ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

อารหารเลี้ยงเชื้อ แอกติโนไมซิสต์เอนโดไฟท์

IMA-2 (Inhibitory Mold Agar-2)

Glucose	5.0	กรัม
Soluble starch	5.0	กรัม
Beef extract	1.0	กรัม
Yeast extract	1.0	กรัม
NZ-case (enzyme hydrolyzed casein)	2.0	กรัม
NaCl	2.0	กรัม
$CaCO_3$	1.0	กรัม
Agar*	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งใช้ความดันไอ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 °C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

* Agar ใส่ในอาหารเฉพาะที่เป็นอาหารแข็ง

วิธีการเก็บเชื้อแอกติโนไมซิสต์เอนโดไฟท์

Glycerol 10%

Glycerol	10	มิลลิลิตร
DMSO	10	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	80	มิลลิลิตร

ผสม glycerol กับน้ำกลั่น และทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งใช้ความดันไอ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 °C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น ผสม DMSO ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในสารละลาย glycerine ต้องทำในสภาพปลอดเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารทดสอบการละลายของฟอสฟอรัส Pikovskaya (PVK) medium (Morphy and Riley, 1962)

Glucose	10	กรัม
$Ca_3(PO_4)_2$	5	กรัม
$(NH_4)_2SO_4$	0.5	กรัม
NaCl	0.2	กรัม
$MgSO_47H_2O$	0.1	กรัม
KCl	0.2	กรัม
yeast extract	0.5	กรัม
$MnSO_4H_2O$	0.025	กรัม
$FeSO_47H_2O$	0.025	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิตร
pH 7.0		

การเตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในสารละลายเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. Standard phosphate solution ความเข้มข้น 500 µg/ml

ละลาย Potassiom dshydrogen phosphate (KH_2PO_4) 0.07158 กรัม/100 มล. ในน้ำกลั่น เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่ความเข้มข้น

0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 8.0, 10.0 µg/ml โดยไปเปตจากสารละลาย Standard phosphate ความเข้มข้น 500 µg/ml ดังแสดงในตาราง

หลอดที่	ความเข้มข้นสารละลายฟอสฟอรัส (µg/ml)	ปริมาตรของ Standard 500 ug/ml (µl)	น้ำกลั่น (µl)	ปริมาตรรวม (ml)
1	0	0	500	0.5
2	0.2	0.2	499.8	0.5
3	0.4	0.4	499.6	0.5
4	0.6	0.6	499.4	0.5
5	0.8	0.8	499.2	0.5
6	1.0	1.0	499	0.5
7	2.0	2.0	498	0.5
8	4.0	4.0	496	0.5
9	6.0	6.0	494	0.5
10	8.0	8.0	492	0.5
11	10.0	10.0	490	0.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้สารละลายความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 8.0, 10.0 µg/ml ไปเปตหลอดละ 0.5 มล. เติม Color Reagent ลงไปหลอดละ 2 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียน นาน 30 นาที ในที่มืด

2. Color Reagent

- 6N H_2SO_4 : Conc H_2SO_4 (MW. 98.08 g/mol ; Density 1.84 kg/L)

  H_2SO_4 16 มล. น้ำกลั่น 84 มล.

-2.5% Ammonium molydate

  ชั่ง Ammonium molydate ($(NH_4)MO_7O_{24}.4H_2O$) 2.5 กรัม น้ำกลั่น 100 มล.

-10% Ascorbic acid

  Ascorbic acid ($C_6H_8O_6$) 10 กรัม น้ำกลัน 100 มล.

*สารละลายทุกตัวเก็ยไว้ในที่ไม่มีแสง

*อัตรการใช้ 6N H_2SO_4 : 2.5% Ammonium molydate : 10% Ascorbic acid : H_2O (1:1:1:2) (เตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อใช้)

อาหารที่ใช้ทดสอบการละลายของโพแทสเซียม

Medium for Silicate bacteria (Hebei Academy of Science ,1996)

Na_2HPO_4	2 g
$CaCO_3$	5 g
$MgSO_47H_2O$	0.5 g
sucrose	5 g
yeast extract	0.5g
$FeCl_36H_2O$	0.005 g
KH_2PO_4	2 g หรือ feldspar 5.88 g
น้ำกลั่น	1ลิตร

pH 7.0 ± 0.2

(การทดลองจะชั่ง feldspar 0.147 g/ 25 ml ใส่ใน flask ขนาด 50 ml แยกไว้จะไม่ผสมกับอาหาร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์โพแทสเซียมในสารละลายเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. Standard potassium solution (ความเข้มข้น 100 µg/ml)

เตรียมสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ppmK โดยการดูดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (ความเข้มข้น 100 µg/ml) จำนวน 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 มล. ปรับปริมาณ 100 มล.

