1) การทดสอบความแตกต่าง

ตารางที่ 41ก พบว่าอิทธิพลอิสระของน้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ในส่วนเหนือดินและมวลรวมของพืชเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันและเพียงแค่ระดับสำคัญทางสถิติ ส่วนอิทธิพลอิสระของน้ำต่อปริมาณน้ำในพืชทั้งในส่วนเหนือดิน ใต้ดิน และโดยรวมกับน้ำหนักสดและแห้งของส่วนใต้ดิน และทั้งอิทธิพลอิสระของพืชกับอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองมิได้ทำให้ดัชนีที่ศึกษาทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ

2) อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำ

ตารางที่ 41ข พบว่าน้ำเสียชุมชนทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและมวลรวมของพืชสูงกว่าในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ทำให้มีค่าเฉลี่ย 3213^{a} กับ 680^{b} 542^{a} กับ 118^{b} 3694^{a} กับ 1045^{b} และ 642^{a} กับ 198^{b} กรัมต่อแปลง ตามลำดับ เหตุที่ทำให้อิทธิพลของสารอินทรีย์จากน้ำเสียชุมชน ทั้งอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งจะถูกผู้ย่อยสลายเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนียมและอินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งน่าจะส่งเสริมให้เกิดโมโนฟอสเฟตไอออน แล้วทำให้พืชเจริญเติบโตทางด้านความสูงและความอวบสูงกว่าแปลงที่ใช้น้ำชลประทานเพียงระดับนัยสำคัญเท่านั้น นั้นน่าจะเกิดจากความปรวนแปรของระยะเวลาของการแตกหน่อและขนาดของหน่อที่เกิดขึ้นมาใหม่ๆ ซึ่งมิได้มีการศึกษาในงานวิจัยนี้ เนื่องจากมุ่งเป็นทางด้านการบำบัดน้ำเสียมากกว่าทางการเกษตร ความปรวนแปรของขนาดนั่นเองที่น่าจะทำให้ค่า CV(b) ของน้ำหนักสดและน้ำหนักขอวงส่วนเหนือดินและมวลรวมอยู่ในระดับสูง (> 35%) และระดับปานกลาง (> 25%-< 35%) ในน้ำหนักสดมวลรวม การไม่พบความแตกต่างทางสถิติในอิทธิพลอิสระของน้ำในส่วนใต้ดิน น่าจะเกิดจากธรรมชาติของพืชเองที่ตราบใดในดินยังมีธาตุอาหารพืชอยู่พอสมควรก็ควรจะพอเพียงสำหรับการสร้างระบบรากและต้นใต้ดิน (rhizome) ก่อน เมื่อมีธาตุอาหารเพิ่มมาจากตำรับทดลองธาตุอาหารเหล่านั้นก็จะเคลื่อนย้ายมาใช้สร้างส่วนเหนือดิน สำหรับการที่ปริมาณน้ำในพืชไม่แตกต่างกันนั้นน่าจะเป็นธรรมชาติของพืชชนิดนี้ที่ยังไม่แก่เต็มที่จะยังคงอวบน้ำอยู่เหมือนเดิม

3) อิทธิพลอิสระของชนิดพืช

ตารางที่ 41ค แสดงให้เห็นว่าเมื่อไม่คำนึงถึงชนิดของน้ำ พุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ คือ ต้นสูงใบม่วงดอกแดง และใบเขียวดอกเหลือง และพันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ไม่ทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและใต้ดิน น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดิน มวลรวมของพืช และปริมาณน้ำในพืชแตกต่างกันทางสถิติ การไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในทุกดัชนีนี้อาจเกิดจากหน่วยพันธุกรรม (genes) ที่ควบคุมการสร้างมวลชีวภาพของพันธุ์ทั้ง 3 นี้ไม่แตกต่างกัน ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในน้ำเสียชุมชนและถูกเปลี่ยนรูปให้เป็นรูปอนินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในขณะมีการบำบัดนั้นจะถูกนำเอาไปสร้างส่วนเหนือดินโดยเอาไปสร้างท่อนพันธุ์แม่ (ท่อนที่ปลูก) แล้วจึงแตกหน่อทำให้หน่อสูงและอ้วนแตกต่างกันระหว่างพันธุ์สูงกับพันธุ์เตี้ย โดยพันธุ์สูงจะสูงไม่ต่างกันแต่พันธุ์เตี้ยอาจอ้วนกว่าแต่มิได้มีการบันทึกไว้ดังได้กล่าวแล้ว แม้ว่าจะทำให้ CV(b) ไม่สูงเท่า CV(a) แต่ก็ไม่อยู่ในระดับต่ำ (< 15%) โดยอยู่ในระดับปานกลาง (> 15%-< 25%) ธรรมชาติของพุทธรักษาที่เป็นพืชอวบน้ำอาจมีปริมาณน้ำในพืชไม่แตกต่างกันตราบใดที่พืชนั้นยังไม่แก่จัด น่าจะเป็นเหตุที่ทำให้ไม่พบความแตกต่างในดัชนีนี้

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงพืชกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียมไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำก่อนบำบัด

เนื่องจากความสูงของพืช (ตัวแปรตาม, y) เป็นดัชนีแสดงการเจริญเติบโตได้เด่นชัดมากและวัดได้ง่ายและน่าจะผันแปรไปตามสิ่งแวดล้อมหรือตัวแปรหลัก (x) ดังนั้นจึงได้ทดลองหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบง่าย ระหว่างปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (x_1) ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (x_2) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (x_3) ในน้ำก่อนใส่แปลงพืช และความสูงของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ (y_1 y_2 และ y_3) ขึ้นโดยใช้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรหลักในน้ำเสียชุมชน (ตารางที่ 4) และในน้ำชลประทาน (ตารางที่ 5) กับตัวแปรตามในตารางที่ 37ง มาใช้คำนวณ หากพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่มีองศาของความอิสระ (degree of freedom) 4 สูงถึงระดับนัยสำคัญขึ้นไปก็จะแสดงสมการพยากรณ์ความสูงไว้ด้วย ผลการศึกษาสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของพุทธรักษากับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่าความสูงของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดงพุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ที่ปลูกในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.970** 0.991** และ 0.838** ตามลำดับ ส่วนพุทธรักษาที่ปลูกในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานมีความสัมพันธ์ไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง -0.351 0.394 และ 0.368 ตามลำดับ สามารถนำมาใช้พยากรณ์ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำกับความสูงของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพูในน้ำเสียชุมชนได้ดังสมการที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

