รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายและวัชพืชน้ำเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม

Feasibility of seaweed and aquatic weed utilization for value-added product

ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช, รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ,
ผศ. สมเกียรติ สีสนอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ได้รับทุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายและวัชพืชน้ำเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม

Feasibility of seaweed and aquatic weed utilization for value-added product

ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช, รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ, ผศ. สมเกียรติ สีสนอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ได้รับทุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b 12793206

เลขหมู่
เลขทะเบียน 143546
วัน เดือน ปี 17 ส.ค. 2559

ชื่อโครงการ ความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายและวัชพืชน้ำเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2556 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 370,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556
ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาวอัจฉรี เรืองเดช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
นายสมเกียรติ สีสนอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิด และปริมาณของผงถ่านในอาหารสังเคราะห์ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ แบ่งชุดการทดลองเป็น ชุดควบคุม 2 ชุดคือ ชุด Negative control (ไม่เติมผงถ่าน) และ ชุด Positive control (เติม Activated carbon 1.25 g/l) ชุดการทดลองที่ใช้ผงถ่านจาก พืชน้ำจืด(สาหร่ายพุงชะโด) พืชน้ำทะเล(สาหร่ายผักกาด) โดยเติมผงถ่าน 5 ระดับ 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, และ 1.25 g/l ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตในส่วนจำนวนยอดเมื่อเปรียบเทียบในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น จำนวนรากเฉลี่ย น้ำหนักและ ความสูง ในชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมผงถ่านมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.50±0.16 ใบ/ต้น 2.80±0.80 ราก/ต้น 0.48±0.44 กรัม/ต้น และ 42.70±4.86 มม. ตามลำดับ และพบการเจริญน้อยที่สุดในชุดที่เติมผงถ่านจากสาหร่ายผักกาดระดับ 1.0 g/l คือ จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น จำนวนรากเฉลี่ย น้ำหนักและ ความสูง เท่ากับ 0.50±0.16 ใบ/ต้น 0.20±0.13 ราก/ต้น 0.14±0.09 กรัม/ต้น และ 15.62±0.77 มม. ตามลำดับ จากการทดลองใช้ถ่านจากสาหร่ายน้ำจืด และถ่านจากสาหร่ายทะเลในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าการเจริญเติบโตของอนูเบียสโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผงถ่านไม่สามารถช่วยในการเจริญเติบโตของอนูเบียสได้

การศึกษาถึงประสิทธิภาพของถ่านจากสาหร่ายพุงชะโดและสาหร่ายซากัสซัมเพื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ในการบำบัดน้ำในตู้ปลาคาร์ฟ โดยนำสาหร่ายทั้งสองชนิดมาตากให้แห้ง แล้วนำมาเผาด้วยเตาเผาแบบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ320 °C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง การทดลองละ 4 ซ้ำ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่ถ่าน ชุดถ่านกัมมันต์ ชุดถ่านพุงชะโด และชุดถ่านซากัสซัม มีการให้อาหารปลา วันละ 3 % ของน้ำหนักตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 3วันเป็นเวลา 30 วัน ผลที่ได้คือ คุณภาพน้ำภาพรวมในทุกพารามิเตอร์ และอัตราการเจริญเติบโตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p> 0.05$) ในระหว่างชุดการทดลอง แต่แนวโน้มที่มีการเพิ่มมากที่สุดคือชุดถ่านพุงชะโด และรองลงมาเป็นถ่านกัมมันต์ ชุดควบคุมไม่ใส่ถ่าน และถ่านซากัสซัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 187.12±9.85, 174.10, 172.90 และ 171.55 กรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถที่จะบอกถึงประสิทธิภาพของถ่านจากสาหร่ายทั้งสองชนิดได้ เนื่องจากว่าในระบบนั้นมีปริมาณของ TSS ที่สูงเกินกว่าที่ ถ่านจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ถ่านชีวภาพ พืชน้ำ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ บำบัดน้ำ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reserch Title: Feasibility of seaweed and aquatic weed utilization for value-added product

Researcher: Uscharee Ruangdej[1], Nongnuch Laohavisuti[1], Somchai Wangwibulkit[1], Somkiat Seesanong[2]

Faculty: Agricultural Technology **Department:** [1]Animal Production Technology and Fisheries, [2]Plant production Technology

Abstract

Study on the optimum quantity and charcoal powder type in tissue culture media for the growth of aquatic plant, *Anubias barteri*, were conducted. Two controls of negative control (without charcoal powder) and positive control (with activated carbon 1.25 g/l) were set. The treatments of charcoal powder from freshwater weed (*Ceratophyllum demersum*) and seaweed (*Ulva rigida*) at concentration of 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 g/l, 10 replications were tested for 4 weeks. The results on growth parameter of shoot number in all treatments showed no statistically difference ($P>0.05$). The highest growth was found in negative control group; leaves number, roots number, weight and height were 1.50±0.16 leaves/plant, 2.80±0.80 roots/plant, 0.48±0.44 g/plant and 42.70±4.86 mm, respectively. The least growth was found in seaweed charcoal powder of 1.0 g/l; leaves number, roots number, weight and height were 0.50±0.16 leaves/plant, 0.20±0.13 roots/plant, 0.14±0.09 g/plant and 15.62±0.77 mm, orderly. In conclusion, both biochar from freshwater weed or seaweed could not stimulate the growth of *Anubias barteri* in tissue culture.

Study on performance of biochar from freshwater weed (*Ceratophyllum demersum*) and seaweed (*Sargassum* sp.) compare with activated carbon for water treatment within fancy carp aquarium were conducted. Sun dried weed and burnt under the temperature controlled furnace at 320° C for a period of 15 minutes. Four treatments (control; without charcoal, activated carbon, freshwater weed and seaweed) with four replications were done. Fish was fed at 3% of body weight. Water quality was analyzed every 3 day for period of 30 days. There are no statistical differences ($p >0.05$) in all water quality parameter in overview. But the trend of growth showed in freshwater weed charcoal, activated carbon, without charcoal and seaweed charcoal as 187.12±9.85, 174.10, 172.90 and 171.55 g, respectively. This experiment is not able to reflect the performance of the biochar from both types of weed because the system contains a high quantity of total suspended solid (TSS) than the biochar will work effectively.

Keywords: Biochar, Hydrophyte, Tissue culture, Water treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนการวิจัย และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้เครื่องมือ และสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	15
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ประวัตินักวิจัย	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	จำนวนยอดเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน	16
4.2	จำนวนใบเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน	17
4.3	จำนวนรากเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน	18
4.4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน	19
4.5	ความสูงเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน	20
4.6	ปริมาณของแอมโมเนียในระหว่างการทดลอง	23
4.7	ปริมาณไนไตรท์ในระหว่างช่วงการทดลอง	24
4.8	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)	25
4.9	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	26
4.10	อุณหภูมิ (°C) ของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง	27
4.11	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)	28
4.12	ปริมาณ BOD	29
4.13	ค่า MEAN±SD โดยรวมของทุกพารามิเตอร์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สาหร่ายพุงชะโด	5
2.2	สาหร่ายซากัสซัม	6
2.3	พรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ (*Anubias barteri*)	7
4.1	น้ำหนัก (กรัม) เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกัน เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	18
4.2	ความสูง (มิลลิเมตร)เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกัน เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	21
4.3	พรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่เมื่อสิ้นสุดการทดลองต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกันเมื่อ ปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	21
4.4	ปริมาณแอมโมเนียของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง	23
4.5	ปริมาณไนไตรท์ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง	24
4.6	ปริมาณ DO ของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง	25
4.7	ค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง	26
4.8	อุณหภูมิของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง	27
4.9	ปริมาณ TSS ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง	28
4.10	ปริมาณ BOD ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

พืชน้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นผู้ผลิตขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร และยังเป็นผู้ลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ สร้างออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำ พืชน้ำสามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วสามารถดูดซับธาตุอาหารเช่นธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสออกจากน้ำ จึงมีการนำสาหร่ายมาใช้เป็นตัวช่วยควบคุมคุณภาพน้ำและบำบัดน้ำในการเลี้ยงสัตว์ทะเล (Neori et al., 2004) จึงเป็นสาเหตุให้มีปริมาณสาหร่ายเพิ่มขึ้นจำนวนมาก และสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นนี้บางชนิดมีมากเกินไปจนกลายเป็นวัชพืช ถ้าไม่มีการกำจัดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสัตว์น้ำ (Nelson et al., 2008) ในแหล่งน้ำจืดก็ประสบปัญหาจากการเพิ่มจำนวนของวัชพืชเช่นเดียวกัน แม้จะพบว่าสามารถใช้ประโยชน์จากสาหร่ายขนาดเล็กบางชนิดเพื่อการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง (Mata et al., 2010) แต่การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีองค์ประกอบของไขมันน้อยจึงไม่คุ้มค่ากับการนำไปใช้ การสกัดสารที่มีในพืชน้ำและนำไปใช้ประโยชน์จึงเป็นแนวทางเลือกที่สามารถใช้ประโยชน์จากวัชพืชได้มากขึ้น เนื่องจากพืชน้ำหลายชนิดพบว่ามีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ทำให้สามารถมีชีวิตรอดและมีการเพิ่มจำนวนที่รวดเร็วกว่าพืชน้ำชนิดอื่น จากการวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าสารสกัดจากสาหร่ายทะเลและสาหร่ายน้ำจืดบางชนิด สามารถควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย (อัจฉรี และคณะ,2549, _ ,2550) หรือพืชน้ำเช่นพรมมิสามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยผสมในอาหารเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันให้สัตว์น้ำ (Ruangdej and Laohavisuti, 2011) ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความสามารถของสารจากธรรมชาติที่พบในวัชพืชน้ำที่เกี่ยวกับการต้านอนุมูลอิสระ การกำจัดแบคทีเรีย รวมถึงการนำวัชพืชน้ำมาแปรรูปให้เป็นถ่านที่อาจมีคุณสมบัติเฉพาะในเรื่องของความสามารถในการดูดซับ เนื่องจากแร่ธาตุที่สะสมไว้ในสาหร่ายหรือพืชน้ำ เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับสารพิษ หรือใช้เพื่อบำบัดน้ำ คาดว่าเป็นวิธีที่สามารถนำวัชพืชที่มีจำนวนมากเกินความต้องการมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ และช่วยให้ลดปัญหาเกี่ยวกับวัชพืชในสภาวะแวดล้อมในแหล่งน้ำได้

ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก ส่วนถ่านกัมมันต์ หรือ แอกทิเวตเทต คาร์บอน (activated carbon) เป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง เนื่องจากมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และขนาดรูพรุนก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการผลิตและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และมีราคาสูง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกเซลลูโลสที่มาจากพืชและต้นไม้ เช่น ไม้ยางพารา ไม้ไผ่ เศษไม้เหลือทิ้ง และวัสดุเหลือทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางการเกษตรเช่น แกลบ กะลา มะพร้าว ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เป็นต้น และยังมีพวกถ่านหินเช่น ลิกไนต์ แอนทราไซต์

สาหร่ายพุงชะโด เป็นหนึ่งในพืชน้ำที่มีปริมาณมากในแหล่งน้ำซึ่งถือว่าเป็นวัชพืชน้ำชนิดหนึ่ง ซึ่งไปกีดขวางทางน้ำและยังขึ้นตามบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมถึงสาหร่ายซากัสซัมซึ่งเป็นสาหร่ายน้ำเค็มก็มีปริมาณที่มากและเป็นอุปสรรคในการเดินเรือ สามารถนำเอามาทำเป็นไบโอชาร์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัชพืชได้

สูตรอาหารสังเคราะห์ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประสบผลสำเร็จ ดังนั้นการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของผงถ่านในอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ น่าจะเป็นวิธีการขยายพันธุ์อนูเบียสซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดมาก มีราคาสูง ที่สามารถช่วยเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ที่มีคุณภาพ แข็งแรง ปราศจากเชื้อโรค ภายในระยะเวลาที่สั้นลง ซึ่งเป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตพรรณไม้น้ำให้ได้คุณภาพและทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตได้

วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงถ่านที่ได้จากวัชพืชกับผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ

1.2 เพื่อศึกษาความสามารถของถ่านที่ได้จากวัชพืช ในการใช้เป็นตัวกรองเพื่อบำบัดน้ำในตู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Biochar และ Activated carbon

ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆคือการแยกสลายอย่างเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของไบโอชาร์มากกว่า 50% แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (bio-oil) 60% แก๊สสังเคราะห์ (syngas) ได้แก่ H_2, CO และ CH_4 รวมกัน 20% และไบโอชาร์ 20% (Winsley, 2007) Biochar มีความหมายแตกต่างจาก Charcoal (ถ่านทั่วไป) ตรง จุดมุ่งหมายของการใช้ประโยชน์ คือเมื่อกล่าวถึง Charcoal จะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ขณะที่ Biochar คือถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอนลงดินและปรับปรุงดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินด้วยการแยกสลายมวลชีวภาพด้วยความร้อนจะได้คาร์บอนถึง 50% ของคาร์บอนที่มีอยู่ในมวลชีวภาพ คาร์บอนที่ได้จากการเผามวลชีวภาพจะเหลือเพียง 3% และจากการย่อยสลายโดยธรรมชาติหลังจาก 5-10 ปี จะได้คาร์บอนน้อยกว่า 20% ปริมาณของคาร์บอนที่ได้จะขึ้นกับชนิดของมวลชีวภาพ สำหรับอุณหภูมิจะมีผลน้อยมากถ้าอยู่ระหว่าง 350-500 องศาเซลเซียส (Lehmann et al., 2006)

ถ่านกัมมันต์ หรือ แอกทิเวตเทต คาร์บอน (activated carbon) เป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง เนื่องจากมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และขนาดรูพรุนก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการผลิตและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกเซลลูโลสที่มาจากพืชและต้นไม้ เช่น ไม้ยางพารา ไม้ไผ่ เศษไม้เหลือทิ้ง และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่น แกลบ กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพวกถ่านหินเช่น ลิกไนต์
แอนทราไซต์ เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบที่มาจาก สัตว์นั้นมีไม่มาก เช่น กระดูก หรือ เขาสัตว์ เป็นต้น

การผลิตถ่านกัมมันต์โดยทั่วๆ ไป แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่านโดยทั่วไปมักใช้วิธีเผาที่ไม่มีอากาศเพื่อไม่ให้วัตถุดิบกลายเป็นเถ้า ซึ่งอุณหภูมิในการเผาประมาณ 200 ถึง 400 องศาเซลเซียส และขั้นตอนการนำถ่านไปเพิ่มคุณภาพด้วยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียกว่าการกระตุ้น (activation) แบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ การกระตุ้นทางเคมี และการกระตุ้นทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การกระตุ้นทางเคมี เป็นการกระตุ้นด้วยการใช้สารเคมี เช่น แคลเซียมคลอไรด์ สังกะสีคลอไรด์ กรดฟอสฟอริก เป็นต้น ซึ่งสามารถแทรกซึมได้ทั่วถึง ทำให้ส่วนที่ไม่บริสุทธิ์ละลายหมดไปได้เร็วขึ้นจากนั้นนำไปเผาในถังที่มีออกซิเจนเป็นเวลาหลายชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิเผาประมาณ 600 - 700 องศาเซลเซียส แต่มีข้อเสียตรงที่ต้องล้างสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้น ซึ่งติดมากับถ่านกัมมันต์ออกให้หมดไม่ให้เหลือตกค้างอยู่เลย เพื่อความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน

2.1.2 การกระตุ้นทางกายภาพ เป็นการกระตุ้นด้วยการใช้แก๊ส หรือไอน้ำ ซึ่งใช้อุณหภูมิในการเผากระตุ้นค่อนข้างสูงประมาณ 800-1000 องศาเซลเซียส เพราะไอน้ำที่ใช้จะต้องเป็นไอน้ำที่ร้อนยิ่งยวด (superheated stream) เพื่อทำให้สารอินทรีย์ต่างๆสลายไป ทำให้โครงสร้างภายในมีลักษณะรูพรุน (porous) อยู่ทั่วไป ขนาดของรูพรุนที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าการกระตุ้นทางเคมี ซึ่งถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้น ด้วยวิธีนี้มีข้อดีที่สามารถนำมาใช้งานได้เลยทันที โดยไม่ต้องล้างสารที่เหลือตกค้าง

นอกจากนี้ยังอาจจะใช้ทั้งสองวิธีร่วมกันก็ได้ คือ เมื่อใช้สารเคมีกระตุ้นแล้วนำไปกระตุ้นต่อโดยใช้แก๊สหรือไอน้ำที่ร้อนยิ่งยวด เพื่อการเพิ่มจำนวนรูพรุนให้มากขึ้น ถ่านกัมมันต์ที่ใช้มีทั้งชนิดผง เกล็ด และเม็ด โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์จะใช้ชนิดใดก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน

2.2 ชนิดและลักษณะของไบโอชาร์

2.2.1 ไบโอชาร์จากสาหร่าย

Bird et al.(2011) แสดงให้เห็นถึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และประสิทธิภาพของการใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ (seaweed) มาใช้ประโยชน์ ถ่านจากสาหร่ายนี้ผลิตจากการเผาสาหร่ายสีเขียว 8 ชนิดจากแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม ไบโอชาร์ทั้งหมดเปรียบเหมือนว่าจะมีปริมาณคาร์บอนสุทธิบริเวณพื้นที่ผิวและ Cation Exchange Capacity (CEC) ต่ำ แต่ว่าปริมาณของ pH, เถ้า, ไนโตรเจน และสารอินทรีย์ได้แก่ P, K, Ca และ Mg สูง ขั้นตอนสำคัญในการประเมินประโยชน์ของไบโอชาร์ จากสาหร่ายก่อนอื่นดูการสะสมคาร์บอนและใช้เป็นปุ๋ยในดินและหาคุณสมบัติของสาหร่ายเพื่อเปรียบเทียบกับไบโอชาร์ จากผลิตภัณฑ์มวลชีวภาพอื่นๆ บนโลก

2.2.2 ไบโอชาร์จากแหนเป็ด

Muradov et al. (2012) แสดงให้เห็นถึงลักษณะของ ไบโอชาร์จากแหนเป็ด ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างของใบที่มีขนาดเล็ก(ยาว 15 - 20 μmและกว้าง 7 - 10 μm) เมื่อทำการไพโรไลซิสเราเห็นว่าโครงร่างของแหนเป็ดนั้นไม่ได้ถูกทำลายไประหว่างนั้น จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเพราะว่าแหนเป็ดนั้นมีรูพรุนสูงที่บริเวณพื้นที่ผิวใบ ซึ่งแต่ละรูพรุนนั้นมีความยาว 3 - 5 μm และกว้าง 0.4 - 5μm แต่ละรูพรุนนั้นจะมีรูขนาดเล็กๆอีก 2 แถว ขนาดประมาณ0.1 ม.ม. (12 - 14 รูต่อแถว)

2.2.3 ไบโอชาร์จากไม้ไผ่ ต้นพริกไทย ชานอ้อย และไม้ฮิคกอรี

Yao et al. (2012) ได้ทำการทดลองโดยการนำเอาไม้แต่ละชนิดมาทำไบโอชาร์โดยเผาที่สองอุณหภูมิคือ 450 และ 600 °C แล้วบดตัวอย่างผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5-1 ม.ม. แล้วล้างด้วยน้ำ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่น จากนั้นทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 80°C การทดสอบไบโอชาร์ ทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดึงเอา Sulfamethoxazole (SMX) จากน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของถ่าน (K_d) ของไบโอชาร์อยู่ในช่วง 2-104 L/kg โดยไม้ฮิคกอรีที่เผาที่ 450 °C มีความสามารถในการดูดซับที่ต่ำที่สุด ไบโอชาร์ที่มีค่า K_d ที่สูงที่สุดที่ 104 และ 94 L/kg สำหรับไม้ไผ่ที่เผาที่ 450 และ 600 ตามลำดับ

Lu et al. (2012) ชี้ให้เห็นว่ากากตะกอนจากไบโอชาร์สามารถที่จะดูดซับตะกั่วที่ตกตะกอนซึ่งเป็นโลหะหนัก และเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้

2.3 ชีววิทยาของสาหร่ายที่ใช้ในการทำถ่าน

2.3.1สาหร่ายพุงชะโด

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ceratophyllum demersum* Linn.

ชื่อวงศ์ Hydrocharitaceae

ชื่อสามัญ Common coontail, Coontail hornwort

รูปร่างลักษณะ : พืชใต้น้ำ ต้นเป็นสายกลมยาวแตกกิ่งก้านสาขาแขวนลอยอยู่ใต้น้ำอย่างอิสระ ใบแยกรอบข้อคล้ายเป็นวง 7 – 12 ใบ ลักษณะเป็นเส้นขอบใบจักฟันเลื่อยด้านเดียว อีกด้านหนึ่งเรียบ (ภาพที่ 2.1) ดอก แยกเพศ แต่เกิดบนต้นเดียวกัน กลีบดอก 8 – 12 กลีบ เกสรเพศผู้ 8 –24 อัน ผลสีดำมีหนามแหลม 3 อัน

ภาพที่ 2.1 สาหร่ายพุงชะโด
ที่มา: http://www.siamensis.org/webboard/topic/34298

2.3.2 สาหร่ายซากัสซัม (*Sargassum* sp.)

สาหร่าย *Sargassum* มีชื่อสามัญคือ gulf weed, สาหร่ายใบหรือสาหร่ายทุ่น ทัลลัสมีลักษณะเหมือนพืชชั้นสูง มีส่วนคล้ายรากยึดเกาะ ทัลลัสตั้งตรง บางชนิดแตกแขนงได้มากจนเป็นพุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนของต้นมีลักษณะกลมหรือแบน blade มีลักษณะเหมือนใบไม้ขอบใบมีจักแหลมและมีแกนกลางใบ โคนใบมีถุงลมเล็กๆ ระยะสืบพันธุ์จะสร้าง receptacle เป็นกระจุกที่ปลายแขนง สาหร่าย *Sargassum* ปรกติจะยึดเกาะกับพื้น บางชนิดอาจขาดลอยเป็นชนิดลอยน้ำ(Pelagic form) บริเวณทะเล Sargasso เป็นบริเวณที่มีสาหร่าย *Sargassum* ขึ้นอยู่หนาแน่นมากในลักษณะที่ลอยน้ำ อยู่ทางตอนใต้ของหมู่เกาะ Bermuda ในมหาสมุทรแอตแลนติก ระหว่างทวีปยุโรปและอเมริกา *Sargassum* ที่มีทัลลัสเป็นลักษณะยืนต้น อายุ 2-3 ปีทัลลัสส่วนบนจะเน่าเปื่อยหลุดไปเหลือแต่โคนสามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้อีก

ภาพที่ 2.2 สาหร่ายซากัสซัม

ที่มา : (A) http://www.mbari.org/staff/conn/botany/browns/jacquie/morph.htm
(B) http://www.wildsingapore.com/wildfacts/plants/seaweed/phaeophyta/sargassum.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 **พรรณไม้น้ำอนูเบียส**

ภาพที่ 2.3 พรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ (*Anubias barteri*)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Anubias barteri* ชื่อสามัญ Broad-leaver Anubias (ภาพที่ 2.3) จัดเป็นพรรณไม้น้ำอยู่ในวงศ์ Araceae เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ มีถิ่นกำเนิดแถบแอฟริกาตะวันตก ความสูงของต้นประมาณ 30 เซนติเมตร การเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ส่วนใหญ่นิยมจัดในตู้ปลา ตู้พรรณไม้น้ำ ซึ่งตำแหน่งที่ปลูกคือตรงกลางตู้และฉากหลังของตู้ ความเข้มแสงที่อนูเบียสต้องการอยู่ในระดับปานกลาง อุณหภูมิจะอยู่ที่ 22-28 องศาเซลเซียส อนูเบียสจะถูกจำแนกลักษณะการเกิดของใบซึ่งเป็นพรรณไม้น้ำกลุ่ม (Rosette plants) เป็นพรรณไม้น้ำกลุ่มที่มีใบแตกออกจากรอบๆ โคนต้นโดยใบเรียงซ้อนกันเป็นกระจุกคล้ายดอกกุหลาบ และลำต้นมีลักษณะเป็นหัว (bulbs) เหง้า (rhizome) หรือหัวใต้ดิน (tuber) ที่อยู่ใต้ดินหรือมีบางส่วนของลำต้นอยู่ใต้ดิน(นงนุช, 2548) ข้อมูลทั่วไปของอนูเบียสมีการเติบโตในน้ำตื้นๆหรือบริเวณลำห้วยและชอบสถานที่ในร่มเล็กน้อย อนูเบียสเติบโตอย่างถาวรในน้ำหรือลำต้นใต้น้ำและใบก็ยื่นออกมา บางส่วนของอนูเบียสอยู่อย่างสมบูรณ์ในเวลาที่น้ำท่วมสูง ดังนั้นอนูเบียสสามารถทนต่อการจมอยู่ใต้น้ำ การขยายพันธุ์พืชของอนูเบียสยังไม่ได้ผลิตผลตอบแทนที่ดีส่วนด้านข้างที่เป็นยอดพัฒนาลดลง ซึ่งแต่ก่อนอนูเบียสมีความแข็งแรงพอสมควรและก็มีเหง้า ในการพัฒนาอาจแบ่งออกได้ 2 กรณีส่วนตาที่อยู่เฉย ๆจะได้รับการกระตุ้นในการผลิตหน่อใหม่ เพิ่มจำนวนจากเมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับการขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศ แต่ว่าควรมีการเก็บพืชไว้ในขณะที่โผล่ออกมาซึ่งทำในตู้ปลาสวยงาม โรงเรือน หรือกล่องพืชภายใต้กระจก ในการขยายพันธุ์ส่วนของผลอาจพัฒนาได้ด้วยตนเองแต่การผสมเทียมเกสรเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นจะต้องมีพาหะในดอกไม้ในการผสม ที่จะทำให้เกสรเพศเมียสมบูรณ์เมื่อเกสรเพศผู้มีความสามารถในการถ่ายละอองเรณู ในส่วนล่างของกาบก็จะปิดรอบเกสรเพศเมีย จึงทำให้การผสมเกสรในตัวเองค่อนข้างยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในขณะเดียวกันยอดของเกสรเพศเมียยังคงเปิดกว้าง ดังนั้นเราจึงมีการเปิดส่วนล่างของกาบและถ่ายโอนเกสรจากเพศผู้ที่อยู่ในยอดเพื่อให้การผสมเทียมเกสรประสบผลสำเร็จ(**Muhlberg**,1982)

2.5 หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเริ่มมาจากการที่ Gottieb Haberlandt นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน ในปีค.ศ. 1902 ประสบผลสำเร็จในการแยกเซลล์พืชมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเซลล์ ในปีค.ศ. 1930 ได้มีการเลี้ยงเซลล์ที่แยกมาจากรากของพืชหลายชนิดในสภาพปลอดเชื้อ จนกระทั่งในปีค.ศ. 1938 สามารถเลี้ยงอวัยวะของพืชได้หลายชนิด นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวางทำให้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงพืชก้าวหน้าไปอย่างมากและมีบทบาทสำคัญต่อวิทยาการแขนงอื่นๆ เช่น ชีวเคมี พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์พืช โรคพืช พฤกษศาสตร์ เภสัชศาสตร์ และอุตสาหกรรม เป็นต้น(รังสฤษดิ์, 2540) เทคนิคที่สำคัญ คือ เทคนิคการทำงานที่ปลอดเชื้อชิ้นส่วนพืชต้องผ่านการทำความสะอาดและฟอกฆ่าเชื้อ ซึ่งการพัฒนาเนื้อเยื่อเป็นแบบต่าง ๆ ซึ่งได้แก่

2.5.1 การพัฒนาเป็นอวัยวะ (Organogenesis) คือการพัฒนาเป็นยอด ต้น ดอก หัว ราก หรือเกิดเป็นต้นที่มีรากสมบูรณ์ (plantlet)

2.5.2 การพัฒนาเป็นคัพภะ (Embryogenesis) คือมีการพัฒนาการของเซลล์จากรูปกลม (globular) เป็นรูปหัวใจ (heat shape) รูปตอร์ปิโด (torpedo) และต้นกล้า (plantlet) ตามลำดับ

2.5.3 การพัฒนาเป็นแคลลัส (Callogenesis) คือการพัฒนาเป็นกลุ่มเซลล์พาเรนไคมาที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปทำหน้าที่ที่ต่าง ๆ โดยมักเกิดแคลลัสขึ้นที่บริเวณรอยตัดของชิ้นส่วนพืชการพัฒนาแคลลัสให้เป็นต้นหรือเกิดรากได้โดยให้สารควบคุมการเจริญเติบโตในสัดส่วนที่เหมาะสม(นงนุช, 2548) และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออาศัยการทำในห้องปฏิบัติการจึงต้องมีการออกแบบห้องให้เป็นสัดส่วนเปรียบเสมือนกับห้องครัวที่ต้องมีอุปกรณ์การเตรียมอาหาร ดังนั้นการจัดห้องปฏิบัติการจึงต้องมีการออกแบบให้เหมาะสม โดยแบ่งพื้นที่เป็นบริเวณที่เตรียมอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (culture media preparation) มีการฆ่าเชื้ออาหารและอุปกรณ์ที่ใช้ (sterilization media and tools) ตู้ถ่ายเนื้อเยื่อ (sterile transfer hood) หรือห้องที่สะอาด (clean room) เพื่อเป็นห้องในการทำงานการถ่ายเนื้อเยื่อที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์(สมพร, 2552) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพมีบทบาทอย่างมากต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มผลผลิต และการปรับปรุงพันธุ์พืชได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยเทคโนโลยีชีวภาพที่สำคัญได้แก่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (plant tissue culture) ซึ่งคือการนำส่วนต่างๆของพืช เช่น ยอด ใบ ดอก คัพภะ(embryo) หัว ราก เนื้อเยื่อ เซลล์ และโปรโตพลาสต์ มาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ในอาหารสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน น้ำตาล และสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยมีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และแสง เพื่อชักนำให้เกิดต้น ราก ได้ต้นอ่อนที่สามารถเจริญเติบโตได้ต่อไปได้ เนื่องจากเนื้อเยื่อพืชมีคุณสมบัติการแบ่งตัว

เอกสารนี้เป็นสิ่งที่ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเซลล์ที่จะเจริญกลายเป็นต้นสมบูรณ์ได้ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงมีประโยชน์ในการเพิ่มจำนวนต้นพืชได้อย่างรวดเร็ว และต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนซึ่งเป็นเซลล์ร่างกายเหล่านี้ จึงมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ (clone) เนื่องจากมีสารพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ที่ได้คัดเลือกมาเป็นต้นพันธุ์ ทำให้ได้ต้นพันธุ์ปลอดเชื้อปริมาณมากที่ลักษณะเหมือนกัน และสามารถผลิตได้ทั้งปี ไม่ต้องรอฤดูกาล

2.6 การใช้ผงถ่านในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ประโยชน์ของการใช้ผงถ่านช่วยในการสร้างสภาพแวดล้อมในอาหารเพาะเลี้ยงมีความมืด เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยสำคัญของสภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง ซึ่งความแตกต่างในการต้องการแสงส่งผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่งผลต่อการพัฒนาและเจริญเติบโต และยังสามารถส่งเสริมการย่อยสลาย indole acetic acid (IAA) และ indole butyric acid (IBA)ในอาหารเหลวและแข็ง ผงถ่านสามารถช่วยลดแสงที่บริเวณฐานของรากให้สภาพแวดล้อมภายในหลอดทดลองที่เพาะเลี้ยงให้มีระดับของความมืด ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มืดมีผลเอื้อต่อการสะสมแสงของสารควบคุมการเจริญการเติบโต หรือปัจจัยร่วมต่างๆ ผงถ่านในอาหารเพาะเลี้ยงช่วยในการกระตุ้น การปรับปรุงคุณภาพ เพิ่มประสิทธิภาพทั้งจำนวนและความยาวของราก และส่งผลต่อการเกิดของพืชและมีการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้มีเสถียรภาพและในการเพาะเลี้ยงเมื่อเวลาผ่านไปย่อมเกิดสารพิษในหลอดทดลองผงถ่านที่เติมจะช่วยในการดูดซับของสารพิษหรือยับยั้งสารในหลอดทดลอง ในการเพาะเลี้ยงปัญหาที่พบบ่อยคือการปล่อยสารพวก phenolic จะเห็นเป็นสีน้ำตาลแล้วสารนี้จะทำให้เนื้อเยื่อพืชตายหรือไม่เจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงจึงต้องหลีกเลี่ยง หรือยับยั้งสารนี้ไม่ให้เกิดขึ้นในการเพาะเลี้ยง ซึ่งบางครั้งผลจากการสะสมอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์ทำให้เกิดการสูญเสีย ในการใช้ผงถ่านหรือ polyvinylprrolidone(PVP) สามารถลดปัญหานี้ได้ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีโดยดูดซับสารพิษ phenolic และให้สาร polyphenol และ peroxidaesin active เพื่อเป็นการลดปัญหาและควบคุมสารพิษในการเพาะเลี้ยงพืชและช่วยกระตุ้นยอด สารอาหารที่เติมเพื่อให้พืชสามารถนำเป็นใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตคือสารควบคุมการเจริญเติบโตและการที่เราเติมผงถ่านลงไปก็ยังไปช่วยดูดซับสารควบคุมการเจริญเติบโตทำให้พืชโตเร็ว(Pan and Staden,1998)

การใช้ผงถ่านในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กล้วยไม้ *Aroectochilus etatus* ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกันกับ อนูเบียส Sheriff et al. (2012) รายงานว่าจากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ *Aroectochilus etatus* โดยเติมผงถ่านลงในสูตรอาหารความเข้มข้น 0.3 กรัมต่อลิตร ให้การตอบสนองดีที่สุด จำนวนรากสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 4.25±0.49 รากต่อmicroshoot และความยาวรากเฉลี่ย 2.21±0.35 เซนติเมตร โดยผงถ่านได้ดูดซับสารยับยั้งและปล่อยสารกระตุ้นการเจริญเติบโต

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Gantait et al. (2008) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกหน้าวัว *Anthurium andreanum* ในช่วง subculturing ขยายยอดหลัง 30 วัน สำหรับการชักนำให้เกิดรากและการยืดยาวบนสูตรอาหาร MS โดยเติมด้วยความเข้มข้นของ IAAและ BAP รวมทั้งผงถ่านที่ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นแตกต่างกัน (0, 1, 2 g/l) ซึ่งสูตรอาหาร MS ที่มีความเข้มข้น IAA 0.5 mg/l และ AC 2 g/l ซึ่งเกิดการชักนำให้เกิดรากเร็วที่สุดเท่าที่นับสิบวันจากวันเพาะเลี้ยง การผลิตรากเกือบ 100% ผงถ่านในอาหารพิสูจน์ให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพมากในการกระตุ้นให้เกิดรากตลอดจนการส่งเสริมการเจริญเติบโต

Suranthran et al. (2011) ได้ทำการเพาะเลี้ยงปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* Jacq. var. Dura โดยเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต(PGR) ได้แก่ GA3, BAP และ NAA ที่ความเข้มข้น 0.1,0.05 mg/l หรือไม่เติม PGR และเติมหรือไม่เติมผงถ่าน(AC) 2.0 g/l รายงานว่าการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนสูตรอาหาร MS ที่เติม PGR 0.1 mg / L และ AC 2 g/l ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของความสูงเมื่อนำออกมาปลูก (9.4 ซม.) เช่นเดียวกับความยาวราก (4.4 ซม.) ดีกว่าสูตรอาหารที่เหลือ

Shin et al. (2011) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ *Calanthe* hybrids ลูกผสมระหว่าง ("Hyesung" x "Jeongmong", "Hwagung" x "Heysung") โดยทำการดัดแปลงอาหารที่เพาะเลี้ยง Hyponex (Hyponex N: P: K = 20: 20: 20 = 1 g l^{-1}, N: P: K = 6.5 : 4.5 : 19 = 1 g l^{-1}) และเติมผงถ่านที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0,0.01,0.1 กรัม),NAA และ BA (0,0.1,0.5,1.0 mg/l^{-1}) ปรับ pH เป็น5.6 เพาะเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อช่วงแสง เป็นเวลา 120 วัน มีการทดสอบ นอกเหนือจากถ่าน 0.1 กรัม โดยเติม NAA หรือ BA ในอาหาร Hyponex ดัดแปลงเร่งอัตราการงอกของเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ผลของ NAA หรือ BA โดยไม่ต้องเติมผงถ่านกับอัตราการงอกของเมล็ดก็แสดงให้เห็นว่าไม่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามนอกเหนือจาก NAA 0.1 mg/l^{-1} หรือ BA 0.5 mg/l^{-1}ร่วมกับผงถ่าน 0.1 กรัม การทำงานของผงถ่านในสูตรอาหารพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยประกอบด้วย 2 การทดลองที่นำวัชพืชน้ำมาแปรรูปให้เป็นถ่านก่อนนำไปใช้ การทดลองที่ 1 ทำการทดสอบความสามารถในการดูดซับของถ่านจากวัชพืชน้ำเมื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการทดลองที่ 2 ทดสอบความสามารถในการดูดซับของถ่านจากวัชพืชน้ำเมื่อใช้ในการบำบัดน้ำในตู้เลี้ยงปลา

การทดลองที่ 1 ทดสอบความสามารถในการดูดซับของถ่านจากวัชพืชน้ำเมื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

จัดชุดการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยทดลองใช้ผงถ่านกับพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ที่ปลอดเชื้ออายุ 1 เดือน ปัจจัยที่ศึกษาคือ ชุดควบคุม 2 ชุดการทดลอง ผงถ่านชนิดน้ำจืดและชนิดน้ำเค็มที่มีปริมาณต่างกัน 5 ระดับประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่1 (NC_1) ไม่ใช้ผงถ่าน (ชุดควบคุม) ในอาหาร

ชุดการทดลองที่ 2 (PC_1) เติม activated carbon (ชุดควบคุม)ในอาหาร 1.25 g/l

ผงถ่านจากวัชพืชชนิดน้ำจืด (สาหร่ายพุงชะโด)

ชุดการทดลองที่ 1 (F_1) เติมผงถ่านในอาหาร 0.25 g/l

ชุดการทดลองที่ 2 (F_2) เติมผงถ่านในอาหาร 0.5 g/l

ชุดการทดลองที่ 3 (F_3) เติมผงถ่านในอาหาร 0.75 g/l

ชุดการทดลองที่ 4 (F_4) เติมผงถ่านในอาหาร 1.00 g/l

ชุดการทดลองที่ 5 (F_5) เติมผงถ่านในอาหาร 1.25 g/l

ผงถ่านจากวัชพืชชนิดน้ำเค็ม (สาหร่ายผักกาด)

ชุดการทดลองที่ 1 (S_1) เติมผงถ่านในอาหาร 0.25 g/l

ชุดการทดลองที่ 2 (S_2) เติมผงถ่านในอาหาร 0.5 g/l

ชุดการทดลองที่ 3 (S_3) เติมผงถ่านในอาหาร 0.75 g/l

ชุดการทดลองที่ 4 (S_4) เติมผงถ่านในอาหาร 1.00 g/l

ชุดการทดลองที่ 5 (S_5) เติมผงถ่านในอาหาร 1.25 g/l

โดยทำการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

3.1.1 อุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

3.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ตัดชิ้นส่วนแว่นแก้ว เช่น มีด ,คีมคีบ ,ที่วางหลอดทดลอง

3.1.1.2 ขวดน้ำเกลือ

3.1.1.3 น้ำกลั่น

3.1.1.4 บีกเกอร์ (Beaker)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 ขวดแก้วใส่อาหารวุ้น

3.1.1.6 ตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.1.1.7 กระดาษ (Tissue)

3.1.1.8 ฟอยล์ (Foil)

3.1.1.9ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

3.1.1.10แท่งแก้ว (Rod)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ Murashige and Skoog(MS)

3.1.2.2น้ำตาล

3.1.2.3 ผงวุ้น

3.1.2.4 Innositol

3.1.2.5 Stock 3(ตารางผนวกที่ 1)

3.1.2.6 น้ำกลั่น

3.1.2.7 Alcohol 70%

3.1.2.8 Chlorox 10 % (ไฮเตอร์10 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่น 90 ml)

3.1.2.9 Silver nitrate 1%

3.1.2.10 Tween 20

3.1.2.11 น้ำยาล้างผัก

3.1.2.12 น้ำส้มสายชู

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การคัดเลือกต้นพันธุ์และฟอกฆ่าเชื้อ

3.2.1.1 คัดเลือกต้นพันธุ์อนูเบียสบาร์เทอรี่ที่มีลักษณะแข็งแรง ได้จากการปลูกเลี้ยงในเรือนเพาะชำ ตัดส่วนยอดที่เจริญขึ้นมา นำมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำไหลผ่าน จากนั้นนำชิ้นส่วนตัดกิ่งลอกกาบเยื่อเขย่าในน้ำยาล้างผักกับน้ำส้มสายชูเป็นเวลา 5-10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำไปฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70% 1 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำไปฟอกฆ่าเชื้อต่อด้วยคลอร็อกซ์ (clorox) 10% + tween20 จำนวน 2 หยด เขย่านาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยคลอร็อกซ์ (clorox) 5% + tween20 จำนวน 2 หยด เขย่านาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง สุดท้ายฟอกฆ่าเชื้อด้วยซิลเวอร์ไนเตรต 1% เขย่า 1 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง

3.2.1.2 ต้นอนูเบียสที่ผ่านการฟอกแล้วนำมาตัดตาข้าง เพื่อปลูกบนอาหารเหลวกึ่งแข็งสูตร MS เลี้ยงในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 25°c ให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จึงนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารชุดทดลอง

นำต้นอ่อนที่ปลอดเชื้อของอนูเบียส อายุ 4 เดือน จากข้อ 1 มาตัดใบและราก ปลูกบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเหลวกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติมผงถ่านที่ระดับต่าง ๆตามชุดการทดลองที่กำหนด ขวดละ 1 ต้น เลี้ยงในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 25°c ให้แสงวันละ 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

3.3 การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกผลการทดลองทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังนี้ นับจำนวนยอดลักษณะการเจริญเติบโตการพัฒนาโดยจากการสังเกตว่ามีการเกิดยอดขึ้นใหม่ นับจำนวนใบจากการสังเกตใบที่เจริญเต็มที่กางใบออกชัดเจน นับจำนวนรากที่เกิดขึ้นใหม่จากด้านข้างลำตัน วัดความสูงของต้นด้วยเวอร์เนียร์ดิจิตอลวัดจากข้างขวดโดยฐานของการวัดคือผิวอาหารด้านบน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองล้างทำความสะอาดเอาพรรณไม้น้ำออกจากอาหารจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักโดยรวม และแยกชั่งส่วนของลำต้น ราก และทำการวัดความสูงทั้งหมดและแยกวัดความสูงลำต้น และราก พร้อมบันทึกภาพ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ การพัฒนาส่วนของยอด ใบ ราก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองตามวิธี Duncan's new multiple ด้วยโปรแกรม**SPSS** (Statistical Package for the Social Sciences)

การทดลองที่ 2 ทดสอบความสามารถในการดูดซับของถ่านจากวัชพืชน้ำเมื่อใช้ในการบัดน้ำในตู้เลี้ยงปลา

จัดชุดการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design : CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ใช้ปลาคาร์ฟซ้ำละ 10 ตัว

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมโดยไม่ใส่ถ่าน

ชุดการทดลองที่ 2 ใส่ Activated Carbon

ชุดการทดลองที่ 3 ใส่ถ่านจากสาหร่ายพุงชะโด

ชุดการทดลองที่ 4 ใส่ถ่านจากสาหร่ายซากัสซัม

3.5 วิธีการการเตรียมถ่าน

นำสาหร่ายพุงชะโดและสาหร่ายซากัสซัมมาผึ่งแดดให้แห้ง (เพื่อให้ง่ายต่อการเก็บ) จากนั้นนำสาหร่ายแต่ละชนิดมาเผาที่อุณหภูมิ 320 °C เป็นเวลา 15 นาที รอจนอุณหภูมิลดเหลือประมาณ 100 °C แล้วจึงนำสาหร่ายที่เผาเสร็จแล้ว มาใส่ในโถดูดความชื้น เมื่ออุณหภูมิเย็นลง นำถ่านที่ได้ใส่ในถุงพลาสติกไล่เอาอากาศออกให้หมดแล้วปิดปากถุงให้สนิท

3.6 การติดตั้งระบบกรอง

3.6.1 นำถ่านที่ได้และ activated carbon มาชั่งเพื่อใส่ในระบบกรอง แยกตามชุดการทดลองที่กำหนด โดยใช้ตู้ละ 100 กรัม

3.6.2 นำถ่านที่ชั่งแล้วมาใส่ในระบบกรองตามชุดการทดลองที่กำหนด และติดตั้งระบบกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้ปลาคาร์ฟอายุ 3 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 19.0±0.1 กรัม ทำการเลี้ยงปลาเพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 7 วันก่อนการติดตั้งระบบกรอง โดยใช้ปลาตู้ละ 10 ตัว มีการให้อาหารปลาวันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) โดยให้ 3% ของน้ำหนักตัว

3.8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เมื่อเลี้ยงปลาครบ 7 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ pH DO อุณหภูมิ BOD TSS Nitrite Ammonia Chlorophyll ตามวิธีของ APHA et al. (2005) โดยทำการวิเคราะห์ทุกๆ 3 วัน (ยกเว้น BOD ทำทุกๆ 7 วัน) เป็นเวลา 30 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองตามวิธี Dancan`s new multiple range tests

สถานที่ทำการทดลอง

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงสาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ทดสอบความสามารถในการดูดซับของถ่านจากวัชพืชน้ำเมื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

4.1 การศึกษาชนิดและปริมาณของผงถ่านในอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ (*Anubias barteri*)

4.1.1 จำนวนยอดของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่

จากการทดลองศึกษาผลของชนิดและปริมาณของผงถ่านที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่ ได้แก่ ชุดควบคุม 2 ชุด ที่ระดับ 0 (ไม่มีผงถ่าน) และ 1.25 กรัมต่อลิตร (activated carbon) และชุดการทดลองที่ใช้ผงถ่านจากวัชพืชชนิดน้ำจืด (สาหร่ายพุงชะโด) ผงถ่านจากวัชพืชชนิดน้ำเค็ม (สาหร่ายผักกาด) 5 ระดับได้แก่ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ชุดการทดลองที่ NC ไม่มีผงถ่าน มีผลต่อจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด เฉลี่ย 1.00±0.25 รองลงมาเป็น F4 ถ่านพุงชะโดที่ระดับ 1.00 กรัมต่อลิตร มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ย เฉลี่ย 0.80±0.38 (ตารางที่ 4.1) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าจำนวนยอดเฉลี่ยของอนูเบียสบาร์เทอรี่ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.2 จำนวนใบของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่

ผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ NC ไม่มีผงถ่าน มีผลต่อจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด เฉลี่ย 1.50±0.16 รองลงมาเป็น ชุดการทดลองที่ S1 ถ่านผักกาดที่ระดับ 0.25 กรัมต่อลิตร มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ย 1.20±0.13 และชุดการทดลองที่ PC เติม activated carbon มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ย 1.20±0.20 (ตารางที่ 4.2) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าจำนวนใบเฉลี่ยของอนูเบียสบาร์เทอรี่ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.3 จำนวนรากของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่

จากการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ NC ไม่มีผงถ่าน มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด เฉลี่ย 2.80±0.80 รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ S1 ถ่านผักกาดที่ระดับ 0.25 กรัมต่อลิตร มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ย 2.30±0.44 (ตารางที่ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าจำนวนรากเฉลี่ยของอนูเบียสบาร์เทอรี่ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.4 น้ำหนักของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่

จากการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ NC ไม่มีผงถ่าน มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เฉลี่ย 0.48±0.44 กรัม รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ PC เติม activated carbon มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ย 0.31±0.38 กรัม และชุดการทดลองที่ F2 ถ่านพุงชะโดที่ระดับ 0.50 กรัมต่อลิตร มีผลต่อน้ำหนักสิ้นสุดเฉลี่ย 0.29±0.51 กรัม (ภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.4) แต่เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของอนูเบียสบาร์เทอรี่ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนยอดเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน

ชุดการทดลอง	Mean±SE			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
NC ไม่มีผงถ่าน	0.80±0.20	0.90±0.31	0.60±0.22	1.00±0.25
PC activated carbon	0.10±0.10	0.50±0.22	0.10±0.10	0.60±0.22
F1 ถ่านพุงชะโด 0.25 g/l	0.30±0.15	0.80±0.20	0.30±0.21	0.50±0.16
F2 ถ่านพุงชะโด 0.50 g/l	0.40±0.22	0.70±0.33	0.40±0.16	0.40±0.22
F3 ถ่านพุงชะโด 0.75 g/l	0.60±0.16	0.50±0.16	0.10±0.10	0.60±0.22
F4 ถ่านพุงชะโด 1.00 g/l	0.50±0.16	0.20±0.20	0.60±0.40	0.80±0.38
F5 ถ่านพุงชะโด 1.25 g/l	0.50±0.16	0.30±0.15	0.10±0.10	0.10±0.10
S1 ถ่านผักกาด 0.25 g/l	0.30±0.15	0.30±0.15	0.20±0.13	0.60±0.16
S2 ถ่านผักกาด 0.50 g/l	0.50±0.16	0.40±0.16	0.10±0.10	0.30±0.15
S3 ถ่านผักกาด 0.75 g/l	0.20±0.13	0.30±0.15	0.30±0.15	0.50±0.16
S4 ถ่านผักกาด 1.00 g/l	0.30±0.15	0.30±0.15	0.30±0.15	0.60±0.16
S5 ถ่านผักกาด 1.25 g/l	0.30±0.15	0.40±0.16	0.80±0.24	0.60±0.22
	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 จำนวนใบเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน

ชุดการทดลอง	Mean±SE			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
NC ไม่มีผงถ่าน	0.40±0.16	1.10±0.18^{a}	1.40±0.16^{a}	1.50±0.16^{a}
PC activated carbon	0.40±0.16	0.70±0.15^{ab}	1.10±0.18^{ab}	1.20±0.20^{ab}
F1 ถ่านพุงชะโด 0.25 g/l	0.40±0.22	0.50±0.22^{bc}	1.00±0.21^{ab}	1.10±0.18^{abc}
F2 ถ่านพุงชะโด 0.50 g/l	0.40±0.22	0.50±0.22^{bc}	0.90±0.23^{ab}	1.20±0.29^{ab}
F3 ถ่านพุงชะโด 0.75 g/l	0.30±0.15	0.60±0.16^{abc}	1.00±0.14^{ab}	1.00±0.14^{abc}
F4 ถ่านพุงชะโด 1.00 g/l	0.20±0.13	0.60±0.16^{abc}	0.60±0.16^{bc}	0.80±0.20^{bc}
F5 ถ่านพุงชะโด 1.25 g/l	0.20±0.13	0.50±0.16^{bc}	0.90±0.10^{ab}	1.00±0.14^{abc}
S1 ถ่านผักกาด 0.25 g/l	0.40±0.16	0.70±0.15^{ab}	1.00±0.00^{ab}	1.20±0.13^{ab}
S2 ถ่านผักกาด 0.50 g/l	0.10±0.10	0.40±0.16^{bc}	0.90±0.18^{ab}	1.00±0.14^{abc}
S3 ถ่านผักกาด 0.75 g/l	0.40±0.16	0.60±0.16^{abc}	0.90±0.23^{ab}	1.00±0.21^{abc}
S4 ถ่านผักกาด 1.00 g/l	0.00±0.00	0.40±0.16^{bc}	0.60±0.16^{bc}	0.50±0.16^{c}
S5 ถ่านผักกาด 1.25 g/l	0.00±0.00	0.10±0.10^{c}	0.20±0.13^{c}	0.50±0.16^{c}
	ns	*	*	*

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

*ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

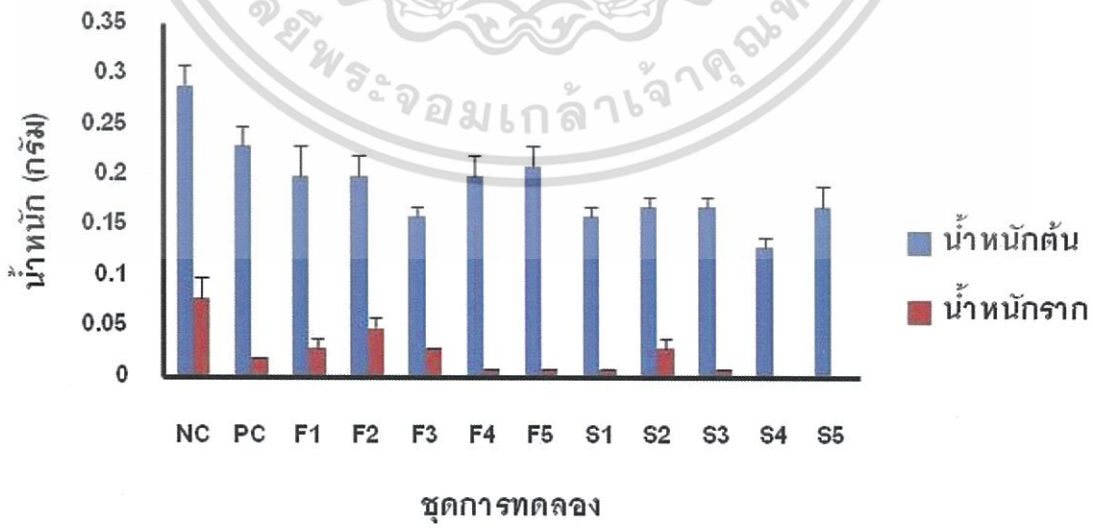
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

143546

ตารางที่ 4.3 จำนวนรากเฉลี่ยของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน

ชุดการทดลอง	Mean±SE			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
NC ไม่มีผงถ่าน	0.40±0.22	1.30±0.33	2.00±0.51^{a}	2.80±0.80^{a}
PC activated carbon	0.30±0.15	0.50±0.22	1.10±0.45^{abc}	1.80±0.44^{abc}
F1 ถ่านพุงชะโด 0.25 g/l	0.60±0.30	0.70±0.30	1.20±0.35^{abc}	1.80±0.38^{abc}
F2 ถ่านพุงชะโด 0.50 g/l	0.40±0.40	1.00±0.55	1.30±0.55^{abc}	1.50±0.47^{abc}
F3 ถ่านพุงชะโด 0.75 g/l	0.00±0.00	0.40±0.30	0.70±0.33^{abc}	1.40±0.47^{abc}
F4 ถ่านพุงชะโด 1.00 g/l	0.00±0.00	0.40±0.26	0.10±0.10^{bc}	0.80±0.29^{bc}
F5 ถ่านพุงชะโด 1.25 g/l	0.00±0.00	0.50±0.22	1.10±0.27^{abc}	0.90±0.27^{bc}
S1 ถ่านผักกาด 0.25 g/l	0.10±0.10	1.00±0.36	1.40±0.371^{ab}	2.30±0.44^{ab}
S2 ถ่านผักกาด 0.50 g/l	0.00±0.00	0.60±0.22	0.90±0.34^{abc}	1.40±0.58^{abc}
S3 ถ่านผักกาด 0.75 g/l	0.70±0.49	1.30±0.71	1.70±0.70^{a}	1.80±0.78^{abc}
S4 ถ่านผักกาด 1.00 g/l	0.00±0.00	0.10±0.10	0.20±0.13^{bc}	0.20±0.13^{c}
S5 ถ่านผักกาด 1.25 g/l	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00^{c}	0.30±0.21^{c}
	ns	ns	*	*

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
*ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 4.1 น้ำหนัก (กรัม) เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกัน เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับที่ต่างกัน

ชุดการทดลอง	Mean±SE		
	น้ำหนักสิ้นสุด	น้ำหนักต้นสิ้นสุด	น้ำหนักรากสิ้นสุด
NC ไม่มีผงถ่าน	0.48±0.44^{a}	0.29±0.02^{a}	0.08±0.02^{a}
PC activated carbon	0.31±0.38^{b}	0.23±0.02^{ab}	0.02±0.00^{bc}
F1 ถ่านพุงชะโด 0.25 g/l	0.26±0.50^{bc}	0.20±0.03^{bc}	0.03±0.01^{bc}
F2 ถ่านพุงชะโด 0.50 g/l	0.29±0.51^{bc}	0.20±0.02^{bc}	0.05±0.01^{b}
F3 ถ่านพุงชะโด 0.75 g/l	0.22±0.18^{bcd}	0.16±0.01^{bc}	0.03±0.00^{bc}
F4 ถ่านพุงชะโด 1.00 g/l	0.21±0.20^{bcd}	0.20±0.02^{bc}	0.01±0.00^{c}
F5 ถ่านพุงชะโด 1.25 g/l	0.22±0.32^{bcd}	0.21±0.02^{bc}	0.01±0.00^{bc}
S1 ถ่านผักกาด 0.25 g/l	0.21±0.18^{bcd}	0.16±0.01^{bc}	0.01±0.00^{bc}
S2 ถ่านผักกาด 0.50 g/l	0.24±0.32^{bcd}	0.17±0.01^{bc}	0.03±0.01^{bc}
S3 ถ่านผักกาด 0.75 g/l	0.19±0.25^{bcd}	0.17±0.01^{bc}	0.01±0.00^{c}
S4 ถ่านผักกาด 1.00 g/l	0.14±0.09^{d}	0.13±0.01^{c}	0.00±0.00^{c}
S5 ถ่านผักกาด 1.25 g/l	0.20±0.25^{cd}	0.17±0.02^{bc}	0.00±0.00^{c}
	*	*	*

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

*ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.1.5 ความสูงของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่

การทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ NC ไม่มีผงถ่าน มีผลต่อความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เฉลี่ย 42.70±4.86 รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ PC เติม activated carbon มีผลต่อความสูงเฉลี่ย 38.91±4.18 และชุดการทดลองที่ F1 ถ่านพุงชะโดที่ระดับ 0.25 กรัมต่อลิตร มีผลต่อความสูงสิ้นสุดเฉลี่ย 33.01±5.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.5) แต่เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าความสูงเฉลี่ยของอนูเบียสบาร์เทอรี่ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ความสูงเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

ชุดการทดลอง	Mean±SE		
	ความสูงสิ้นสุด	ความสูงต้นสิ้นสุด	ความสูงรากสิ้นสุด
NC ไม่มีผงถ่าน	42.70±4.86^{a}	20.07±1.26	25.00±4.78^{a}
PC activated carbon	38.91±4.18^{ab}	21.29±1.13	21.14±4.08^{ab}
F1 ถ่านพุงชะโด 0.25 g/l	33.01±5.02^{abc}	18.37±1.40	18.18±4.36^{ab}
F2 ถ่านพุงชะโด 0.50 g/l	32.39±6.68^{bc}	17.26±1.55	20.28±6.27^{ab}
F3 ถ่านพุงชะโด 0.75 g/l	19.74±1.17^{de}	17.42±1.12	4.89±1.38^{c}
F4 ถ่านพุงชะโด 1.00 g/l	17.47±0.75^{de}	17.43±0.61	3.31±1.16^{c}
F5 ถ่านพุงชะโด 1.25 g/l	18.95±2.01^{de}	18.04±1.08	6.28±2.01^{c}
S1 ถ่านผักกาด 0.25 g/l	20.89±1.54^{de}	17.89±0.98	8.04±1.73^{c}
S2 ถ่านผักกาด 0.50 g/l	26.94±2.69^{cd}	18.62±1.36	11.79±2.22^{bc}
S3 ถ่านผักกาด 0.75 g/l	19.92±1.35^{de}	17.85±0.77	5.80±1.38^{c}
S4 ถ่านผักกาด 1.00 g/l	15.62±0.77^{e}	14.31±0.58	1.67±1.04^{c}
S5 ถ่านผักกาด 1.25 g/l	19.01±2.70^{de}	18.89±2.20	3.71±1.90^{c}
	*	ns	*

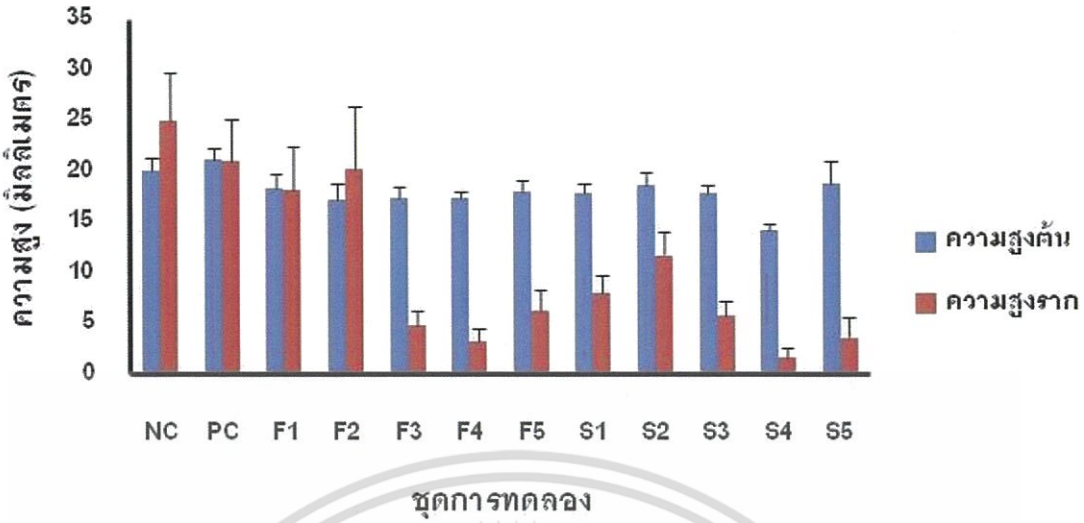
หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

*ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการวัดความสูงของลำต้นและรากจะแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเจริญเติบโตของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ที่ความสูงระหว่างลำต้นและรากจะเห็นว่าชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลองแรกมีความสูงส่วนของรากมากกว่าลำต้น นอกนั้นความสูงของลำต้นการเจริญเติบโตดีกว่าราก (ภาพที่ 4.2) และทำการบันทึกภาพให้เห็นความแตกต่างการเจริญเติบโตระหว่างชุดควบคุมกับชุดผงถ่านจากพุงชะโดและผงถ่านจากผักกาด (ภาพที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ความสูง (มิลลิเมตร)เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของต้นอนูเบียสบาร์เทอรี่ต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกัน เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ภาพที่ 4.3 พรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่เมื่อสิ้นสุดการทดลองต่อผงถ่านในระดับปริมาณที่ต่างกัน เมื่อ ปลูกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

จากการทดลองการใช้ผงถ่านผลการทดลองสอดคล้องกับ Sivakumaran et al. (2010) ได้ศึกษาการวัดผลของการแก้ไขดินโดยการเติมผงถ่านในการเจริญเติบโตของถั่ว พบว่าการเสริมผงถ่านทำให้มวลชีวภาพดินลดน้อยลงทำให้ทั้งยอดและรากของถั่ว เจริญเติบโตลดลงปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นของดินและแหล่งอาหารลดลงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้การเจริญเติบโตลดลงแต่การทดลองไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับ Solaiman et al. (2010) ได้ทำการศึกษาการตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผงถ่านกับน้ำบนรากไมคอไรซาและผลกระทบของถ่านต่ออัตราแลกเปลี่ยนก๊าซของใบพบว่าการใช้ผงถ่านส่งผลให้รากพืชเจริญเติบโตดี พืชที่ได้รับผงถ่านมีน้ำในรากเพิ่มขึ้นคาดการณ์ว่าผงถ่านไปช่วยให้มีน้ำในฤดูแล้ง และการศึกษาของ Gantait et al. (2008) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกหน้าวัว โดยเติมความเข้มข้นของ สารควบคุมการเจริญเติบโตรวมทั้งผงถ่านที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าเกิดการชักนำให้เกิดรากเร็วที่สุด ผงถ่านในอาหารพิสูจน์ให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพมากในการกระตุ้นให้เกิดรากตลอดจนการส่งเสริมการเจริญเติบโตและอาจเนื่องมาจากผงถ่านอาจไปดูดซับสารอาหารที่ใส่ในอาหารสังเคราะห์ ทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง เพราะสารอาหารอย่างผงถ่านนี้เราไม่สามารถรู้ส่วนประกอบที่แน่นอน การใช้จึงอาจให้ผลผลิตที่ไม่คงที่ได้ และยังไม่สามารถสรุปได้ถึงความสามารถในการช่วยให้พืชเจริญเติบโต

การทดลองที่ 2

4.2 การรอดและการเจริญเติบโตของปลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการรอดของปลาเป็น 100 % และน้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่น้ำหนักของปลาเพิ่มมากสุดในชุดการทดลองที่ใส่ถ่านพุงชะโด คือ 187.12 กรัม รองลงมาเป็น ชุดถ่านกัมมันต์คือ 174.10 กรัม ชุดควบคุมคือ 172.90 กรัม และ ชุดถ่านซากัสซัมคือ 171.55 กรัม ตามลำดับ

4.3 คุณภาพน้ำ

4.3.1ปริมาณแอมโมเนีย

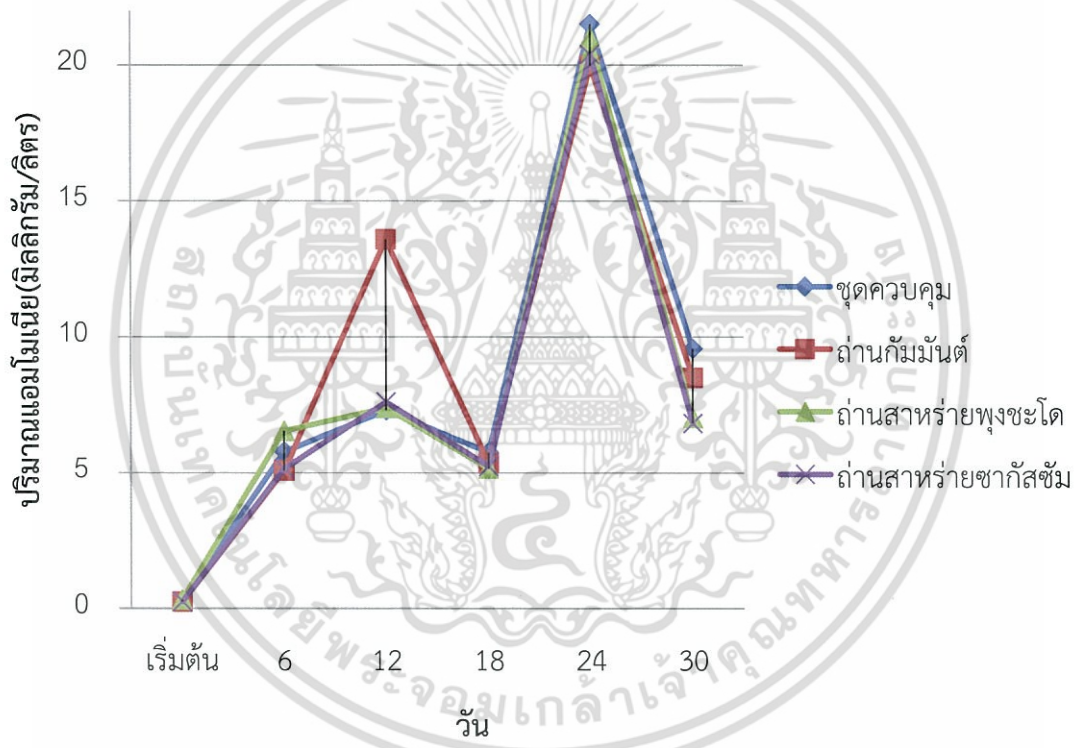
จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนียในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่าปริมาณของแอมโมเนียมีค่าสูงมากในช่วงวันที่ 24 โดยชุดควบคุม ชุดถ่านกัมมันต์ ชุดถ่านสาหร่ายพุงชะโด และชุดถ่านสาหร่ายซากัสซัม มีค่าเป็น 21.51±1.55, 19.99±0.42, 21.00±1.47 และ 20.39±1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในทุกช่วงเวลาที่ศึกษาแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 18 ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 4.6และภาพที่ 4.4) และพบว่าชุดควบคุมมีปริมาณแอมโมเนียสูงที่สุดคือ 5.75±0.19 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณของแอมโมเนียในระหว่างการทดลอง

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	0.29±0.07[a]	0.25±0.03[a]	0.33±0.07[a]	0.26±0.05[a]
6	5.78±1.31[a]	5.08±0.63[a]	6.54±1.41[a]	5.15±1.01[a]
12	7.30±0.23[a]	13.59±12.41[a]	7.39±0.10[a]	7.61±0.27[a]
18	5.75±0.19[b]	5.35±0.17[a]	5.16±0.13[a]	5.23±0.08[a]
24	21.51±1.55[a]	19.99±0.42[a]	21.00±1.47[a]	20.39±1.01[a]
30	9.57±3.15[a]	8.501.59[a]	7.02±0.20[a]	6.82±0.27[a]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.4 ปริมาณแอมโมเนียของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง

4.3.2 ปริมาณไนไตรท์

จากการศึกษาปริมาณไนไตรท์ในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่าปริมาณไนไตรท์ในวันที่เริ่มต้นและวันที่ 18 ของระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยในวันเริ่มต้นพบว่าชุดถ่านกัมมันต์มีปริมาณสูงที่สุดคือ 0.97±0.52มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าในวันที่ 18 ชุดควบคุมมีปริมาณสูงที่สุดคือ 19.17±1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.7และ ภาพที่ 4.5) ซึ่งการที่ค่าไนไตรท์เพิ่มสูงขึ้น

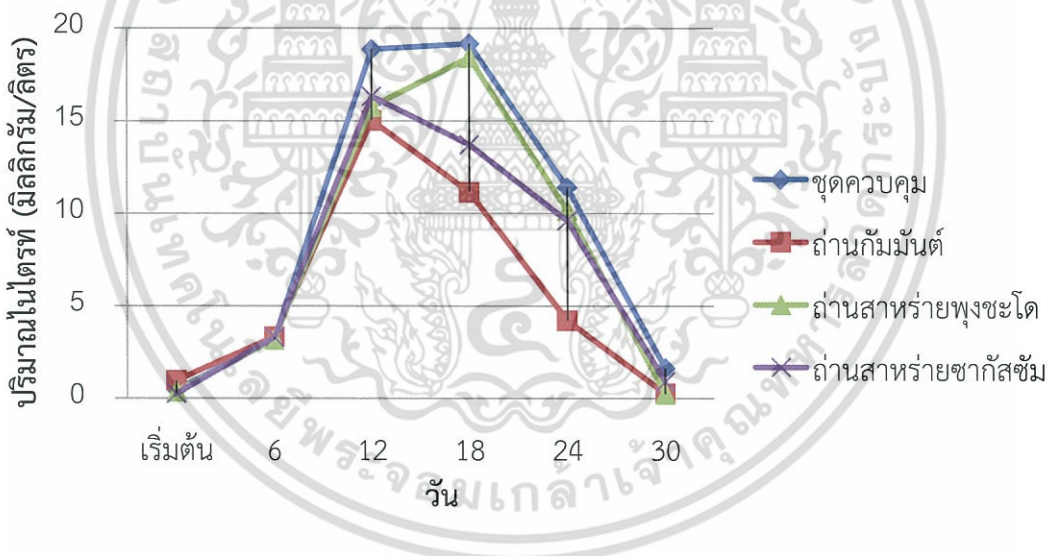
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องมาจากการที่ กลุ่มของแบคทีเรียไนตริไฟอิง โดย *Nitrosomonas sp.* จะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแอมโมเนียที่ลดลง

ตารางที่ 4.7 ปริมาณไนไตรท์ในระหว่างช่วงการทดลอง

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	0.46±0.15 [a]	0.97±0.52 [b]	0.37±0.03 [a]	0.27±0.07 [a]
6	3.27±0.31 [a]	3.34±0.47 [a]	3.19±0.17 [a]	3.31±0.47 [a]
12	18.87±2.20 [a]	15.02±1.81 [a]	15.77±4.67 [a]	16.33±0.15 [a]
18	19.17±1.50 [b]	11.14±5.23 [a]	18.43±1.54 [b]	13.71±3.75 [ab]
24	11.41±5.69 [a]	4.21±3.42 [a]	10.16±5.72 [a]	9.61±9.60 [a]
30	1.64±2.44 [a]	0.27±0.08 [a]	0.24±0.02 [a]	0.92±1.14 [a]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.5 ปริมาณไนไตรท์ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง

4.3.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12, 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่า ในวันที่เริ่มต้น, 6, 24 และ30 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยพบว่าวันเริ่มต้นชุดควบคุมมีปริมาณ DO สูงสุดคือ 5.84±1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร, วันที่ 6 พบว่าชุดถ่านสาหร่ายพุงชะโดมีปริมาณ DO สูงที่สุดคือ 7.42±0.37มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวันที่ 30 พบว่าถ่านสาหร่ายพุงชะโดมีปริมาณของ DO สูงที่สุดคือ 10.60±0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในวันที่ 12 และ18 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.6)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	5.84±0.18 ^{a}	5.47±0.36 ^{b}	5.57±0.05 ^{ab}	5.37±0.11 ^{b}
6	7.21±0.50 ^{a}	6.39±0.78 ^{b}	7.42±0.37 ^{a}	7.20±0.36 ^{a}
12	8.30±0.48 ^{a}	8.49±0.44 ^{a}	7.89±0.66 ^{a}	8.22±0.61 ^{a}
18	6.25±0.30 ^{a}	6.17±0.46 ^{a}	6.65±0.64 ^{a}	6.36±0.71 ^{a}
24	8.20±0.77 ^{a}	6.69±1.47 ^{ab}	7.99±0.47 ^{a}	7.56±0.55 ^{ab}
30	9.93±0.59 ^{ab}	9.25±0.94 ^{b}	10.60±0.17 ^{a}	9.70±0.61 ^{ab}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ภาพที่ 4.6 ปริมาณ DO ของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง

4.3.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (p H) ในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่าทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) ยกเว้นในวันที่ 18 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p> 0.05$) (ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.7) ซึ่งในแหล่งน้ำทั่วไปที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นค่า pH ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 6.5-8.0 ซึ่งเมื่อ

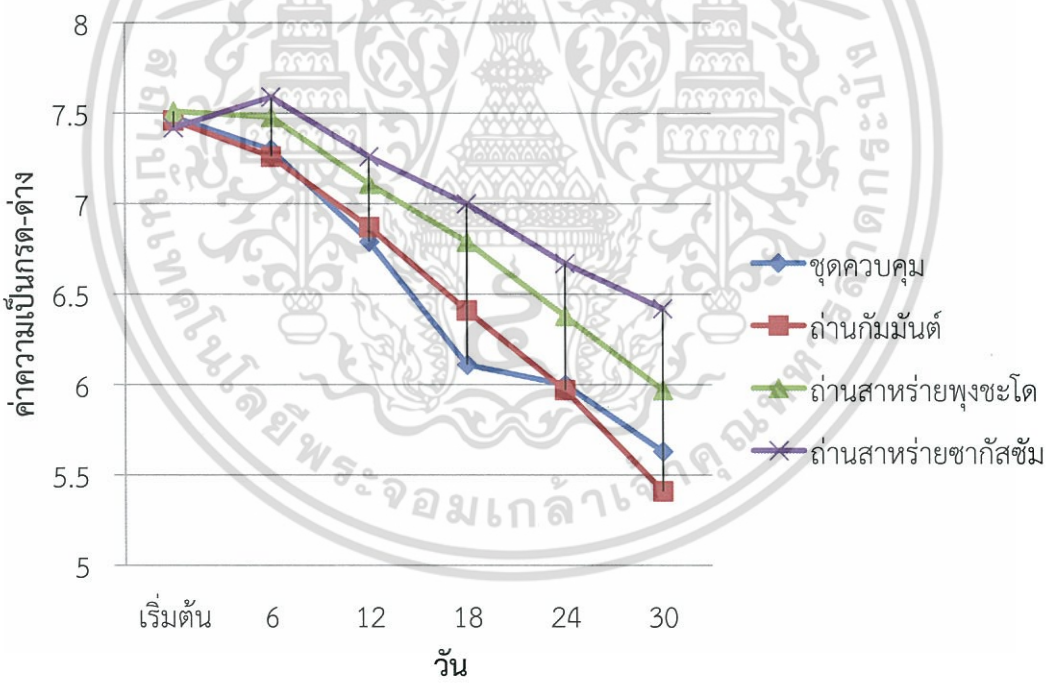
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลองแล้วพบว่าชุดถ่านจากสาหร่ายซากัสซัมจะมีช่วงของ pH เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 4.9 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	7.48±0.02^{ab}	7.46±0.04^{ab}	7.51±0.09^{b}	7.42±0.01^{a}
6	7.30±0.04^{a}	7.26±0.06^{a}	7.48±0.08^{b}	7.59±0.03^{c}
12	6.79±0.05^{b}	6.87±0.05^{b}	7.11±0.06^{a}	7.26±0.03^{a}
18	6.11±0.10^{a}	6.41±0.12^{a}	6.79±0.07^{a}	7.00±0.07^{a}
24	6.00±0.27^{b}	5.97±0.30^{b}	6.38±0.12^{a}	6.67±0.05^{a}
30	5.63±0.36^{bc}	5.41±.019^{c}	5.97±0.13^{b}	6.42±0.31^{a}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.7 ค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง

4.3.5 อุณหภูมิ (°C)

จากการศึกษาอุณหภูมิในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่าในวันเริ่มต้นการทดลองทุกชุดการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยชุดควบคุมมีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 26.43±0.37 °C (ตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.8)

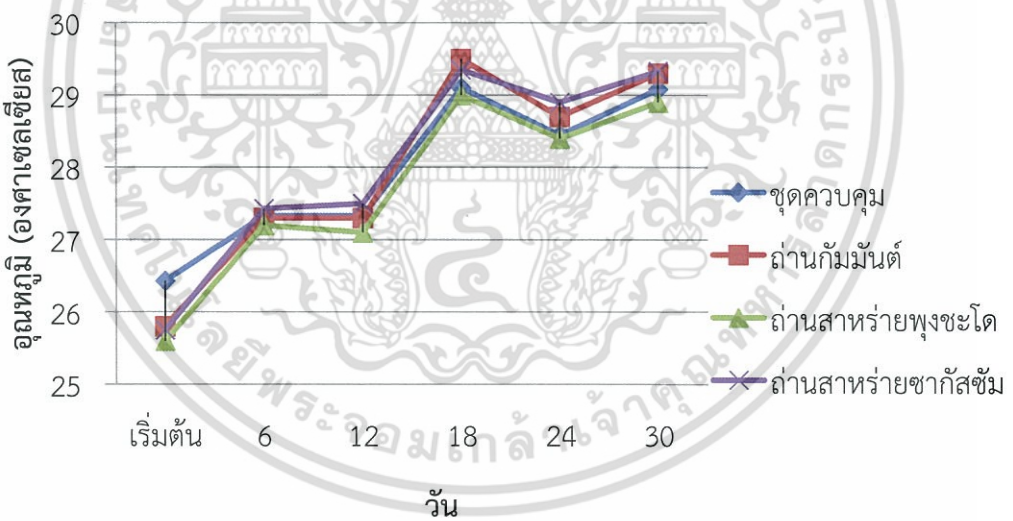
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของแววตา, (2549) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรจะอยู่ในช่วง 19-28 °C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองครั้งนี้

ตารางที่ 4.10 อุณหภูมิ (°C) ของแต่ละชุดการทดลองในระหว่างการทดลอง

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	26.43±0.37[b]	25.80±0.13[a]	25.60±0.17[a]	25.75±0.13[a]
6	27.33±0.22[a]	27.30±0.14[a]	27.20±0.10[a]	27.43±0.13[a]
12	27.33±0.33[a]	27.30±0.10[a]	27.10±0.13[a]	27.50±0.28[a]
18	29.10±0.24[a]	29.50±0.16[a]	29.00±0.14[a]	29.35±0.31[a]
24	28.45±0.51[a]	28.70±.016[a]	28.40±0.23[a]	28.90±0.44[a]
30	29.08±0.17[a]	29.30±0.05[a]	28.90±0.13[a]	29.33±0.26[a]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง

4.3.6 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

จากการศึกษาปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่า ทุกช่วงวันและแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) ยกเว้นวันที่ 18 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าชุดถ่านกัมมันต์มีค่าต่ำที่สุดคือ 44.17±12.74 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.9) ซึ่งจาก

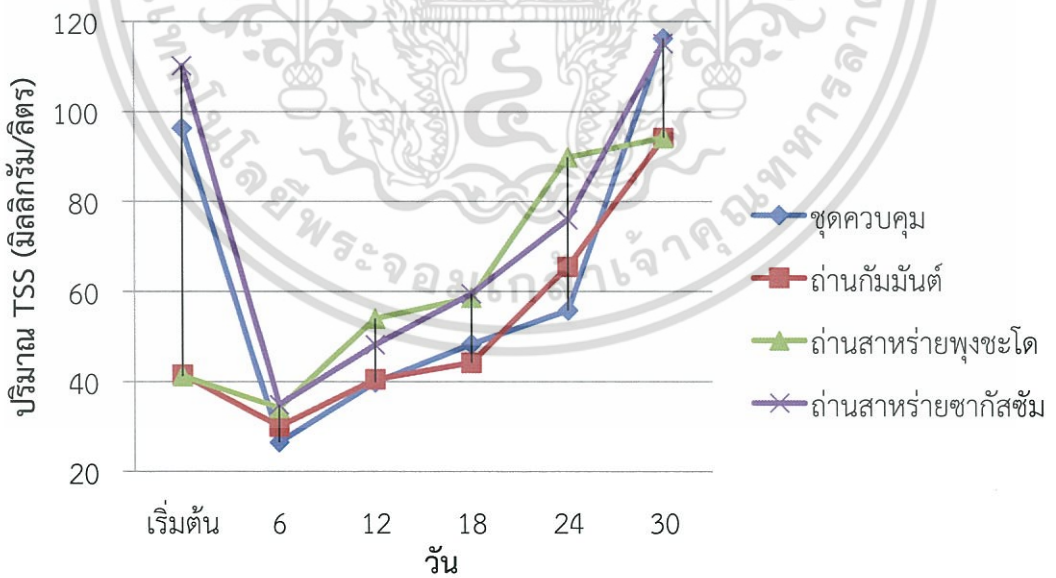
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาของข้าพเจ้านั้นพบว่ามีค่าของของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำสูงซึ่งตรงกันข้ามกับการศึกษาของ ไมตรีและจารุวรรณ (2528) ที่กล่าวว่าปริมาณของสารแขวนลอยทั้งหมดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาของข้าพเจ้าที่พบว่ามีปริมาณสูงนั้นมีสาเหตุเนื่องมาจากการที่ผงของถ่านนั้นสลายและละลายไปกับน้ำจึงทำให้มีปริมาณของสารแขวนลอยในน้ำสูง

ตารางที่ 4.11 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	96.33±27.62^{b}	41.50±7.26^{a}	41.17±7.01^{a}	110.17±32.71^{b}
6	26.50±1.50^{a}	30.00±0.00^{b}	34.17±1.53^{c}	34.83±0.76^{c}
12	39.83±1.15^{a}	40.50±2.78^{a}	54.00±1.32^{c}	48.17±0.29^{b}
18	48.33±6.05^{a}	44.17±12.74^{a}	58.67±6.81^{a}	59.50±5.77^{a}
24	55.83±6.75^{a}	65.50±10.11^{ab}	89.83±2.08^{c}	76.00±3.00^{b}
30	116.33±12.34^{b}	94.17±7.01^{a}	94.17±7.01^{a}	115.17±14.29^{b}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.9 ปริมาณ TSS ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

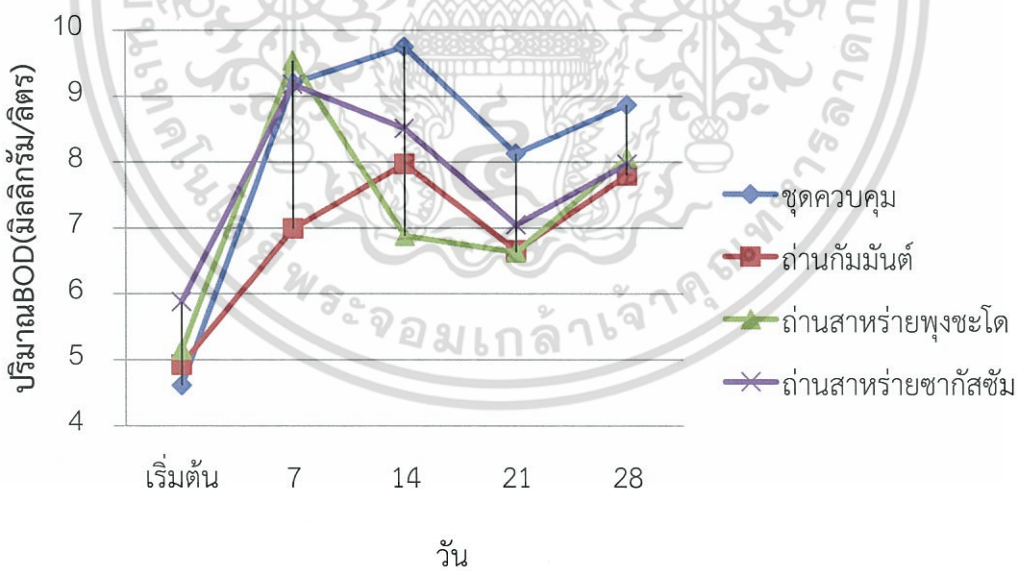
4.3.7 ปริมาณ BOD

จากการศึกษาปริมาณ BOD ในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น ,7, 14, 21 และ 28 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่า ในวันที่ 14 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยถ่านสาหร่ายพุงชะโดมีค่า BOD ต่ำที่สุดคือ 6.88±1.31มิลลิกรัมต่อลิตร และชุดควบคุมมีปริมาณของ BOD สูงที่สุดคือ 9.75±0.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงวันที่ 7, 21 และ 28 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.10)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณ BOD

วันที่	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
เริ่มต้น	4.61±2.00 ^{a}	4.92±0.79 ^{a}	5.15±0.96 ^{a}	5.88±0.47 ^{a}
7	9.20±0.48 ^{a}	6.99±3.97 ^{a}	9.54±0.65 ^{a}	9.18±0.55 ^{a}
14	9.75±0.61 ^{c}	7.97±0.66 ^{ab}	6.88±1.31 ^{a}	8.51±0.85 ^{bc}
21	8.13±0.80 ^{a}	6.66±1.47 ^{a}	6.63±0.78 ^{a}	7.05±1.27 ^{a}
28	8.87±0.20 ^{a}	7.80±0.82 ^{a}	8.07±0.62 ^{a}	7.97±0.94 ^{a}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.10 ปริมาณ BOD ของแต่ละชุดการทดลองในช่วงการทดลอง

4.3.8 ปริมาณคลอโรฟิลล์

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในระหว่างการทดลองในช่วงของวันเริ่มต้น 6, 12, 18, 24 และ 30 ของแต่ละชุดการทดลองพบว่า ไม่มีปริมาณคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นในทุกชุดการทดลองโดยวัดได้มีค่า 0 ถึงติดลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยภาพรวมแล้วทุกค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ค่า MEAN±SD โดยรวมของทุกพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์	ชุดควบคุม	ถ่านกัมมันต์	ถ่านสาหร่ายพุงชะโด	ถ่านสาหร่ายซากัสซัม
Ammonia	8.37±7.13 [a]	8.79±7.03 [a]	7.90±6.92 [a]	7.58±6.78 [a]
Nitrite	9.17±8.56 [a]	5.83±5.93 [a]	8.36±8.36 [a]	7.36±6.84 [a]
Do	7.62±1.50 [a]	7.08±1.47 [a]	7.69±1.69 [a]	7.40±1.49 [a]
pH	6.55±0.75 [a]	6.55±6.55 [a]	6.87±0.62 [a]	7.06±0.45 [a]
Temperature	27.95±1.09 [a]	27.98±1.43 [a]	27.70±1.31 [a]	28.04±1.41 [a]
TSS	63.86±34.89 [a]	52.64±23.43 [a]	62.00±24.87 [a]	73.97±32.92 [a]
BOD	8.11±2.04 [a]	6.87±1.22 [a]	7.25±1.65 [a]	7.72±1.29 [a]
Chlorophyll	ND	ND	ND	ND

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากงานวิจัยของ Iyobe et al. (2004) ได้ศึกษาการทำไบโอชาร์จากไม้สนเพื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ และพบว่าไบโอชาร์จากไม้สนสามารถดูดซับ NaOH และ ก๊าซแอมโมเนียได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ และ Asada et al. (2006) พบว่าไบโอชาร์จากไม้ไผ่ที่เผาที่ 400 °C สามารถดูดซับแอมโมเนียในสารละลายได้มากกว่าถ่านกัมมันต์แต่เหตุที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้นั้นมีสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำนั้นมีปริมาณสูงเกินไปจึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านนั้นลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้ถ่านจากสาหร่ายพุงชะโดและถ่านจากสาหร่ายผักกาดในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตพบว่าการเจริญเติบโตของอนูเบียสทุกชุดการทดลองนั้นโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลองและการเสริมผงถ่านในแต่ละชุดการทดลองไม่ทำให้พรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่เจริญเติบโตได้

จากการทดลองใช้ถ่านจากสาหร่ายพุงชะโดและถ่านจากสาหร่ายซากัสซัมในการบำบัดคุณภาพน้ำในตู้ปลาคาร์ฟพบว่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์นั้นโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลองเนื่องมาจากปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำนั้นมีปริมาณสูงเกินไปจึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านนั้นลดลง และยังไม่สามารถสรุปได้ถึงความสามารถในการดูดซับเพื่อจะนำไปเป็นวัสดุกรองทดแทนถ่านกัมมันต์ซึ่งมีราคาสูงได้ จนกว่าจะมีการศึกษาขั้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในระหว่างการทดลองการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (*Anubias barteri*) มักประสบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้ไม่สามารถนำชิ้นเนื้อเยื่อที่ปนเปื้อนมาใช้ในการทดลองได้ จึงต้องมีการสำรองชิ้นเนื้อเยื่อไว้ เพื่อนำมาเปลี่ยนทดแทนชิ้นเนื้อเยื่อที่มีการปนเปื้อนในอาหารชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลอง

ก่อนจะเริ่มนำเอาถ่านใส่ในระบบกรองควรมีการล้างถ่านด้วยน้ำกลั่นหรือกรดก่อนเพื่อกำจัดสีของถ่านบางส่วน และสารแขวนลอยที่ติดมากับถ่าน ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านก่อนและในการติดตั้งระบบกรองควรมีถังพักน้ำเพื่อให้ปริมาณสารแขวนลอยนั้นตกตะกอนก่อนที่จะมีการดึงน้ำผ่านถ่าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับให้กับถ่าน ซึ่งการที่ถ่านจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นปริมาณสารแขวนลอยในน้ำไม่ควรเกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2548. ปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 127 หน้า.

รังสฤษฎ์ดิ์ กาวีต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: หลักการและเทคนิค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 219 หน้า.

สมพร ประเสริฐส่งสกุล. 2552. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. กรุงเทพฯ. 127 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก. หน้า 717-724.

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ พรเทพ แซ่ก๊วย. 2550. สารสกัดจากสาหร่ายขนนก (*Myriophyllum brasiliense*) เพื่อควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2): 366-374.

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ พรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์. 2552. การใช้น้ำสกัดจากสาหร่ายทุ่นเป็นสารอาหารชีวภาพฉีดพ่นทางใบของผักคะน้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 5. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, หน้า 533-540.

APHA [American Public Health Association], AWWA [American Waters Work Association], WPCF [Water Pollution Control Facilities] 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, DC American Public Health Association.

Asada, T., T. Ohkubo, K. Kawata and K. Oikawa. 2006. Ammonia adsorption on bamboo charcoal with acid treatment. Journal of Health Science 52 (5): 585-589.

Bird, M.I., C.M. Wurster, P.H. de Paula Silva, A.M. Bass and R. de Nys. 2011. Algal biochar-production and properties.Bioresource Technology 102: 1886-1891.

Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Auburn University. Alabama. 1990: 482p.

Gantait, S.,N. Mandal, S. Bhattacharyya and P.K. Das.2008. In *vitro* Mass Multiplication with Pure Genetic Identity in *Anthurium andreanum* Lind. Plant Tissue Cult. & Biotech.18(2):113-122.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Iyobe, T., T. Asada, K. Kawata and K. Oikawa. 2004. Comparison of removal efficiencies for ammonia and amine gases between woody charcoal and activated carbon. Journal of Health Science 50 (2): 148-153.

Lehmann, J., J. Gaunt and M. Rondon 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – A Review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11: 395-427.

Lu, H., W. Zhang, Y. Yang, X. Huang, S. Wang and R. Qiu. 2012. Relative distribution of Pb^{2+} sorption mechanism by sludge-derived biochar. Water Research 46: 854-862.

Mata, T.M., A.A. Martins and N.S. Caetano. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14: 217-232.

Muhlberg, H. 1982. The Complete Guide to Water Plants: a Reference Book. German Democratic Republic. 391 p.

Muradov, N., B. Fidalgo, A.C. Gujar, N. Garceau and A. T-Raissi. 2012. Production and characterization of *Lemna minor* bio-char and its catalytic application for biogas reforming. Biomass and Bioenergy 42: 123-131.

Nelson, T.A., K. Haberlin, A.V. Nelson, H. Ribarch, R. Hotchkiss, K.L. Van Alstyne, L. Bukingham, D.J. Simunds and K. Fredrickson. 2008. Ecological and physiological controls on species composition in green macroalgal blooms. Ecology 89: 1287-1298.

Neori, A., T. Chopin, M. Troell, A.H. Buschmann, G.P. Kraemer, C. Halling, M. Sphigel and C. Yarish. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. Aquaculture 231: 361-391.

Pan, M.J. and J.V. Staden. 1998. The use of charcoal in *in vitro* culture- A review. Plant Growth Regulation 26:155-163.

Ruangdej, U. and N. Laohavisuti. 2011. Aquarium plant, *Bacopa monnieri* L., enhances immune response of aquatic animals against bacteria. International Journal of Art and Sciences 4(2): 115-120.

Sheriff, N.A., J.H.F. Bonjamin, S. Muthukrishnan, T.S. Kumar and M.V. Rao. 2012. Regeneration of plantlets from nodal and shoottip explants of *Anoectochilus elatus* Lindley, am endangered terrestrial orchid. African Journal of Biotechrology. 11(29):7549-7553.

Shin, Y.K., Md. A. Baque, S. Elghamedi, E.J. Lee and K.Y. Paek. 2011. Effect of activated charcoal. Plant growth regulators and ultrasomic pre-treatmonts on *in vitro*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

germination and protocorm formation of *calanthe* hybrids. Australion Journal of Crop Science. 5(5):582-588.

Sivakumaran, S., S. Sivakumaran, P. Jeyakumar, C.D.M. Salas, M. Deurer, I. Mciror and B. clothier. 2010. Effect of charcoal (biochar) amendments in Manawatu sandy-loam soil (New Zealand) on white clover growth and nodulation. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World:25-28.

Solaiman, Z.M., M. Sarcheshmehpour, L.M. Abbott and P. Blockwell. 2010. Effect of biochar on arbuscular mycorrhizal colonisation, growth, P nutrition and leaf gas exchange of wheat and clover influenced by different water regimes. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World:35-37.

Suranthran, S.,U.R. Sinniah, S. Subramaniam, M. A. Aziz, N. Romzi and S. Gantait.2011. Effect of plant growth regulators and activated charcoal on *in vitro* growth and development of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.Var.Dura) zygotic embryo. African Journal of Biotechnology.vol.10(52):10600-10606.

