18
	น้ำจากแปลงควบคุม	18.739 ± 5.09	6.172 ± 2.33
	น้ำจากแปลงต้นกก	11.734 ± 6.36	18.281 ± 6.83
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	9.544 ± 4.84	29.948 ± 44.46
เหล็ก	น้ำธรรมชาติ	2916.361 ± 1204.85	22653.490 ± 11167.47
	น้ำจากแปลงควบคุม	2471.678 ± 560.71	701.914 ± 331.22
	น้ำจากแปลงต้นกก	973.477 ± 356.93	2300.845 ± 153.11
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	778.58 ± 361.54	2098.272 ± 658.71

4.3 การตกค้างของโลหะหนักในผลผลิตดาวเรือง

1) ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

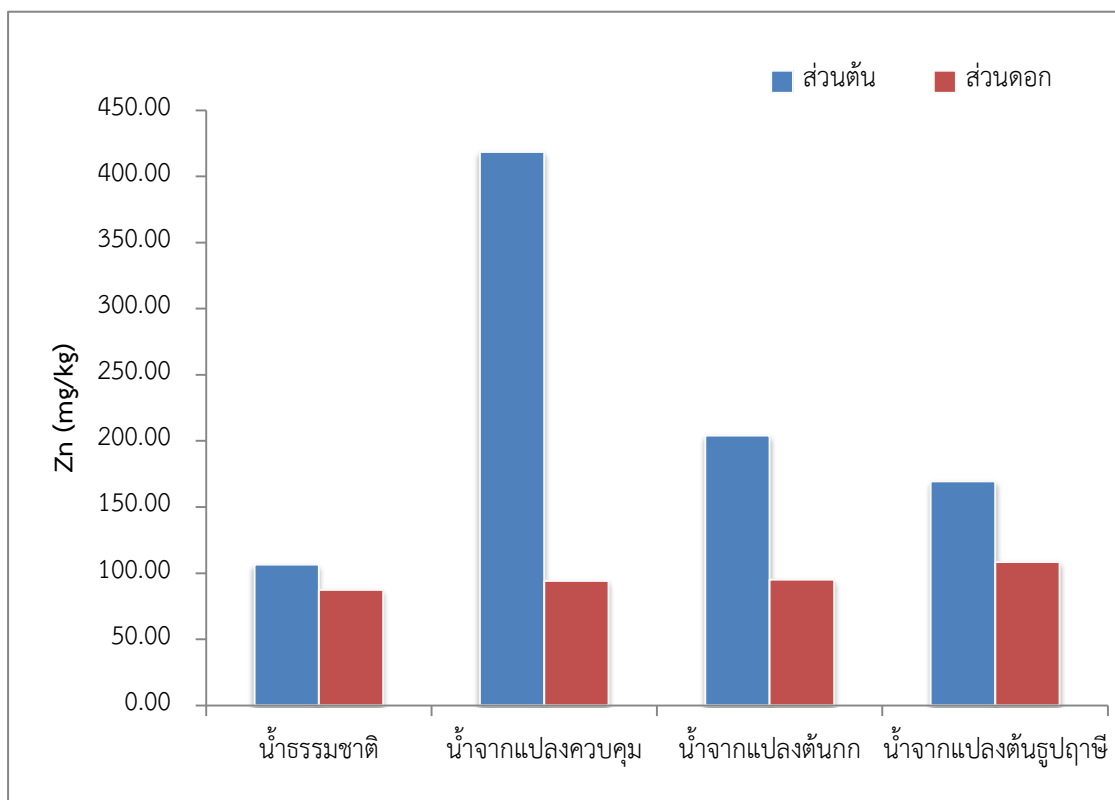
จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.472, 50.952, 54.053 และ 51.725 mg/kg ตามลำดับ และส่วนดอกมีปริมาณตะกั่ว เฉลี่ยเท่ากับ 40.535, 43.682, 44.982 และ 50.354 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าดาวเรืองมีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นสูงกว่าส่วนดอก โดยดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและดอกน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพ 4.30 และตาราง 4.12



