

ผลของการบำบัดน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้า โดยใช้ไม้ประดับบางชนิดในระบบไฮโดรโปนิิกส์แบบแนวตั้ง Greywater from Washing Machine Treated by Some Ornamental Plants on Vertical Hydroponics System

วิเชียร พุทธศรี และณัฐ พิชกรรม*

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Vichian Putthasri and Nath Pichakum*

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการบำบัดน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าโดยใช้ไม้ประดับบางชนิดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิิกส์แบบแนวตั้ง คัดเลือกไม้ประดับที่ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ 12 ชนิด คือ กาบหอยแครงแคระ ผักเป็ดแดง แพร่เชียงไฮ้ เฟิร์นใบมะขาม เฟิร์นนกนางนารี หนวดปลาชุกแคระ กำแพงเงิน เดหลีใบมัน เฟิร์นฮาวาย หลิวใบ แสยกต่าง และหมากผู้หมากเมียแคระ ปลูกพืชทั้งหมดลงในระบบไฮโดรโปนิิกส์แบบแนวตั้ง บันทึกอัตราการรอดชีวิตของพืช ความสูงของต้นเฉลี่ย ความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยทุก ๆ 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้า ระยะเวลาศึกษาตั้งแต่มีนาคมถึงตุลาคม 2557 พบว่าไม้ประดับทั้งหมด 10 ชนิด หรือร้อยละ 83.33 สามารถมีชีวิตรอดได้ คือ กาบหอยแครงแคระ ผักเป็ดแดง แพร่เชียงไฮ้ เฟิร์นใบมะขาม หนวดปลาชุกแคระ กำแพงเงิน เดหลีใบมัน เฟิร์นฮาวาย แสยกต่าง และหมากผู้หมากเมียแคระ มี 2 ชนิด ที่ตายระหว่างการทดลอง คือ เฟิร์นนกนางนารีและหลิวใบ ส่วนและพืชที่สามารถนำไปใช้กับน้ำทิ้งได้ดี คือ แพร่เชียงไฮ้และหนวดปลาชุกแคระ นอกจากนี้พืชทั้ง 10 ชนิด นี้มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD COD ของแข็แขวนลอย ไขมัน และไขมันสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าให้มีสมบัติดีขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ : ภูมิสถาปัตยกรรม; สมบัติทางเคมี; น้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้า

Abstract

Study greywater from washing machine treated by some ornamental plants on vertical hydroponics system. 12 varieties of ornamental plant in landscaping: *Tradescantia spathacea*, *Alternanthera bettzickiana*, *Portulaca grandiflora*, *Nephrolepis cordifolia*, *Selaginella involvens*,

Ophiopogon japonicas, *Dianella caerulea*, *Spathiphyllum* sp., *Phymatosorus grossus*, *Phyllanthus myrtifolius*, *Euphorbia tithymaloidis* and *Cordyline fruticosa* were selected and grown in vertical hydroponics system. Survival rate, average height and bush width every 2 weeks, chemical and physical properties of greywater from washing machine were recorded from January to October 2014. The result showed that 10 species of ornamental plants or 83.33% which comprised with *T. spathacea*, *A. rabettzickiana*, *P. grandiflora*, *N. cordifolia*, *O. japonicas*, *D. careulea*, *Spathiphyllum* sp., *P. grossus*, *E. tithymaloidis*, and *C. fruticosa* could grow in this system whereas *S. ivoluvens* and *P. myrtifolius* were died. It was found that *Portulaca grandiflora* and *Ophiopogon japonicas* were the best ornamental plant that could use greywater from washing machine well. Ten species showed efficiency to reduce BOD, COD, suspended solid, oil and grease and improved greywater quality.

