บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง สรุป และข้อเสนอแนะ

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลกระทบของน้ำเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช

น้ำเสียจากชุมชนมีสิ่งเจือปนส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์ เช่น ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนียม และฟอสเฟตซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ดีของพืช Atkins(1968) รายงานว่าน้ำเสียจากชุมชนประกอบไปด้วย Total N 15-60 mg/l Total P 0.5-1.0 mg/l จึงสามารถนำน้ำเสียชุมชนให้แก่พืชต่าง ๆ ได้ เช่น ขนุน มะม่วง ยูคาลิปตัส ไผ่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วฟุ่ม ข้าวโพด ผักบุ้ง หอม พริก หญ้า เข็ม เทียนทอง และข้าว เป็นต้น ทั้งนี้การตอบสนองของน้ำเสียชุมชนต่อพืชแต่ละชนิดทั้งในดินดอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ดพบว่า พืชที่ได้รับน้ำเสียส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโต ทางด้านความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Patrick (1984) ที่แนะนำว่าการนำน้ำเสียมาใช้ในการปลูกพืชมีข้อดีคือ ให้ปุ๋ยและธาตุอาหารซึ่งทำให้เพิ่มการเจริญเติบโต ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อน้ำเสียแตกต่างกันดังนี้

ไม้ผล/ยืนต้น พืชในกลุ่มนี้ที่มีการตอบสนองต่อน้ำเสียทั้งผ่านและไม่ผ่านการบำบัดได้ดีที่สุด คือ ยูคาลิปตัส ทั้งนี้เมื่อได้รับน้ำเสียทั้งผ่านและไม่ผ่านการบำบัดยูคาลิปตัสจะมีการเจริญเติบโตสูงกว่าเมื่อได้รับน้ำปกติอย่างชัดเจน แต่ไม่สอดคล้องกับรายงานของ จิรศักดิ์และคณะ (2536) ที่ผลจากตารางทดลองในงานวิจัยแสดงว่ายูคาลิปตัสที่ได้รับน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าน้ำปกติ ทั้งนี้เพราะถึงแม้ทั้งสองการทดลองจะได้รับน้ำเสียแต่เป็นน้ำเสียต่างชนิดกัน มีองค์ประกอบของสารต่างๆ แตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษมีค่า EC และปริมาณคลอไรด์สูงมาก จึงทำให้ผลการเจริญเติบโตของยูคาลิปตัสแตกต่างกันด้วย ส่วนไม้ผลและไม้ยืนต้นชนิดอื่นๆ ในกลุ่มนี้มีบางชนิดที่ให้ผลการเจริญเติบโตที่มีการตอบสนองต่อน้ำเสียและน้ำปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ไผ่ ดังนั้นในการเลือกพืชที่จะนำมาปลูกในพื้นที่ที่ได้รับน้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยขอนแก่นจึงน่าจะเลือกปลูกยูคาลิปตัสมากกว่าไผ่

สำหรับในพืชไร่ ข้าวโพดเป็นพืชที่เหมาะสมต่อการให้น้ำเสียมากที่สุดทั้งในดินดอนชุดยโสธร และดินนาชุดร้อยเอ็ด โดยข้าวโพดที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Peterson et al. (1981), Jimenez-Cisneros (1995 อ้างจาก CNA, 1994), Vasquez-Montiel et al. (1996) และชัยสิทธิ์ ทองจู (2538) ส่วนถั่ว Jimenez-Cisneros (1995 อ้างจาก CNA, 1994)รายงานว่า ถั่วที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าถั่วที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้ถั่วแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อน้ำเสียแตกต่างกัน โดยถั่วลิสงที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตสูงกว่าน้ำปกติ แต่ในถั่วเขียว พืชที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากน้ำปกติ สอดคล้องกับรายงานของบัญชา รัตนีทู (2538) และในงานวิจัยของจิระศักดิ์และคณะ (2536) ยังได้รายงานว่าถั่วเขียวที่ได้รับน้ำเสียจะลดการเจริญเติบโต และทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ส่วนพืชผักและพืชสวนครัว ทั้งหอม ผักบุ้งจีน และพริก มีการเจริญเติบโตเมื่อได้รับน้ำเสียสูงกว่าน้ำปกติ สอดคล้องกับ Jimenez-Cisneros (1995 อ้างจาก CNA, 1994) และชัยสิทธิ์ ทองจู (2538) ที่พบว่าพริกที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตสูงกว่าน้ำปกติ