2. การวิเคราะห์หา K

ไปเปต ตัวอย่าง มา 1 มล. ใส่ใน volumetric flask 25 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านค่าโดยใช้ เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 766.5 นาโนเมตร ที่ slit width เท่ากับ 0.7 nm และที่ Energy อยู่ในช่วง 66 – 70

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกล้าส้ม

การหาไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) (Bremner, 1965)

สารเคมี

1. เตรียมสารละลาย Boric acid indicator

1.1 Mixed indicator ละลาย bromcresol green 0.0990 กรัม และ methylred 0.0660กรัมใน ethanol จำนวน 100 ml.

1.2 Boric acid (H_3BO_3) ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ในน้ำอุ่น 800 มล.

1.3 เติม Mixed indicator ในข้อ 1.1 ปริมาตร 20 มล. ลงใน Boric acid ในข้อ 1.2 ข้างต้น ปรับ pH ให้ได้ 5.0 โดยใช้ NaOH 0.1 N หรือ HCl 0.1 N จะได้สีของสารละลายเป็นสีม่วงแดง ทดสอบว่าสีของสารละลายใช้ได้หรือไม่ โดยการนำสารละลาย Boric acid indicator มาจำนวน 10 มล. ใส่ในกระบอกตวงแล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 10 มล. สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีเขียวทันที แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.

2. เตรียมสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) 40 %

ละลาย NaOH จำนวน 400 กรัม ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล.

3. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล (H_2SO_4 0.05 N)

ละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1 N ปริมาตร 20 มล. ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. หาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ชั่ง Na_2CO_3 0.0500 กรัม (อบ 105 °C 2 ชั่วโมง)

3.2 ใส่น้ำกลั่น 20 มล. เขย่าให้ละลาย

3.3 หยด methylred 2-3 หยด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 ไตเตรทกับกรด H_2SO_4 ที่ต้องการทราบความเข้มข้นที่แน่นอนจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้มแก่ บันทึกปริมาตรกรด H_2SO_4 ที่ใช้

3.5 คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนตามสูตร

H_2SO_4 (N) = น้ำหนักของ Na_2CO_3 x 1,000 x 2 / 105.99 x ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้

วิธีการ

การกลั่นไนโตรเจนด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน

1. ดูดตัวอย่างที่ย่อยได้ 25 มล. โดยใช้ volumetric pipette ใส่ลงในหลอดกลั่นเติม Sodium Hydroxide (NaOH) 40 % 20 มล.

2. ตวงกรดบอริก (H_3BO_3) 15 มล. ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เพื่อรองรับสารที่กลั่นได้

3. กลั่นจนสารละลายใน erlenmeyer flask มีปริมาตรประมาณ 75 มล.

4. ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย H_2SO_4 0.05 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวใสเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรทและนำมาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจากสมการ

$$\text{Total N (\%)} = \frac{(Vs - Vb) \times N \times 14 \times Vd \times 100}{1000 \times Va \times w}$$

เมื่อ Vs = ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

Vb = ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรท blank (มล.)

Va = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

Vd = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) (ศรีสม, 2544)

สารเคมี

1. กรดย่อย ใช้กรดย่อยเดียวกับการย่อยเพื่อหาไนโตรเจน

2. สาร develop สี vanadate reagent (mixed reagent)

2.1 สารละลาย ammonium vanadate 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นอุ่น 200 มล. เติม HNO_3 ลงไป 153.42 มล.

2.2 ละลาย Ammonium molybdate tetrahydrate 25 กรัม ในน้ำกลั่น

2.3 ละลายสารละลายจากข้อ 2.1 และ 2.2 เข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล. เก็บไว้ในขวดสีชา และเก็บไว้ในตู้เย็นหากไม่ใช้ทันที

3. เตรียม Standard phosphorus 100 ppm

3.1 ชั่ง KH_2PO_4 0.4390 กรัม

3.2 เติม HNO_3 conc. 5 มล.