Keywords: landscape architecture; chemical property; greywater from washing machine

1. คำนำ

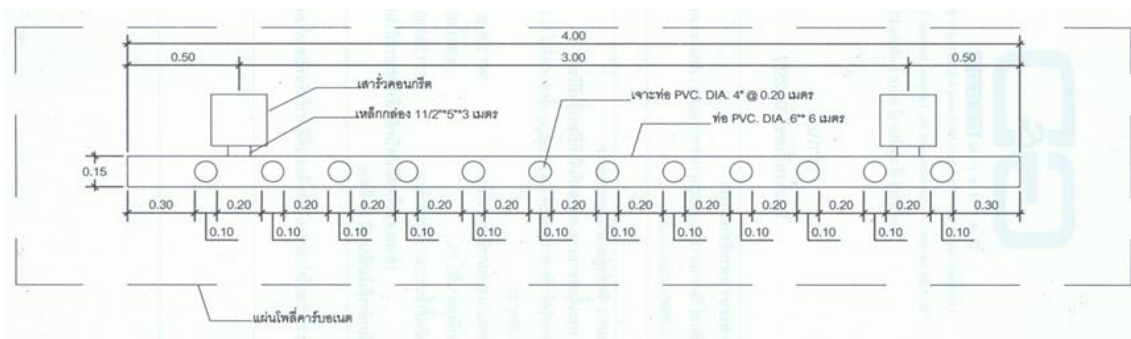
ปัญหามลภาวะน้ำเสียในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง โดยเฉพาะน้ำทิ้งที่ใช้ในชีวิตประจำวันจากที่พักอาศัย เช่น น้ำทิ้งจากการซักล้างเสื้อผ้าซึ่งจัดว่าเป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีปริมาณมาก โดยทั่วไปจะมีน้ำทิ้งจากการซักผ้าด้วยเครื่องโหลลงสู่คูคลองในอัตราการไหลเฉลี่ยประมาณ 20 ลิตร/คน/วัน ในขณะที่จะมีน้ำทิ้งที่เกิดจากการซักผ้าด้วยมือโหลลงสู่คูคลอง ในอัตราการไหลเฉลี่ยประมาณ 50 ลิตร/คน/วัน (อุตร, 2537) ซึ่งน้ำทิ้งเหล่านี้ไม่ได้ผ่านระบบบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นหากมีการใช้ระบบบำบัดที่สามารถเปลี่ยนสภาพน้ำเสียให้เป็นน้ำที่มีสภาพใกล้เคียงน้ำปกติแล้วจึงปล่อยลงสู่คูคลอง ก็จะเป็นการช่วยลดการเกิดมลภาวะทางน้ำได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีร่วมกับการใช้เครื่องมือบำบัดน้ำเสียแต่มีราคาแพง ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในที่พักอาศัยทั่วไป จึงเกิดแนวความคิดในการใช้พืชบางชนิดบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากการอาศัยธรรมชาติให้ช่วยเหลือธรรมชาติด้วยกันเอง

เช่น โครงการแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ได้ใช้พืช 3 ชนิด ในการบำบัดน้ำเสีย คือ ฐปญาธิ กกกกลม (จันทบูรณ) และหญ้าแฝกอินเดีย ซึ่งเป็นพืชที่หาได้ง่ายและมีแพร่หลายทั่วไป (วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556) อย่างไรก็ตาม ในที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด ระบบบำบัดน้ำควรมีขนาดกระทัดรัดเพื่อให้สามารถติดตั้งและใช้งานได้ง่าย ระบบหนึ่งที่มีความน่าสนใจ คือ การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งพืชสามารถรับสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำได้โดยตรง ทำให้มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ สามารถปรับรูปแบบติดตั้งได้ในแนวตั้ง จึงปลูกพืชในพื้นที่ที่จำกัดได้ เช่น แนวผนังของอาคาร แนวรั้วบ้าน เป็นต้น นอกจากนี้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมมีการใช้ไม้ประดับมากมายหลายชนิดที่ใช้ตกแต่งพื้นที่เพื่อให้ความสวยงาม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไม้ประดับที่ใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมบางชนิดที่ช่วยในการบำบัดน้ำทิ้งจากการซักผ้าในพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหามลภาวะทางน้ำแล้ว ยังเป็นการตกแต่งพื้นที่ให้เกิดความสวยงามได้อีกด้วย