น้ำเสียชุมชน

ความสูงพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง = -39.93 + 4.02(T-N), (r = 0.970**, n = 6) _____(1)

ความสูงพุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง = -59.85 + 5.22(T-N), (r = 0.991**, n = 6)_____(2)

ความสูงพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู = 4.30 + 7.56(T-N), (r = 0.838**, n = 6)_____ (3)

3.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงพุทธรักษากับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน

การศึกษาความสัมพันธ์นี้พบว่าความสูงของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ที่ปลูกในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน โดยพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถึงระดับนัยสำคัญ มีค่าเท่ากับ 0.811* ส่วนพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง และพุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถึงระดับนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเท่ากับ 0.965** และ 0.985** ตามลำดับ สามารถนำมาใช้พยากรณ์ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในน้ำเสียชุมชนกับความสูงของพุทธรักษาได้ดังสมการที่ 4 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ที่ปลูกในแปลงที่ใช้

น้ำชลประทานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ มีค่าเท่ากับ -0.094 -0.249 และ -0.217 ตามลำดับ

น้ำเสียชุมชน

ความสูงพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง = -20.35 + 3.67(NH_4-N), (r = 0.965**, n = 6)____(4)

ความสูงพุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง = 34.39 + 4.76(NH_4-N) ,(r = 0.985**, n = 6)____(5)

ความสูงพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู = 11.32 + 1.17(NH_4-N), (r = 0.811*, n = 6)_____(6)

3.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงพุทธรักษากับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสทั้งหมดกับความสูงนี้พบว่าความสูงของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู มีความสัมพันธ์ทางบวกสูงถึงระดับนัยสำคัญทั้งในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนและแปลงที่ใช้น้ำชลประทาน โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.681 0.713 และ 0.480, 0.021 0.165 และ -0.049 ตามลำดับ การไม่พบความสัมพันธ์ทางบวกนี้ทั้งๆ ที่พุทธรักษาที่ปลูกในแปลงที่ใช้น้ำเสียเจริญเติบโตดีกว่าเมื่อใช้น้ำชลประทาน แสดงว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำเสียนั้นน่าจะส่งผลทางอ้อมต่อการเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน

5. การสะสมธาตุอาหารในพืช

การศึกษาเรื่องนี้ทำขึ้นเพื่อยืนยันว่าจุลินทรีย์พวก facultative bacteria ในระบบดินน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช สามารถบำบัดสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นแอมโมเนียมไนโตรเจนโดยตรง และเปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นโมโนฟอสเฟตไอออนโดยอ้อม ซึ่งพืชสามารถดูดใช้ไปสร้างการเจริญเติบโตให้กับพืช โดยทำให้ทั้งความเข้มข้นและการดูดดึงของธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนก็ควรจะต้องสูงกว่าในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานนั้นเป็นจริง

5.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพืช

ผลการศึกษาความเข้มข้นของทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพืชภายหลังการทดลอง เมื่อครบระยะเวลาทดลอง 11 สัปดาห์ มีข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่สำคัญแสดงไว้ในตารางที่ 42 โดยตารางที่ 42ก วิเคราะห์ความปรวนแปรของข้อมูล แล้วนำเสนอค่า F-value ส่วนตารางที่ 42ข นำเสนอความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่ได้รับอิทธิพลอิสระของน้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทาน ส่วนตารางที่ 42 ค นำเสนออิทธิพลอิสระของชนิดพืช และตารางที่ 42ง นำเสนออิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัย ผลการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การทดสอบความแตกต่าง

ตารางที่ 42ก แสดงถึงอิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส พบว่าชนิดของน้ำทำให้พืชทดลองมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในส่วนเหนือดินพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในส่วนใต้ดินซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับอิทธิพลอิสระของชนิดพืชต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ศึกษาเกือบทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนใต้ดิน ส่วนอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองนั้นพบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในส่วนเหนือดินเท่านั้น

2) อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำ

ตารางที่ 42ข แสดงให้เห็นชัดเจนว่าน้ำเสียชุมชนทำให้พืชทดลองมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินสูงกว่าในแปลงที่ใช้น้ำชลประทาน กล่าวคือ ทำให้มีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินร้อยละ 7.5^{a} กับ 1.4^{b} และร้อยละ 0.8^{a} กับ 0.2^{b} ตามลำดับ ในขณะที่ในส่วนใต้ดินซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิตินั้น น้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานทำให้พืชมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.4 กับ 0.3 และ 0.06 กับ 0.06 ตามลำดับ การพบความแตกต่างเพียงระดับนัยสำคัญของธาตุหลักทั้งสอง ทั้งๆ ที่ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันมากนี้เกิดจากความแปรปรวนภายในที่สูงมาก คือให้ค่า CV(b) สูงกว่า 45% และสูง (> 35%-< 45%) สำหรับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ตามลำดับ การตอบสนองต่อปริมาณไนโตรเจนและ

ตารางที่ 42 อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำ ชนิดพืช และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อความเข้มข้นเฉลี่ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในพืชหลังทดลอง

ก. F value MS error และ CV (%)

SOV	df	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน	
		N	P	N	P
Water(W)	1	37.27*	47.84*	3.13^{ns}	0.16^{ns}
MS error a	2	4.49	0.04	0.01	0.0006
CV(a)		47.6	39.7	26.8	38.6
Plant(P)	2	4.00*	4.28*	6.49*	3.24^{ns}
W x P	2	7.00*	5.39*	1.21^{ns}	0.55^{ns}
MS error b	8	0.29	0.01	0.003	0.0004
CV(b)		12.0	20.5	15.1	31.6

ข. อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำที่ใช้ในการทดลองต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในพืชหลังทดลอง (เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักแห้ง)

แหล่งน้ำ	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน	
	N	P	N	P
น้ำเสียชุมชน	7.5^{a}	0.8^{a}	0.4	0.06
น้ำชลประทาน	1.4^{b}	0.2^{b}	0.3	0.06

ค. อิทธิพลอิสระของชนิดพืชต่อค่าความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในพืชหลังทดลอง (เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักแห้ง)

ชนิดพืช	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน	
	N	P	N	P
พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	4.9^{a}	0.6^{a}	0.4^{a}	0.08
พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	4.4^{a}	0.5^{a}	0.4^{a}	0.06
พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	4.0^{b}	0.4^{b}	0.3^{b}	0.04

ง. อิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่าความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในพืชหลังทดลอง (เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักแห้ง)