3.3 ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

1. ทำ standard set โดยให้มีความเข้มข้น 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 ppm โดยใช้ volumetric pipette ดูด standard P 100 ppm มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. เติม mixed reagent 5 มล. และกรดย่อยที่เจือจาง 7:100 มล. มา 5 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 มล. นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 470 nm. แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าที่อ่านได้โดยใช้กราฟ (standard curve)

2. ดูดสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้มา 5 มล. เติม mixed reagent 5 มล. เติมน้ำกลั่นแล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที ให้เกิดสี ถ้าไม่เกิดสีให้เติมตัวอย่างเพิ่มลงไปอีก นำไปวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นเหมือนกับข้อ 1 เทียบค่าความเข้มข้นของตัวอย่างกับ standard curve แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง จากสมการ

$$\text{Total P (\%)} = \frac{C \times Vf \times Vd \times 100}{10^6 \times Va \times w}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้น P ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve – P (ppm)

Vf = ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Vd = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

Va = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K) (Kalra, 1998)

1. การเตรียม standard K 1,000 ppm

ละลาย KCl บริสุทธิ์ (อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) จำนวน 1.9067 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรด HNO_3 12 มล. แล้วปรับปริมาตรใน volumetric flask ด้วยน้ำกลั่นเป็น 1000 มล.

2. การเตรียม standard K 100 ppm

ดูด standard K 1,000 ppm จำนวน 10 มล. โดยใช้ volumetric pipette ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียม standard curve ให้มีความเข้มข้นของ K เป็น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ppm

ใช้ volumetric pipette ดูด standard K 100 ppm มาจำนวน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันแล้วอ่านค่าด้วยเครื่อง Flame photometer เหมือนกับ standard curve แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ K

4. ดูดสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้มา 1 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 หรือ 50 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Flame photometer และคำนวณหาปริมาณ K ดังสมการ

$$\text{Total K (\%)} = \frac{C \times Vf \times Vd \times 100}{Va \times w}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้น K ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve – K (ppm)

Vf = ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

Vd = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

Va = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุปลูก

ไนโตรเจน (Total N) (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

วัสดุปลูกประมาณ 0.2000 กรัม เติม Salicylic acid 0.5 กรัม และกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 10 มล. ย่อยที่อุณหภูมิ 100 °C จนละลายหมด ยกลงไว้ให้เย็น 5 – 10 นาที เติม sodiumthiosulfate ($N_2S_2O_3.5H_2O$) 1 กรัม ย่อยต่ออีก 5 – 10 นาที (ทิ้งให้เย็น) เติม Catalyst mixture 0.5 กรัม ย่อยต่อ (โดยปรับอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 20 – 30 °C เริ่มจาก 100 °C จนครบ 400 °C) จนใส ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น นำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน โดยใช้สารละลาย 25 มล. เติม NaOH 40% 40 มล. จุ่มปลายเครื่องกลั่นด้วย flask ขนาด 250 มล. ที่บรรจุ boric acid indicator solution 10 มล. กลั่นจนได้สารละลายใน flask รวม 100 มล. แล้วนำไปไตเตรทด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.02 N

$$\% \text{ Total N} = \frac{\text{ความเข้มข้น } H_2SO_4 \text{ x ปริมาตรของ } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ไตเตรท x v x 1.4007 x 100}}{\text{V x W}}$$

เมื่อ v = ปริมาตรที่นำไปใช้กลั่น

V = ปริมาตรที่ปรับเริ่มต้น (หลังจากย่อยจนใส)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1. เตรียมกรดผสม HNO_3 (conc.) และ $HClO_4$ (conc.)

ผสม HNO_3 (conc.) และ $HClO_4$ (conc.) อัตรา 1:1 โดยปริมาตร ผสมให้กันแล้วนำไปบรรจุไว้ในขวดสีชา เก็บไว้ในที่มืด

2. เตรียม Barton's solution หรือ Molybdovanadate reagent

ชั่ง Ammonium molybdate 40 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มล. ละลายด้วยน้ำร้อน 300 มล. ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่ง Ammonium metavanadate (NH_4VO_3) 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มล. ละลายด้วยน้ำร้อน 300 มล. ทิ้งไว้ให้เย็น และเติมกรด $HClO_4$ 70% ลงไป 125 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันและทิ้งไว้ให้เย็น ค่อย ๆ รินผสมสารละลาย Ammonium molybdate ที่เตรียมไว้ลงในสารละลาย Ammonium metavanadate ใน volumetric flask ขนาด 2,000 มล. ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน เก็บไว้ในขวดสีชา

3. เตรียม Standard solution 1,000 ppm P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยชั่ง KH_2PO_4 (ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 2 ชั่วโมง) จำนวน 4.3936 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มล. ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.