ภาพ 4.30 ปริมาณตะกั่วในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

2) ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

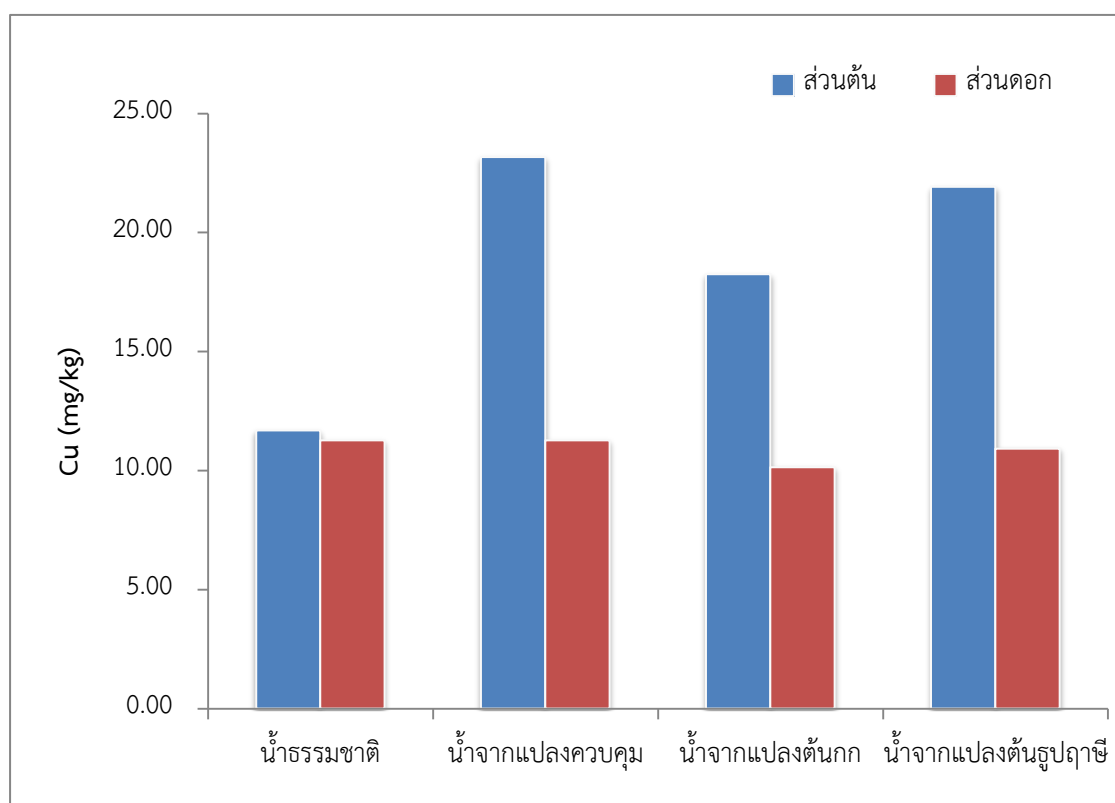
จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นรูปฤาษี มีปริมาณสังกะสีในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 106.352, 418.433, 204.035 และ 169.488 mg/kg ตามลำดับ และส่วนดอก มีปริมาณสังกะสี เฉลี่ยเท่ากับ 87.332, 94.213, 95.032 และ 108.286 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าดาวเรืองมีการสะสมปริมาณสังกะสีในส่วนต้นสูงกว่าส่วนดอก โดยดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและดอกน้อยที่สุด (ภาพ 4.31 และตาราง 4.12)