ชนิดพุทธรักษา	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน	
	N	P	N	P
พันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดง	8.3[a]	1.0[a]	0.4	0.07
พันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	7.8[a]	0.9[a]	0.4	0.06
พันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	6.4[b]	0.6[b]	0.3	0.05
(ข.)ในแปลงที่ใช้น้ำชลประทาน				
พันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดง	1.5[c]	0.2[c]	0.4	0.08
พันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	1.0[c]	0.2[c]	0.3	0.06
พันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	1.6[c]	0.2[c]	0.3	0.04

ฟอสฟอรัสที่สูงมากของส่วนเหนือดินของพุทธรักษาต่อการให้น้ำเสียชุมชนซึ่งมีธาตุทั้งสองนี้สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำชลประทานนี้น่าจะเป็นลักษณะเด่นของพืชที่มีลำต้นใต้ดินเช่นพุทธรักษานี้ ส่วนเหนือดินที่เห็นอยู่นั้นในทางพฤกษศาสตร์มันคือกาบใบ (ลำต้นเทียม) และแผ่นใบ เพราะส่วนที่มีสีเขียวจะต้องมีไนโตรเจนสูงเสมอ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียวในพืชทุกชนิด เมื่อมีไนโตรเจนมากก็ย่อมจะต้องการฟอสฟอรัสมากตามไปด้วยเพื่อรักษาสมดุลย์ (ยงยุทธ, 2546) การไม่พบความแตกต่างทางสถิติของธาตุทั้งสองนี้ในส่วนใต้ดินของพุทธรักษาน่าจะเกิดจากการเคลื่อนย้ายของธาตุทั้งสองนี้ไปยังส่วนเหนือดิน คงเก็บรักษาธาตุทั้งสองนี้ไว้เท่าที่จำเป็นต่อการทำหน้าที่ของรากและต้นใต้ดินเท่านั้น ดังนั้นค่าเฉลี่ยของธาตุทั้งสองนี้ในส่วนใต้ดินจึงต่ำกว่าในส่วนเหนือดินมาก แม้ในส่วนเหนือดินของแปลงที่ได้รับน้ำชลประทานซึ่งมีแผ่นใบเหลืองซีดซึ่งแสดงถึงความขาดไนโตรเจนอย่างรุนแรงด้วย

3) อิทธิพลอิสระของชนิดพืช

ตารางที่ 42ค แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและเฉพาะไนโตรเจนในส่วนใต้ดินของพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง สูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ยอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในพันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลืองนั้นไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ใบม่วงดอกแดง แต่ก็มีเพียงแนวโน้มที่จะสูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ยเฉพาะในส่วนเหนือดิน กล่าวคือ ให้

ความเข้มข้นเฉลี่ย (ร้อยละ) ของธาตุหลักทั้งสองนี้ 4.9^{a} 4.4^{ab} กับ 4.0^{b}; 0.6^{a} 0.5^{ab} กับ 0.4^{b} และ 0.4^{a} 0.4^{a} กับ 0.3^{b} ตามลำดับ การที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ในพันธุ์ต้นสูงสูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ยน่าจะเป็นเพราะพันธุ์ต้นสูงมีใบใหญ่และยาวกว่าจึงมีคลอโรฟิลล์มากกว่าและทำให้มีไนโตรเจนมากกว่าและจำเป็นต้องมีฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วยดังได้กล่าวแล้ว การมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าของความเข้มข้นของทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของพุทธรักษาพันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลืองเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ใบม่วงดอกแดง จึงเป็นเพราะเจริญเติบโตดีกว่า คือสูงกว่า (ตารางที่ 37ค) และอวบกว่า (ตารางที่ 38ค) มาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 ทำให้มีแนวโน้มเกิดการเจือจาง (dilution effect) และความอวบที่ไม่แตกต่างกันของพุทธรักษาพันธุ์ใบเขียวทั้งต้นสูงและต้นเตี้ย (ตารางที่ 38ค) ก็ทำให้เกิดการเจือจางในต้นสูงและทำให้มีธาตุทั้งสองในพันธุ์ใบสีเขียวมีไม่แตกต่างกัน การพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนใต้ดินของพุทธรักษาต้นสูงทั้งใบม่วงและใบเขียวไม่แตกต่างกันทางสถิติและสูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ยทางสถิตินี้ น่าจะเป็นเพราะพันธุ์ต้นสูงมีใบมากกว่าในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชน (ตารางที่ 40ง) จึงสังเคราะห์แสงและสร้างสารอินทรีย์ต่างๆ ในต้นพืช เพราะได้ไนโตรเจนจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาสร้างส่วนต่างๆ ของพืชรวมทั้งส่วนใต้ดินด้วย จึงมีการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนมาสร้างส่วนใต้ดินได้มากขึ้นจนมากกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ย

4) อิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสอง

ตารางที่ 42ง ชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลร่วมที่เกิดขึ้นกับความเข้มข้นของทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินนั้นเกิดขึ้นเพราะพบความแตกต่างระหว่างชนิดพืชเฉพาะในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนเท่านั้น โดยพุทธรักษาพันธุ์ต้นสูงทั้งใบม่วงและใบเขียวนั้นจะมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน แต่จะสูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ยอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ มีความเข้มข้น (ร้อยละ) เฉลี่ย 8.3^{a} 7.8^{a} กับ 6.4^{b} และ 1.0^{a} 0.9^{a} กับ 0.6^{b} ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานนั้นมีความเข้มข้นของธาตุทั้งสองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในพิสัยแคบๆ คือร้อยละ 1.0-1.6 และ 0.2-0.2 สำหรับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ตามลำดับ การพบความแตกต่างของธาตุทั้งสองนี้เฉพาะในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชน แสดงว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีมลสารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากจะมีอิทธิพลเหนือพันธุกรรมที่มีต่อการสร้างองค์ประกอบของเซลล์ เพราะในพันธุ์ต้นสูงเมื่อได้รับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากจะทำให้มีใบยาวและใหญ่ทำให้สามารถสังเคราะห์แสงและสารอินทรีย์ต่างๆ รวมทั้งคลอโรฟิลล์ด้วยได้มากกว่า และทำให้มีจำนวนใบมากกว่า (ตารางที่ 40ง) จึงทำให้พันธุ์ต้นสูงทั้งสองมีทั้งไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์โดยตรงและของฟอสฟอรัสซึ่งจะต้องใช้รักษาสมดุลย์ด้วย แต่ในแปลงที่ใช้น้ำ

