

ปริมาณแคลเซียมมากและมีค่าความเค็ม (EC) สูง ในน้ำสกัดชีวภาพมีจุลินทรีย์หลายกลุ่มที่จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เกิดสารอินทรีย์ขึ้นด้วย สารเหล่านี้จะมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชและถ้ารดน้ำสกัดชีวภาพลงดิน จุลินทรีย์จะเข้าไปอยู่ในบริเวณรากพืชและทำการย่อยสารอินทรีย์ในบริเวณนั้นช่วยให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารได้ นอกจากนี้ในระหว่างเกิดกระบวนการย่อยสลายนั้นอาจจะมีสารประเภทฮอร์โมนหรือเอ็นไซม์เกิดขึ้นและเป็นประโยชน์กับพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ขั้นตอนการปลูกและดูแลรักษาพืชหมัก

ปลูกต้นพืชหมักพันธุ์ปลั่งทอง ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร มีใบจริงประมาณ 5 ใบ ในกระถาง 12 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก คือ ทรายหยาบ ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ อัตรา 1:1:1 โดยปริมาตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Completely Randomized design) มี 4 ซ้ำ โดย 1 หน่วยการทดลองใช้ต้นพืชหมัก 2 กระถาง (ต้น) ศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชหมัก โดยให้สารละลายต่างๆ ดังนี้

- Treatment ที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร
- Treatment ที่ 2 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง อัตราส่วน 1: 250
- Treatment ที่ 3 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง อัตราส่วน 1: 500
- Treatment ที่ 4 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง อัตราส่วน 1: 1,000
- Treatment ที่ 5 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาดุก อัตราส่วน 1: 250
- Treatment ที่ 6 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาดุก อัตราส่วน 1: 500
- Treatment ที่ 7 สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาดุก อัตราส่วน 1: 1,000

ในช่วงแรกรดด้วยสารละลายธาตุอาหารความเข้มข้นครึ่งเท่า เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงให้สารละลายธาตุอาหารในช่วงเช้าและน้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงเย็น ในปริมาณที่เท่ากันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง การให้สารละลายธาตุอาหารและน้ำสกัดชีวภาพใช้วิธีการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด

2. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลองคือ สูตรสารละลายสำหรับไม้กระถาง (Pot plants in expanded clay (Netherland)) ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีต่อไปนี้

สารละลาย A

Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	2.208 กิโลกรัม
KNO ₃	0.885 กิโลกรัม
Fe-EDTA	0.028 กิโลกรัม

สารละลาย B

KNO ₃	0.885 กิโลกรัม
KH ₂ PO ₄	0.536 กิโลกรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.515 กิโลกรัม
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2.675 กรัม
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.381 กรัม
MnSO ₄ ·H ₂ O	5.323 กรัม
H ₃ BO ₃	3.812 กรัม
Na ₂ MoO ₄ ·H ₂ O	0.369 กรัม

วิธีเตรียมสารละลายเข้มข้น ทำได้โดยชั่งสาร โดยแยกเป็นสารละลาย A และสารละลาย B ในสารละลาย A ให้ละลายสารทั้ง 3 ชนิดในน้ำ 60 ลิตร ส่วนสารละลาย B ก็ละลายสารทั้งหมดในน้ำ 60 ลิตรเช่นกัน เมื่อต้องการใช้ในแต่ละครั้งต้องผสมสารละลาย A และ B อย่างละ 2 ลิตร ในน้ำ 100 ลิตร เพื่อให้ได้สารละลายที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการและมีความเข้มข้น 1 เท่า ปรับ pH ด้วยกรดไนตริก (HNO₃) ให้อยู่ระหว่าง 5.5-6.0

การบันทึกผลการทดลอง

1. วัดการเจริญเติบโตของส่วนใบ โดยเริ่มวัดครั้งแรกหลังย้ายปลูก และวัดทุกๆ 1 เดือน ดังนี้
 - 1.1. จำนวนใบ โดยนับใบที่คลี่ออกมาเกิน 80 เปอร์เซ็นต์
 - 1.2. ความยาวของใบ (เซนติเมตร) โดยวัดใบสุดท้ายที่คลี่เต็มที่แล้ว
 - 1.3. ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) วัดใบเดียวกับใบที่วัดความยาว โดยวัด 3 จุด คือ โคนใบ กลางใบ และปลายใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2. ความสูง (เซนติเมตร) เริ่มวัดครั้งแรกหลังย้ายปลูก และวัดทุกๆ 1 เดือน โดยวัดจากข้อที่มีใบแรกจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด
3. ขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) เริ่มวัดครั้งแรกหลังย้ายปลูก และวัดทุกๆ 1 เดือน โดยวัดจากส่วนที่กว้างที่สุด
4. นับจำนวนหน่อทั้งหมดที่แตกขึ้นมา โดยนับทุกๆ 1 เดือน หลังย้ายปลูก จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
5. นับจำนวนดอกที่มีทั้งหมด

