62

การสร้างสูตรอาหารอินทรีย์พื้นฐานสำหรับต้นอ่อนและแคลลัสกล้วยไม้สกุลหวาย

นางสาวสิวลัย สุเภากิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาพฤกษศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-113-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18102153

FORMULATION OF BASIC ORGANIC MEDIA FOR SEEDLINGS AND CALLI OF DENDROBIUM ORCHIDS

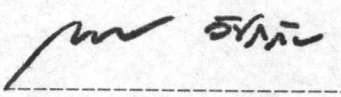
MISS SIWALAI SUPAOKIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Botany
Graduate School
Chulalongkorn University
1993

ISBN 974-582-113-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างสูตรอาหารอินทรีย์พื้นฐานสำหรับต้นอ่อนและแคลลัสกล้วยไม้สกุลหวาย
โดย	นางสาว สิวลัย สุเภากิจ
ภาควิชา	พฤกษศาสตร์
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย
	และ ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย

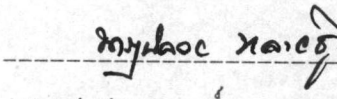
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

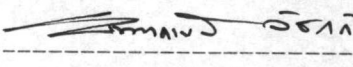
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นาฏฉลวย หลายชูไทย)

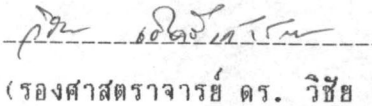


..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)



..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย เชิดชีวศาสตร์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สิวลัย สุเภากิจ : การสร้างสูตรอาหารอินทรีย์พื้นฐานสำหรับต้นอ่อนและแคลลัสกล้วยไม้สกุลหวาย (FORMULATION OF BASIC ORGANIC MEDIA FOR SEEDLINGS AND CALLI OF DENDROBIUM ORCHIDS) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย และศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย, 105 หน้า. ISBN 974-582-113-6

การทดลองสร้างสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลหวาย โดยใช้กล้วยหอม มันฝรั่ง หรือปุ๋ยปลา เป็นสารอินทรีย์พื้นฐาน โดยใช้สูตร Modified Schenk and Hildebrandt เป็นสูตรเปรียบเทียบ เมื่อเติมกล้วยหอม หรือมันฝรั่ง 150 กรัมต่อลิตร หรือปุ๋ยปลา 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ลงในสูตรเปรียบเทียบ ทำให้ต้นอ่อนเจริญดีกว่าที่เลี้ยงในสูตรเปรียบเทียบ ประมาณ 3 เท่า ในเวลา 4 เดือน จากผลการทดลองดังกล่าว ได้ทดลองไม่ใส่สารประกอบธาตุอาหารหลัก 4 ชนิดทีละสาร คือ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แอมโมเนียมฟอสเฟต และโปแตสเซียมไนเตรด ปรากฏว่าเมื่อไม่ใส่โปแตสเซียมไนเตรด ต้นอ่อนแสดงอาการขาดธาตุอาหารอย่างรุนแรง คล้ายไม่ใส่สารประกอบอนินทรีย์ใดๆเลย หลังจากทดสอบแล้ว พบว่าการเติมไนเตรดเท่านั้นที่ทำให้ต้นอ่อนเจริญตามปกติ มิใช่โปแตสเซียม จากนั้นได้ทดลองเติมโปแตสเซียมไนเตรด หรือโซเดียมไนเตรด ที่ความเข้มข้น 24.75 และ 12.38 มิลลิโมลาร์ ลงในสูตรอาหารที่ใช้มันฝรั่ง หรือปุ๋ยปลาเป็นสารอินทรีย์พื้นฐาน โดยไม่ใส่สารประกอบธาตุอาหารอื่นเลย ยังให้ผลดีเท่าๆกับเมื่อเติมสารประกอบธาตุอาหารหลักครบทั้ง 4 ชนิด คือ ต้นอ่อนมีน้ำหนักสดประมาณ 3 เท่าของที่เลี้ยงในสูตรเปรียบเทียบ ในเวลา 4 เดือน แต่เมื่อใช้กล้วยหอม เป็นสารอินทรีย์พื้นฐาน ต้นอ่อนเจริญกว่าในสูตรเปรียบเทียบ 2.2 เท่า และเมื่อทดลองไม่เติมสารประกอบธาตุอาหารรอง (รวมธาตุเหล็ก) ตามสูตรเปรียบเทียบ พบว่า อาหารที่ใช้มันฝรั่งหรือปุ๋ยปลาเป็นหลัก ไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารรองเลย

สูตรอาหารที่สร้างขึ้นใหม่จากการวิจัยนี้คือ สูตร CU 1 และ CU 2 แนะนำให้ใช้เลี้ยงต้นอ่อนและเพาะเมล็ดของ Dendrobium และ Cattleya สูตร CU 1 ใช้มันฝรั่งบดละเอียด 150 กรัม เติมโปแตสเซียมไนเตรด หรือ โซเดียมไนเตรด 12.38 มิลลิโมลาร์ ซูโครส 40 กรัม วุ้น 4 กรัม เติมน้ำให้ครบ 1 ลิตร สูตรนี้สามารถเลี้ยงต้นอ่อน และเพาะเมล็ดของ Dendrobium ได้ดีมาก สูตร CU 2 ใช้ปุ๋ยปลา 4 มิลลิลิตรต่อลิตร แทนมันฝรั่ง และเพิ่มวุ้นเป็น 8 กรัม ในสูตร CU 1 สูตร CU 2 เหมาะสำหรับใช้เพาะเมล็ด Cattleya และใช้กับต้นอ่อนและเพาะเมล็ด Dendrobium ได้ดี สูตรอาหารทั้งสองนี้ใช้วัสดุน้อย ไม่ต้องใช้เครื่องชั่งละเอียด และเครื่องวัด pH ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และเวลาในการเตรียมมาก

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C325514 : MAJOR BOTANY
KEY WORD: ORCHID/NUTRITION/CULTURE MEDIA/SEED GERMINATION/POTATO HOMOGENATE
SIWALAI SUPAOKIT : FORMULATION OF BASIC ORGANIC MEDIA FOR SEEDLINGS AND CALLI OF DENDROBIUM ORCHIDS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. MONTAKAN VAJRABHAYA, PROF. THAVORN VAJRABHAYA, Ph.D. 105 pp.
ISBN 974-582-113-6

Experiment on media suitable for culture of Dendrobium orchid seedlings were made by using banana homogenate, potato homogenate, and fish emulsion as basic organic components. A modified Schenk and Hildebrandt medium was used as control. It was found that mixing of banana or potato homogenate at a rate of 150 gram per liter or 4 milliliter per liter of fish emulsion with the modified Schenk and Hildebrandt basic components made the seedling grew approximately three times better than the ones in the control in four months.

From aforementioned experiments, subtraction of each compound from the four compounds containing macroelements (magnesium sulphate, calcium chloride, ammonium phosphate and potassium nitrate) from the media was made. Serious deficiency symptoms developed only when potassium nitrate was omitted. Further investigations indicated that only nitrate not potassium was required for normal growth. Other three compounds could be omitted without any noticeable symptom. Therefore, the organic compounds used in the experiments did not contain enough nitrate nitrogen to support normal growth of seedlings.

It was found that adding potassium nitrate or sodium nitrate at concentrations of 24.75 and 12.38 millimolar to the potato or fish emulsion basic media gave equally good results as adding all four compounds containing all macroelements, which the fresh weight of the seedlings were approximately three times as the ones in control in four months. Similar treatments were made with banana medium yielded 2.2 times of the control. When omitting all microelements (including iron) in the potato or fish emulsion media, no sign of deficiency were observed.

Two new media, CU 1 and CU 2, resulting from these experiments are proposed for culture of seedling and seed germination of Dendrobium and Cattleya orchids.

CU 1 : 150 gram of potato homogenate, 12.38 millimolar of potassium nitrate or sodium nitrate, 40 gram of sucrose, 4 gram of agar and water to make 1 liter. This medium works best for both seedlings and seed germination of Dendrobium.

CU 2 : the potato homogenate is replaced by 4 milliliter of Atlas Fish Emulsion Fertilizer and increases the amount of agar to 8 gram, all other components as CU 1. This medium is suitable for seed germination of Cattleya and also works well for both seedlings and seed germination of Dendrobium.

Preparation of these media does not require analytical balance and pH meter which helps reduce cost and save time.