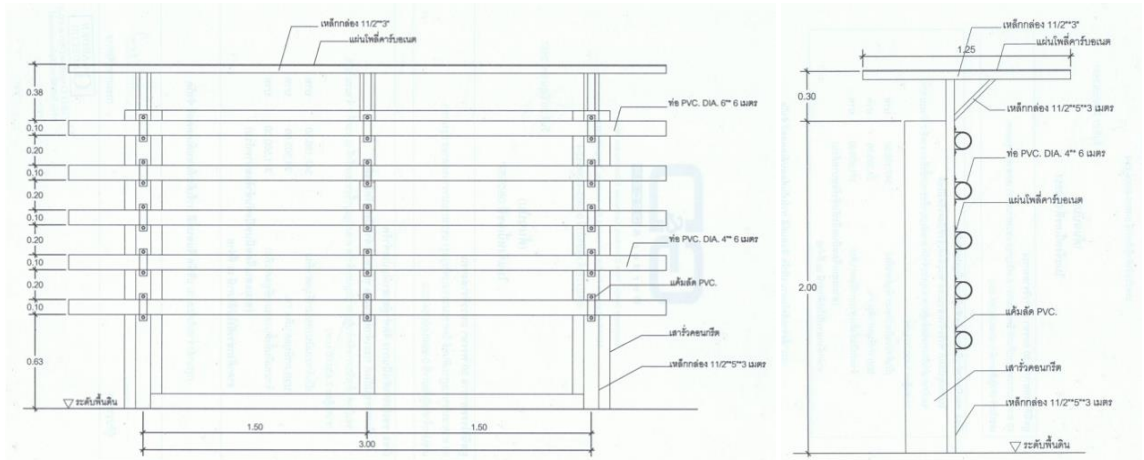
2. วิธีการ

ออกแบบระบบไฮโดรโปนิคส์แบบแนวตั้ง โดยนำท่อพีวีซี (PVC, polyvinylchloride) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร เจาะรูที่ด้านบนท่อตามตำแหน่งที่จะปลูกพืช แต่ละรูห่างกัน 20 เซนติเมตร ติดตั้งระบบน้ำล้นของแต่ละท่อ เพื่อควบคุมระดับน้ำในท่อ วางท่อตามแนวนอนจำนวน 5 ท่อ เรียงจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง แต่ละท่อห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยตั้งบนโครงสร้างเหล็กที่ยึดติดกับเสารั้ว มีหลังคาโปร่งแสงเพื่อป้องกันน้ำฝน (รูปที่ 1 และ 2) และติดตั้งระบบไฮโดรโปนิคส์ข้างทางเดินขนานกับรั้วโปร่งของธนาเพลสคอนโดมิเนียม (รูปที่ 3) จัดเตรียมน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้ามาใส่ในถังเก็บน้ำขนาดประมาณ 250-280 ลิตร โดยกำหนดให้ใช้ผงซักฟอกชนิดเดียวกัน เครื่องซักผ้าเป็นแบบฝาเปิดบน ขนาด 8 กิโลกรัม ใช้ผงซักฟอก 2 ช้อนตวง ตามน้ำหนัก ชนิด และคละความสกปรกของผ้า ติดตั้งปั้มน้ำเพื่อสูบน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าขึ้นไปยังท่อรับน้ำที่อยู่บนสุดโดยให้น้ำไหลผ่านวาล์วเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่เหมาะสม น้ำจะไหลจากท่อด้านบนสุดลงมาสู่ท่อที่อยู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลกก่อนไหลลงถังเก็บน้ำ เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่โดยให้น้ำหมุนวนซ้ำตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เลือกพรรณไม้ที่นิยมใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม ซึ่งหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง

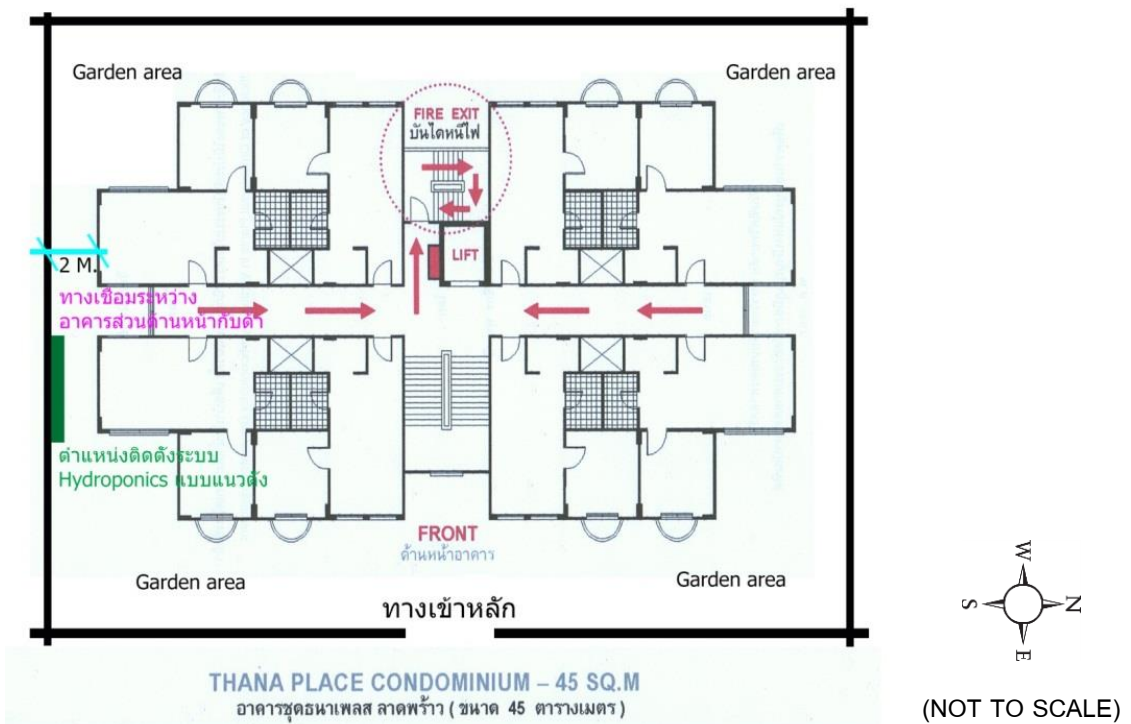
และเป็นพืชขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปลูกบนสวนแนวตั้ง จำนวน 12 ชนิด คือ กาบหอยแครงแคระ ผักเป็ดแดง แพร่เชียงไฮ้ เฟิร์นใบมะขาม เฟิร์นนกนกนารี หนวดปลาชุกแคระ กำแพงเงิน เดหลีใบมัน เฟิร์นฮาวาย หลิวใบ แสยกต่าง และหมากผู้หมากเมียแคระ นำพืชทั้ง 12 ชนิด ชนิดละ 5 ต้น แต่ละชนิดมีขนาดเท่ากันทั้งความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่ม มาล้างรากแล้วหุ้มรากด้วยฟองน้ำเพื่อให้ต้นพืชสามารถทรงตัวอยู่ได้ก่อนปลูกในหลุมปลูกที่กำหนดไว้บนท่อพีวีซี โดยยังไม่สูบน้ำ ตัวอย่าง ให้น้ำประปาในระบบไฮโดรโปนิคส์เพื่อให้พืชปรับสภาพโดยใช้ระยะเวลา 30 วัน จนพืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ หลังจากนั้นจัดวางพืชทั้งหมดใหม่โดยการสุมปลูกตามตำแหน่งของหลุมปลูกบนท่อพีวีซี จนครบตามจำนวนหลุมปลูกทั้งหมด (60 หลุม) (รูปที่ 4ก และ 4ข) บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ (1) อัตราการรอดชีวิตของพืช (ร้อยละ) (2) ความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) ทุก ๆ 2 สัปดาห์ และ (3) วิเคราะห์สมบัติทางเคมี คือ ค่า BOD, COD, pH, ไนโตรเจน และฟอสเฟต และสมบัติทางกายภาพคือ ของแข็งแขวนลอย ไขมัน และไขมันของน้ำทิ้งจากการซักผ้าก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง โดยส่งตรวจที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)