สำหรับข้าวในรายงานของ Singh(1989) กล่าวว่า ข้าวที่ได้รับน้ำเสียจากการหมักก๊าซชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้มากกว่า 30 เปอร์เซนต์ ซึ่งจากการทดลองในดินดอนชุดยโสธรให้ผลผลิตของข้าวทั้งจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดในข้าวที่ได้รับน้ำเสียมากกว่าผลผลิตของข้าวที่ได้รับน้ำปกติ แต่การทดลองในดินนาชุดร้อยเอ็ดให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติในน้ำแต่ละตำรับทดลอง สำหรับหญ้ามีแนวโน้มว่าการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับน้ำเสียสูงกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Terry and Tate (1981), Anderson et al. (1981), Hayes et al. (1990) และบัญชา รัตนีทู (2538)

ในไม้ประดับ พืชที่ได้รับน้ำเสียทั้งผ่านและไม่ผ่านการบำบัดมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติสอดคล้องกับรายงานของ Juwarkar (1991)

ส่วนความแตกต่างของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดและไม่ผ่านการบำบัดพบว่า เมื่อดูภาพเฉลี่ยรวมของพืชส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทั้งในดินดอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ด ยกเว้นน้ำหนักรวมของพืชที่ปลูกในดินดอนชุดยโสธรที่พบว่าพืชที่ได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดมีน้ำหนักมากกว่าพืชที่ได้รับน้ำเสียผ่านการบำบัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยยูคาลิปตัสทั้งที่ปลูกในกระถางและภาคสนามให้ผลการเจริญเติบโตเมื่อได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดสูงกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ซึ่ง Shende et al. (1988) ได้รายงานว่าผลผลิตของพืชที่ได้รับน้ำเสียจากทั้งสองแหล่งมีความแตกต่างกัน โดยพืชผัก และผลไม้ที่ได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดจะให้ผลผลิตสูงกว่าพืชที่ได้รับน้ำเสียผ่านการบำบัดในช่วง 3 ปีแรก

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างพืชที่ปลูกในกระถาง และในภาคสนามจะให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ พืชส่วนใหญ่ที่ได้รับน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดมีการเจริญเติบโตสูงกว่าน้ำปกติ โดยพืชที่ปลูกในภาคสนามมีการเจริญเติบโตสูงกว่าพืชที่ปลูกในกระถาง และพืชต่างๆ ที่ได้รับน้ำเสียเหล่านี้หากมีการปลูกหลายครั้งติดต่อกันในระยะเวลานานน่าจะมีการเจริญเติบโตของพืชสูงขึ้นตามรายงานของ Percival (1984)