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย และศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดที่มีประโยชน์ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นาฏฉลวย หลายชูไทย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย เชิดชีวศาสตร์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จอย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ บุญเกิด ที่กรุณาแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูล

ขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณามอบเงินทุนอุดหนุนโครงการวิจัยหรือค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณ คุณปริญดา ยะวงศา ที่ให้ความช่วยเหลือด้านวัสดุอุปกรณ์การเขียนการพิมพ์ และช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ ขอบคุณ คุณทรงศักดิ์ สาราญสุข ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการถ่ายภาพและวิเคราะห์ข้อมูล ขอบคุณ คุณชุมพล คุณวาสี คุณสมราน สุดดี และคุณสมเจตน์ แสงคำ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการพิมพ์ ขอบคุณ คุณอุไร ดำศรี และคุณสุดารัตน์ นิติวัฒนะ ผู้ตรวจทานวิทยานิพนธ์

ท้ายสุดนี้กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ช่วยเหลือด้านเงินทุน และเป็นกำลังใจให้ผู้เขียนตลอดมาจนประสบความสำเร็จ

สิวลัย สุเภากิจ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

สารบัญแผนภาพ..... ฑ

อธิบายคำย่อ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย..... 5

บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย..... 6

วัสดุ..... 6

อุปกรณ์..... 7

การออกแบบการทดลองและบันทึกผล..... 8

1. การเจริญของเมล็ดกล้วยไม้..... 8

2. การเจริญของตาจากหน่ออ่อน และแคลลัส..... 10

3. การเจริญของต้นอ่อน..... 10

วิธีดำเนินงานวิจัย..... 12

แผนการวิจัย..... 13

สูตรอาหารเปรียบเทียบ Mod. SH..... 14

การดัดแปลงสูตรอาหาร..... 15

บทที่ 3 ผลการวิจัย..... 20

1. การสร้างสูตรอาหารใหม่สำหรับเลี้ยงต้นอ่อน..... 20

1.1 การเจริญของต้นอ่อนเมื่อทดลองใช้วุ้นที่ความเข้มข้นต่างกัน ในอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม..... 20

หน้า

1.2 การเจริญของต้นอ่อนเมื่อทดลองใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่างกันในอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม..... 22

1.3 การเจริญของต้นอ่อนในการทดลองการขาดธาตุอาหารหลัก เมื่อเติมสารอินทรีย์ที่ให้อนุมูลธาตุอาหารหลักแต่ละธาตุ..... 29

1.3.1 สูตรกล้วยหอม..... 29

1.3.2 สูตรมันฝรั่ง..... 34

1.3.3 สูตรปุ๋ยปลา..... 39

1.4 การเจริญของต้นอ่อนเมื่อใช้ กล้วยหอม มันฝรั่ง หรือปุ๋ยปลา เป็นองค์ประกอบหลักและเติมสารอนินทรีย์ KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างกัน..... 49

1.4.1 สูตรกล้วยหอม..... 49

1.4.2 สูตรมันฝรั่ง..... 52

1.4.3 สูตรปุ๋ยปลา..... 55

1.5 การเจริญของต้นอ่อนเมื่อไม่ใส่ธาตุอาหารรองในสูตร กล้วยหอม มันฝรั่งหรือปุ๋ยปลา..... 64

1.5.1 สูตรกล้วยหอม..... 64

1.5.2 สูตรมันฝรั่ง..... 66

1.5.3 สูตรปุ๋ยปลา..... 68

2. ทดสอบการเพาะเมล็ดของลูกผสมสกุล Dendrobium และลูกผสมสกุล Cattleya ในวุ้นอาหารสูตรใหม่..... 76

2.1 ผลการทดลองเพาะเมล็ดลูกผสมของ Den. bigibbum x Den. Merritt Island..... 76

2.2 ผลการทดลองเพาะเมล็ดลูกผสมของ Cattleya claesiana x Bc. Pastoral..... 76

3. ทดสอบการชักนำให้เกิดแคลลัสจากตาของหน่ออ่อน และเลี้ยงแคลลัสในวุ้นอาหารสูตรใหม่ดัดแปลง..... 80

3.1 ผลการชักนำให้เกิดแคลลัสจากตาของหน่ออ่อนลูกผสมของ Den. Ong Geok Khim x Den. antennatum..... 80

