แผนงานวิจัย การอนุรักษ์ความหลากหลายของทรัพยากรพันธุกรรมพืช

โครงการวิจัย เทคโนโลยีการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร

กิจกรรม เทคโนโลยีการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อ

ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) เทคนิคการเก็บรักษาในสภาพชะลอการเจริญเติบโตของมันเทศ (*Ipomoea batatas*) เพื่ออนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) Preservation of Sweet potato (*Ipomoea batatas*) by Slow growth techniques for Gene bank

คณะผู้ดำเนินงาน

ปาริฉัตร สังข์สะอาด สุพินญา บุญมานพ พิทยา วงษ์ช้าง

พัฒน์นรี รักษ์คิด ภัทรียา สุทธิเชื้อนาค

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชในสภาพชะลอการเจริญเติบโต เป็นวิธีการหนึ่งที่จะเป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมมันเทศในสภาพปลอดเชื้อ โดยทดลองเก็บรักษาพันธุ์มันเทศ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ.265-1 พจ.0106-6 พจ.65-3 และ พจ.284-17 ด้วยวิธีการลดความเข้มข้นธาตุอาหารหลักร่วมกับปริมาณน้ำตาล (1/2MS และ 1/4 MS ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 30, 60 และ 90 กรัมต่อลิตร) การใช้สารควบคุมแรงดันออสโมซิส (manitol 0, 1, 2, 3, และ 4 เปอร์เซ็นต์) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (ABA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร) และการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต (ancymidol 0, 5, 10, 15, และ 20 ไมโครโมล) พบว่า มันเทศทั้ง 4 สายพันธุ์สามารถเก็บรักษาในอาหารสูตร 1/2MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัม/ลิตร สูตรอาหาร MS ที่เติม ABA 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตร และ สูตรอาหาร MS ที่เติม ancymidol 10 ไมโครโมล ได้นาน 9 เดือนขึ้นไป ส่วนสูตรอาหาร MS ที่เติม manitol 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้ 6 เดือน

ABSTRACT

The preservation of plant genetic resources by slow growth technique is a useful method for *In vitro* conservation of sweet potato genotypes. Four genotypes were used (PJ265-1, PJ0106-6, PJ65-3 and PJ284-17) with 4 experiments are induce the concentrations of MS salts and sucrose (1/2MS, 1/4 MS and 30, 60, 90 g/L), the osmoticum control by manitol concentrations 0, 1, 2, 3 and 4 %), using of growth regulator (ABA 0, 2, 4, 6, 8 and 10 mg/L) and using of growth retardants (ancymidol 0, 5, 10, 15 and 20 µ). The survival (%) was evaluated every three months, the four genotypes of sweet potato was obtained over nine months by using 1/2MS medium plus 30 mg/L of sucrose, MS medium plus ABA 2-6 mg/L and MS medium plus ancymidol 10 µ. By the way MS medium plus manitol 1% could be stored for six months.

คำนำ

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร มีภารกิจหลักในการรวบรวมอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ทั้งพืชปลูก พืชพื้นเมือง และพืชป่า ที่อาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากภัยธรรมชาติ การระบาดของโรคและแมลง การปลูกพืชพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูงทดแทนพันธุ์ดั้งเดิม และเป็นแหล่งความหลากหลายของพันธุกรรมพืชซึ่งเป็นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ โดยการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์นั้นนอกจากการเก็บรักษาในรูปของเมล็ดพันธุ์ (seed bank) ยังมีการเก็บรักษาในสภาพปลอดเชื้อซึ่งใช้เก็บรักษาเชื้อพันธุ์พืชที่ต้องใช้ส่วนขยายพันธุ์อื่นๆ เช่น หน่อ หัว ท่อนพันธุ์ ได้แก่ กล้วย มันสำปะหลัง ฯลฯ พืชที่เมล็ดไม่สามารถลดความชื้นให้ต่ำได้ (recalcitrant seed) หรือพืชพันธุ์ป่าที่ผลิตเมล็ดได้น้อย รวมทั้งพืชหายากใกล้สูญพันธุ์ ซึ่งพืชแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ต้องมีการศึกษาเทคนิคการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์ได้ยาวนาน และมีคุณค่า การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อในปัจจุบันในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชทั่วไปนิยมเก็บรักษาในสภาพหลอดทดลองโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (*in vitro* culture) โดยการลดการเจริญเติบโตให้ช้าลง (slow growth) ซึ่งจะช่วยยืดระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายอาหาร จัดเป็นการเก็บรักษาในระยะปานกลาง เป็น active collection สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว เช่น ในการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์ หรือขยายพันธุ์ เป็นต้น และการเก็บในสภาพเยือกแข็ง (cryopreservation) การเก็บรักษาเนื้อเยื่อพืชในระยะยาวก็เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ต้องทำการศึกษาพัฒนาต่อไป