Yao, Y., B. Gao, H. Chen, L. Jiang, M. Inyang, A.R. Zimmerman, X. Cao, L. Yang, Y. Xue and H. Li. 2012. Adsorption of sulfamethoxazole on biochar and its impact on reclaimed water irrigation. Journal of Hazardous Materials 209-210: 408-413.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ. (ประมง)	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2530
วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2535
M.Sc.	Aquatic Environmental Science	Kochi University	2544
Ph.D.	Aquatic Environmental Science	Ehime University	2547

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ: การใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติในทางประมง เน้นกลุ่มสาหร่ายและพืชน้ำ และอาหารสัตว์น้ำ

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

อัจฉรี เรืองเดช, วิไลวรรณ พวงสันเทียะ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2556. การใช้โคพีพอด *Apocyclops* sp. และอาร์ทีเมียเป็นอาหารเพิ่มสีธรรมชาติในลูกปลาการ์ตูนส้มขาว *Amphiprion ocellaris*. *การประชุมทางวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 11. ระหว่างวันที่ 30-31 กรกฎาคม 2556. มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก.* รอตีพิมพ์.

อัจฉรี เรืองเดช และ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2555. ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการต้านอนุมูลอิสระของพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิในระบบปลูกแบบไร้ดิน. *การประชุมทางวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10. ระหว่างวันที่ 24-25 กรกฎาคม 2555. มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก.* หน้า 182-189.

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และหัสชัย จันทร์ศรีทอง. **2553**. การเพิ่มภูมิคุ้มกันของปลาโรซี่บาร์บด้วยอาหารเสริมเบต้ากลูแคน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 12(4) 37-42

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2553**. การเสริมสารสกัดจากเปลือกผลแก้วมังกร *Hylocereus undatus* (Haw) Britt and Rose ในอาหารต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสีผิว ค่าโลหิตวิทยา และการต้านเชื้อของปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). *วารสารการประมง*. 63(5) 393-403

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2553**. การเพิ่มสีปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* Brevoort, 1856) ด้วยอาหารเสริมสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกร. *วารสารการประมง*. 63(6) 526-531

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ พรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์. **2552**. การใช้น้ำสกัดจากสาหร่ายทุ่นเป็นสารอาหารชีวภาพฉีดพ่นทางใบของผักคะน้า. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 5. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร*, หน้า 533-540

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. **2552**. การใช้แอสตาแซนทินเร่งสีในปลาพลาตี้. *วารสารเกษตรนเรศวร* 12 (ฉบับพิเศษ) 230-235

พรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2552**. การใช้สารสกัดจากสาหร่ายทุ่น (*Sargassum oligocystum*) เพิ่มการเจริญเติบโตของต้นอเมซอนแอฟริกานัส. *วารสารเกษตรนเรศวร* 12 (ฉบับพิเศษ) 218-223

อัจฉรี เรืองเดช, ลำพึง พุ่มจันทร์ และ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. **2551**. ลักษณะสีของปลาหมอคอนวิคเผือกที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสีเบตาเลนจากธรรมชาติ. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 4. ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2551 มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พะเยา*, หน้า 597-604

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, บุปผา จงพัฒน์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2551**. ผลของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำใบพายศรีลังกาในระบบปลูกแบบไม่ใช้ดิน. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 4. ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2551 มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พะเยา*, หน้า 571-580

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ พรเทพ แซ่ก๊วย. **2550**. สารสกัดจากสาหร่ายขนนก (*Myriophyllum brasiliense*) เพื่อควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม* 27(2) 366-374

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2550**. ผลของโอโซนต่อการอนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*, Bloch) ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2550**. ผลของสารสกัดพรมมิ [*Bacopa monnieri* (Linnaeus) Pennell, 1946] ต่อการต้านเชื้อ *Vibrio harveyi* และปริมาณเม็ดเลือดชนิดที่มีแกรนูลในกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei* Boone,1931) เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

อัจฉรี เรืองเดช, ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. **2549**. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. *การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่*. หน้า 290 - 297

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. **2549**. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. *การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก*. หน้า 717-724

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, ลำพึง พุ่มจันทร์ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2549**. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. *การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก* หน้า 725-732

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ, อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. **2548**. ผลของวิตามินบี 1 และบี 12 ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. *การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.* 260-266

โสมลดา ประเสริฐสม และ อัจฉรี เรืองเดช. **2548**. ผลของความเค็มต่อการกำหนดเพศของปลาเซลฟิน (*Poecilia latipinna*) (Lesueur,1821). เอกสารวิชาการฉบับที่ 29/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช. **2542**. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงค์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.* 17(2) 10-21

Ruangdej, U. and Laohavisuti, N. **2011**. Aquarium plant, *Bacopa monnieri* L., enhances immune response of aquatic animals against bacteria. *International Journal of Art and Sciences* 4(2) 115-120

Laohavisuti, N., Phumjan, L. and Ruangdej, U. **2011**. Betalain from dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw Britt. & Rose) peel act as an antioxidant in fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.) *International Journal of Art and Sciences* 4(2) 121-128

Ruangdej, U. and Laohavisuti, N. **2010**. Antioxidant and antimicrobial characteristics of submerged aquarium plants. *Proceedings 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand.* 484-487

Angthong, P., Watthanasurorot, A., Klinbunga, S., Ruangdej, U., Soderhall, I., and Jiravanichpaisal, P. **2010**. Cloning and characterization of melanization inhibition protein (PmMIP) of the black tiger shrimp, *Penaeus monodon. Fish & Shellfish Immunology*. 29(3), 464-468

Ruangdej, U. and K. Fukami. **2004**. Stimulation of photosynthesis and consequent oxygen production in anoxic bottom water by supply of low-intensity light through an optical fiber. *Fisheries Science*. 70, 421-429

Fukami, K., U. Ruangdej, A. B. Patel and T. Nishijima. **2002**. Improvement of eutrophic coastal bottom environments by using an optical fiber and effective psychrophilic bacteria. *Fisheries Science*. 68, 617-620

ประวัติผู้วิจัยร่วม 1

ชื่อ – นามสกุล นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ (อ๋องสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mrs. Nongnuch Laohavisuti (Ongsuwan)

ตำแหน่งปัจจุบัน: รองศาสตราจารย์ระดับ 9

ประวัติการศึกษา:

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2528	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2530	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2543	ปริญญาเอก	Doc. Tech. Sci. (Aquaculture and Aquatic Resources Management) Doctor of Technical Science	Aquaculture and Aquatic Resources Management	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)	ไทย

สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ :

ปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ การเลี้ยงปลาและพรรณไม้น้ำแบบผสมผสาน

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และพงโสภี อัตศาสตร์. 2535. ผลของเอสโตรเจนต่อการเจริญของต่อมเพศปลากัด (*Betta Splendens* Regan). การสัมมนาวิชาการประจำปี 2535 ระหว่างวันที่ 16-18 กันยายน 2535 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. การเลี้ยงปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออเมซอนแดง *Echinodorus barthii* เพื่อการส่งออกโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การสัมมนาวิชาการประจำปี 2546 ระหว่างวันที่ 7-9 กรกฎาคม 2546 กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอะโกลนีม่า *Aglaonema simplex*. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ อิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภวรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอเมซอนแอฟริกานัส *Echinodorus*. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 151- 154.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรารัตน์ จูเจริญ. 2549. ผลของความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำกลุ่ม Rosette plant. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 53 - 59 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพึง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 725-732 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนงพะงา เรียงเรียบ. 2549. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้น้ำลานไพลินต่อรังสียูวี. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 445 - 452 หน้า.

7.3.2 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสุภาพ พรหมยศ. 2534. ชีวประวัติของปลากระทิงไฟ (*Mastacembelus erythrotaenia* Beeker). การสัมมนาวิชาการประจำปี 2534 ระหว่างวันที่ 16-18 กันยายน 2534 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2536. การใช้ยาสลบบางชนิดในการขนส่งปลาทรงเครื่อง (*Epalzcorhynchos bicolor* (Smith)). การสัมมนาวิชาการประจำปี 2536 ระหว่างวันที่ 15-17 กันยายน 2536 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

สุปราณี ชินบุตร นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ พรเลิศ จันทร์รัชชกูล และ เต็มดวง พึ่งขจรบุญ. 2533. การเกิดโรคจากเชื้อ Mycobacterium ในปลาน้ำจืด: ปลากัด วารสารการประมง 43(2) : 119-122.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ดุสิต เอื้ออำนวย และวารินทร์ พิศโหมก. 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซี่บาร์บ (Barbus conchonius). การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นันทิมา สุทธิวรรณกุล นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. ผลของ ระบบปลูกพรรณไม้น้ำร่วมกับการเลี้ยงปลาในระบบต่างๆ ที่มีผลผลิตและคุณภาพน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (1-3) ฉบับพิเศษ: 18 – 21.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ วิไลวรรณ เหมศิริ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาซัม. 2548. ผลของความเข้มแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในตู้. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 741 - 744.

อัจฉรี เรืองเดช ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 290 - 297 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 717-724 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาซัม. 2549. การขยายพันธุ์รากดำใบยาว. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 409 – 418 หน้า.

Phumjan, L. and N. Laohavisuti. 2007. Betalain extraction from peeled dragon fruit for enhancing color in red platy (*Xiphophorus maculatus*). International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัยร่วม 2

1. ชื่อ-นามสกุล นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

Mr. Somchai Wangwibulkit

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1104 00691 49 7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 0 2329 8157, โทรสาร 0 2329 8157

E-mail address kwsomcha@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2529	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) เกียรตินิยม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2531	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2551	วิทยาศาสตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต(วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

การจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต

ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ (*Barbus conchonius*)

ความสัมพันธ์ของสัตว์พื้นท้องน้ำกับคุณภาพน้ำและดินในแหล่งน้ำธรรมชาติเขตลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของวิตามิน B_1 และ B_{12} ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า
คุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิด
การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด

การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกุ้งตกค้าง

การเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) ในน้ำที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรียระดับต่าง ๆ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2542. การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). หน้า 97-106. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการในงานนิทรรศการ "30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง". คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด กระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช. 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.17(2):10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นที ฮวดจีง และประเทือง ศุภลัษณ์วัจนะ. 2545. เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อนุบาลลูกปลากระพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต. หน้า 161-170. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากร ธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ. (*Barbus conchonius*). หน้า 171-180. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์. สงขลา.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. 2548. ผลของวิตามิน B_1 และ B_{12} ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. หน้า 260-266. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยา ลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. คุณภาพน้ำ การเจริญเติบโต และอัตรารอดของปลานิล *(Oreochromis niloticus)* ที่เลี้ยงในระบบปิด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2):10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และฟอร์มาลินต่ออัตราการฟักและการพัฒนาตัวอ่อนของไข่กุ้งก้ามกรามที่แยกจากแม่กุ้ง. ใน การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. ณ ห้องประชุมกรมประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis* sp. และความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายต่อกลิ่นโคลนในกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 110 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และบุปผา จงพัฒน์. 2549. การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกุ้งตกค้าง. หน้า 651-662. ใน การประชุมวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอนัญญา เจริญพรพิภัทธ. 2549. การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และศรัณย์ มาประจง. 2550. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และกฤตพร รำจวนเกียรติ. 2551. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไมโครซีสทีส (*Microcystis* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 4. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พะเยา.

Wangwibulkit, S., C. Limsuwan and N. Chuchird. 2008. Effects of salinity and pH on the blue-green algae, *Oscillatoria* sp. and *Microcystis* sp., isolated from pacific white shrimp *(Litopenaeus vannamei)* ponds. KU. Fish. Res. Bull. 32(1):1-9.

อิทธิสุนทร นันทกิจ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และปิยพงศ์ โชติพันธุ์. 2541. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ. ซีดีรอม. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์ ครั้งที่ 36 สาขาประมง. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภวรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36(5-6) ฉบับพิเศษ:1044-1047.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราส่วนเพศของลูกปลาหางนกยูง. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัยร่วม 3

1. ชื่อ-นามสกุล **นายสมเกียรติ สีสนอง**

   Mr. Somkiat Seesanong

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-3022-00247-55-1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน **ผู้ช่วยศาสตราจารย์**

4. หน่วยงานต้นสังกัด:

   สาขาวิชาบริหารธุรกิจและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

   โทรศัพท์/โทรสาร 0-2326-4101

   e-mail : ksesomki@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก และประกาศนียบัตร)	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2538	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิต)	ปฐพีวิทยา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2542	โท	วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต)	วิศวกรรมชลประทาน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ :

- การทำแผนที่
- ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยสถานภาพในการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนการวิจัย หัวหน้าโครงการหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนการวิจัย

   -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.1 โครงการการจัดการระบบการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน

7.1.2 โครงการการจัดการระบบการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2

7.1.3 การพัฒนาชุดโรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินขนาดเล็กแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ

7.1.4. การกระจายรากของปาล์มน้ำมันภายใต้สภาพการปลูกแบบยกร่องในพื้นที่ลุ่ม

7.3.งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อข้อเสนอการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการวิจัย

7.3.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

สมเกียรติ สีสนอง. 2548. การผลิตพรรณไม้น้ำ *Echinodorus ozelot* เพื่อการค้าด้วยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

สมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นโค้งลักษณะความชื้นของดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดชุมพร. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

สมเกียรติ สีสนอง ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์. 2548. ผลของการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

สมเกียรติ สีสนอง และอุมา แสงคร้าม. 2549. ระดับการขังน้ำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*). การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 60-66 หน้า.

7.3.2 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

อุมา แสงคร้าม และสมเกียรติ สีสนอง. 2549. ผลของวัสดุปลูกและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการรักษาสภาพของอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) เพื่อการส่งออก. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 67-72 หน้า.

7.4 งานวิจัยที่ทำกำลังทำ : ชื่อเรื่อง และสถานภาพในการทำวิจัย

7.4.1 อิทธิพลของปริมาณความชื้น และการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (หัวหน้าโครงการ)

7.4.2 ต้นแบบโรงเรือนเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias* sp.) แบบประหยัด (หัวหน้าโครงการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T143546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้