3.2 ผลการเลี้ยงแคลลัส Den. Merritt Island..... 80

บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 84

หน้า

บทที่ 5 เสนอสูตรใหม่จากงานวิจัย..... 91
สูตรอาหารใหม่..... 92
คุณสมบัติของสูตรอาหาร CU 1 และ CU 2..... 92
การประยุกต์..... 93
แนวทางการพัฒนาสูตรในอนาคต..... 94
เอกสารอ้างอิง..... 96
ภาคผนวก..... 101
ประวัติผู้เขียน..... 105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การใช้แป้งข้าวโพดหรือวุ้นในสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม.....	15
2	สูตรทดลองเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลักเมื่อเติมสารอินทรีย์แต่ละชนิดในสูตร Mod. SH.....	16
3	สูตรทดลองเพื่อทดสอบความต้องการ NO_3^- ในรูปและปริมาณต่างๆ เมื่อใช้สารอินทรีย์แต่ละชนิดเป็นหลัก.....	17
4	สูตรทดลองเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรองเมื่อใช้สารอินทรีย์เป็นหลัก.....	18
5	สูตรที่สร้างขึ้นใหม่ใช้ทดลองเพาะเมล็ด เลี้ยงแคลลัส และชักนำตาจากหน่ออ่อนให้เกิดแคลลัส.....	19
6	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม เมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร.....	21
7	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม เมื่อทดลองใช้วุ้นหรือแป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	23
8	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อเติมกล้วยหอมเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	30
9	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อเติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	35
10	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อเติมปุ๋ยปลาเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	40
11	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้กล้วยหอมเป็นองค์ประกอบหลักและเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	50
12	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้มันฝรั่งเป็นองค์ประกอบหลักและเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	53
13	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้ปุ๋ยปลาเป็นองค์ประกอบหลักและเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	56
14	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้กล้วยหอมเป็นองค์ประกอบหลักและเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง.....	64
15	การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้มันฝรั่งเป็นองค์ประกอบหลักและเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง.....	66

ตารางที่ หน้า

16 การเจริญของต้นอ่อนในวุ้นอาหารสูตรต่างๆ เมื่อใช้ปุ๋ยปลาเป็นองค์ประกอบหลัก และเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง..... 68

17 คะแนนการเจริญของเมล็ดลูกผสม Dendrobium และ Cattleya ในอาหารสูตรใหม่เติม ซูโครส 20 และ 40 กรัมต่อลิตร..... 77

18 น้ำหนักสดของ แคลลัส และ protocorm like body(PLB) ที่เจริญจากตาของหน่ออ่อนและแคลลัสในวุ้นอาหารสูตรใหม่ดัดแปลง..... 81

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างการให้คะแนนการเจริญของเมล็ดกล้วยไม้.....	11
2	การเจริญของ Den. Merritt Island ในวุ้นอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม เมื่อใช้วุ้น 4 และ 6 กรัมต่อลิตร.....	22
3	การเจริญของ Den. Merritt Island ในวุ้นอาหารสูตร Mod.SH เติมกล้วยหอม เมื่อใช้วุ้นหรือแป้งข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	24
4	การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอมเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	31
5	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอม เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	32
6	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอม เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	33
7	การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารที่เติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	36
8	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island ในอาหารที่เติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	37
9	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island ในอาหารที่เติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	38
10	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island ในอาหารที่เติมปุ๋ยปลาเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	41
11	การเจริญของลำต้นและรากของ Den. Merritt Island ในอาหารที่เติมปุ๋ยปลาเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก.....	42
12	การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Islandในอาหารสูตรดัดแปลงกล้วยหอมเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	51
13	การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารสูตรดัดแปลงมันฝรั่งเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	54
14	การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารสูตรดัดแปลงปุ๋ยปลาเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	57

ภาพที่ หน้า

15 การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารดัดแปลงกล้วยหอมเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ 12.38 mM เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง..... 65

16 การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารดัดแปลงมันฝรั่งเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ 12.38 mM เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง..... 67

17 การเจริญของต้นอ่อน Den. Merritt Island ในอาหารดัดแปลงปุ๋ยปลาเติม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ 12.38 mM เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง..... 69

18 การเจริญของเมล็ดลูกผสมของ (Dendrobium bigibbum x Den. Merritt Island) (4 เดือน)..... 78

19 การเจริญของ เมล็ดลูกผสมของ (Cattleya Claesiana x Bc. Pastoral) (4 เดือน)..... 79