2. ผลกระทบต่อลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินหรือความโปร่งทึบของดิน หากดินมีความหนาแน่นมากแสดงถึงความทึบแน่นของดิน แต่หากมีความหนาแน่นน้อยจะแสดงถึงความโปร่งของดิน ดินที่มีความหนาแน่นน้อยจึงดีกว่าเพราะทำให้มีช่องว่างในการระบายอากาศ มีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารต่างๆได้สูง จากผลการทดลองนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของพืชทั้งหมด ดินที่ได้รับน้ำเสียและน้ำปกติมีความหนาแน่นรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าน้ำเสียไม่มีผลต่อความหนาแน่นของดิน สอดคล้องกับรายงานของบัญชา รัตนีทู (2538) ที่กล่าวว่าความหนาแน่นรวมของดินที่ได้รับน้ำเสียจากการผลิตก๊าซชีวภาพและดินที่ไม่ได้รับน้ำเสียไม่แตกต่างกัน แต่การปลูกพืชที่ได้รับน้ำเสียติดต่อกันเป็นระยะเวลานานน่าจะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินดีขึ้น ดังในรายงานของชัยสิทธิ์ ทองจู (2538) ที่รายงานว่าน้ำเสียมีแนวโน้มทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน โดยใช้การทดลองปลูกพืชเป็นระยะเวลา 5 ครั้งติดต่อกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ในพืชกลุ่มไม้ผล/ยืนต้นที่ได้รับน้ำเสียเป็นระยะเวลานานถึง 8 เดือน จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ปลูกไม้ผล/ยืนต้นลดลงหรือมีความโปร่งมากขึ้นซึ่งแตกต่างจากดินในการทดลองปลูกพืชชนิดอื่นที่ได้รับน้ำเสียเป็นระยะเวลาเพียง 3 เดือน ส่วนสาเหตุที่ทำให้น้ำเสียมีผลลดค่าความหนาแน่นรวมของดินนั้นอาจเนื่องมาจากในน้ำเสียมีอินทรียสารปะปนอยู่มากกว่าน้ำปกติ สารอินทรีย์ต่างๆเหล่านี้ส่งผลเพิ่มกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในดินรวมทั้งรากพืชที่มีการชอนไชเข้าไปในดินเพิ่มช่องว่างให้แก่เม็ดดิน จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ได้รับน้ำเสียลดลง แต่ในพืชบางกลุ่มแสดงค่าความหนาแน่นรวมที่ขัดแย้งกับกลุ่มไม้ผล/ยืนต้นคือ กลุ่มพืชสวนครัวที่ได้รับน้ำเสียมีค่าความหนาแน่นรวมมากกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งอาจเป็นเพราะพืชแต่ละชนิดมีระบบสรีรวิทยาของรากแตกต่างกัน ทำให้การกระจายของรากพืชในดินไม่เหมือนกันจึงส่งผลต่อค่าความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันด้วย

ค่า pH ของดินมีการเปลี่ยนแปลงตามปฏิกริยาเคมีภายในดิน เมื่อดินได้รับน้ำเสียที่มีธาตุอาหารต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง pH ภายในดิน ปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน (nitrification) จะเปลี่ยนแปลง NH_4^- เป็น NO_3^- จึงปลดปล่อย H^+ และส่งผลลดค่า pH ของดิน (Terry and Tate, 1981; Tam and Wong, 1992) แต่ปฏิกริยาการตรึงฟอสฟอรัส และแคทอิออนจะให้ OH^- และเพิ่มค่า pH แก่ดิน (Allhands et al., 1995) การเปลี่ยนแปลงภายในดินจึงขึ้นอยู่กับปฏิกริยาสำคัญเหล่านี้ จากผลการทดลองนี้พบว่า ค่า pH ของดินที่ได้รับน้ำเสียเมื่อสิ้นสุดการปลูกพืชมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Vasquez-Montiel et al. (1996) รายงานว่า pH ของดินในช่วงปลูกมีค่าลดลงอันเนื่องมาจากในน้ำเสียมีไนโตรเจนในรูปของ NH_4^+ จึงเกิดปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน แต่หลังการเก็บเกี่ยวพืช pH ของดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีไนโตรเจนในรูปไนเตรตมากจึงเกิดปฏิกริยาไนตริฟิเคชันน้อย และอาจแสดงว่าในดินเกิดปฏิกริยาการตรึงฟอสฟอรัสและแคทอิออนมากกว่าปฏิกริยาไนตริฟิเคชันทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) และปริมาณ Total N ดินในภาคอิสานเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณ Total N ต่ำ ทั้งนี้ปริมาณอินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับปริมาณไนโตรเจนในดิน หากทราบค่าอินทรียวัตถุในดินก็สามารถประเมินค่าไนโตรเจนในดินได้ ผลการศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้ทั้งในดินดอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ด มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนคล้ายกัน คือ ดินที่ได้รับน้ำเสียมีทั้งปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างจากดินที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชัยสิทธิ์ ทองจู (2538) ที่กล่าวว่าน้ำเสียไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดิน โดย Hayes et al. (1990) และ Mancino and Pepper (1992) ให้เหตุผลว่าหากดินที่ใช้ศึกษามีระดับไนโตรเจนทั้งหมดต่ำไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสียจะถูกพืชดูดไปใช้ ทำให้ระดับไนโตรเจนในดินไม่เปลี่ยนแปลง โดยผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช (ตารางที่ 2.2.7 และ 2.2.8) พบว่าปริมาณไนโตรเจนในพืชที่ได้รับน้ำเสียมีค่าสูงกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าพืชที่ได้รับน้ำเสียมีการดูดไนโตรเจนจากน้ำเสียไปใช้เป็นองค์ประกอบของพืชสูงมากทำให้เหลือปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่น้อยจึงมีปริมาณไม่แตกต่างจากดินที่ได้รับน้ำปกติ แต่การศึกษาของธีระศักดิ์ (2520) และ Tam and Wong (1996) รายงานว่าดินที่ได้รับน้ำเสียมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าดินที่ได้รับน้ำปกติซึ่งเป็นเพราะในน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลมีปริมาณไนโตรเจนสูงมากทำให้เหลือจากการดูดไปใช้ของพืช ส่วนปริมาณ OM สอดคล้องกับรายงานของสถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช (2538) และบัญชา รัตนีทู (2538) ที่พบว่าน้ำเสียไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน แต่แตกต่างจากรายงานของ ธีระศักดิ์ (2520) ซึ่งกล่าวว่าน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลจะทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น