รูปที่ 1 ภาพผังพื้นของระบบไฮโดรโปนิคส์แบบแนวตั้ง



รูปที่ 2 ภาพด้านหน้าและด้านข้างของระบบไฮโดรโปนิคส์แบบแนวตั้ง



รูปที่ 3 ตำแหน่งติดตั้งระบบไฮโดรโปนิคส์แบบแนวตั้ง

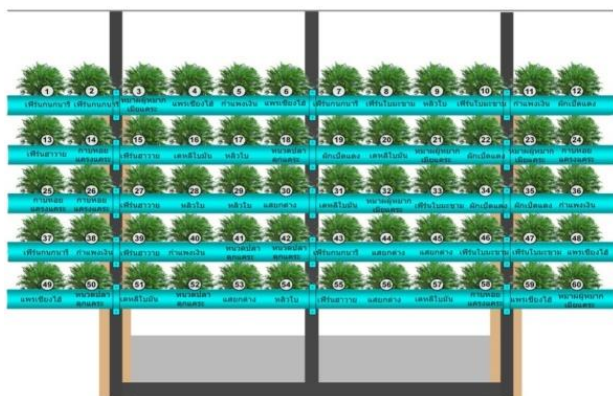
3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ไม่ประทับทั้ง 12 ชนิด ที่ได้รับน้ำทั้งจากการซักผ้าเป็นเวลานาน 30 วัน ผลปรากฏว่าอัตราการรอดชีวิตของพืชทดลองคิดเป็น ร้อยละ 83.33 หรือ

สามารถใช้น้ำทั้งนี้ได้และรอดชีวิต 10 ชนิด สามารถแบ่งแยกเป็นกลุ่มตามลักษณะการเจริญเติบโตดังนี้ (1) เจริญเติบโตดี 2 ชนิด คือ แพร่เซียงไฮ้และหนวดปลาตุ๊กแคะ (2) เจริญเติบโตด้านความสูง

ของต้นมากกว่าความกว้างทรงพุ่ม 5 ชนิด ได้แก่ ผักเป็ดแดง กำแพงเงิน เดหลีใบมัน เฟิร์นฮาวาย และส่ายต่าง (3) การเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเกิดการแตกกอมากกว่าความสูงของต้น มีเพียงชนิดเดียว คือ กาบหอยแครงแคระ (4) การ

เจริญเติบโตลดลง 2 ชนิด คือ เฟิร์นใบมะขามและหมากผู้หมากเมียแคระ (5) ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ตาย) 2 ชนิด คือ เฟิร์นนกกนารี่และหลิวใบ (ตารางที่ 1 และ 2)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4 ภาพด้านหน้าแสดงการปลูกพืชแบบสุม (ก) และภาพด้านข้างแสดงการปลูกพืชระดับในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบแนวตั้ง (ข)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของไม้ประดับ 12 ชนิด หลังทำการปลูกเลี้ยงนาน 30 วัน

ชนิดของพันธุ์ไม้	ก่อนการทดลอง (เซนติเมตร)	ระหว่างการทดลอง (เซนติเมตร)	หลังการทดลอง (เซนติเมตร)	การเจริญเติบโต (%)
กาบหอยแครง	30.00	29.50	28.00	-6.67
ผักเป็ดแดง	16.20	17.30	18.40	13.58
แพร์เซียไฮ	20.00	21.00	24.00	20.00
เฟิร์นใบมะขาม	40.00	38.00	30.00	-25.00
เฟิร์นนกกนารี่	28.00	27.00	0.00	ตาย
หนวดปลาดุกแคระ	20.00	21.00	22.00	10.00
กำแพงเงิน	55.00	60.00	73.00	32.73
เดหลีใบมัน	36.80	38.00	38.40	4.35
เฟิร์นฮาวาย	36.00	40.00	41.00	13.89
หลิวใบ	28.00	21.00	0.00	ตาย
ส่ายต่าง	38.00	40.00	40.50	6.58
หมากผู้หมากเมียแคระ	39.00	38.00	37.00	-5.13

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของไม้ประดับ 12 ชนิด หลังทำการปลูกเลี้ยงนาน 30 วัน