4. เตรียม Standard solution 100 ppm P

โดยปิเปต Standard solution 1,000 ppm P จำนวน 10 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

5. เตรียม Working standard 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ppmP

โดยปิเปต Standard solution 100 ppm P จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ไว้รอดำเนินการเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง

6. หาปริมาณ Total P_2O_5 ในปุ๋ยหมัก

ชั่งตัวอย่างวัสดุปลูกที่ผ่านการบดและอบแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.5000 กรัม ใส่ erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติมกรดผสม (HNO_3 : $HClO_4$ อัตรา 1:1) 20 มล. นำไปย่อยบน hot plate หรือ digestion block ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 220 °C ย่อยจนมีควันสีขาวเกิดขึ้นเหนือสารละลาย หรือสารละลายมีลักษณะสีใส ซึ่งจะใช้ระยะเวลาประมาณ 2 – 4 ชั่วโมง จากนั้นยกลงจากเตาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ย่อยและเย็นแล้วถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 250 มล. ล้างตะกอนที่ติดอยู่ข้าง volumetric flask ออกให้หมด ปรับปริมาตรเป็น 250 มล. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 2 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม Molybdovanadate reagent (Barton's solution) ลงไป 10 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที สำหรับ Working standard 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ppmP ที่เตรียมไว้ก็ดำเนินการ Develop สีเช่นเดียวกัน พร้อมกันกับสารละลายตัวอย่าง นำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer ที่ 420 nm. อ่านค่า Absorbance (%A) นำค่าที่วัดได้จากสารละลายมาตรฐานไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปริมาณฟอสฟอรัสและ %A (standard curve) อ่านค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างจาก standard cur

$$\%P = \frac{\text{ppm P จากกราฟ x } V_1 \text{ x} V_2 \text{ x } 100}{\text{Wt of sample (g) x } V_3 \text{ x } 10^6}$$

เมื่อ V_1 = First solution volume (ml)

V_2 = Final solution volume (ml)

V_3 = Aliquot take volume (ml)

$$\%\ P_2O_5 = \frac{\%P \text{ x } (2 \text{ x equivalent wt.of P}) + (5 \text{ x equivalent wt.of O})}{2 \text{ x equivalent wt.of P}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โพแทสเซียม (Total K_2O) (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1. เตรียมสารละลาย Suppressor

ชั่ง $CaCO_3$ 12.5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 200 มล. ใส่น้ำให้พอท่วม $CaCO_3$ เติมกรดเกลือเข้มข้น (conc. HCl) จำนวน 105 มล. ลงไปทีละน้อย นำไปต้มพอเดือด แล้วทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นใน volumetric flask ขนาด 1,000 มล. เขย่าให้เข้ากัน

2. หาปริมาณโพแทสเซียม (Total K_2O)

ชั่งตัวอย่างวัสดุปลูกให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 0.5000 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมกรดผสม (HNO_3 conc.และ $HClO_4$ conc. อัตราส่วน 1:1) จำนวน 20 มล. นำไปย่อยบนเตาระเหยความร้อนอุณหภูมิประมาณ 220 °C จนเกิดควันสีขาว ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายตัวอย่างใส่ volumetric flask ขนาด 250 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ปิเปตสารละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ (0 – 25 ppm) ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติมสารละลาย Suppressor 10 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน นำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Flame photometer เทียบกับสารละลายมาตรฐาน 0 – 25 ppm ที่เตรียมไว้ แล้วนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณ

$$\%K_2O = 1.2046 \times \text{ppm K} \times \text{dilution factor} \times 100 \times 10^6$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุปลูก

สมบัติทางเคมี	ค่าที่วัดได้
pH	6.2
ไนโตรเจน (Total N) (%)	0.434
ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) (%)	0.057
โพแทสเซียม (Total K_2O) (%)	2.172

สูตรสารละลาย Hogland' s nutrient solution (Millner and Kitt., 1992)