ปริมาณ Available P และ Exchangeable K ถึงแม้ปริมาณธาตุอาหารทั้งสองชนิดนี้จะมีไม่มากนักในน้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยขอนแก่น(ตารางที่ 1 ในภาคผนวก) แต่เนื่องจากการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของพืชมีปริมาณต่ำกว่าการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนและโปแตสเซียม ทำให้ยังคงมีการสะสมของฟอสฟอรัสในดินที่ได้รับน้ำเสียมากกว่าดินที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งมีการศึกษาจำนวนมากที่ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกัน Reynolds et al. (1980), Hayes et al. (1990), Mancino and Pepper (1992), Allhands et al. (1995), Vazquez-Montiel et al. (1996), Tam and Wong (1996), ธีระศักดิ์ (2520), และ บัญชา รัตนีทู (2538) ทั้งนี้สาเหตุที่ระดับฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากปฏิกริยาการตรึงฟอสฟอรัสในดิน (Barton, 1984) แต่การศึกษาของสถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช (2538) พบว่าดินที่ได้รับน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษมีปริมาณฟอสฟอรัสลดลง ส่วนปริมาณโปแตสเซียมถึงแม้พืชจะมีการดูดใช้สูงแต่เนื่องจากในดินมีธาตุชนิดนี้ปริมาณสูงกว่าธาตุอื่นๆ ทำให้ยังคงมีการสะสมธาตุโปแตสเซียมในดินที่ได้รับน้ำเสียมากกว่าดินที่ได้รับน้ำปกติเช่นกัน สอดคล้องกับรายงานของ Hayes et al. (1990) แต่ Mancino and Pepper (1992), ชัยสิทธิ์ ทองจู (2538) และบัญชา รัตนีทู (2538) กล่าวว่าโปแตสเซียมในดินมีแนวโน้มไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในน้ำเสียมีโปแตสเซียมอยู่น้อยมาก และเมื่อเปรียบเทียบระดับธาตุอาหาร 2 ชนิดนี้ในดินแต่ละกลุ่มพืชพบว่า ดินกลุ่มไม้ผล/ยืนต้นมีระดับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมสูงกว่าดินกลุ่มอื่นๆ ประมาณ 3-5 เท่า ทั้งนี้เพราะปริมาณธาตุอาหารสะสมมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณน้ำที่ได้รับ ในกลุ่มไม้ผล/ยืนต้นได้รับน้ำในปริมาณมากกว่าพืชกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากได้รับน้ำทุกวันสะสมเป็นเวลานานถึง 8 เดือน และยังเพิ่มอัตราการให้น้ำสูงขึ้นตามอายุพืช ในขณะที่พืชชนิดอื่นได้รับน้ำเป็นเวลาเพียง 3-4 เดือนเท่านั้นจึงมีปริมาณธาตุอาหารสะสมไม่มากนัก