ภาพ 4.31 ปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

3) ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

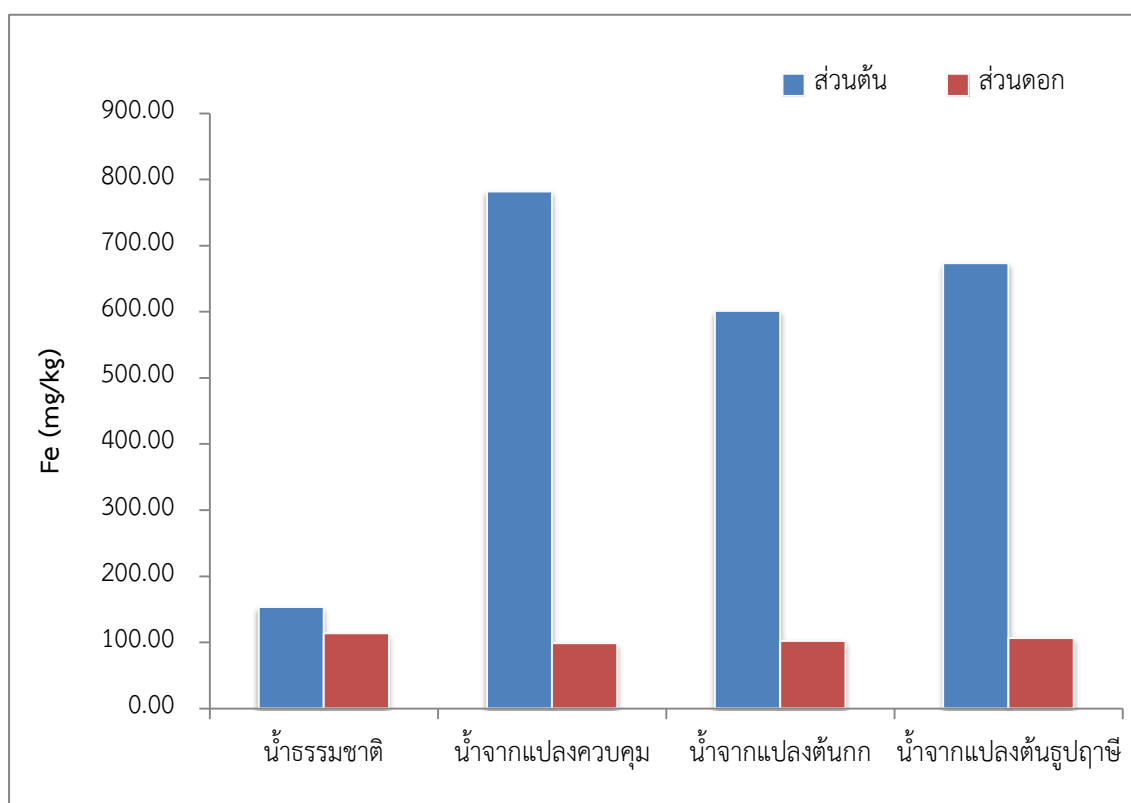
จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณการสะสมทองแดงในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.688, 23.164, 18.247 และ 21.910 mg/kg ตามลำดับ และส่วนดอกมีปริมาณทองแดง เฉลี่ยเท่ากับ 11.259, 11.260, 10.139 และ 10.920 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าดาวเรือง มีปริมาณทองแดงในส่วนต้นสูงกว่าส่วนดอก โดยดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีปริมาณทองแดงในส่วนต้นน้อยที่สุด และดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงต้นกกมีปริมาณทองแดงในส่วนดอกน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพ 4.32 และตาราง 4.12



ภาพ 4.32 ปริมาณทองแดงในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

4) ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบำบัดแปลงควบคุม แปลงต้นกก และแปลงต้นธูปฤาษี มีปริมาณเหล็กในส่วนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 153.412, 781.868, 601.084 และ 673.265 mg/kg ตามลำดับ และส่วนดอกมีปริมาณเหล็ก เฉลี่ยเท่ากับ 113.744, 98.514, 102.218 และ 106.285 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าดาวเรืองมีปริมาณเหล็กในส่วนต้นสูงกว่าส่วนดอก โดยดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณเหล็กในส่วนต้นน้อยที่สุด และดาวเรืองที่ได้รับน้ำบำบัดจากแปลงควบคุมมีปริมาณเหล็กในส่วนดอกน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพ 4.33 และตาราง 4.12



ภาพ 4.33 ปริมาณเหล็กในส่วนต้นและดอกของดาวเรือง

ตาราง 4.12 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในดาวเรือง

ชนิดพืช	แหล่งน้ำรดพืช	ปริมาณในพืช (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	
		ส่วนต้น	ส่วนดอก
ตะกั่ว	น้ำธรรมชาติ	43.472 ± 1.80	40.535 ± 5.02
	น้ำจากแปลงควบคุม	50.952 ± 8.74	43.682 ± 1.87
	น้ำจากแปลงต้นกก	54.053 ± 0.86	44.982 ± 2.63
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	51.725 ± 0.50	50.354 ± 10.43
สังกะสี	น้ำธรรมชาติ	106.352 ± 6.37	87.332 ± 23.30
	น้ำจากแปลงควบคุม	418.433 ± 283.43	94.213 ± 18.23
	น้ำจากแปลงต้นกก	204.035 ± 0.35	95.032 ± 8.10
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	169.488 ± 3.13	108.286 ± 18.66
ทองแดง	น้ำธรรมชาติ	11.688 ± 0.55	11.259 ± 5.93
	น้ำจากแปลงควบคุม	23.164 ± 0.11	11.260 ± 0.84
	น้ำจากแปลงต้นกก	18.247 ± 0.27	10.139 ± 1.55
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	21.910 ± 0.30	10.920 ± 2.52
เหล็ก	น้ำธรรมชาติ	153.412 ± 29.34	113.744 ± 30.51
	น้ำจากแปลงควบคุม	781.868 ± 3.41	98.514 ± 18.73
	น้ำจากแปลงต้นกก	601.084 ± 23.09	102.218 ± 19.12
	น้ำจากแปลงต้นธูปฤาษี	673.265 ± 45.18	106.285 ± 32.09