3. การวิเคราะห์หาปริมาณ N,P,K ในใบเขียวหมื่นปี

3.1 เครื่องมือ

วิเคราะห์ Nitrogen: Digestion Unit (Gerhardt Model KB20S, Königswinter, Germany), Distillation Unit (Gerhardt Model Vap12, Königswinter, Germany), pH-meter, (Orion 420 A, MA. U.S.A)

วิเคราะห์ phosphorus: pH-meter , (Orion420 A, MA. U.S.A), UV-VIS spectrometer , (Perkin Elmer Lambda 35 , U.S.A)

วิเคราะห์ potassium ion: Atomic Absorption Spectrophotometer VARIAN Spectra 800

3.2 สารเคมี

Boric acid (H_3BO_3) , Analytical grade 99.99% (Aldrich, Steinheim, Germany), Hydrochloric acid(HCl), Analytical grade 37% by wt (Merck, Darmstadt, Germany), Sulfuric acid (H_2SO_4), Analytical grade 95-97% by wt (Merck), Bromocresol green ($C_{11}H_{14}Br_4O_5S$), AR grade (AJAX, NSW, Australia), Devada's alloy, AR grade (Merck), Ethanol , commercial grade (Merck), Methyl red [$4-(CH_3)_2NC_6H_4N:NC_6H_4-2-COOH$], AR grade (Fluka, Switzerland), Sodium carbonate (Na_2CO_3), AR grade (Merck), Sodium hydroxide (NaOH), AR grade (Merck), Ammonium molybdate tetrahydrate ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$), Analytical grade Assay 99% (Fluka, Steinheim, Switzerland), Antimony potassium tartate ($SbC_4H_4O_7 \cdot K \cdot 0.5 H_2O$), Analytical grade 99% (Aldrich, Wilwaukee, USA), L-(+)-Ascorbic acid ($C_6H_8HO_6$), Analytical grade 99% (Aldrich), Standard Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4), Analytical grade >99% (Ferak Berlin, Germany), Nitric acid (HNO_3), Analytical grade 65% (Merck) Deionized water 18 M Ω -cm (D.I)

4.3 การหาปริมาณ Total Nitrogen ในสารตัวอย่าง

4.3.1 สารละลาย

Standard HCl เข้มข้นในช่วง 0.02 M ถึง 0.05 M เตรียมจากการ standardize HCl ด้วย Na_2CO_3 โดยใช้ methyl red เป็น indicator, Sodium hydroxide เข้มข้น 40%, boric acid-indicator solution เตรียมโดยละลาย boric acid 20 g ในน้ำประมาณ 700 mL อุณหภูมิให้ร้อนเพื่อให้ละลายหมด หลังจากนั้นทิ้งสารละลายให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง แล้วเติม mix indicator 20 mL (เตรียมจากละลาย bromocresol green 0.165 g และ methyl red 0.0825 g ใน ethanol และปรับปริมาตรเป็น 1000 mL ใน volumetric flask) pH มีค่าประมาณ 3.4 และสารละลายมีสีแดงอมส้ม จากนั้นปรับ pH ของสารละลายจนได้ 3.9 ด้วยสารละลาย NaOH โดยใช้ pH meter (สารละลายมีสีม่วงแดง) และปรับปริมาตรเป็น 1000 mL ด้วยน้ำ