ปริมาณคลอไรด์และซัลเฟต น้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณทั้งสองตัวนี้สูงโดยเฉพาะคลอไรด์ (ตารางที่ 1 ในภาคผนวก) ดินที่ได้รับน้ำเสียจึงมีปริมาณคลอไรด์และซัลเฟตสูงกว่าดินที่ได้รับน้ำปกติ เช่นเดียวกับ Kanekar et al. (1992) พบว่าดินที่ได้รับน้ำเสียจากสีย้อมผ้าซึ่งมีคลอไรด์สูงจะมีคลอไรด์ในดินสูงด้วย

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองกับดินหลังการทดลอง ในดินดอนชุดยโสธรหลังการทดลองมีค่า pH ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินก่อนการทดลอง สอดคล้องกับรายงานของธีระศักดิ์ (2520) ส่วนสาเหตุที่ดินหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ สูงกว่าดินก่อนทดลองนั้นเป็นเพราะดินหลังการทดลองได้รับน้ำเสียที่มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆปะปนอยู่ ส่วนในดินนาชุดร้อยเอ็ดเฉพาะค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่านั้นที่มีค่ามากกว่าดินก่อนการทดลอง โดยปริมาณ

ไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างดินก่อนการทดลองและดินหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะดินเดิมของดินนาชุดร้อยเอ็ดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าดินดอนชุดยโสธร เมื่อได้รับน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนไม่มากนัก(ถ้าเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในดิน) ประกอบกับมีการดูดใช้ไปของพืชจึงไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในดิน ส่วนกรณีดินปลูกพืชที่ได้รับน้ำปกติมีระดับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมสูงกว่าดินก่อนทดลองอาจเนื่องมาจากน้ำปกติที่ใช้ในการทดลองไม่ใช่น้ำประปาแต่เป็นน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งอาจมีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ปะปนมาด้วย ดินจึงได้รับธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำดิบอันส่งผลเพิ่มระดับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในดิน

ส่วนผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารรวม (N, P, K)ในดิน และพืช เมื่อพิจารณาจากพืชที่ตรวจสอบโดยรวมทั้งในดินและพืชที่ได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดจะมีแนวโน้มของปริมาณธาตุอาหาร (N, P, K) สูงที่สุด โดยพืชจะเคลื่อนย้ายธาตุอาหารต่างๆ จากน้ำเสียไปเป็นองค์ประกอบของพืช (Terry and Tate, 1981; มนพ รุ่งสุข, 2538)

เป็นที่น่าสังเกตุว่าในผลการทดลองของงานวิจัยที่ผ่านมาให้ผลของลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแตกต่างกันในบางประเด็นทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำเสียที่ใช้ในแต่ละการศึกษามีองค์ประกอบแตกต่างกัน และองค์ประกอบของดินในพื้นที่ศึกษาก็อาจมีผลต่องานวิจัย นอกจากนี้องค์ประกอบและความเข้มข้นของสารต่างๆ ในน้ำเสียยังอาจแปรปรวนไปตามฤดูกาล (Anderson et al., 1981; Allhands et al., 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีน้ำเสียชุมชนที่ใช้การบำบัดแบบบ่อผึ่ง (oxidation ponds) ความเข้มข้นจะลดลงในฤดูฝนเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูแล้ง