มันเทศ เป็นพืชหัวอาหารอีกชนิดหนึ่ง มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง เป็นพืชที่มีประโยชน์ในการบริโภค เป็นอาหารของทั้งมนุษย์และสัตว์ รับประทานได้ทั้งหัว เถา ใบ และยอดอ่อน แป้งมันเทศใช้ประกอบอาหารชนิดต่างๆ ทั้งคาวและหวาน ใช้แทนมันฝรั่งได้ เป็นพืชที่มีคุณค่าสูงทั้งหัวและใบ โดยเฉพาะเนื้อมันเทศสีเหลืองและสีส้มมีสารเบต้าแคโรทีนสูง และมันเทศเนื้อสีม่วงมีสารแอนโทไซยานินสูง เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้มันเทศยังเป็นพืชพลังงานทดแทนได้เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง นับได้ว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงอีกพืชหนึ่ง สำหรับพันธุ์มันเทศทาง ศวพ.

พิจิตร มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง มีการปลูกอนุรักษ์ไว้มากกว่า 200 สายพันธุ์ ในสภาพแปลงปลูก ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญหายของพันธุ์ได้จากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน ดังนั้นการศึกษาเทคนิคในการอนุรักษ์พันธุ์มันเทศในสภาพปลอดเชื้อในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการเก็บรักษาพันธุ์ เพื่อเป็นการพัฒนาเทคนิคการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ในอนาคต

เพื่อศึกษาสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาพันธุกรรมองุ่นที่รวบรวมได้ในประเทศไทยในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อการอนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ต้นพันธุ์มันเทศ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ.265-1 พจ.0106-6 พจ.65-3 และ พจ.284-17
2. อาหารสังเคราะห์สูตร MS
3. เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. วัสดุปลูกต่างๆ สำหรับปลูกองุ่น ได้แก่ กระถาง, วงบ่อ, ดินปลูก เป็นต้น

วิธีการ

1. รวบรวมพันธุ์มันเทศ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์มันเทศสีม่วง มันเทศสีเหลือง มันเทศสีส้ม และมันเทศสีขาว ปลูกเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (พจ.265-1 พจ.0106-6 พจ.65-3 และ พจ.284-17)

2. เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศในสูตรอาหาร MS ดัดแปลง เพื่อขยายจำนวนต้นให้เพียงพอต่อการทดลองสำหรับการเก็บรักษาในสภาพชะลอการเจริญเติบโต

3. ตัดชิ้นส่วนปลายยอดหรือตาข้างสำหรับการทดลองดังนี้

3.1 การศึกษาการลดความเข้มข้นธาตุอาหารหลักร่วมกับปริมาณน้ำตาล

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ทำการทดลอง 3 ปัจจัย จำนวน 10 ซ้ำ

3.1.1 พันธุ์มันเทศ 4 พันธุ์

3.1.2 ธาตุอาหารหลัก MS ดัดแปลง 2 สูตร ได้แก่ 1/2MS และ 1/4 MS

3.1.3 ปริมาณน้ำตาล 3 ระดับ ได้แก่ 30, 60 และ 90 กรัมต่อลิตร

3.2 การศึกษาการใช้สารควบคุมแรงดันออสโมซิส

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ทำการทดลอง 2 ปัจจัย จำนวน 10 ซ้ำ

3.2.1 พันธุ์มันเทศ 4 พันธุ์

3.2.2 ความเข้มข้น Manitol 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3, และ 4 เปอร์เซ็นต์

3.3 การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulator)

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ทำการทดลอง 2 ปัจจัย จำนวน 10 ซ้ำ