ชนิดของพันธุ์ไม้	ก่อนการทดลอง (เซนติเมตร)	ระหว่างการทดลอง (เซนติเมตร)	หลังการทดลอง (เซนติเมตร)	การเจริญเติบโต (%)
กาบหอยแครง	29.20	29.40	29.70	1.71
ผักเป็ดแดง	17.80	17.80	15.00	-15.73
แพรวเชียงใหม่	29.60	30.00	31.00	4.73
เฟิร์นใบมะขาม	35.00	31.00	29.00	-17.14
เฟิร์นนกขนารี	24.20	22.00	0.00	ตาย
หนวดปลาชุกกระ	20.00	20.50	21.00	5.00
กำแพงเงิน	50.00	50.00	50.00	0.00
เดหลีใบมัน	44.00	43.00	36.00	-18.18
เฟิร์นฮาวาย	31.80	31.30	31.00	-2.52
หลิวใบ	22.40	20.00	0.00	ตาย
แสยกด่าง	41.20	35.55	29.90	-27.43
หมากผู้หมากเมียแคระ	26.00	24.00	23.00	-11.54

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง

สมบัติทางเคมีและกายภาพ	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง
BOD	245.00	79.21	10.82
COD	751.71	172.96	31.81
pH	7.08	8.01	8.57
Total nitrogen	5.47	8.69	5.70
Total suspended solid	433.50	25.00	8.50
Oil and grease	15.30	4.90	1.10
Phosphate (P)	1.10	3.85	5.50

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำทิ้งจากการซักผ้าในตารางที่ 3 พบว่าในน้ำทิ้งมีธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งหลังทำการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนและ

ฟอสฟอรัสซึ่งจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (โสระยา, 2544) และในการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณธาตุทั้งสองลดลง (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากพืชทดลองสามารถนำไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำทิ้งไปใช้ในการเจริญเติบโต

ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองกับต้นผักตบชวา พบว่าสามารถลดปริมาณไนโตรเจนให้ลดลงได้และเช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสก็ลดลงเช่นกัน (Haeley, 1990; Hayes *et al.*, 1987) อย่างไรก็ตามพืชบางชนิดมีการเจริญเติบโตดี บางชนิดมีการเจริญเติบโตลดลง และบางชนิดตาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อธาตุอาหารที่ปะปนอยู่ในน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าแตกต่างกัน โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติ เช่น ค่า pH เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 8 (ตารางที่ 3) รวมถึงการไม่สามารถทนต่อสารเคมีในน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าได้ (สุนทร, 2552; วิเชียร, 2557; อัมพา, 2553)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง พบว่าค่า BOD ก่อนการทดลองมีค่า 245.00 mg/L หลังการทดลองมีค่า BOD 10.82 mg/L หรือลดลงร้อยละ 95.6 ค่า COD ก่อนการทดลองมีค่า 751.71 mg/L หลังการทดลอง มีค่า COD 31.81 mg/L หรือลดลงร้อยละ 95.8 นอกจากนี้ค่าของแข็งแขวนลอย (total suspended solid) ไขมัน (oil) และไขมัน (grease) ยังลดลงร้อยละ 98 และ 92.8 ตามลำดับ ซึ่งค่า BOD และ COD ที่ลดลงอย่างชัดเจนนี้ เป็นตัวชี้ว่าน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้ามีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกษมและคณะ (2556) ที่ทดลองบำบัดน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวาทำหน้าที่ดูดซับความสกปรก รวมทั้งสารพิษจากน้ำเสีย พบว่าสามารถลดค่า BOD ได้ระหว่างร้อยละ 19-85 และ Vaillant และคณะ (2003) ได้ศึกษาการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ NFT ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยใช้พืช *Datura Innoxia* พบว่าปริมาณไนโตรเจนถูกบำบัดร้อยละ 97 และปริมาณ BOD ลดลงเหลือ 45 mg/L นอกจากนี้ Rababah และ Ashbolt (2000) ได้ประยุกต์ใช้ระบบไฮโดรโปนิคส์ในการบำบัดน้ำ