ชลประทานพืชจะได้ธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ส่วนใหญ่มาจากดินซึ่งมักจะมีไม่พอกับความต้องการของพืชอยู่แล้วจึงมีไม่พอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างพันธุ์พุทธรักษาได้

5.2 การดูดดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมาใช้สร้างความเจริญเติบโต

การดูดดึง (uptake) ของธาตุอาหารพืชจะได้จากการคำนวณจากความเข้มข้นและน้ำหนักแห้งของพืช ว่ามีเนื้อธาตุอาหารพืชถูกดูดเข้าไปสร้างความเจริญเติบโตของพืชส่วนต่างๆ ทั้งแปลงหรือต่อหน่วยพื้นที่สำหรับผลผลิตนั้นๆ คิดเป็นมวลเท่าใด หากตัดพืชส่วนนั้นไปก็จะเป็นการขนย้ายธาตุนั้นๆ ออกไปจากดิน ผลการศึกษาการดูดดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสให้เข้าไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบดินน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชนี้มีข้อมูลดิบอยู่ในตารางผนวกที่ 16 ผลวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่สำคัญแสดงไว้ในตารางที่ 43 โดยตารางที่ 43ก วิเคราะห์ความปรวนแปรของข้อมูล แล้วนำเสนอค่า F-value ส่วนตารางที่ 43ข นำเสนอการดูดดึงธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่ได้รับอิทธิพลอิสระของน้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานดังตารางที่ 43ค นำเสนออิทธิพลอิสระของชนิดพืช ผลการศึกษาสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

1) การทดสอบความแตกต่าง

ตารางที่ 43ก แสดงให้เห็นว่าทั้งอิทธิพลอิสระของชนิดน้ำและชนิดพืชที่ศึกษาทั้งหมดและอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองเกือบทั้งหมดมิได้ทำให้การดูดดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมาสร้างส่วนต่างๆ ของพุทธรักษาแตกต่างกันถึงระดับนัยสำคัญ ยกเว้นอิทธิพลร่วมที่มีการดูดดึงไนโตรเจนมาใช้สร้างส่วนเหนือดินและมวลรวมของพืชเท่านั้นที่แตกต่างกันถึงระดับนัยสำคัญ ความปรวนแปรที่สูงมากทั้งในแปลงทดลองหลัก (CVa) และในแปลงทดลองย่อย (CVb) ทำให้ไม่สามารถประเมินความแตกต่างของอิทธิพลอิสระและอิทธิพลร่วมได้ชัดเจน

ตารางที่ 43 อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำ ชนิดพืช และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อการดูดดึงไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาใช้สร้างความเจริญเติบโตพืชเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ก. F value MS error และ CV (%)

SOV	df	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน		มวลรวมพืช	
		N	P	N	P	N	P
Water(W)	1	13.49 ns	14.62 ns	3.24 ns	0.004 ns	13.77 ns	15.13 ns
MS error a	2	555.55	6.27	0.03	0.00	548.02	6.06
CV(a)		106.5	101.28	48.4	65.2	104.3	97.4
Plant(P)	2	3.03 ns	2.33 ns	2.85 ns	2.02 ns	3.13 ns	2.43 ns
W x P	2	3.73*	2.69 ns	0.26 ns	0.29 ns	3.79*	2.67 ns
MS error b	8	62.13	1.68	0.02	0.00	61.51	1.67
CV(b)		35.6	52.5	39.9	64.4	34.9	51.2

ข. อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำที่ใช้ในการทดลองต่อการดูดดึงไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาใช้สร้างความเจริญเติบโตพืช (กรัมต่อแปลง)

แหล่งน้ำ	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน		มวลรวมพืช	
	N	P	N	P	N	P
น้ำเสียชุมชน	42.5	4.7	0.4	0.06	42.9	4.8
น้ำชลประทาน	1.7	0.2	0.3	0.06	2.0	0.3

ค. อิทธิพลอิสระของชนิดพืชต่อการดูดดึงไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาใช้สร้างความเจริญเติบโตพืช (กรัมต่อแปลง)

ชนิดพืช	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน		มวลรวมพืช	
	N	P	N	P	N	P
พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	23.7	2.7	0.4	0.08	24.1	2.9
พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	26.8	3.1	0.3	0.06	27.1	3.1
พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	15.9	1.6	0.2	0.04	16.2	1.6

ง. อิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อการดูดดึงไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาใช้สร้างความเจริญเติบโตพืช (กรัมต่อแปลง)

ชนิดพุทธรักษา	ส่วนเหนือดิน		ส่วนใต้ดิน		มวลรวมพืช	
	N	P	N	P	N	P
(ก.)ในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชน						
พันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดง	45.7[a]	5.4	0.5	0.07	46.2[a]	5.5
พันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	52.4[a]	6.0	0.4	0.06	52.9[a]	6.0
พันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	29.4[b]	2.8	0.3	0.04	29.7[b]	2.9
(ข.)ในแปลงที่ใช้น้ำชลประทาน						
พันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดง	1.6[c]	0.2	0.4	0.09	2.0[c]	0.3
พันธุ์ต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	1.2[c]	0.2	0.2	0.05	1.4[c]	0.2
พันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	2.4[c]	0.3	0.2	0.03	2.6[c]	0.3

2) อิทธิพลอิสระของแหล่งน้ำ

ตารางที่ 43ข แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดในส่วนเหนือดินและในมวลรวมของพืช กล่าวคือ ในส่วนเหนือดินและมวลรวมของพืชมีการดูดดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเข้ามาได้ 42.5 กับ 1.7 4.7 กับ 0.2 42.9 กับ 2.0 และ 4.8 กับ 0.3 กรัมต่อแปลง ตามลำดับ ความปรวนแปรภายในแปลงทดลองหลัก (CVa) ซึ่งสูงมาก (> 45% มาก) ทำให้ผลการประเมินทางสถิติจะสูงไม่ถึงระดับนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเป็นการบำบัดบีโอดี ซึ่งเชื่อว่าเป็นปริมาณคาร์โบไฮเดรตในน้ำเสีย ซึ่งระบบที่ใช้นี้ประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง และการบำบัดโปรตีนโดยการเปลี่ยนรูปให้เป็นตัวจุลินทรีย์และแอมโมเนียมโดยตรง และฟอสโฟโปรตีนไปเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดินแล้วกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนรูปเฟอริกฟอสเฟตเป็นเฟอรัสฟอสเฟตซึ่งพืชได้และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างดียิ่งนั้นประสบผลสำเร็จแล้วและน่าจะพอใจแล้ว การดูดดึงธาตุอาหารหลักทั้งสองนี้ออกไปจากดินถ้าหากตัดหรือขุดพืชชนิดนี้ออกไปจากดินก็จะเป็นการขนย้ายมลสารหลักในน้ำเสียชุมชนได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว

3) อิทธิพลอิสระของชนิดพืช

ตารางที่ 43ค ชี้ให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของการดูดดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินมีแนวโน้มทำนองเดียวกันกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ที่กล่าวมาแล้ว คือในพันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดง และใบเขียวดอกเหลือง กับในพันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู มีค่าเฉลี่ย 23.7 26.8 กับ 15.9 และ 2.7 3.1 กับ 1.6 กรัมต่อแปลง ตามลำดับ เหตุที่ทำให้ความแตกต่างนี้ไม่สูงถึงระดับนัยสำคัญก็คือ ค่า CV(b) ซึ่งสูงเกินไป ความแตกต่างแม้ไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติในส่วนเหนือดินนี้ทำให้มีแนวโน้มของความแตกต่างทำนองเดียวกับในมวลรวมของพืช คือ ให้ค่าเฉลี่ย 24.1 27.1 กับ 16.2 และ 2.9 3.1 กับ 1.6 กรัมต่อแปลง ในพุทธรักษาพันธุ์ต้นสูงใบม่วงดอกแดงและใบเขียวดอกเหลือง กับต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ตามลำดับ และเหตุที่ความแตกต่างแม้จะเห็นชัดเจนนี้สูงไม่ถึงระดับนัยสำคัญก็เพราะค่า CV(b) ที่สูงนั่นเอง

4) อิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัย

จากความแตกต่างในระดับนัยสำคัญของอิทธิพลร่วมต่อการดูดดึงไนโตรเจน มาใช้สร้างความเจริญเติบโตของพุทธรักษาทั้ง 3 พันธุ์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างระดับนัยสำคัญในส่วนเหนือดินและมวลรวมพืชในตารางที่ 43ก ทำให้ต้องวิเคราะห์ต่อไปโดยใช้ DMRT ว่าอิทธิพลร่วมนั้นเกิดที่ตำแหน่งใด และเพราะเหตุใด โดยนำผลการวิเคราะห์มานำเสนอในตารางที่ 43ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าอิทธิพลร่วมของน้ำและพืชเกิดขึ้นเพราะพบความแตกต่างเฉพาะในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชน ส่วนในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานนั้นไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนนั้นพบว่า พุทธรักษาต้นสูงทั้ง 2 พันธุ์ คือ ใบม่วงดอกแดง และใบเขียวดอกเหลือง ที่ปลูกในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนมีค่าเฉลี่ยการดูดดึงไนโตรเจนสูงกว่าพุทธรักษาพันธุ์ต้นเตี้ยทั้งในส่วนเหนือดินและในมวลรวมของพืช กล่าวคือ ให้ค่าเฉลี่ย 45.7^{a} 52.4^{a} กับ 29.4^{b} และ 46.2^{a} 52.9^{a} และ 29.7^{b} กรัมต่อแปลง ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิตินั้น ค่าเฉลี่ยของส่วนเหนือดินและของมวลรวมพืชผันแปรอยู่ในพิสัยแคบๆ คือ 1.2^{c}-2.4^{c} และ 1.4^{c}-2.6^{c} กรัมต่อแปลง ตามลำดับ ความแตกต่างกันเฉพาะในแปลงที่ใช้น้ำเสียชุมชนนี้เกิดจากการมีความเข้มข้นของไนโตรเจน (%) ในส่วนเหนือดินของพุทธรักษาพันธุ์ต้นสูงทั้งที่มีใบสีม่วงและใบสีเขียวซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (8.3^{a} กับ 7.8^{a}) สูงกว่าในพันธุ์ต้นเตี้ย (6.4^{b}) ดังข้อมูลเฉลี่ยในตารางที่ 42ง และคำอธิบายที่กล่าวแล้วในอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองนี้ที่เดียวกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ และความเข้มข้นที่แตกต่างกันในส่วนเหนือดินซึ่งมีมวลชีวภาพ

แห้งไม่แตกต่างกัน แต่ก็มีมวลแห้งสูงกว่ามวลแห้งของส่วนใต้ดินมากซึ่งก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติด้วยนั้น (ตารางที่ 41ง) ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทำนองเดียวกับมวลรวมชีวภาพ การไม่พบความแตกต่างทางสถิติในแปลงที่ใช้น้ำชลประทานก็เพราะมีทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตตามศักยภาพของพันธุ์ ทำให้ความเจริญเติบโตส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันดังได้กล่าวแล้วตอนต้นๆ

6. <u>สมดุลของธาตุอาหาร</u>

การบำบัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชนี้ได้ทำการทดลองใส่น้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานลงไปในแปลงทดลอง จำนวน 24 แปลง แบ่งเป็นแปลงพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง 6 แปลง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง 6 แปลง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู 6 แปลง และดินเปล่า 6 แปลง พบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำภายหลังการบำบัดมีค่าลดลงกว่าน้ำก่อนบำบัด การพิจารณาแต่เพียงปริมาณธาตุอาหารในน้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถให้คำตอบที่ชัดเจนได้ว่าทำไมธาตุอาหารในน้ำภายหลังการบำบัดซึ่งต่ำกว่าก่อนบำบัดนั้นหายไปไหน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงต้องพิจารณาเป็นระบบ คือ ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในน้ำและดินที่เข้ามายังหน่วยทดลอง โดยปริมาณน้ำที่เข้ามาในแปลงแต่ละแปลงมีปริมาตรเฉลี่ย 140 ลิตร ส่วนปริมาณดินมีน้ำหนัก 225 กิโลกรัมต่อแปลง มาคูณกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำและดินที่เข้าแปลงก็จะได้ธาตุอาหารที่เข้ามาในแปลงทั้งหมด แล้วทำให้มีหน่วยเป็นกรัมต่อแปลง ส่วนปริมาณธาตุอาหารที่ออกไปจากระบบ คือ ในน้ำที่จะต้องระบายออก และในพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวออกไปจากระบบ สำหรับปริมาณมลสารซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชได้ทั้งสองซึ่งอยู่ในน้ำที่จะต้องระบายออกนั้นคำนวณได้จากปริมาณน้ำที่ถูกระบายออกไปในวันที่ 6 คูณกับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้มีหน่วยเป็นกรัมต่อแปลง ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองในพืชนั้นสามารถคำนวณได้จากความเข้มข้นเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งและมวลแห้งของพืชรวมทั้งต้น (ส่วนเหนือดิน + ใต้ดิน) เป็นปริมาณธาตุอาหารทั้งสองนี้ที่ถูกดูดเข้าไปอยู่ในพืชมีหน่วยเป็นกรัมต่อแปลง ก็จะทำให้ทราบว่ามีการสะสมธาตุอาหารไปอยู่ที่ใดของระบบดิน น้ำ และพืช ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สมดุลของธาตุอาหารในแปลงทดลองขังน้ำเสียชุมชนร่วมกับพืช