4.3.2 การหาปริมาณ Total Nitrogen

ชั่งสารตัวอย่าง 0.2-0.5 g ใส่ใน Digestion flask ตามด้วย K_2SO_4 5 g และ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g หลังจากนั้นเติม H_2SO_4 เข้มข้น 25 mL และให้ความร้อนกับ Digestion flask ใน Digestion Unit โดยเริ่มต้นจาก 150°C ประมาณ 30 นาที แล้วค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนถึง 350°C จนได้สารละลายใส ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้สารละลายเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงย้าย Digestion flask ไปวางใน Distillation Unit เติม 40% NaOH 80 mL ลงใน flask (ระบบปิด) บรรจุ Boric acid-indicator solution 50 mL ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 mL และวางไว้ในตำแหน่งรองรับ distillate จากนั้นกลั่นสารตัวอย่างโดยให้ปลายหลอดที่ gas ammonia ไหลผ่านจุ่มอยู่ในสารละลายตลอดเวลาที่กลั่น ทำการกลั่นประมาณ 8 นาที หรือจนได้สารละลายใน Erlenmeyer flask ประมาณ 250 mL (distillate) ยก Erlenmeyer flask ออกจาก Distillation Unit และ titrate distillate ที่ได้ด้วยสารละลาย HCl จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นม่วงอมชมพู

4.4 การหาปริมาณ phosphorus ในสารตัวอย่าง

4.4.1 สารละลาย

4.4.1.1 Standard phosphate

ละลาย KH_2PO_4 (AR grade) 0.1 g ด้วย Deionized water ปรับปริมาตรเป็น 100 mL ใน Volumetric flask (สารละลายมี KH_2PO_4 1000 ppm และใช้เป็น standard stock solution) และเตรียม working solution KH_2PO_4 5 ppm จาก standard stock solution

4.4.1.2 Sulfuric-Molybdate solution (reagent A)

ละลาย Ammonium molybdate tetrahydrate 6 g ด้วย Deionized water 250 mL และละลาย Antimony potassium tartate 0.1454 g ด้วย Deionized water 50 mL ผสม Ammonium

molybdate solution และ Antimony potassium tartrate solution เข้าด้วยกันใน Beaker แล้วนำสารละลายไปแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำแข็ง ประมาณ 45 นาที รอจนสารละลายเย็นจัด จึงค่อยๆเติม H_2SO_4 เข้มข้นลงไปจนสารละลายอย่างช้าๆจำนวน 70 mL และคนสารละลายตลอดเวลา จากนั้นเติม Deionized water จนได้ปริมาตรสารละลายประมาณ 490 mL และแช่สารละลายในน้ำแข็งต่อไปจนอุณหภูมิเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายเป็น 500 mL ใน Volumetric flask ด้วย Deionized water (ควรเก็บสารละลายในที่มืด และอุณหภูมิต่ำ และเก็บไว้ได้ไม่เกิน 5 วัน)

4.4.1.3 Working solution (สารละลายที่ใช้ในการ form complex)

ละลาย ascorbic acid 1.5 g ใน Sulfuric-Molybdate solution 200 mL จะได้สารละลายสีเหลืองใสที่เรียกว่า working solution ซึ่งควรใช้ทันทีที่เก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

4.4.2 การ digest สารตัวอย่าง

ชั่งสารตัวอย่าง 0.1-0.5 g ใส่ลงใน TEFLON vial จากนั้นเติม HNO_3 เข้มข้น 2 mL และ HCl เข้มข้น 1 mL ตามลำดับ ให้ความร้อนกับสารตัวอย่างที่อุณหภูมิ $60\text{ }^{\circ}C$ โดยวางบน hot plate จนควันสีน้ำตาลแดงตกลงแล้วจึงปิดฝา vial ขณะ digest ให้เปิดฝาเป็นครั้งคราว เพื่อลดความดันและไอของกรดภายใน vial และให้ความร้อนไปจนกว่าจะได้สารละลายใส จากนั้นปล่อยให้สารละลายเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงเจือจางด้วย Deionized water จนได้ปริมาตร 25 mL ใน volumetric flask กรองสารละลายผ่าน $0.45\text{ }\mu m$ disposable filter สารละลายที่ได้ (digested solution) ใช้สำหรับหาปริมาณ phosphorus ด้วยวิธี Spectrophotometry และหาปริมาณ metal ions ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry

4.4.3 การหาช่วงเวลาที่เหมาะกับการวัด absorbance ของ complex

ปิเปตสารตัวอย่าง 0.25-1 mL และ H_3BO_3 อิ่มตัว 3 หยด ลงใน volumetric flask ขนาด 25 mL เติม working solution ปริมาตรต่างกัน (2-8 mL) ลงไป จากนั้นปรับปริมาตรจนครบ 25 mL ด้วย Deionized water เขย่าสารละลายให้เข้ากัน วัดค่า Absorbance ของสารละลายที่ความยาวคลื่น 880 nm เพื่อศึกษา stability ของ complex ที่เกิดจากสารละลายที่มีความเข้มข้นของ working solution ต่างกัน ในช่วงเวลา 0-120 นาที

