

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดขั้นทุติยภูมิจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ

จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำทิ้งขั้นที่สองของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ ก่อนบรรจุในแปลงทดลองดินไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืชและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4 โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์ของการทดลอง ซึ่งในการทดลองนั้นทำการเดินระบบโดยมีการเปลี่ยนแปลงอัตราภาระทางชลศาสตร์ 3 อัตราคือ 0.313, 0.626 และ 1.25 ชม./วัน ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่าค่า pH ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 7.85-8.16 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าค่า pH เป็นค่าเล็กน้อย ค่า sBOD ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 4.5-7.0 mg/l และพบว่าค่าเฉลี่ยของ sBOD อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับโรงงานผลิตเยื่อ หรือเยื่อกระดาษ ที่กำหนดไว้ที่ 60 mg/l ค่าซีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์ อยู่ในช่วง 108-135 mg/l อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับโรงงานผลิตเยื่อหรือเยื่อกระดาษ ที่กำหนดไว้ที่ 400 mg/l ค่า SS ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 16-28 mg/l ค่า TDS ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 1224-1345 mg/l ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์ อยู่ในช่วง 1262-1371 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ค่าสีของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 143.33-155 หน่วยสี ค่าลิกนินของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองของทุกอัตราภาระทางชลศาสตร์อยู่ในช่วง 6.2-6.85 mg/l ในการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในรูป TKN และ $\text{NH}_3\text{-N}$ จากผลการทดลองพบว่า ค่า TKN ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.7-3.3 mg/l และค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.28-0.4 mg/l และจากผลการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ทุกค่าของน้ำเสียก่อนเข้าแปลงทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4 ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่สองของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษก่อนเข้าแปลงทดลองเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

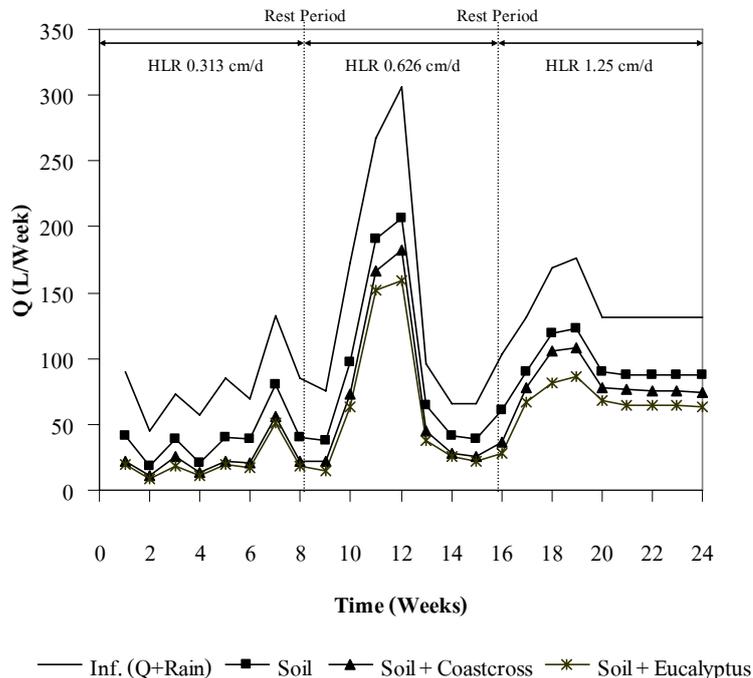
Parameter	Secondary treated effluent from pulp & paper Industry Characteristic						*มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบาย
	HLR 0.313 cm/d	Avg.±SD	HLR 0.626 cm/d	Avg.±SD	HLR 1.25 cm/d	Avg.±SD	ออกจากโรงงาน
pH	7.85-8.16	7.97±0.11	8-8.14	8.02±0.046	7.93-8	7.98±0.03	5.5-9
sBOD (mg/l)	4.5-7	5.43±0.70	5.5-5.6	5.56±0.048	5.3-5.5	5.45±0.07	60
sCOD (mg/l)	108-128	119.36±7.10	130-135	131.25±1.64	130-132.13	130.39±0.73	400
SS (mg/l)	16-19	17.06±0.95	20-25	22.04±1.53	20-28	22±2.55	50
TDS (mg/l)	1224-1345	1289.75±35.32	1278-1300	1289.33±7.51	1290-1345	1311.5±19.82	3000
Conductivity (µs/cm)	1262-1342	1286±26.71	1348-1355	1352±2.92	1360-1371	1365.88±3.18	-
Colour (Pt-Co unit)	143.33-155	146.67±3.32	147-152	149.13±1.54	148-151	149.13±1.05	ไม่พึงรังเกียจ
Lignin (mg/l)	6.58-6.85	6.71±0.12	6.38-6.43	6.44±0.03	6.2-6.3	6.25±0.05	-

หมายเหตุ: *มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

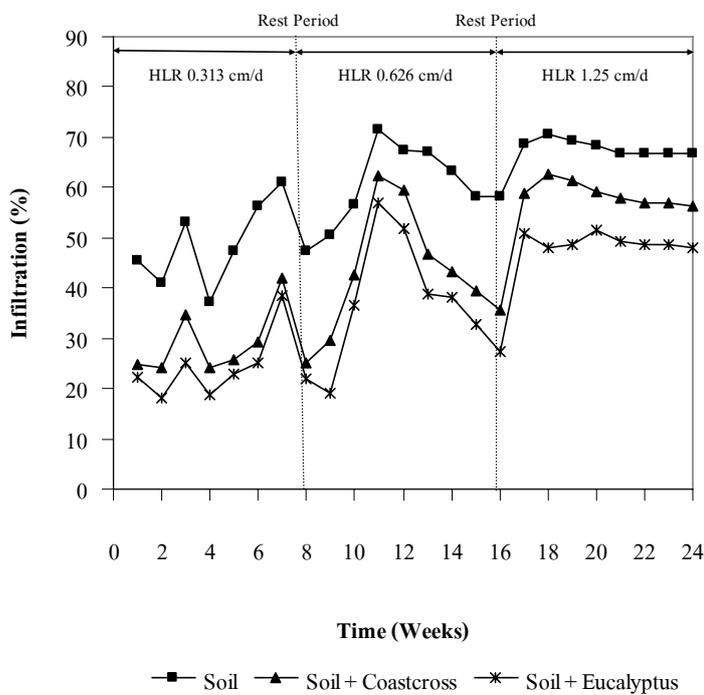
2. ปริมาณน้ำซึมจากดินไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืชที่อัตราการทางชลศาสตร์ต่าง ๆ

ในการเก็บข้อมูลการบำบัดน้ำเสียได้ทำการวัดปริมาณน้ำฝนและวัดปริมาณน้ำเข้าและซึมออกจากแปลงทดลองของทุกสัปดาห์การทดลอง ที่อัตราการทางชลศาสตร์ทั้ง 3 อัตราคือ 0.313, 0.626 และ 1.25 ซม./วัน ตามลำดับ มีผลการวัดปริมาณน้ำเข้าและซึมออกจากแปลงทดลองดังนี้

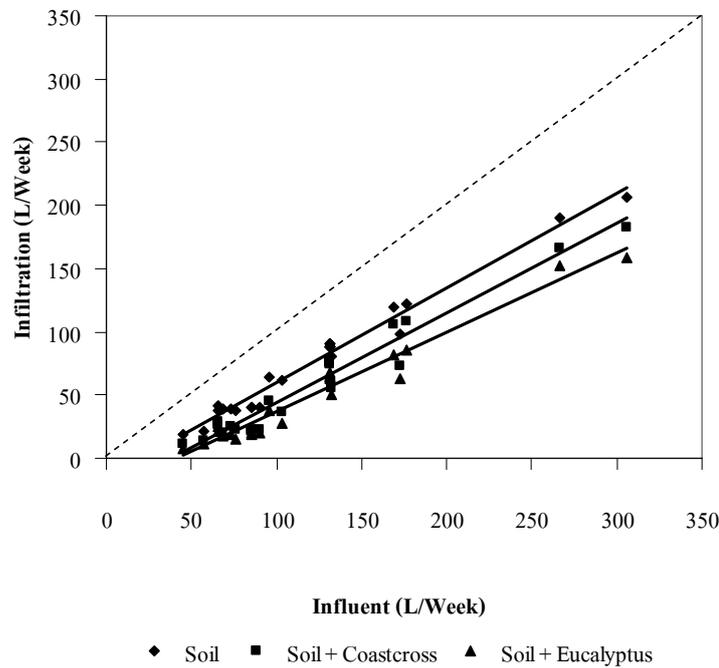
ที่อัตราการทางชลศาสตร์ 0.313 ซม./วัน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทุกสัปดาห์การทดลองเท่ากับ 46.72 ลิตร จึงทำให้มีปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองเฉลี่ยของทุกสัปดาห์การทดลองเท่ากับ 79.62 ลิตร โดยมีปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ไม่มีพืชสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.98 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 48.6 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกหญ้าโคสครอสเท่ากับ 23.97 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 28.79 ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกยูคาลิปตัสต่ำที่สุดเท่ากับ 20.44 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 24.08 ส่วนที่อัตราการทางชลศาสตร์ 0.626 ซม./วัน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทุกสัปดาห์การทดลองสูงที่สุดเท่ากับ 78.15 ลิตร จึงทำให้มีปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองสูงเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีปริมาณน้ำเข้าระบบเฉลี่ยของทุกสัปดาห์การทดลองเท่ากับ 143.95 ลิตร และมีปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ไม่มีพืชเฉลี่ยเท่ากับ 92.24 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 61.58 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกหญ้าโคสครอสเท่ากับ 72.55 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 44.91 และมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกยูคาลิปตัสเท่ากับ 62.56 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 37.72 และที่อัตราการทางชลศาสตร์ 1.25 ซม./วัน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทุกสัปดาห์การทดลองต่ำที่สุดเท่ากับ 10.32 ลิตร จึงทำให้มีปริมาณน้ำแปลงทดลองใกล้เคียงกับน้ำเข้าแปลงทดลองที่อัตราการทางชลศาสตร์ 0.626 ซม./วัน โดยมีปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองเท่ากับ 141.92 ลิตร และมีปริมาณน้ำซึมใกล้เคียงกับปริมาณน้ำซึมที่อัตราการทางชลศาสตร์ 0.626 ซม./วัน โดยมีปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ไม่มีพืชเฉลี่ยเท่ากับ 96.79 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 68.07 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกหญ้าโคสครอสเท่ากับ 83.70 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 58.75 และมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่ปลูกยูคาลิปตัสเท่ากับ 69.79 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 49.23 โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองและปริมาณน้ำซึมจากแปลงทดลองดินไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืชที่อัตราการทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 9 ถึง ภาพที่ 11



ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำเข้าและปริมาณน้ำซึมจากแปลงทดลองดิน ไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืช

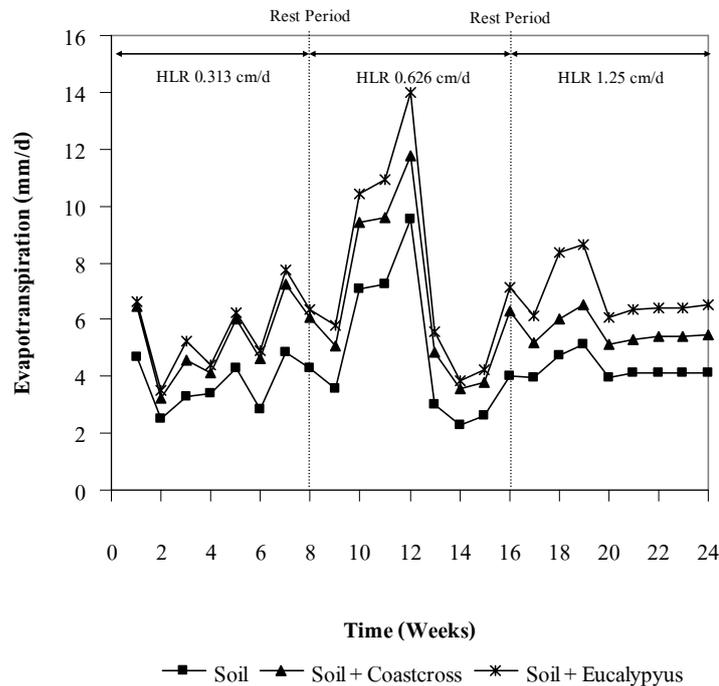


ภาพที่ 10 ร้อยละของปริมาณน้ำซึมจากแปลงทดลองดิน ไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืช



ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำเข้าและปริมาณน้ำซึมจากแปลงทดลองดิน ไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืช

จากผลการศึกษาพบว่าอัตราการคายระเหยจากแปลงทดลองไม่มีพืชมีค่าต่ำที่สุดทุกอัตรา ภาระทางชลศาสตร์การทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.31-9.51 mm/d คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 mm/d แปลงทดลองที่มีการปลูกหญ้าโคสครอสมีค่าอัตราการคายระเหยรองลงมา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.23-11.78 mm/d คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 mm/d ส่วนแปลงทดลองที่มีการปลูกยูคาลิปตัสมีค่าอัตราการคายระเหยสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.50-14.00 mm/d คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.75 mm/d โดยสามารถแสดงอัตราการคายระเหยน้ำจากแปลงทดลองดิน ไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืชที่อัตราภาระทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 อัตราการคายระเหยน้ำจากแปลงทดลองดินไม่มีพืชและดินที่มีการปลูกพืช

จากการทดลองจะเห็นว่าทุกอัตราการทางชลศาสตร์การทดลองมีอัตราการคายระเหยจากแปลงทดลองไม่มีพืชมีค่าต่ำที่สุด แปลงทดลองหญ้าที่มีการปลูกหญ้าโคสครอสรองลงมา ส่วนแปลงทดลองที่มีการปลูกยูคาลิปตัสมีค่าสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่หายไปส่วนหนึ่งเกิดจากการดูดซับของดิน ส่วนหนึ่งเกิดจากการระเหยน้ำจากพื้นดินเนื่องจากหากมีปริมาณน้ำในดินมากจากผิวดินอึมน้ำ อัตราการระเหยในระยะแรกของผิวดินจะมีค่าเท่ากับผิวน้ำอิสระ หลังจากดินเริ่มแห้งการระเหยจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของน้ำจากระดับที่ลึกกว่าขึ้นมาที่ผิวดินเป็นไปได้ยากขึ้น อุณหภูมิของดินจะเริ่มสูงขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของพลังงาน ในที่สุดการระเหยที่ผิวดินจะหยุดเพราะไม่มีกลไกที่มีประสิทธิภาพที่จะช่วยถ่ายเทน้ำที่ลึกกว่าขึ้นมาที่ผิวดินได้ ดังนั้นอัตราการระเหยที่ผิวดินจึงถูกจำกัดด้วยปริมาณน้ำที่มีอยู่ที่ผิวดินเท่านั้น และน้ำที่หายไปอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการคายน้ำของพืชซึ่งเป็นขบวนการอย่างหนึ่งของพืชในระหว่างการสร้างคาร์โบไฮเดรตจากการสังเคราะห์แสง โดยพืชจะมีการคายน้ำตลอดเวลาซึ่งเป็นกลไกหลักที่จะนำน้ำคืนสู่บรรยากาศจากการทดลองจะพบว่าแปลงทดลองที่มีการปลูกยูคาลิปตัสมีอัตราการคายระเหยสูงกว่าแปลง

ทดลองที่มีการปลูกหญ้าโคสครอส นั้นหมายความว่าชนิดของพืชมีอิทธิพลต่อการคายน้ำ โดยยูคาร์ลิปตัสเป็นพืชยืนต้นที่มีจำนวนใบมากและมีรากที่หยั่งลึกไปได้มากกว่าหญ้าโคสครอสจึงมีการคายน้ำที่ต่ำกว่าหญ้าโคสครอสซึ่งจะทำให้แปลงทดลองที่มีการปลูกยูคาร์ลิปตัสมีอัตราการคายระเหยสูงที่สุดและมีปริมาณน้ำซึมออกต่ำที่สุดนั่นเอง