	Compound	Formular Weight	mg/l	g/L
A	KNO_3	101.1	606.6	0.6066
	$Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$	236.2	94.8	0.9448
B	$NH_4 H_2 PO_4$	115.1	115.1	0.1151
	$MgSO_4 . 7H_2O$	246.5	493.0	0.493
	$MnCl_2 .4H_2O$	61.8	2.86	0.00286
	$ZnSO_4 . 7H_2O$	200.0	1.81	0.00181
C	$H_3 BO_3$	287.5	0.22	0.00022
	$CuSO_4 .5H_2 O$	249.5	0.08	0.00008
	$H_2 MoO_4 .H_2 O$	162.0	0.02	0.00002
D	FeEDTA	376	9.4	0.0094

ปรับ pH 6.9-7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Water blue 0.06% (Koske and Gamma, 1984)

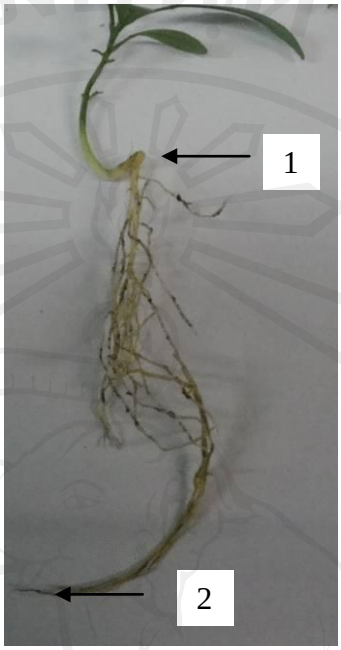
Water blue	0.6 g
Lactic acid	400 ml.
Glycerine	400 ml.
ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น	1000 ml.

วิธีการวัดความสูงกล้าส้ม

วิธีการวัดความสูงทำได้โดยวัดจากโคนต้นบริเวณส่วนที่เริ่มเป็นสีเขียว (1) จนถึงส่วนยอดสุดบริเวณปลายใบบนสุด(2)

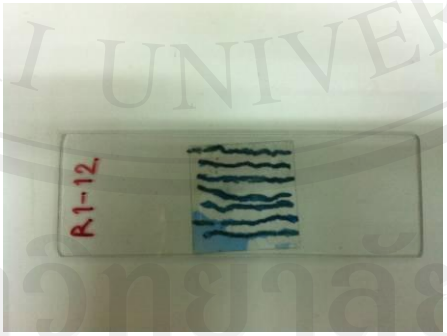
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวัดความยาวราก



วิธีการวัดความยาวรากทำได้โดยวัดจากโคนต้นบริเวณส่วนที่เริ่มเป็นสีเขียว (1) จนถึงส่วนบริเวณปลายสุดราก (2)

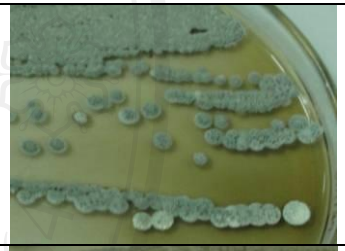
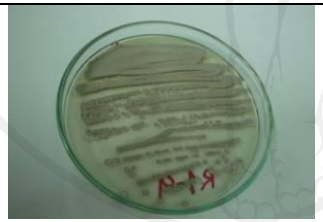
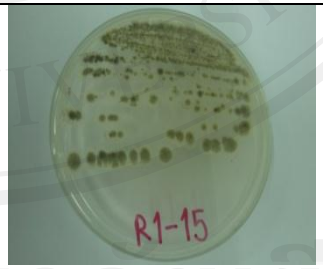
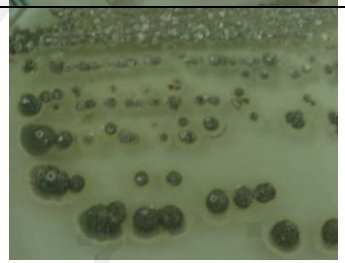
ลักษณะการ section ราก