ตารางที่ 44 แสดงถึงสมดุลของธาตุอาหารในแปลงทดลองขังน้ำเสียชุมชนร่วมกับพืช พบว่าธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำภายหลังการบำบัดมีปริมาณลดลงกว่าปริมาณธาตุอาหารที่เข้าแปลงมาก โดยพบว่าในแปลงพุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง สามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดีที่สุด กล่าวคือ ให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ระบายออกต่ำสุด คือเพียง 112.8 กรัมต่อแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้มาจากน้ำเสียมีสูงถึง 3173.3 กรัมต่อแปลง หรือลดลงสูงถึง 96.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำภายหลังการบำบัดพบว่าพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดงสามารถบำบัดปริมาณฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด คือ มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำที่ระบายออก 4.4 กรัมต่อแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณนำเข้าที่มาจากน้ำเสียชุมชนสูงถึง 560.2 กรัมต่อแปลง แล้วลดลงมากถึง 99.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหักปริมาณมลสารหลักทั้งสองที่ถูกขนย้ายออกไปจากแปลง (ในน้ำออกและในพืช) ออกจากปริมาณที่เข้าสู่ระบบ (จากน้ำเข้าและดิน) ก็จะกลายเป็นปริมาณที่ตกค้างอยู่ในดิน จะพบว่าแปลงดินเปล่าจะเหลือไนโตรเจนตกค้างอยู่ในดินสูงที่สุด คือ 3579.1 กรัมต่อแปลง และต่ำที่สุดสำหรับฟอสฟอรัสทั้งหมดแต่ก็อยู่ในระดับสูง คือ 2355.7 กรัมต่อแปลง แต่ไม่ควรจะตกใจเพราะถ้าหากการกระจายของธาตุอาหารพืชทั้งสองนี้ในระบบดินนี้เป็นไปได้อย่างทั่วถึง คือในดินทั้ง 225 กิโลกรัมต่อแปลงแล้ว ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชหลักทั้งสองนี้ก็จะเป็นเพียง 1.6 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมด ตามลำดับเท่านั้น แต่ถ้าไม่รวมธาตุทั้งสองนี้ที่มีอยู่เดิมในดินไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมดจากน้ำเสียชุมชนที่เหลือตกค้างอยู่ในดินในแปลงดินเปล่าจะเป็นเพียง 3016.6 และ 555.7 กรัมต่อแปลง หรือประมาณ 1.3 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเท่านั้น ส่วนพืชภายหลังการบำบัดนั้น พบว่าพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดงมีความสามารถในการดูดดึงธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ไปสะสมได้มากกว่า (8.7 กับ 8.2 กรัมต่อแปลง) พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง (8.2 กับ 0.9 กรัมต่อแปลง) และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู (6.7 กับ 0.7 กรัมต่อแปลง) เล็กน้อย แม้ว่าพืชจะดูดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปจากระบบไม่มากนัก กล่าวคือ ดูดไนโตรเจนไปได้ 8.7 8.2 และ 6.7 กรัมต่อแปลง และดูดฟอสฟอรัสไปได้ 1.0 0.9 และ 0.7 กรัมต่อแปลง จากแปลงที่ปลูกพุทธรักษาต้นสูง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ใบม่วงดอกแดงและใบเขียวดอกเหลือง กับพันธุ์ต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ตามลำดับ แต่ปริมาณธาตุทั้งสองนี้ตกค้างอยู่ในดินก็ไม่มากเกินไปจนเป็นปัญหาในอนาคตหากแต่จะทำให้แปลงพืชชนิดนี้ยั่งยืนได้ตลอดไป แต่จะต้องตัดต้นที่ออกดอกแล้วออกไปเพราะจะตายและทำให้น้ำเน่าได้

ตารางที่ 44 สมดุลของธาตุอาหารในการทดลองขังน้ำเสียชุมชนด้วยระบบดินน้ำขัง 5 วันสลับปล่อยแห้ง 2 วัน (หน่วยเป็นกรัมต่อแปลง)

ดัชนี	ชนิดพืช	ธาตุอาหารเข้าแปลง			ธาตุอาหารออกจากแปลง		
		น้ำ	ดิน	รวม	น้ำ	พืช	รวม
N	พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	3173.3	562.5	3735.8	147.5	8.7	156.2
	พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	3173.3	562.5	3735.8	112.8	8.2	121.0
	พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	3173.3	562.5	3735.8	119.7	6.7	126.4
	ดินเปล่า	3173.3	562.5	3735.8	156.7	-	156.7
P	พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	560.2	1800.0	2360.2	4.4	1.0	5.4
	พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	560.2	1800.0	2360.2	5.6	0.9	6.5
	พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	560.2	1800.0	2360.2	4.7	0.7	5.4
	ดินเปล่า	560.2	1800.0	2360.2	4.5	-	4.5

5.2 สมดุลของธาตุอาหารในแปลงทดลองขังน้ำชลประทานร่วมกับพืช

ตารางที่ 45 แสดงถึงสมดุลของธาตุอาหารในแปลงทดลองขังน้ำชลประทานร่วมกับพืช พบว่าสมดุลของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดินและพืชภายหลังการบำบัดมีลักษณะคล้ายคลึงกับสมดุลของธาตุอาหารพืชในน้ำเสียชุมชน โดยพบว่าธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำภายหลังการบำบัดมีปริมาณลดลงกว่าปริมาณธาตุอาหารที่เข้าแปลงเช่นเดียวกัน โดยพบว่าในแปลงพุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดงสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดีที่สุด ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำภายหลังการบำบัดพบว่าในแปลงดินเปล่าสามารถบำบัดได้ดีที่สุด ส่วนพืชภายหลังการบำบัดนั้นพบว่าพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพูมีความสามารถในการดูดดึงธาตุไนโตรเจน ไปสะสมได้มากกว่าพุทธรักษาอีกสองชนิด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพูเป็นพุทธรักษาที่มีการพัฒนาพันธุกรรมให้สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพการให้น้ำเสียชุมชนและการให้น้ำชลประทานมากกว่าพุทธรักษาอีกสองชนิดที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติ เมื่อทำการขังน้ำชลประทานพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพูจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าพุทธรักษาอีกสองชนิดที่สามารถเติบโตได้ดีในน้ำเสียชุมชนที่มีสารอินทรีย์มากกว่าในน้ำชลประทาน