3.ผลกระทบทางชีวภาพ

กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินสามารถวัดได้จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุและการหายใจของจุลินทรีย์ หากในดินมีอินทรียวัตถุสูงจะมีกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์สูงจึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก ในการศึกษาผลกระทบทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ดิน ดินที่ได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัด และน้ำเสียเข้มข้นจากโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์สูงจะมีปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยมากกว่าน้ำปกติ ซึ่งสอดคล้องกับกัลยา สุนทรวงศ์สกุล (2537) ได้รายงานว่าดินที่ได้รับสารอินทรีย์หรือกากตะกอนจากน้ำเสียในปริมาณมากจะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อย แต่ในดินที่ได้รับน้ำเสียผ่านการบำบัดจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างจากดินที่ได้รับน้ำปกติ โดย Mancino and Pepper (1992) รายงานว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไม่มีผลส่งเสริมหรือยับยั้งกิจกรรมของแบคทีเรีย อาจเป็นเพราะ

ปริมาณอินทรีย์และไนโตรเจนในน้ำเสียไม่มีผลต่อจำนวนประชากรแบคทีเรีย แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากรายงานของกัลยา สุนทรวงศ์สกุล (2537) ที่พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียในระดับต่ำ 20 และ 40 เมตริกตันต่อเฮกแตร์จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นสาเหตุที่ดินที่ได้รับน้ำเสียผ่านการบำบัดมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างจากน้ำปกติน่าจะมาจากมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่น้อยกว่าระดับที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างได้

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะเวลาพบว่า มีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น คือ สัปดาห์ที่ 1 จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ สัปดาห์ที่ 2 และปริมาณน้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 นั้นเป็นเพราะว่าในสัปดาห์แรกมีสารอินทรีย์ในดินสูงมากจึงมีกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ดินที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ซึ่งทำให้ในดินมีสารอินทรีย์ลดลงเรื่อยๆ ดังนั้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 เมื่อปริมาณสารอินทรีย์ลดลงจึงส่งผลลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินตามไปด้วย

4.บทบาทของดินในการบำบัดน้ำเสีย

ดินสามารถบำบัดน้ำเสียได้โดยการกรอง และการดูดซับของแข็งแขวนลอย และธาตุอาหารต่างๆ (Overman and Leseman, 1982) ดังนั้นน้ำเสียที่ซึมผ่านดินทุกระดับความลึก 25 ซม. 65 ซม. และ 90 ซม. ในดินดอนชุดยโสธร และที่ระดับความลึก 25 ซม. ในดินนาชุดร้อยเอ็ดจึงมีค่า BOD และความขุ่นลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จิรศักดิ์ จินดาโรจน์ และคณะ (2536), Chin and Chen (1978), Overman and Leseman (1982), Patrick (1984), และ Wakatsuki (1993) นอกจากนี้ในดินต่างชนิดกันยังมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้แตกต่างกัน Anderson et al. (1981) รายงานว่า ดินที่มีปริมาณ clay สูงจะทำให้น้ำที่ซึมผ่านออกมามีความสะอาดมากขึ้น ดังนั้นในระดับความลึกเดียวกันของดินดอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ดจึงพบว่าน้ำที่ซึมผ่านดินนาชุดร้อยเอ็ดมีค่า BOD และ ความขุ่น ต่ำกว่าน้ำที่ซึมผ่านดินดอนชุดยโสธร เนื่องจากดินนาชุดร้อยเอ็ดมีปริมาณ clay มากกว่านั่นเอง(ตารางผนวกที่ 4) เมื่อพิจารณาระดับความลึกของดินพบว่าในดินดอนชุดยโสธรที่มีระดับความลึกมากขึ้น (65 และ 90 ซม.) สามารถลดค่า BOD และความขุ่นได้ดีกว่าที่ระดับความลึกต่ำ (25 ซม.) แสดงว่าดินสามารถดูดซับสารอินทรีย์ต่าง ๆ แปรผันตามระยะทางหรือความลึกที่เพิ่มขึ้น แต่ในดินนาชุดร้อยเอ็ดที่ระดับความลึก 65 ซม. และ 90 ซม. น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้หรือมีการไหลซึมของน้ำช้ามาก เพราะดินแต่ละชนิดมีลักษณะสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ระดับความลึกของดินที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียของดินแต่ละชนิดจึงไม่เหมือนกัน ดังนั้นการพิจารณาใช้ดินเพื่อการบำบัดน้ำเสียต้องคำนึงถึงชนิดของดิน และระดับความลึกของดินที่เหมาะสมต่อดินชนิดนั้นด้วย