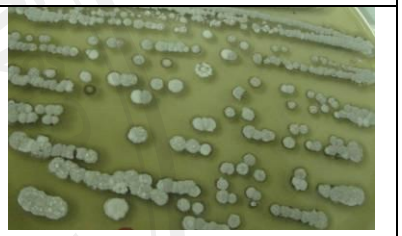
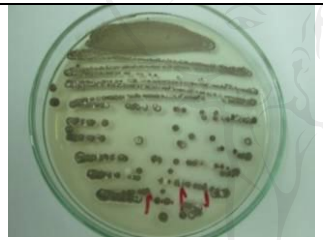
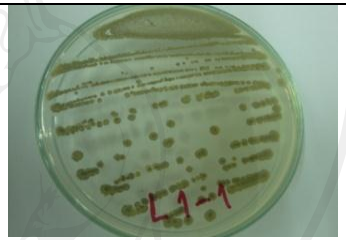
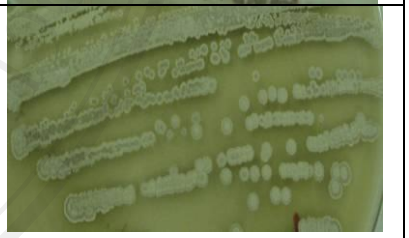
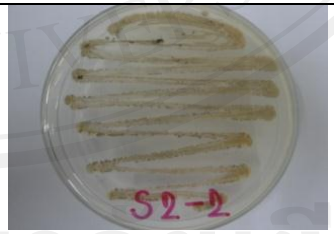
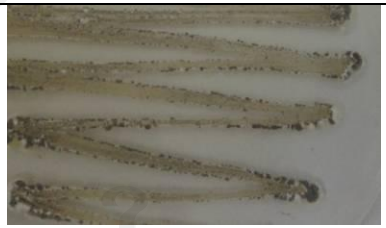
ตัวอย่างการ section รากของเชื้อแอกติโนไมซิสต์เอนโดไฟท์ไอโซเลท TGsR 01-012

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

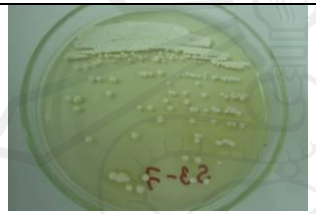
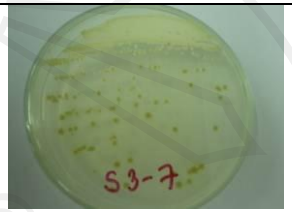
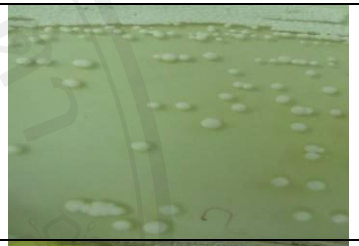
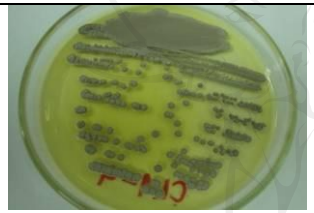
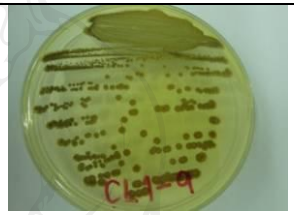
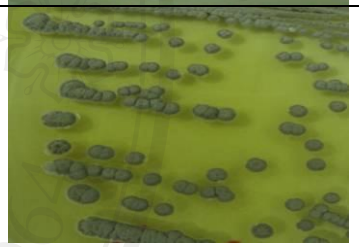
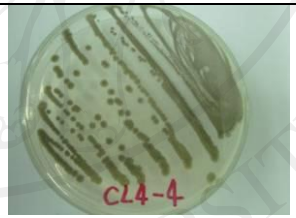
ลักษณะของเชื้อแอกติโนไมซิสต์เอนโดไฟท์ ไอโซเลทต่างๆ ที่เจริญบนจานอาหาร

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Streptomyces	TGsR 1 - 1			
	TGsR 1 - 9			
	TGsR 1 - 15			