3.3.1 พันธุ์มันเทศ 4 พันธุ์

3.3.2 ความเข้มข้น ABA 6 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.4 การศึกษาการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต (growth retardants)

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ทำการทดลอง 2 ปัจจัย จำนวน 10 ซ้ำ

3.4.1 พันธุ์มันเทศ 4 พันธุ์

3.4.2 ความเข้มข้น ancymidol 5 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, และ 20 ไมโครโมล

4. นำต้นอ่อนที่ผ่านการเก็บรักษานำออกปลูกเพื่อติดตามผลการรอดชีวิต

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา(เริ่มต้น-สิ้นสุด)

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 –กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อ

อาคารทรัพยากรพันธุกรรมพืชสิรินธร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการรวบรวมพันธุ์มันเทศ จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ.265-1 พจ.0106-6 พจ.65-3 และ พจ.284-17 จาก ศวพ.พิจิตร ศึกษาเทคนิคการเก็บรักษาพันธุ์ในสภาพชะลอการเจริญเติบโตในสูตรอาหารต่างๆ

<u>การศึกษาการลดความเข้มข้นธาตุอาหารหลักร่วมกับปริมาณน้ำตาล</u>

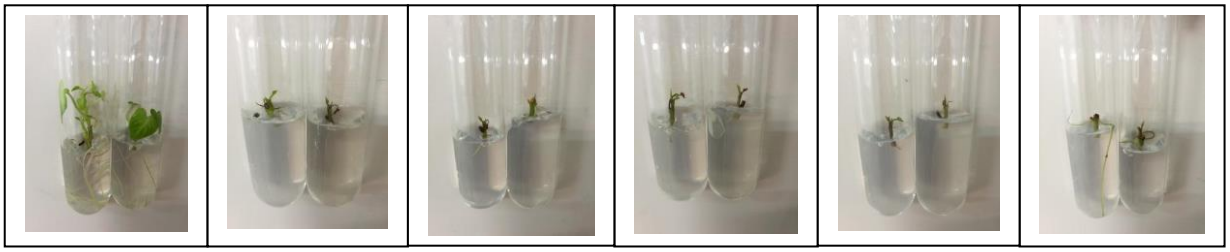
ความสูงของต้นอ่อนมันเทศ เมื่อทำการเก็บรักษาในอาหาร MS (1/2MS และ 1/4 MS) ร่วมกับปริมาณน้ำตาล 30, 60 และ 90 กรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา 9 เดือน ความสูงของต้นที่เก็บรักษาในอาหาร 1/2MS และ 1/4 MS ร่วมกับปริมาณน้ำตาล 60 กรัมต่อลิตร คือ จะมีความสูงกว่าที่เติมน้ำตาลในปริมาณ 30 และ 90 กรัมต่อลิตร และพบว่าการเติมปริมาณน้ำตาลมากขึ้นทำให้การแตกยอด การแตกราก จำนวนตาข้าง มีมากขึ้นด้วย แต่ความแข็งแรงกลับลดลง

<u>การศึกษาการใช้สารควบคุมแรงดันออสโมซิส</u>

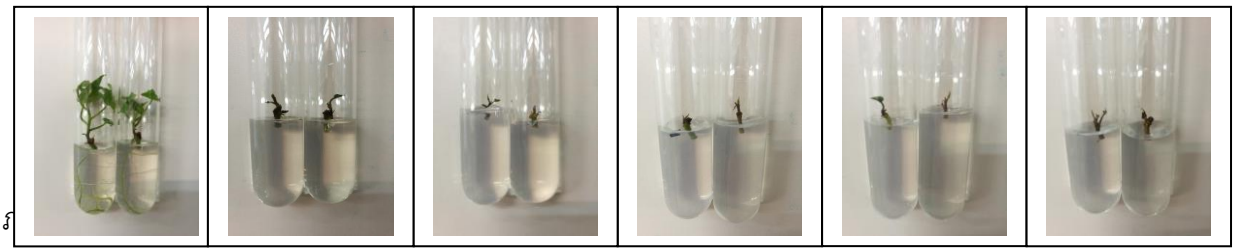
ความสูงของต้นอ่อนมันเทศ เมื่อทำการเก็บรักษาในอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมแรงดันออสโมซิส manitol 0, 1, 2, 3, และ 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามันเทศทุกพันธุ์เก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 เดือน โดยพันธุ์ พจ. 65-3 มีความสูงของต้นในทุกความเข้มข้นของ manitol ไม่แตกต่างกัน รวมทั้งการแตกยอด การแตกราก และจำนวนตาข้าง แต่ที่ความเข้มข้น 3% มีความแข็งแรงต่ำที่สุด ส่วนพันธุ์อื่นๆ สามารถผลได้แค่ที่ความเข้มข้น 1% ซึ่งอาจเกิดจากต้นที่นำมาใช้ทำการทดลองไม่แข็งแรง