ข้อมูลความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นของคุณภาพน้ำเสียเมื่อซึมผ่านชั้นดิน นอกจากจะแสดงให้เห็นถึงบทบาทของดินในการบำบัดน้ำเสียแล้ว ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดินแต่ละชนิดที่มีเนื้อดินแตกต่างกันยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมระดับผลกระทบของน้ำเสียต่อคุณภาพน้ำใต้ดินของพื้นที่อีกด้วยเมื่อมีการนำน้ำเสียไปใช้เพื่อการเกษตร เหมือนกรณีของการนำน้ำเสียไปใช้ปลูกยูคาลิปตัส หรือ Project Green ของโรงงานฟินิกส์ พัลพ์ แอนด์ เพเพอร์

สรุปผลการทดลอง

1.ผลกระทบของน้ำเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช

น้ำเสียสามารถนำมาปลูกพืชหลายชนิด ได้แก่ ขนุน มะม่วง ยูคาลิปตัส ไผ่ มะขาม จามจุรี ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วพุ่ม ข้าวโพด หอม ผักบุ้งจีน พริก หญ้าขน หญ้าซิกแนล หญ้ารูซี่ เข็ม เทียนทอง และข้าว โดยทั้งในดินคอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ดพืชที่ได้รับน้ำเสียมีการเจริญเติบโตดีกว่า โดยมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความสูงของพืชที่ได้รับน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดและผ่านการบำบัดมากกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติทั้งการทดลองในกระถางและการทดลองภาคสนาม ทั้งนี้พืชที่แสดงความแตกต่างโดยมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อได้รับน้ำเสีย คือ ยูคาลิปตัส และข้าวโพด ส่วนพืชที่มีการตอบสนองต่อน้ำเสียไม่ชัดเจนนักมีความแปรปรวนบ้างในบางผลการทดลองคือพืชตระกูลถั่วและหญ้า

2.ผลกระทบของน้ำเสียต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน

น้ำเสียไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ความหนาแน่นรวมของดินที่ได้รับน้ำเสียและดินที่ได้รับน้ำปกติจึงไม่แตกต่างกัน ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของดิน ดินที่ได้รับน้ำเสียจะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างจากดินที่ได้รับน้ำปกติ แต่ดินที่ได้รับน้ำเสียจะมีค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสม ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณซัลเฟต และคลอไรด์มากกว่าดินที่ได้รับน้ำปกติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างดินก่อนและหลังการทดลอง ดินหลังทดลองจะมีคุณสมบัติทางเคมีดีกว่าดินก่อนทดลอง โดยมีค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสม และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินก่อนทดลอง

ส่วนการกระจายปริมาณธาตุอาหารในดินและพืชนั้น จะเห็นว่าปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งในดินและพืชที่ได้รับน้ำเสียมีแนวโน้มสูงกว่าน้ำปกติ

3.ผลกระทบของน้ำเสียต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน

น้ำเสียมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเสียด้วย ดินที่ได้รับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง เช่น น้ำเสียเข้มข้นจากโรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น และน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัดทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์สูงขึ้นจึงมีปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าดินที่ได้รับน้ำเสียผ่านการบำบัดและดินที่ได้รับน้ำปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในดินคอนชุดยโสธรและดินนาชุดร้อยเอ็ด ส่วนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ คือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่มีผลเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ดินที่ได้รับน้ำเสียผ่านการ

บำบัดจึงมีปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินที่ได้รับน้ำปกติ ทั้งในดินดอนชุดยโสธร และดินนาชุดร้อยเอ็ด

4.บทบาทของดินในการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียที่ซึมผ่านดินมีค่า BOD และความขุ่นลดลง ส่วนค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง ในดินดอนชุดยโสธรที่ระดับความลึกต่างกันจะมีความสามารถลดค่า BOD และความขุ่นเรียงจากมากไปน้อยต่างกันตามลำดับดังนี้คือ ความลึก 90 ซม., 65 ซม., และ 25 ซม. ส่วนดินนาชุดร้อยเอ็ดที่ระดับความลึก 90 และ 65 ซม.น้ำไม่สามารถซึมผ่าน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ทำให้ทราบว่าน้ำเสียจากชุมชนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ดี แต่เป็นการศึกษาในมุมกว้าง จึงอาจมีการศึกษาไม่ครอบคลุมในรายละเอียดย่อยๆ อีกหลายประเด็น ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้สูงสุด ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมตามมาในภายหลัง และให้ผลการศึกษาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอเสนอแนะข้อควรพิจารณาในการนำน้ำเสียมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และประเด็นที่น่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้คือ

ข้อควรพิจารณา

1. เลือกพิจารณาใช้น้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดเป็นอันดับแรก เพราะเป็นแนวทางการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย จะเห็นว่าหากนำน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์ได้จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้น้ำเสียยังมีหลายประเภทที่แตกต่างกัน การพิจารณาเบื้องต้นจึงควรศึกษาว่าสามารถนำน้ำเสียชนิดนั้นมาใช้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัดหรือไม่ หากไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จึงค่อยพิจารณานำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ต่อไป

2. เลือกชนิดพืชที่เหมาะสมกับน้ำเสีย พืชแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตเมื่อได้รับน้ำเสียแตกต่างกัน บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อได้รับน้ำเสีย แต่บางชนิดมีการเจริญเติบโตไม่สูงนัก ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกพืชที่เจริญเติบโตสูงเมื่อได้รับน้ำเสีย เช่น ยูคาลิปตัส เป็นต้น เพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุดในการนำน้ำเสียมาใช้ทางการเกษตร นอกจากนี้หากยังไม่มีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำเสียไม่ควรเลือกปลูกพืชที่นำมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์

งานที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

1. ความเหมาะสมของน้ำเสียในการนำมาใช้ทางการเกษตร ควรมีการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำเสีย ที่มีสิ่งต่างๆ ปะปนอยู่ เช่น สารพิษต่าง ๆ โลหะหนัก เชื้อโรค และพยาธิที่อาจมีผลกระทบต่อดิน พืช และมนุษย์ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมว่าควรนำน้ำเสียมาใช้ประโยชน์อย่างไร

2. ผลผลิตของพืช การศึกษาครั้งนี้เน้นศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในส่วนของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความสูงของพืช มีการศึกษาผลผลิตเพียงเล็กน้อย แต่ในการทำการเกษตรของเกษตรกรนั้นมีความต้องการให้ได้ผลผลิตของพืชสูงสุดเพื่อนำมาซึ่งรายได้ที่ดี ดังนั้นหากมีการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรเน้นผลการศึกษาด้านผลผลิตของพืชที่ปลูกให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. คุณภาพของพืชในการนำมาบริโภค ควรมีการศึกษาวิเคราะห์พืชที่ได้รับน้ำเสียว่ามีส่วนประกอบของสารพิษ และเชื้อโรคต่างๆ ปะปนมาหรือไม่

4. ผลกระทบระยะยาวของการนำน้ำเสียมาใช้ทางการเกษตร เนื่องจากการให้น้ำเสียแก่ดินจะเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของดินที่ไม่อาจทราบได้ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบระยะยาว ถึงแม้การศึกษาในระยะสั้นบ่งบอกว่าน้ำเสียทำให้ลักษณะสมบัติบางประการของดินดีขึ้นก็ตาม