4.4.4 การหาปริมาณ phosphorus

ปิเปต Standard KH_2PO_4 solution 5 ppm ปริมาตร 0, 2.5, 4, 5 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 25 mL (ในแต่ละขวดมี Standard KH_2PO_4 เข้มข้น 0, 0.5, 0.8, 1 ppm ตามลำดับ) เติมสารตัวอย่าง (digested solution) 1 mL (ยกเว้นปลาป่นใช้เพียง 0.25 mL) และ H_3BO_3 อิ่มตัว 3 หยด ลง

ใน volumetric flask แต่ละขวด จากนั้นเติม working solution ปริมาตรที่เหมาะสม เขย่าให้เข้ากัน ปรับให้ถึงขีดปริมาตร 25 mL ด้วย Deionized water เขย่าให้เข้ากัน วัดค่า Absorbance ของสารละลายในช่วงเวลาที่เหมาะสม ที่ความยาวคลื่น 880 nm

4.5 การหาปริมาณ potassium ion ในสารตัวอย่างด้วย AAS

ถ้าต้องการศึกษา potassium ion ในสารตัวอย่าง ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) จำเป็นต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูป ions ก่อน ดังนั้นจึงย่อยสลาย (digest) สารตัวอย่างด้วยกรด การ digest สารตัวอย่างเหมือนหัวข้อ 4.4.2 จากนั้นนำ digested solution ที่ได้ไปวัดหาปริมาณ potassium ions ด้วยเครื่อง AAS

การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม SAS

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยวิเคราะห์ตามวิธีของการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statistical Analysis System (SAS)

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

โรงเรียนทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี ระยะเวลา 8 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ผลการทดลอง

1. ปริมาณธาตุอาหารที่เขียวหมื่นปีได้รับ

เขียวหมื่นปีได้รับปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหาร(ppm)ที่เขียวหมื่นปีได้รับ

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารที่ได้จาก น้ำสกัดชีวภาพ:สารละลายธาตุอาหาร 1:1						
	control	กวางตุ้ง 1/250	กวางตุ้ง 1/500	กวางตุ้ง 1/1,000	ปลาป่น 1/250	ปลาป่น 1/500	ปลาป่น 1/1,000
NO ₃ ⁻	657.2	328.93	328.765	328.6825	328.74	328.67	328.635
NH ₄ ⁺	-	0.728	0.364	0.182	10.552	5.276	2.638
H ₂ PO ₄ ⁻	145.5	75.2	73.975	73.3625	85	78.875	75.8125
K ⁺	214.5	143.3314	125.2907	116.2704	149.5896	128.4198	117.8349
SO ₄ ²⁻	96	48.00144	48.00072	48.00036	48.00196	48.00098	48.00049
Ca ²⁺	120	65.951	62.9755	61.48775	72.4064	66.2032	63.1016
Mg ²⁺	18	12.1436	10.5718	9.7859	12.6234	10.8117	9.90585
Cu	0.03	0.015	0.015	0.015	0.0152	0.0151	0.01505
Zn	0.2	0.372	0.1136	0.1069	0.1108	0.1054	0.1027
Cl	-	0.00344	0.00344	0.00344	0.0096	0.0048	0.0024
Mn	0.55	0.3244	0.2997	0.28735	0.2828	0.2789	0.27695
Mo	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
B	0.22	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Fe	1.12	0.6302	0.5951	0.57755	0.8358	0.6979	0.62895

2. จำนวนใบ

จำนวนใบของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ในช่วงแรก จำนวนใบนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่ออายุ 3 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป จำนวนใบนั้นจะเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยเมื่อพิจารณาที่จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นรวมแล้ว เขียวหมื่นปีที่ให้สารละลายธาตุอาหาร