<u>การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulator)</u>

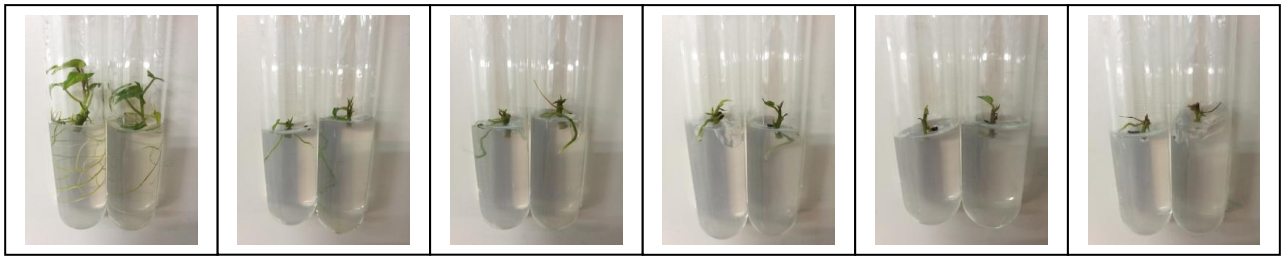
ความสูงต้นอ่อนมันเทศ เมื่อทำการเก็บรักษาในอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ABA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม ABA 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้นอ่อนมันเทศมีความสูงไม่ต่างกัน รวมทั้งการแตกยอด การแตกราก และจำนวนตาข้าง และยังมีความแข็งแรงสามารถย้ายเนื้อเยื่อและทำการเก็บรักษาต่อไปได้ ดังภาพที่ 1-4



ภาพที่ 1 มันเทศพันธุ์ พจ.625-1 ที่เก็บรักษาในอาหารสูตร อาหาร MS ที่เติม ABA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 เดือน



ภ
มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 3 มันเทศพันธุ์ พจ.65-3 ที่เก็บรักษาในอาหารสูตร อาหาร MS ที่เติม ABA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 เดือน

ภาพที่ 4 มันเทศพันธุ์ พจ.284-17 ที่เก็บรักษาในอาหารสูตร อาหาร MS ที่เติม ABA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 เดือน

<u>การศึกษาการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต (growth retardants)</u>

ความสูงต้นอ่อนมันเทศ เมื่อทำการเก็บรักษาในอาหาร MS ที่เติมสารชะลอการเจริญเติบโต ancymidol 0, 5, 10, 15, และ 20 ไมโครโมล พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม ancymidol 5 ไมโครโมล มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกสูตรอาหาร รวมทั้งมีการแตกยอด การแตกราก และจำนวนตาข้างสูง แต่พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม ancymidol 10 ไมโครโมล มีความแข็งแรงมากกว่า ทั้งนี้อาจมีความแตกต่างกันบ้างในบางสายพันธุ์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

มันเทศทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ.265-1 พจ.0106-6 พจ.65-3 และ พจ.284-17 สามารถเก็บรักษาในอาหารสูตร 1/2MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัม/ลิตร สูตรอาหาร MS ที่เติม ABA 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตร และ สูตรอาหาร MS ที่เติม ancymidol 10 ไมโครโมล ได้นาน 9 เดือนขึ้นไป ส่วนสูตรอาหาร MS ที่เติม manitol 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้ 6 เดือน และควรทำการศึกษาต่อในเทคนิคการเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็ง (cryopreservation) เพื่อเป็นอีกวิธีการเก็บรักษาในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชะลอการเจริญเติบโตใช้ในการเก็บรักษาพันธุกรรมมันเทศในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช

2. สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาหรือปรับใช้กับพืชหัวอื่นๆ ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพและผู้ที่มีส่วนในการดำเนินงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และแหล่งรวบรวมพันธุ์มันเทศ ศวพ.พิจิตร

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2556. พืชอาหารพื้นบ้าน กลุ่มชาติพันธุ์ตะวันตก. บ.ทูเกทเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

กิ่งกาญจน์ พิชญกุล และปาริฉัตร สังข์สะอาด. 2553. การศึกษาเทคโนโลยีการอนุรักษ์และเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชหายากในสภาพปลอดเชื้อและสภาพเยือกแข็ง : กล้วยไม้ป่าใกล้สูญพันธุ์ (สกุลหวาย). *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม2, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, หน้า 213-242.

ปาริฉัตร สังข์สะอาด (ก), กิ่งกาญจน์ พิชญกุล และพัชร ปิริยะวินิตร. 2553. การศึกษาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชสวนในสภาพปลอดเชื้อ (TC) และสภาพเยือกแข็ง (Cryopreservation) : กล้วย, *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม2, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, หน้า 262-281.

ปาริฉัตร สังข์สะอาด (ข), กิ่งกาญจน์ พิชญกุล และเสาวณี เดชะคำภู. 2553. การศึกษาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชหายาก/ใกล้สูญพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ (TC) และสภาพเยือกแข็ง (Cryopreservation) : กล้วยไม้เอื้องเงินหลวง เอื้องสายหลวง เอื้องแซะหอม, *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม2, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, หน้า 243-261.

พรพรรณ สุขุมพินิจ. 2549. การเก็บรักษาเอื้องแซะหลวงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชา
พืชสวน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พัชราวดี วัฒนกิจ, วราพร วีระพลากร, พนิดา วงษ์แหวน และยุพา มงคลสุข. 2544. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศ, น. 383-390 *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 5-7 กุมภาพันธ์ 2544, กรุงเทพฯ.

มณฑา วงศ์มณีโรจน์. 2540. การเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อ, น. 31-39 *ใน* เอกสารประกอบการอบรมทางวิชาการ เรื่อง เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขั้นสูง. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : หลักการและเทคนิค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 219 น.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช. 2556. แหล่งรวบรวมและอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 209 น.

Engelmann, F. 1991. *In vitro* conservation of tropical plant germplasm a review. Euphytica, 57:227-243.

Escobar, R., Mafla, G. & Roca, W. (1992) Cryopreservation of shoot tips for long term conservation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genetic resources. Proc. of BIOCILA Symposium “Biotechnology for Crop Improvement in Latin America”, Caracas. Venezuela, November 1992.

Guo, X.D., D.F. Ma, H.M. Li and J. Tang. 1997 Sweet potato breeding and artificial seeds conservation in China. Pp. 119-130 *in* Proceedings of MAFF-PRCRTC International Workshop. MAFF, Tsukuba.

Philip, K. N. 2000. In vitro conservation of sweet potato (*Ipomoea batatas*, (L) Lam using slow growth media. Thesis master, University of Nairobi.

Sarkar, D., S. K.,Chakrabarti, P. S., Naik. 2001. Slow-growth conservation of potato microplants : efficacy of ancymidol for long-term storage *in vitro*. Euphytica, 117:133-142.

Tang, Sh.H, M. Sun, K.P. Li and Q.T. Zhang. 1994. Studies on artificial seed of *Ipomoea batatas*, L. Lam. Acta Agronomica Sinica 20(6):746-750 (in Chinese with English summary)

ภาคผนวก

สูตรอาหาร MS

องค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์พื้นฐานสูตร MS

Macronutrient	mg/L
NH_4NO_3	1650
KNO_3	1900

$CaCl_2 . 2H_2O$	440
$MgSO_4 .7H_2O$	370
KH_2PO_4	170
Micronutrient	
H_3Bo_3	6.2
$MnSO_4 . 4H_2O$	22.3
KI	0.83
$ZnSO_4 . 7H_2O$	8.6
$Na_2MoO_4 . 2H_2O$	0. 25
$CuSO_4 . 5H_2O$	0.025
$CoCl_2\ 6H_2O$	0.025
Fe-EDTA	
$FeSO_4 . 7H_2O$	27.85
Na_2EDTA	37.25

ที่มา Murashige and Skoog (1962)