ตารางที่ 45 สมดุลของธาตุอาหารในการทดลองขังน้ำชลประทานด้วยระบบดินน้ำขัง 5 วันสลับปล่อยแห้ง 2 วัน (หน่วยเป็นกรัมต่อแปลง)

ดัชนี	ชนิดพืช	ธาตุอาหารเข้าแปลง			ธาตุอาหารออกจากแปลง		
		น้ำ	ดิน	รวม	น้ำ	พืช	รวม
N	พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	238.0	562.5	800.5	68.3	1.9	70.2
	พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	238.0	562.5	800.5	110.2	1.4	111.6
	พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	238.0	562.5	800.5	72.8	1.9	74.7
	ดินเปล่า	238.0	562.5	800.5	99.8	-	99.8
P	พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง	7.3	1800.0	1807.3	3.7	0.3	4.0
	พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง	7.3	1800.0	1807.3	4.2	0.2	4.4
	พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู	7.3	1800.0	1807.3	3.2	0.2	3.5
	ดินเปล่า	7.3	1800.0	1807.3	2.8	-	2.8

สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบดินเปียกสลับแห้งของดินร่วมกับพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง และพุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู ปลูกในสภาพการขังน้ำ 5 วัน สลับปล่อยแห้ง 2 วัน ในดินที่มีอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 42 มีดัชนีที่ศึกษาดังนี้ คือ บีโอดี ความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียมไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ค่าบีโอดีของน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัด ส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ในพิสัย 31.2 $\pm$ 13.9 มิลลิกรัมต่อลิตร และภายหลังผ่านการบำบัดด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู และดินเปล่า พบว่าส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในพิสัย 1.6 $\pm$ 0.6 1.9 $\pm$ 1.2 1.5 $\pm$ 0.9 และ 1.4 $\pm$ 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีพบว่าส่วนใหญ่มีค่าการกระจายอยู่ในพิสัยร้อยละ 96.2 $\pm$ 1.9 94.5 $\pm$ 5.8 95.7 $\pm$ 4.1 และ 96.3 $\pm$ 3.2 ตามลำดับ

2. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียชุมชนก่อนบำบัด พบว่ามีค่าส่วนใหญ่การกระจายอยู่ในพิสัย 7.8 $\pm$ 0.3 และภายหลังการบำบัดด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู และดินเปล่า พบว่ามีค่าส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพิสัย 7.3 $\pm$ 0.6 7.2 $\pm$ 0.4 7.4 $\pm$ 0.5 และ 7.4 $\pm$ 0.5 ตามลำดับ

3. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัด ส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในพิสัย 22.7 $\pm$ 5.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านการบำบัดด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู และดินเปล่า ส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในพิสัย 1.7 $\pm$ 0.2 1.3 $\pm$ 0.2 1.5 $\pm$ 0.4 และ 1.8 $\pm$ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพการบำบัดกระจายอยู่ในพิสัยร้อยละ 95.2 $\pm$ 2.1 96.6 $\pm$ 1.0 96.2 $\pm$ 1.9 และ 95.1 $\pm$ 1.7 ตามลำดับ

4. ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัด พบว่าส่วนใหญ่มีค่าการกระจายอยู่ในพิสัย 19.5 $\pm$ 5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านการบำบัดด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียว

ดอกชมพู และดินเปล่า พบว่าส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในพิสัย 0.6 $\pm$ 0.2 0.5 $\pm$ 0.2 0.6 $\pm$ 0.2 และ 0.6 $\pm$ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดกระจายอยู่ในพิสัย 98.1 $\pm$ 1.0 98.1 $\pm$ 0.8 97.9 $\pm$ 0.9 และ 98.0 $\pm$ 0.6 ตามลำดับ

5. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียชุมชนก่อนบำบัด พบว่าส่วนใหญ่มีค่าการกระจายอยู่ในพิสัย 4.00 $\pm$ 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านการบำบัดด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ คือ พุทธรักษาต้นสูงใบม่วงดอกแดง พุทธรักษาต้นสูงใบเขียวดอกเหลือง พุทธรักษาต้นเตี้ยใบเขียวดอกชมพู และดินเปล่า พบว่าส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในพิสัย 0.05 $\pm$ 0.01 0.06 $\pm$ 0.01 0.05 $\pm$ 0.01 และ 0.05 $\pm$ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดกระจายอยู่ในพิสัย 99.2 $\pm$ 0.2 99.0 $\pm$ 0.2 99.2 $\pm$ 0.2 และ 99.2 $\pm$ 0.1 ตามลำดับ

6. ประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีส่วนใหญ่เกิดจากแบคทีเรีย facultative anaerobes

7. ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียมไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อมีพืชอยู่จะบำบัดได้ดีกว่าดินเปล่า

8. น้ำเสียชุมชนและน้ำชลประทานมีผลกระทบต่อความสูง เส้นรอบวงลำต้น ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง มวลรวมของพืช จำนวนใบ จำนวนต้น จำนวนดอก และปริมาณน้ำในพืชแตกต่างกันชัดเจนทางสถิติ

9 .สมดุลธาตุอาหารพืชไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนออกจากแปลงน้อยกว่าเข้าแปลงมาก เนื่องจากเปลี่ยนไปเป็นส่วนประกอบเซลล์ของจุลินทรีย์ในดิน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2537. **แนวทางควบคุมปัญหาน้ำเสียสำหรับองค์กรบริหารท้องถิ่น**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ ชูเกียรติวัฒนา. 2543. **จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โคราชออฟเซ็ทการพิมพ์, นครราชสีมา.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2544. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. **การบำบัดน้ำเสีย.** มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2541. **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ชนิษฐา จารุวิชัยพงษ์. 2538. **พฤติกรรมการใช้น้ำและการจัดการน้ำทิ้งของครัวเรือน ในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ธนิศร์ ปัทมพิฑูร. 2548. **การศึกษาแบคทีเรียรอบราพพุทธรักษา ธรรมรักษา และขิงแดงที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นภาวรรณ นพรัตนราภรณ์. 2535. **จุลชีววิทยาของภาวะมลพิษ**. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิรุติ คูณผล. 2539. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย**. ฝ่ายวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

ประภาภรณ์ เคารพ. 2543. **การศึกษารูปของแอมโมเนียมในดินจากการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีพืชกรองน้ำเสีย ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประมาณ พรหมสุทธิรักษ์. 2531. **เอกสารการสอนวิชาชลธีวิทยา.** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2540. **อิทธิพลของฟอสฟอรัสในดินที่มีต่อการผลิตมวลชีวภาพ และคุณภาพของโสนแอฟริกันที่จะเป็นปุ๋ยพืชสดของข้าวในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณี พันธุมสินชัย. 2537. **คู่มือการดำเนินงานควบคุมปัญหาน้ำเสียของภาครัฐบาล องค์การบริหารและสุขาภิบาล.** เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ปิฎฐะ บุนนาค. 2529. **ไม้ดอกไม้ประดับ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์บรรณกิจ, กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต. 2525. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต. 2539. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2539. **อนามัยสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก.เอ็น.เอส.แอล.พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

พัฒนี จันทรโรทัย. 2536. **ข้อพิจารณาในการใช้พืชปรับปรุงคุณภาพน้ำ.** วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก. 11(3) : 154-157.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2543. **การใช้ที่ดินให้ถูกต้องและเป็นธรรมแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศได้**. ในรายงานประกอบการสัมมนาเรื่อง การศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก : บทบาทของประเทศไทยในความร่วมมือเพื่อการวิจัยในโครงการ IGBP สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2537. **การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิชัยพัฒนา สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547. คู่มือเทคโนโลยีการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ, น. 1-1 ถึง 1-20 ใน **เอกสารประกอบการประชุม เชิงปฏิบัติการ การประยุกต์เทคโนโลยีการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริสู่ท้องถิ่น**. มูลนิธิชัยพัฒนา สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุพเยาว์ โตคีรี. 2544. **การศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียบีโอดีสูงด้วยดินร่วนระบบท่วมขังสลับแห้งร่วมกับกกกลม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์. 2542. **การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำเสียจากเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านระบบบำบัดบริเวณแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2538. **การใช้ดินตะกอนภาคพื้นสมุทรในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียชุมชน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา สารณาคมน์กุล. 2548. **การศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งชุมชนของพุทธรักษา ธรรมรักษา และขิงแดงในสภาพน้ำขังสลับแห้งของดินร่วมกับพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรัสวดี บุบผะเรณู. 2542. **การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด บีโอดี และซีโอดี ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยวิธีหญ้ากรองน้ำเสีย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์. 2531. **การออกแบบโครงการบำบัดน้ำเสียชุมชน**, น.5-4. <u>ใน</u> เอกสารประกอบการอบรมทางวิชาการ การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 24-25 พฤศจิกายน 2531. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2535. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2535 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง**. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2525. **การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

อาภรณ์ ยิ่งยง. 2539. **การบำบัดบีโอดีและซีโอดี ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อังษณา ตั้งใจครองบุญ. 2540. **การศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียชุมชนภายหลังการบำบัดโดยใช้ระบบดินในสภาพน้ำขังสลับแห้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WPCF. 1995. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.** 19th (ed.). America Public Health Association, Washington, DC.

Alexander, M. 1961**. Introduction of Soil Microbiology.** John Wiley & Sons, Inc. New York.

Brix, H. and H.H. Schierup. 1989. **Management of domestic and municipal wastewater**, Danish experience with sewage treatment in constructed wetland, pp. 565-573. In D.a. Hammer (ed.). Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Lewis Publishers, Inc., Michigan.

Clifton, C.E. 1957. **Introduction to Bacterial Physiology**. Mc Graw-Hill, New York. 416p.

GBarkman Art & Design. 2007. Karchesky Canna Collection. **The Collection of Dave Karchesky & Alice Harris**. Available Source: http://www.karcheskycanna.com., January 24, 2007.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984**. Statistical Procedures for Agriculture Research.** 2nd(ed.). John Wiley&Sons. New York.

Hammer, D.A. and R.K.Bastian. 1989. **Wetland Ecosystems**: Natural water purifiers, pp. 5-19. In D.A. Hammer (ed.). Constructed Wetlands for Wastewater treatment. Lewis Publishers, Inc., Michigan.

Hammer, M.J. 1975. **Water and Wastewater Technology.** John Wiley & Sons, Inc., New York.

Harada, T., H. Hashimoto, and T.Yoshizawa. 1995. **The relationship between readily decomposable organic matter of paddy soil and its colloidal complexes**. Soil and Plant Food.

Kadlec, R. H., R. L. Knight. 1996. **Treatment Wetlands**. CRC Press, Inc., Florida

Metcalf and Eddy, Inc. 1991. **Wastewater engineering : treatment, disposal, and reuse.** 3nd ed, Mcgraw-hill, Inc., New York.

Mitsui, S. 1955. **Inorganic Nutrition Fertilization and Soil Amelioration for Lowland Rice**. 2d Yokendo Press, Tokyo.

Pongphan. 1977. **Influence of submergence an inorganic phosphorus transformations and the relation between inorganic phosphorus and phosphorus availability by some chemical test of rice siols in central plain.** M.S. Thesis (Agricultural), Kasetsart University.

Ponnamperuma, F.N. 1965. **Dynamic aspects of flooded soils**. pp295-385. In Mineral Nutrition of the Rice Plant. Johns Hopkins Ppress, Baltimore. Md.

Ponnamperuma, F.N. 1972. **The chemistry of submerged soils.** Adv. In Agron. 24:29-96.

_____ . 1976. **Physicochemical properties of submerged soils in relation to fertility.** P. 1-27 In The Fertility of Paddy Soils in Fertilizer Application for Rice. Food and Fertilizer Tecnology Center. Taiwan. Cited in Patrick. W.H.Jr. and C.N.Reddy, 1978.

Prabuddham, P. 1975. **The composition levels of selected trace elements in soil form the major rice-producing regions of thailand and South Vietnam and some factor related to the abundance of these elements.** Ph.D. Thesis. Illionois Unive., Champaign-Urban Illinois, USA.

Strafford, G.A. 1963. **Plant Metabolism**. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.

White, A., P. Handler, E.L. Smith and Stetten, D. Jr. 1959. **Principle of Biochemistry**. Mc Graw-Hill, New York. 1149p.