เสียชุมชนขั้นต้น โดยใช้ระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ NFT กับ การปลูกผักสลัด พบว่าหลังปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์ครบ 7 วัน (1 รอบการเปลี่ยนน้ำสารละลาย) มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่า BOD ได้ร้อยละ 87 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 99 แสดงว่าไม่ระดับต่ำ-เล็กและระดับต่ำ-ใหญ่ จำนวน 12 ชนิด ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากตัวพืชเองที่สามารถมีชีวิตรอดได้แล้วยังมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนคุณภาพของน้ำทิ้งจากการซักผ้าให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น รวมถึงการลดสารเคมีบางตัวที่ปะปนอยู่ในน้ำทิ้งได้ด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่าระบบนี้ช่วยประหยัดพื้นที่ สามารถจัดวางได้ในพื้นที่จำกัด เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นที่ปลูกน้อย ได้แก่ อพาร์ทเมนต์ ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ เป็นต้น (ดิเรก, 2547; ธรรมศักดิ์, 2558) รวมถึงการออกแบบให้มีการวางตัวของโครงสร้างทั้งหมดขนานกับรั้วโปร่ง เมื่อปลูกพืชลงไปแล้วจะมีลักษณะคล้ายกำแพงสูงที่ช่วยบังสายตาจากพื้นที่ด้านนอกรั้วได้รวมถึงเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในงานภูมิสถาปัตยกรรมได้อีกทางหนึ่ง

4. สรุป

ไม่ประดับจำนวน 12 ชนิด มี 10 ชนิด หรือร้อยละ 83.33 ที่รอดชีวิตได้ คือ กาบหอยแครง แคระ ผักเป็ดแดง แพร่เชียงไฮ้ เฟิร์นใบมะขาม หวนดปลาตุ๊กแคะ กำแพงเงิน เดหลีใบมัน เฟิร์นฮาวาย แสยกต่าง และหมากผู้หมากเมียแคะ และตาย 2 ชนิด คือ เฟิร์นนกนกกานีและหลิวใบ พืชทั้ง 10 ชนิด มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD, COD, ของแข็งแขวนลอย ไขมัน และไขมันสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้าให้มีสมบัติดีขึ้นได้

5. รายการอ้างอิง

เกษม จันท์แก้ว และคณะ, โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมา

- จากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี, แหล่งที่มา : http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/01-celebrate/kasem/celebrate_00.html, 4 ธันวาคม 2556.
- ดิเรก ทองอร่าม, 2547, การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย, สำนักพิมพ์ธรรมการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, ประโยชน์ของผักไฮโดรโปนิคส์, แหล่งที่มา : <http://www.frynn.com>, 8 มิถุนายน 2558.
- วิเชียร พุทธศรี, 2557, ผลของน้ำทิ้งจากการซักผ้าด้วยเครื่องต่อการรอดชีวิตของไม้น้ำดอกไม้ประดับบางชนิด, ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ : การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพืชกรองน้ำเสีย, แหล่งที่มา : <http://www.haii.or.th/wiki84/index.php>, 5 มกราคม 2557.
- สุนทร บุญปารอ, 2552, การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อปลูกข้าว, สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- โสระยา ร่วมรังสี, 2544, การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- อุตร จารุรัตน์, 2537, คู่มือผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ในโครงการจัดทำคู่มือดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียและการใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร, คู่มือเล่มที่ 2, เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- อัมพา คำวงษา, 2553, แนวทางการผลิตและลงทุนผักไฮโดรโปนิคส์เพื่อทำเงิน, สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์ มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- Rababah, A.A. and Ashbolt, N.J., 2000, Innovate production treatment hydroponics farm for primary municipal sawage utilization, *Water Res.* 34: 825-843.
- Harley, K.L.S., 1990, The role of biological control in the management of water hyacinth *Eichhornia crassipes*, *Biocont. News Inform.* 11: 11-12.
- Hayes, T.D, Isaacson, H.J., Reddy, K.R., Chynoweth, D.P. and Biljetina, R., 1987, Water hyacinth systems for water treatment, pp.121-139, In Reddy, K.R. and Smith, W.H. (Eds.), *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*, Magnolia Publishing, Orlando, FL.
- Vaillant, N., Moment, F., Sallanon, H., Cound, A. and Hitmi, A., 2003, Treatment of domestic wastewater by hydroponic NFT system, *Chemosphere* 50: 121-129.