ร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:1,000 มีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 11.63 ใบต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว และการใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:250 และ 1:500 ซึ่งมีจำนวนใบ 11.00 11.00 และ 10.88 ใบต่อต้นตามลำดับ ส่วนการใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง 1:250 1:500 และ 1:1,000 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 9.63 10.00 และ 10.50 ใบต่อต้นตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนใบของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลูก) (ใบ)									รวมเพิ่มขึ้น ¹⁾
	0	1	2	3 ¹⁾	4 ¹⁾	5	6 ¹⁾	7 ¹⁾	8 ¹⁾	
control	4.63	6.00	7.00	8.50 ^{ab}	10.25 ^{ab}	12.13	13.63 ^{ab}	14.63 ^{ab}	15.63 ^{ab}	11.00 ^{ab}
กวางตุ้ง 1:250	4.75	5.88	6.88	8.25 ^b	9.50 ^c	11.25	12.38 ^c	13.38 ^c	14.38 ^c	9.63 ^c
กวางตุ้ง 1:500	4.63	5.88	6.88	8.25 ^b	9.88 ^{bc}	10.13	12.75 ^{bc}	13.75 ^{bc}	14.63 ^{bc}	10.00 ^{bc}
กวางตุ้ง 1:1,000	4.75	6.50	7.50	8.50 ^{ab}	10.00 ^{abc}	11.88	13.38 ^{ab}	14.38 ^{ab}	15.25 ^{abc}	10.50 ^{bc}
ปลาป่น 1:250	4.88	6.25	7.38	8.75 ^{ab}	10.63 ^a	12.63	13.88 ^a	14.88 ^a	15.88 ^a	11.00 ^{ab}
ปลาป่น 1:500	4.63	6.25	7.25	9.00 ^a	10.13 ^{abc}	12.00	13.50 ^{ab}	14.50 ^{ab}	15.50 ^{ab}	10.88 ^{ab}
ปลาป่น 1:1,000	4.38	6.00	7.25	9.00 ^a	10.25 ^{ab}	12.13	13.63 ^{ab}	15.00 ^a	16.00 ^a	11.63 ^a
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*	*	*
CV (%)	10.34	8.35	7.09	6.74	6.43	13.50	7.11	6.29	6.04	5.54

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

¹⁾ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ความกว้างของใบ

ความกว้างของใบของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่ออายุ 0 และ 1 เดือนหลังย้ายปลูก มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ตั้งแต่อายุ 2 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป เริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก เขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร (control) มีการเจริญทางด้านความกว้างของใบมากที่สุด คือ 8.39 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับเขียวหมื่นปีที่รดด้วย

สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:500 มีซึ่งความกว้าง 8.38 เซนติเมตร
 เขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:1,000 มีความกว้าง
 8.25 เซนติเมตร เขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง
 1:1,000 มีความกว้าง 7.98 เซนติเมตร และเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัด
 ชีวภาพจากปลาป่น 1:250 มีความกว้าง 7.66 เซนติเมตร ส่วนเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุ
 อาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง 1:500 และ 1:250 มีความกว้าง 6.56 และ 6.28 เซนติเมตร
 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความกว้างของใบของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ
 ความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลูก) (ชม.)								
	0	1	2 ^{1/}	3 ^{1/}	4 ^{1/}	5	6	7 ^{1/}	8 ^{1/}
control	5.15	6.00	6.79 ^a	7.31 ^a	8.49 ^a	9.56	8.41	7.24 ^{ab}	8.39 ^a
กวางตุ้ง 1:250	4.80	5.81	5.46 ^d	5.43 ^c	5.91 ^d	7.00	7.83	6.33 ^b	6.28 ^c
กวางตุ้ง 1:500	5.06	5.61	5.85 ^{bcd}	6.25 ^b	6.73 ^{bcd}	7.13	7.41	6.55 ^b	6.56 ^{bc}
กวางตุ้ง 1:1,000	5.17	5.63	5.79 ^{cd}	5.73 ^{bc}	6.46 ^{cd}	8.15	8.15	8.44 ^a	7.98 ^a
ปลาป่น 1:250	5.36	5.81	6.39 ^{ab}	6.34 ^b	7.80 ^{ab}	8.28	8.13	7.49 ^{ab}	7.66 ^{ab}
ปลาป่น 1:500	5.29	5.66	6.15 ^{bc}	6.36 ^b	7.14 ^{bcd}	8.61	8.45	8.66 ^a	8.38 ^a
ปลาป่น 1:1,000	5.13	5.35	6.15 ^{bc}	6.22 ^b	7.36 ^{abc}	8.10	7.35	7.94 ^{ab}	8.25 ^a
F-test	ns	ns	*	*	*	ns	ns	*	*
CV (%)	8.34	8.32	8.32	11.28	16.01	20.69	18.41	19.30	16.91

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ความยาวของใบ

ความยาวของใบของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่
 ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 0 5 6 และ 7 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ใน
 เดือนที่ 1 ถึง 6 และ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) และที่อายุ 8 เดือน

หลังย้ายปลุก เชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร (control) มีความยาวใบมากที่สุด คือ 16.80 เซนติเมตร รองลงมาคือเชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจาก กวางตุ้ง 1:1,000 มีความยาวใบ 16.61 เซนติเมตร และเชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร ร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:250 1:500 และ 1:1,000 มีความยาวใบ 16.58 16.48 และ 16.43 เซนติเมตร ตามลำดับ เชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง 1:500 และ 1:250 มีความยาวใบ 14.46 และ 14.03 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความยาวของใบของเชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ ความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลุก) (ชม.)									
	0	1 ^{''}	2 ^{''}	3 ^{''}	4 ^{''}	5	6	7	8 ^{''}	
control	12.21	13.28 ^a	15.01 ^a	16.26 ^a	18.03 ^a	18.55	16.85	15.54	16.80 ^a	
กวางตุ้ง 1:250	11.69	12.51 ^b	13.23 ^d	13.53 ^c	13.95 ^c	15.36	15.83	14.95	14.03 ^b	
กวางตุ้ง 1:500	11.61	12.46 ^b	13.50 ^{cd}	14.64 ^{bc}	15.15 ^{bc}	15.76	15.79	13.89	14.46 ^{ab}	
กวางตุ้ง 1:1,000	12.03	12.74 ^{ab}	14.09 ^{bcd}	14.30 ^{bc}	15.19 ^{bc}	16.48	16.35	15.53	16.61 ^a	
ปลาป่น 1:250	12.08	13.39 ^a	14.78 ^{ab}	15.50 ^{ab}	16.11 ^b	16.15	16.04	15.98	16.58 ^a	
ปลาป่น 1:500	12.09	13.09 ^{ab}	14.31 ^{a^b}	15.38 ^{ab}	15.63 ^{bc}	16.98	17.53	17.21	16.48 ^a	
ปลาป่น 1:1,000	11.84	12.98 ^{ab}	14.44 ^{ab}	15.49 ^{ab}	16.58 ^{ab}	16.46	14.83	16.08	16.43 ^a	
F-test	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	
CV (%)	6.11	4.60	5.78	8.55	11.43	15.08	12.77	13.65	13.19	

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{''} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. ความสูง

ความสูงของเชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุตั้งแต่ 1 เดือนหลังย้ายปลุกนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) ซึ่งเชื้อหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร (control) มีความสูงมากที่สุดในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต และเมื่อเชื้อหมื่นปีมีอายุได้ 8 เดือนมีความสูงมากที่สุด คือ 32.86 เซนติเมตร

ซึ่งใกล้เคียงกับเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:1,000 1:500 และ 1:250 มีความสูง 31.11 31.93 และ 30.95 เซนติเมตรตามลำดับ

ส่วนเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวาดำ 1:1,000 1:500 และ 1:250 มีความสูง 29.88 29.24 และ 26.68 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ความสูงของเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลุก)(ช.ม.)								
	0	1 ^l	2 ^l	3 ^l	4 ^l	5 ^l	6 ^l	7 ^l	8 ^l
control	16.68	20.08 ^{ab}	22.83 ^a	27.11 ^a	30.54 ^a	31.99 ^a	32.08 ^a	32.40 ^a	32.86 ^a
กวาดำ 1:250	16.53	18.60 ^c	20.43 ^c	22.73 ^c	24.54 ^c	25.60 ^c	25.93 ^c	26.34 ^c	26.68 ^c
กวาดำ 1:500	16.31	19.09 ^{bc}	20.89 ^{bc}	24.28 ^{bc}	26.20 ^{bc}	28.28 ^b	28.54 ^b	28.86 ^{bc}	29.24 ^b
กวาดำ 1:1,000	16.98	19.36 ^{bc}	21.69 ^{abc}	24.15 ^{bc}	26.76 ^{ab}	29.00 ^b	29.13 ^b	29.39 ^b	29.88 ^b
ปลาป่น 1:250	17.03	20.69 ^a	23.21 ^a	25.45 ^{ab}	28.41 ^{ab}	30.08 ^{ab}	30.34 ^{ab}	30.58 ^{ab}	30.95 ^{ab}
ปลาป่น 1:500	16.76	20.26 ^{ab}	22.53 ^a	25.59 ^{ab}	28.96 ^{ab}	30.49 ^{ab}	31.33 ^{ab}	31.51 ^{ab}	31.93 ^{ab}
ปลาป่น 1:1,000	16.53	19.42 ^{bc}	22.35 ^{ab}	25.68 ^{ab}	28.58 ^{ab}	29.86 ^{ab}	30.21 ^{ab}	30.50 ^{ab}	31.11 ^{ab}
F-test	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	7.19	5.46	6.52	7.48	10.60	8.58	3.55	8.51	8.31

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^l ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6. ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุตั้งแต่ 1 เดือนหลังย้ายปลุก นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:500 1:1,000 มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกับเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร (control) ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลุก เขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น 1:1,000 มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุดคือ 33.54 เซนติเมตร รองลงมาคือเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุร่วมกับน้ำสกัด

ชีวภาพจากปลาป่น 1:500 มีขนาดทรงพุ่ม คือ 32.21 เซนติเมตร และเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร (control) มีขนาดทรงพุ่มเท่ากับ 30.66 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้ง 1:250 1:500 และ 1:1,000 มีขนาดทรงพุ่มที่น้อยกว่าคือ 23.89 27.56 และ 27.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ขนาดทรงพุ่มของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลูก) (ชม.)								
	0	1 ^{''}	2 ^{''}	3 ^{''}	4 ^{''}	5 ^{''}	6 ^{''}	7 ^{''}	8 ^{''}
control	15.50	18.31 ^{ab}	20.95 ^{ab}	24.71 ^{ab}	28.04 ^a	30.21 ^{ab}	30.43 ^{abc}	30.59 ^{abc}	30.66 ^{abc}
กวางตุ้ง 1:250	14.10	16.45 ^c	18.79 ^c	20.98 ^d	22.21 ^c	23.40 ^d	23.81 ^e	23.83 ^e	23.89 ^e
กวางตุ้ง 1:500	15.13	17.45 ^{bc}	19.68 ^{bc}	21.95 ^{cd}	24.38 ^{bc}	27.09 ^{bc}	27.38 ^{cd}	27.45 ^{cd}	27.56 ^{cd}
กวางตุ้ง 1:1,000	15.05	18.50 ^{ab}	20.45 ^{abc}	22.78 ^{bcd}	24.65 ^{bc}	26.53 ^{cd}	26.73 ^{de}	26.93 ^{de}	27.00 ^{de}
ปลาป่น 1:250	15.03	19.01 ^a	21.14 ^a	25.19 ^a	26.89 ^{ab}	28.94 ^{abc}	29.11 ^{bcd}	29.09 ^{bcd}	29.19 ^{bcd}
ปลาป่น 1:500	14.90	18.55 ^{ab}	21.35 ^{ab}	23.55 ^{abc}	26.48 ^{ab}	29.86 ^{abc}	32.03 ^{ab}	32.03 ^{ab}	32.21 ^{ab}
ปลาป่น 1:1,000	14.10	19.06 ^a	21.16 ^{ab}	24.58 ^{ab}	28.83 ^a	32.21 ^a	33.21 ^a	33.25 ^a	33.54 ^a
F-test	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	9.04	7.26	7.32	8.29	9.67	11.20	11.48	11.38	11.24

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{''} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

7. จำนวนหน่อ

เขียวหมื่นปีที่เริ่มแตกหน่อเมื่อมีอายุได้ 2 เดือนหลังย้ายปลูก และที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก จำนวนหน่อของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น อัตราส่วน 1:1000 มีจำนวนหน่อมากที่สุด คือ 4.63 หน่อต่อต้น รองลงมาคือเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่นอัตราส่วน 1:250 มี 4.25 หน่อต่อต้นและเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุ (control) มีจำนวนหน่อ 3.88 หน่อต่อต้น เขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 1:500 และ 1:1,000 มีจำนวน

หน่อเฉลี่ย 3.88, 3.75 และ 3.88 หน่อต่อต้น ตามลำดับ และเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่นอัตราส่วน 1:500 มีจำนวนหน่อ 3.63 หน่อต่อต้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนหน่อของเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลูก)(หน่อ)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
control	-	-	0.25	0.63	2.25	3.88	3.50	3.63	3.88
กวางตุ้ง 1:250	-	-	-	0.13	1.00	2.00	3.13	3.75	3.88
กวางตุ้ง 1:500	-	-	0.13	0.63	1.00	2.88	3.38	3.75	3.75
กวางตุ้ง 1:1,000	-	-	0.13	0.25	1.25	3.25	3.25	3.75	3.88
ปลาป่น 1:250	-	-	0.13	0.88	2.63	3.50	3.63	4.13	4.25
ปลาป่น 1:500	-	-	0.50	0.75	1.88	2.75	2.75	3.25	3.63
ปลาป่น 1:1,000	-	-	-	0.50	2.63	3.88	3.63	4.25	4.63

8. จำนวนดอก

ที่อายุ 0 ถึง 4 เดือนหลังย้ายปลูกนั้นเขียวหมื่นปียังไม่ออกดอก แต่หลังจากเดือนที่ 4 เขียวหมื่นปีก็เริ่มออกดอกจำนวนดอก โดยจะออกดอกทีละ 1-2 ดอก ซึ่งส่วนใหญ่จะมี 3 ดอกต่อต้น โดยเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 1:500 และ 1:250 จะออกดอกและมีระยะตั้งแต่ติดดอกถึงดอกบานเร็วที่สุด ตามลำดับ ส่วนเขียวหมื่นปีที่รดด้วยรดด้วยสารละลายธาตุ (control) และเขียวหมื่นปีที่รดด้วย 1:250 นั้นติดดอกค่อนข้างช้าแต่ติดดอกครบทุกต้นและมีจำนวนดอกมากที่สุดเท่ากัน คือ 3.00 ดอกต่อต้นส่วนเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่นอัตราส่วน 1:250 มีการติดดอกช้า และมีจำนวนดอกต่อต้นน้อยที่สุด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 จำนวนดอกเฉลี่ยของเหี่ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ ความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

สิ่งทดลอง	อายุ (เดือนหลังย้ายปลูก)(ดอก)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
control	-	-	-	-	-	0.13	1.75	3.00	3.00	
กวางตุ้ง 1:250	-	-	-	-	-	-	0.50	1.13	1.50	
กวางตุ้ง 1:500	-	-	-	-	-	0.13	1.25	2.00	2.38	
กวางตุ้ง 1:1,000	-	-	-	-	-	-	1.13	1.88	2.00	
ปลาดิบ 1:250	-	-	-	-	-	0.38	2.00	2.88	3.00	
ปลาดิบ 1:500	-	-	-	-	-	0.25	1.75	2.50	2.75	
ปลาดิบ 1:1,000	-	-	-	-	-	0.25	1.88	2.63	2.63	

9. ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักได้จากใบเหี่ยวหมื่นปี

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักที่ได้จากใบเหี่ยวหมื่นปี พบว่า

ไนโตรเจน(%N) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่สารละลายธาตุอาหารมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 3.22% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลาดิบ1:250 ที่มีไนโตรเจน 3.23% ส่วน ปลาดิบ1:500 กวางตุ้ง 1:250 ปลาดิบ1:1,000 และกวางตุ้ง1:500 มีไนโตรเจนเท่ากับ 3.04% 3.02% 3.01% และ2.93% ตามลำดับ ส่วนกวางตุ้ง1:1,000ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 2.86%

ฟอสฟอรัส(%P) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในปลาดิบ 1:500 พบมากที่สุดเท่ากับ 0.13% รองลงมาได้แก่ ปลาดิบ1:250 กวางตุ้ง1:1,000 ปลาดิบ1:1,000 กวางตุ้ง1:250 สารละลาย และกวางตุ้ง 1:500 โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.12% 0.12% 0.11% 0.11% 0.09% และ 0.09% ตามลำดับ

โปแตสเซียม(%K) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในกวางตุ้ง 1:250 มีโปแตสเซียมเท่ากับ 5.58% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ สารละลาย ที่มีโปแตสเซียมเท่ากับ 5.41% ส่วนกวางตุ้ง 1:1,000 ปลาดิบ1:1,000 กวางตุ้ง1:500 ปลาดิบ1:500 และปลาดิบ1:250 มีปริมาณโปแตสเซียมเท่ากับ 5.18% 5.17% 5.11% 4.94% และ4.95% ตามลำดับ(ตารางที่ 9)