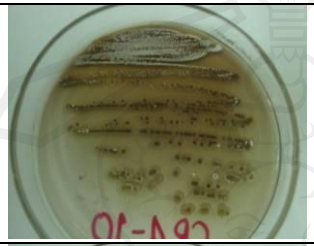
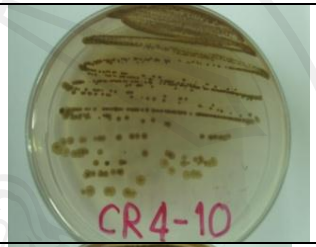
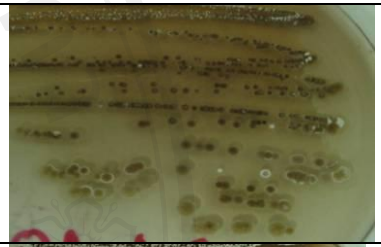
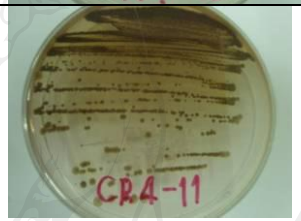
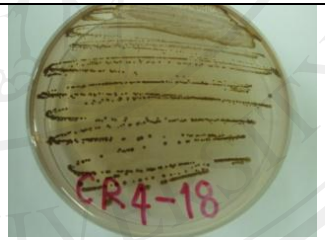
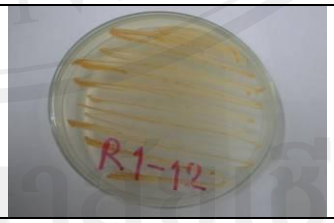
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Streptomyces	TGsR 3 - 2			
	TGsL 1 - 1			
	TGsL 3 - 14			
	TGsS 2 – 2			

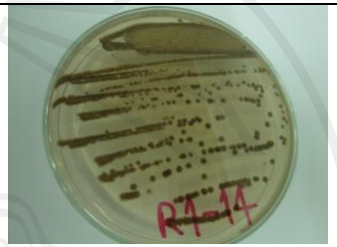
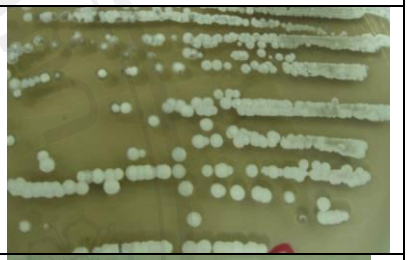
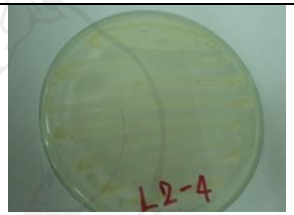
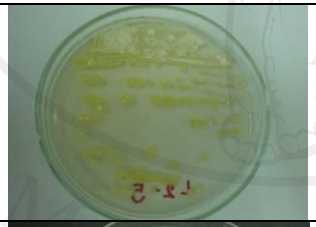
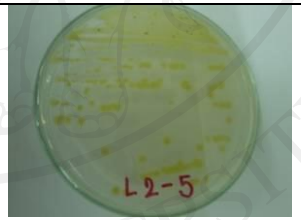
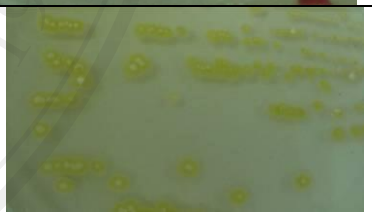
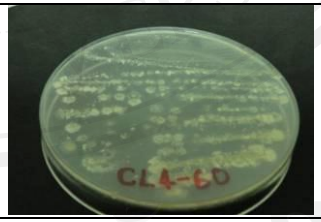
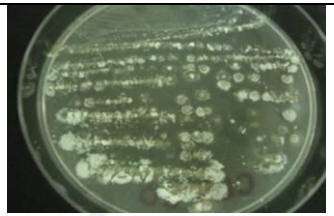
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Streptomyces .	TGsS 3 - 7			
	TGcL 1 - 9			
	TGcL 4 - 4			
	TGcR 1 - 2			

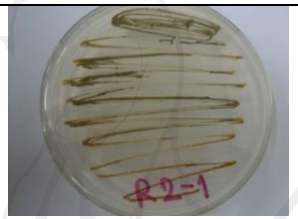
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Streptomyces	TGcR 4 - 10			
	TGcR 4 - 11			
	TGcR 4 - 18			
Nocardia	TGsR 1 - 12			

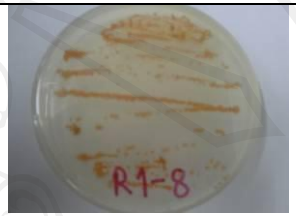
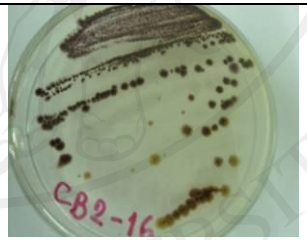
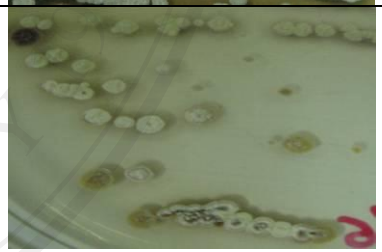
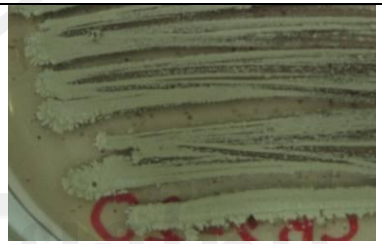
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Spirillospora	TGsR 1 - 14			
Nocardiopsis	TGsL 2 - 4			
	TGsL 2 - 5			
	TGcL 4 - 60			