20 A การเจริญของเนื้อเยื่อตาจากหน่ออ่อน B การเจริญของแคลลัสในอาหารสูตร Mod.SH ซูโครส 20 และ 40 กรัมต่อลิตร..... 82

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

1 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 25

2 พื้นที่ใบของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 25

3 ความสูงของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 25

4 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 26

5 จำนวนรากของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 26

6 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น 4, 6 และ 8 กรัมต่อลิตร (เวลา 4 เดือน)..... 26

7 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหาร เมื่อใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 27

8 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 27

9 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น หรือแป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 27

10 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหาร เมื่อใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 28

11 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 28

12 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเมื่อใช้วุ้น หรือ แป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นต่างกัน (เวลา 4 เดือน)..... 28

แผนภาพที่ หน้า

13 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอม เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 43
14 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 43
15 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมปุ๋ยปลาเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 43
16 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอมเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 44
17 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหาร ที่เติมมันฝรั่ง เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 44
18 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหาร ที่เติมปุ๋ยปลา เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 44
19 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอม เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหาร-หลัก (เวลา 4 เดือน)..... 45
20 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมมันฝรั่ง เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 45
21 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมปุ๋ยปลา เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 45
22 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอมเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหาร-หลัก (เวลา 4 เดือน)..... 46
23 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมมันฝรั่งเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 46
24 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมปุ๋ยปลาเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 46
25 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหาร ที่เติมกล้วยหอม เพื่อทดสอบการขาดธาตุ-อาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 47
26 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมมันฝรั่ง เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหาร-หลัก (เวลา 4 เดือน)..... 47
27 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมปุ๋ยปลา เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหาร-หลัก (เวลา 4 เดือน)..... 47

แผนภาพที่ หน้า

28 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมกล้วยหอมเพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 48
29 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมมันฝรั่ง เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 48
30 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมปุ๋ยปลา เพื่อทดสอบการขาดธาตุอาหารหลัก (เวลา 4 เดือน)..... 48
31 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 58
32 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 58
33 น้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 58
34 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 59
35 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 59
36 พื้นที่ใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 59
37 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 60
38 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 60
39 ความสูงของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 60
40 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 61
41 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 61
42 จำนวนใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 61

แผนภาพที่ หน้า

43 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 62

44 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักแล้วเติม KNO_3และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 62

45 จำนวนรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักแล้วเติม KNO_3และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 62

46 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลัก แล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 63

47 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารใช้มันฝรั่ง เป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 63

48 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักแล้วเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (เวลา 4 เดือน)..... 63

49 น้ำหนักสดของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 70

50 น้ำหนักสดของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 70

51 น้ำหนักสดของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 70

52 พื้นที่ใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 71

53 พื้นที่ใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 71

54 พื้นที่ใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 71

55 ความสูงของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 72

56 ความสูงของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 72

57 ความสูงของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 72

แผนภาพที่ หน้า

58 จำนวนใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 73

59 จำนวนใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 73

60 จำนวนใบของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 73

61 จำนวนรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 74

62 จำนวนรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 74

63 จำนวนรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ$NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)..... 74

64 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ใช้กล้วยหอมเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง(เวลา 4 เดือน).... 75

65 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้มันฝรั่งเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)... 75

66 ความยาวที่สุดของรากของต้นอ่อนเมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ใช้ปุ๋ยปลาเป็นหลักเติม KNO_3 และ $NaNO_3$ 12.38 mM และทดสอบการขาดธาตุอาหารรอง (เวลา 4 เดือน)... 75

67 น้ำหนักสดของ PLB และแคลลัสที่เจริญจากตาของหน่ออ่อนในอาหารสูตรดัดแปลงใหม่ 83

68 น้ำหนักสดของ PLB และ แคลลัส ที่เจริญจากแคลลัสในอาหารสูตรดัดแปลงใหม่.... 83

อธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

AG	หมายถึง	วุ้น
B	"	เนื้อกล้วยหอมทองสุก
CS	"	แป้งข้าวโพด
CW	"	น้ำมะพร้าวอ่อน
FE	"	ปุ๋ยปลา (Atlas Fish Emulsion Fertilizer)
Mod. SH	"	สูตรอาหาร Modified Schenk and Hildebrandt (1972)
PLB	"	protocorm like body
Po	"	ลำต้นใต้ดินมันฝรั่งปอกเปลือกแล้ว