รายงานการวิจัย

การศึกษาการนำน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มารดสนามหญ้า

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์

Abstract

Puetpaiboon, U.
Study of reuse of wastewater from wastewater treatment plant of Songklanagarind Hospital, Prince of Songkla University for irrigation
Songklanakarin J. Sci. Technol., 2002, 24(1) : 123-129

A study of reuse of treated wastewater or effluent from wastewater treatment plant of Songklanagarind Hospital, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus for irrigation was conducted from November 1999 to February 2000. An experimental model similar to the actual condition of the soccer field of Prince of Songkla University, Hat Yai campus was constructed. Conductivity, TDS and SAR of effluent were analyzed and soil permeability at the soccer field was investigated. Effluent from treatment plant of Songklanagarind Hospital was collected and sprayed over a model. Effluent and seepage was collected and analyzed for pH, BOD_5, SS and Fecal Coliform. It was found that it is practical and theoretically feasible to reuse effluent from wastewater treatment plant of Songklanagarind Hospital for irrigation.

Key words : wastewater from hospital, wastewater reuse, irrigation

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand.

D.Eng. (Environmental Engineering), ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
Corresponding e-mail : pudompho@ratree.psu.ac.th
รับต้นฉบับ 8 มิถุนายน 2544 รับลงพิมพ์ 8 ตุลาคม 2544

บทคัดย่อ

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์

การศึกษาการนำน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มารดสนามหญ้า

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2545 24(1) : 123-129

ทำการศึกษาการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด และพร้อมที่จะปล่อยเป็นน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มาใช้ในการรดสนามหญ้าระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2543 โดยได้สร้างกระบะทดลองและปลูกหญ้าตามลักษณะของสนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ แล้วนำน้ำทิ้งมารดหญ้าที่ปลูกในกระบะทดลอง โดยได้ทำการวิเคราะห์หาค่าความนำไฟฟ้า, TDS และ SAR เพื่อตรวจสอบลักษณะของน้ำทิ้ง และตรวจสอบค่าการซึมได้ของน้ำในดินที่บริเวณสนามฟุตบอลเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำทิ้งที่ใช้รดสนามหญ้า และได้ทำการวิเคราะห์ตัวแปรลักษณะน้ำทิ้งก่อนทำการรดหญ้าและน้ำที่ซึมผ่านชั้นดิน โดยทำการวิเคราะห์หาค่า pH, BOD_5, SS และ Fecal Coliform ผลการทดลองพบว่ามีความเป็นไปได้สูงทั้งทางวิชาการและปฏิบัติที่จะนำน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มาใช้เพื่อการรดน้ำสนามหญ้า

ปัจจุบันมีความสนใจที่จะนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียทั้งจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์อีกครั้งไม่ว่าจะเป็นการใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรมหรือนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต การล้างพื้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดการใช้น้ำและประหยัดค่าใช้จ่ายแล้วยังเป็นการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการเกษตรกรรม เพื่อให้สามารถนำสิ่งที่ยังมีประโยชน์ต่อพืช เช่น ธาตุอาหาร (Nutrient) กลับมาใช้ใหม่ แต่ต้องระมัดระวังผลกระทบที่จะเกิดขึ้น เช่น ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดลักษณะโดยทั่วไปของน้ำเสียที่จะนำมาใช้ในการเกษตรกรรม ดังนี้

ค่า pH โดยทั่วไปน้ำเสียที่นำมาใช้ในการเกษตรกรรมควรมีค่า pH อยู่ในช่วงเป็นกลาง เช่น FAO ได้กำหนดค่า pH ของน้ำที่นำมาใช้ในการเกษตรกรรมควรมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-8.4 (FAO, 1985)

ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ซึ่งมักหมายถึงปริมาณเกลือหรือแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ โดยเกลือที่ละลายในน้ำเสียจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลง เช่น FAO ได้กำหนดค่า TDS ของน้ำที่นำมาใช้ในการเกษตรไม่ควรมีค่ามากกว่า 450 มก./ลิตร (FAO, 1985)

ความนำไฟฟ้า เป็นตัวบ่งชี้อย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับปริมาณไอออนทั้งหมดในน้ำ ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงต่อผลรวมของแคตไอออนและแอนไอออน หรือ ปริมาณของของแข็งละลายทั้งหมด U.S. EPA ได้กำหนดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำที่นำมาใช้ในการเกษตรไม่ควรมีค่ามากกว่า 750 μS/cm (EPA,1976)

อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio: SAR) โซเดียมเป็นแคตไอออนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพและเคมี โดยจะมีผลต่อการกระจายตัวของอนุภาคเม็ดดินและความเข้มข้นของเกลือที่ละลายในดิน ในดินแห้งโดยเฉพาะดินเหนียวอนุภาคของเม็ดดินจะกระจัดกระจาย หรือแยกจากกัน น้ำเสียที่นำมาใช้จะมีผลทำให้โซเดียมไอออนในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งโซเดียมไอออนสามารถแทนแคลเซียม และแมกนีเซียมไอออนในอนุภาคดินได้ เมื่อสัดส่วนของโซเดียมไอออนต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนมีค่าสูงจะทำให้ดินแน่นขึ้นและการซึมได้ของน้ำจะลดลง อัตราการดูดซับโซเดียมได้ถูกนิยามดังนี้

$$SAR = Na/ [(Ca+Mg)/2]^{0.5} \quad (1)$$

โดยที่ SAR = อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio)
Na = ปริมาณโซเดียมในน้ำ (meq/l)
Ca = ปริมาณแคลเซียมในน้ำ (meq/l)
Mg = ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำ (meq/l)

U.S. EPA ได้กำหนดค่า SAR ของน้ำที่นำมาใช้ในการเกษตรไม่ควรมีค่ามากกว่า 6 (EPA,1976)

โลหะหนักและสารพิษ โลหะหนักและสารพิษอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคน และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โลหะหนักที่ U.S. EPA ได้กำหนดให้นำมาพิจารณาในการนำน้ำทิ้งมาใช้ในการเกษตร คือ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว ปรอท โมลิบดีนัม นิกเกิล เซเรเนี่ยม และสังกะสี ส่วนตัวอย่างของสารพิษ เช่น Aldrin, Chlorodane, DDT, Heptachlor และ PCB_s เป็นต้น (EPA, 1993)

เชื้อโรค เชื้อโรคที่อยู่ในน้ำเสียและนำมาใช้ในการเกษตรกรรมอาจก่อให้เกิดโรคระบาดได้ ตัวอย่างมาตรฐานน้ำทิ้งที่สามารถนำมาใช้ในการเกษตรกรรมที่กำหนดโดย U.S. EPA แสดงใน Table 1

การนำน้ำเสียและน้ำทิ้งมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดิน (Land Treatment) และยังเป็นวิธีการที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำน้ำมาใช้ในการเกษตรด้วย เช่น สนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีขนาด กว้าง × ยาว ประมาณ 80 เมตร × 150 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 12,000 ตร.เมตร หากใช้น้ำในการรดประมาณ 4 นิ้ว/สัปดาห์ จะต้องใช้น้ำประมาณ 174 ลบ.เมตร/วัน และหากคำนวณค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำประปาที่ราคา 15 บาท/ลบ.เมตร ก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายประมาณ 2,610 บาท/วัน โดยทั่วไปลักษณะของการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดินมี 3 ลักษณะ คือ irrigation เป็นลักษณะการให้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งอาจให้น้ำเสียไหลตามพื้นอย่างอิสระหรือฉีดพ่นน้ำกระจายเป็นฝอยหรือการให้น้ำไหลตามร่องน้ำ overland flow เป็นการปล่อยให้น้ำเสียไหลตามพื้นที่ลาดประมาณ 2-8% และ infiltration - percolation เป็นการให้น้ำเสียซึมผ่านผิวดินและชั้นดิน ซึ่งการเลือกวิธีการดังกล่าวขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อดิน ดังแสดงใน Figure 1

การศึกษานี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างและศึกษาลักษณะของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำน้ำทิ้งมาใช้รดสนามหญ้า และเลือกสนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่จะนำน้ำทิ้งไปรดสนามหญ้า

Table 1. Summary of EPA guidelines for reclaimed water reuse in agriculture (EPA, 1992)

Type of reuse	Treatment required	Water quality
Food crops not commercially processed	Secondary Filtration Disinfection	< 2.2 fecal coliform/100 ml 1 mg/l Cl_2 residual after 30 min. contact time (minimum) Turbidity ≤ 2 NTU BOD_5 ≤ 10 mg/l
Food crops commercially processed including orchards and vineyards	Secondary Disinfection	≤ 200 fecal coliform/100 ml 1 mg/l Cl_2 residual after 30 min. contact time (minimum) BOD_5 ≤ 30 mg/l SS ≤ 30 mg/l
Nonfood crops: pasture, fodder, fiber and seed	Secondary Disinfection	≤ 200 fecal coliform/100 ml 1 mg/l Cl_2 residual after 30 min. contact time (minimum) BOD_5 ≤ 30 mg/l SS ≤ 30 mg/l

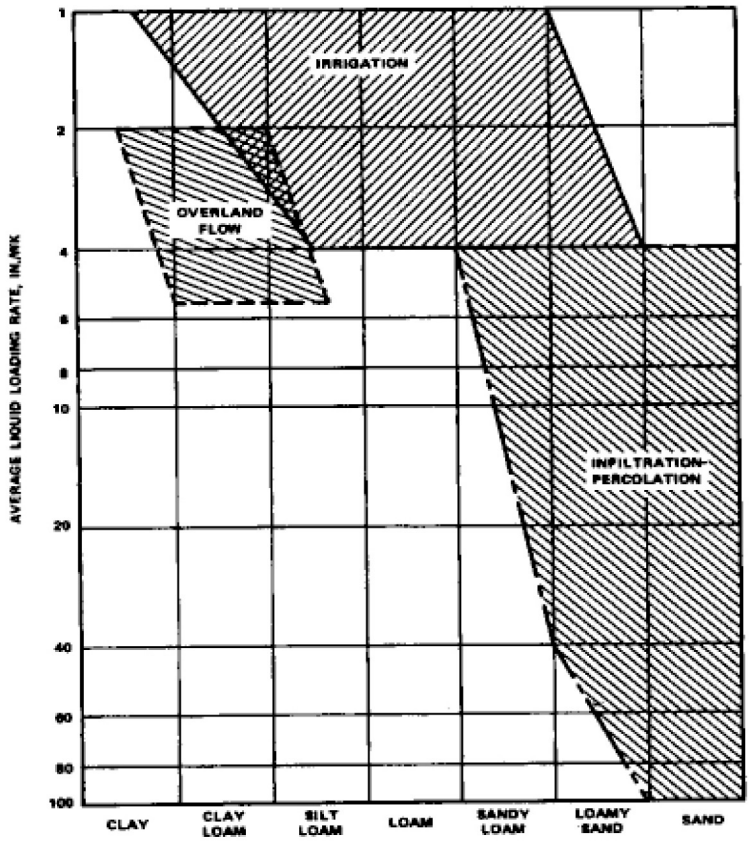

Figure 1. Soil type versus liquid loading rates for different land application approaches (EPA, 1976)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการวิเคราะห์ตัวแปรลักษณะของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดโดยวิเคราะห์หาค่า pH, Conductivity, TDS, SS, BOD_5, Total Coliform, Fecal Coliform และ SAR และทำการทดสอบ Soil Classification ของดินในสนามฟุตบอลเพื่อหาลักษณะดิน แล้วจึงนำผลการทดสอบที่ได้ไปประมาณอัตราการรดน้ำที่เหมาะสมสำหรับใช้ในกระบะทดลองโดยทำการสร้างกระบะทดลองขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ $30 \times 30 \times 60$ ซม. และทำการปลูกหญ้ามาเลย์เพื่อให้มีลักษณะเหมือนกับบริเวณสนามฟุตบอล ทำการเจาะรูที่กระบะทดลอง เพื่อเก็บน้ำที่ระดับความลึก 25 และ 50 ซม. ดังแสดงใน Figure 2 นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติ โดยทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หาค่า pH, BOD_5, SS และ Fecal Coliform

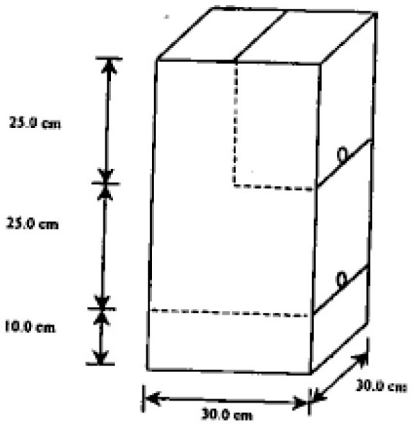

Figure 2. Experimental setup

ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละครั้ง การวิเคราะห์น้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำได้กระทำตามวิธีการที่กำหนดไว้ใน Standard

Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1995) โดยมีรายละเอียดวิธีการวิเคราห์ดังแสดงใน Table 2

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

ลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่นำมาใช้ในการทดลองมีลักษณะดังแสดงใน Table 3

พบว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงเป็นกลาง มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของค่า BOD_5 ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชนที่กำหนดไว้ และในบางครั้งพบปริมาณของแข็งแขวนลอยเกินมาตรฐานซึ่งจากการเก็บตัวอย่างพบว่าเกิดจากสาหร่ายที่อยู่ในน้ำทิ้ง พบปริมาณเชื้อโรคในรูปของ Total Coliform และ Fecal Coliform หลงเหลืออยู่ มีค่า SAR, Conductivity และ TDS ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้รดสนามหญ้า ซึ่งจะไม่ทำให้ลักษณะสมบัติของดินที่นำน้ำทิ้งมารดเปลี่ยนแปลงไป

Table 2. Parameter and method of analysis

Parameter	Mesthod of Analysis
pH	pH meter
Conductivity	Conductivity meter
Total dissolved solids	Gravimetric method
Suspended solids	Gravimetric method
Biochemical oxygen demand	Azide modification method
Total coliform	MPN procedure
Faecal coliform	MPN procedure
Calcium	EDTA Titrimetric method
Sodium	Atomic absorption spectrometric method
Magnesium	Atomic absorption spectrometric method

Table 3. Effluent characteristics from wastewater treatment plant of Songklanagarind Hospital

Parameter	Range	Effluent standard*
- pH	6.4 - 7.3	5 - 9
- Conductivity (μS/cm)	343 - 419	-
- Total Dissolved Solids (mg/l)	261 - 341	< 500
- Suspended Solids (mg/l)	11 - 100	< 30
- BOD5 (mg/l)	4 - 10	< 20
- Total Coliform (MPN/100 ml)	800 - 23,000	-
- Fecal Coliform (MPN/100 ml)	400 - 23,000	-
- SAR	2.19 - 2.81	-

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (พ.ศ. 2537) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 111 ตอนพิเศษ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

ลักษณะของดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินบริเวณสนามฟุตบอล มาทดสอบพบว่า ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนตะกอนทราย (Silt Loam) ซึ่งจากข้อกำหนดตาม Figure 1 ต้องทำการเลือกระบบบำบัดโดยดินแบบ Irrigation ซึ่งมีช่วงอัตราการรดน้ำอยู่ระหว่าง 1 - 4 นิ้ว/สัปดาห์ และได้เลือกใช้อัตราการรดน้ำที่ 4 นิ้ว/สัปดาห์ ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้รดต่อสัปดาห์ได้ประมาณ 9 ลิตร และจากการทดสอบหาค่าความสามารถในการซึมได้ของน้ำในดิน พบว่ามีค่าความซึมได้ของน้ำในดินเท่ากับ 1.5 ซม. /ชั่วโมง และมีความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับระบบบำบัดน้ำทิ้งโดยดินโดยวิธีการแบบ Irrigation เนื่องจากจุลินทรีย์ในดินสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ และสามารถคำนวณได้ว่าในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน น้ำจะซึมผ่านในชั้นดินได้ระยะทางประมาณ 10.8 เมตร

ผลการทดลอง

ผลการบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้ดิน โดยพิจารณาตัวแปรต่างๆ คือ pH, BOD_5, SS และ Fecal Coliform ที่ความลึก 25 และ 50 ซม. สามารถแสดงดังกราฟใน Figure 3 พบว่าค่า pH ของน้ำมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไม่มากนักและ

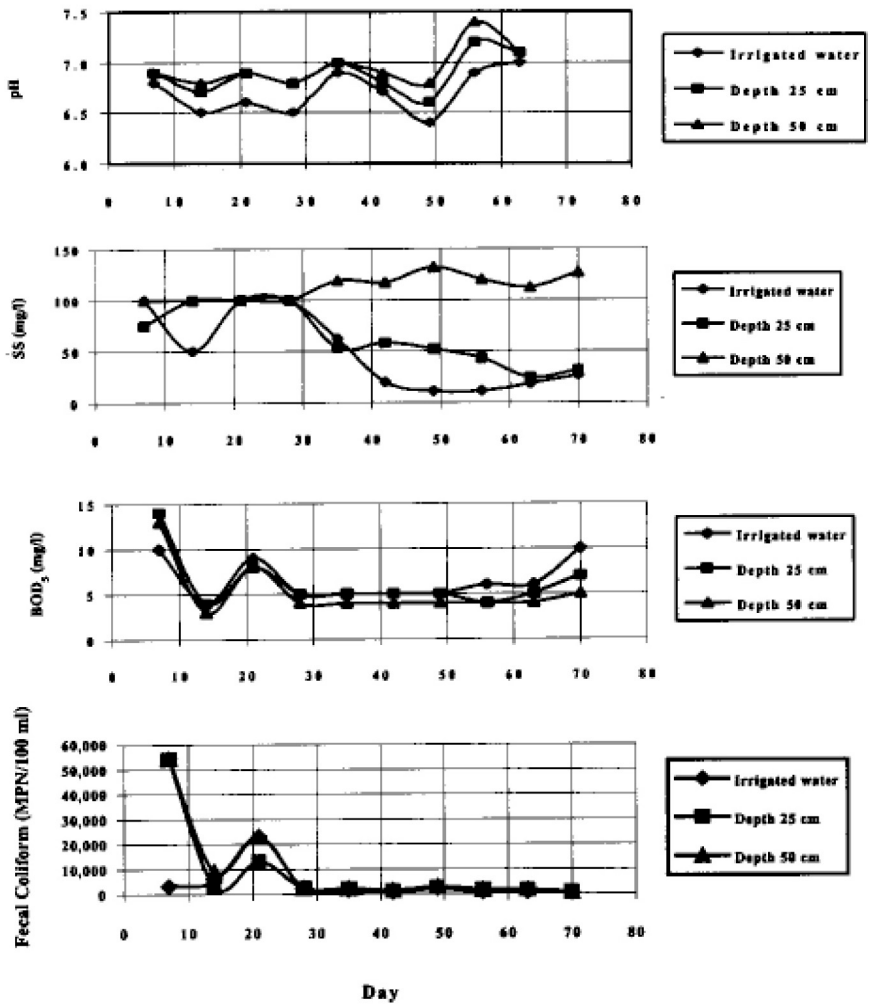

Figure 3. pH, BOD_5, SS and Fecal Coliform of irrigated effluent and seepage at 25 and 50 cm

มีค่าอยู่ในช่วงเป็นกลาง ปริมาณสารอินทรีย์มีค่าลดลงซึ่งแสดงว่ามีการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นในชั้นดิน แต่ปริมาณของแข็งแขวนลอยและ Fecal Coliform มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการที่ตะกอนดินหลุดปนออกมากับน้ำ

สรุป

โครงการนี้เป็นโครงการนำร่อง (Pilot project) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้สูงทั้งทางวิชาการและปฏิบัติที่จะนำน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม รดน้ำสนามหญ้า ต้นไม้ ไม้ดอก ไม้ประดับ ล้างถนน ฯลฯ อย่างไรก็ตามมีข้อระมัดระวังคือต้องตรวจสอบปริมาณ Coliform Bacteria ที่อาจมีค่าสูงในบางครั้ง ซึ่งแนวทางการแก้ไขถ้าตรวจสอบพบว่ามีปริมาณ Coliform Bacteria สูงเกินมาตรฐานก็สามารถทำการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนนำไปใช้ได้ นอกจากนี้การเติมคลอรีนยังเป็นการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งเนื่องจากคลอรีนจะมีผลต่อการกำจัดสาหร่ายด้วย อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียที่นำมาทดลองไม่มีของเสียอันตรายปะปนอยู่ เนื่องจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้ทำการรณรงค์ให้มีการแยกของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ตามโครงการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

พจนีย์ อินทสโร และรงค์ชัย เจียวก๊ก. 2543. การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำน้ำเสียจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มาใช้รดน้ำสนามหญ้า. โครงงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

APHA, AWWA and WEF. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, Washington D.C.

EPA. 1993. Technical Support Documents for 40 CFR Part 503. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

EPA. 1992. Manual Guidelines for Water Reuse. EPA-625-R92-004, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

EPA. 1976. Land Treatment of Municipal Wastewater Effluents, Design Factors-1, EPA-625/4-76-010, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

FAO. 1985. Water Quality for Agriculture. Ayers R. S. and Westcot D. W. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, Rome.

Pescod, M. B. 1992. Wastewater Treatment and Use in Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nation.