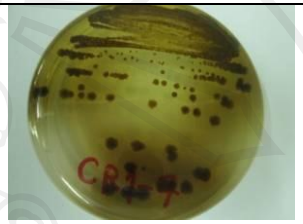
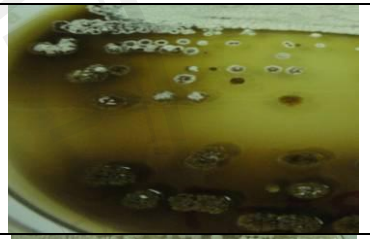
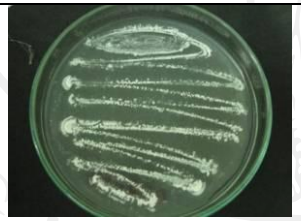
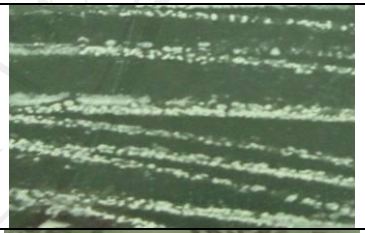
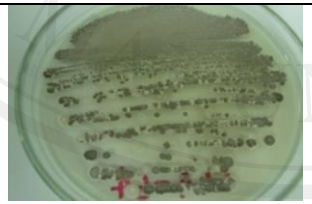
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Micromonospora .	TGsR 2 - 20			
	TGsR 2 - 1			
	TGsR 2 - 3			
	TGsR 3 - 6			

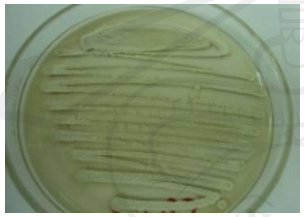
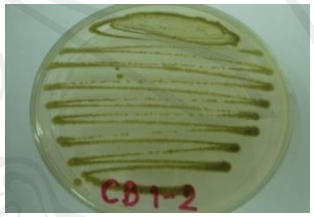
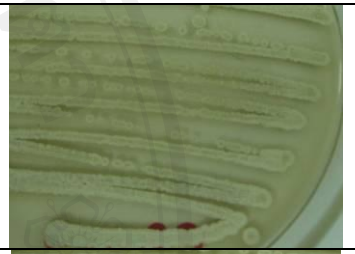
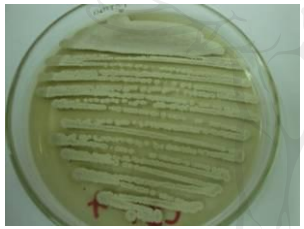
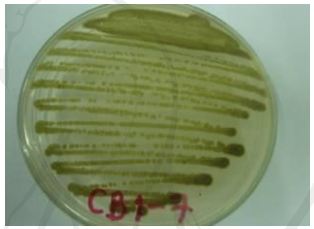
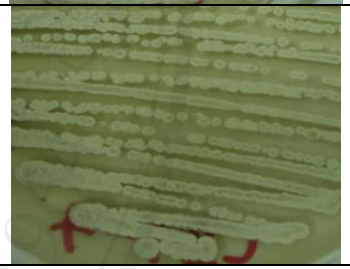
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Microbisspora	TGsR 1 - 8			
Unknown	TGsR 3 - 4			
.	TGcB 2 - 16			
	TGcB 2 - 20			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Unidentified	TGcR 1 - 7			
	TGcB 2 - 26			
	TGcL 4 - 53			
	TGcL 4 - 64			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Genus	isolate	Up plate	Down plate	colony
Unidentified	TGcB 1 - 2			
	TGcB 1 - 7			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวกวิพร จินะจันตา

วัน เดือน ปี เกิด 17 กรกฎาคม 2529

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนนวมินทร์ทราชูทิศ จังหวัดเชียงใหม่ปีการศึกษา 2544 และสำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2547

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved