รายงานการวิจัย

การสำรวจ รวบรวม และบ่งชี้ความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูในประเทศไทย โดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุล

Field Survey, Collection and Genetic Identification by Morphological Characters and Molecular Markers in Hausa potato

นางสาวอรอุมา รุ่งน้อย

นายจิระ สุวรรณประเสริฐ

นายสนธิชัย จันทร์เปรม

RCH
QK
495
.D54
อ 384ก
ฉ. 1

สขหมู่.....
เลขทะเบียน...115505
วัน,เดือน,ปี...15 ส.ค. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2551

คณะคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.12311911
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2551 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมันขี้หนูทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์พันธุกรรมและข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากต่องานวิจัยมันขี้หนูในครั้งนี้ ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือการใช้อุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้คณะวิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาที่อนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการปลูก ดูแล เก็บเกี่ยว และบันทึกข้อมูล จนทำให้งานวิจัยครั้งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การสำรวจ รวบรวม และบ่งชี้ความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูใน ประเทศไทย โดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุล

ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Field Survey, Collection and Genetic Identification by Morphological Characters and Molecular Markers in Hausa potato

แหล่งเงิน งานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2551 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 160,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 3 ปี ตั้งแต่ 2551 ถึง 2553

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัดและ อีเมล์

1. นางสาวอรอุมา รุ่งน้อย สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง E-mail : orungnoi@yahoo.com
2. นายจิระ สุวรรณประเสริฐ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา E-mail : jariabc@yahoo.com
3. นายสนธิชัย จันทร์เปรม ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน E-mail agrstc@nontri.ku.ac.th

คำสำคัญ (Keywords) มันขี้หนู, การบ่งชี้ความแตกต่างทางพันธุกรรม, ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เครื่องหมายโมเลกุล, hausa potato, genetical identification, morphological character, molecular marker

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อสำรวจ รวบรวม และจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนู (*Solenostemon rotundifolius* (Poiret.) J.K.Morton.) ในประเทศไทย โดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุล โดยทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาในแปลงทดลองในสภาพไร่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา และศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างวันที่ 20 พฤศจิกายน 2550 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2553 โดยสามารถรวบรวมมันขี้หนูจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในพื้นที่ปลูกมันขี้หนูในภาคใต้ได้ 17 แหล่ง จำแนกออกเป็น 24 สายพันธุ์ตามลักษณะรูปร่างของหัว แต่จากการศึกษาพบว่าทั้งการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 10 ลักษณะ ได้แก่ สีของลำต้น สีก้านใบ สีใบ สีของก้านช่อดอก สีของกลีบดอก การออกดอก การบานของดอก สีผิวของหัว ขนาดของหัว และรูปร่างของหัว รวมทั้งการใช้เครื่องหมาย RAPD และ ISSR ไม่สามารถระบุความแตกต่างของสายพันธุ์ทั้งหมดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาครั้งนี้จึงอาจสรุปได้ว่า มันขี้หนูในประเทศไทยไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม หรืออาจมีความแตกต่างทางพันธุกรรมแต่มีน้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเทคนิคที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรจะต้องใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถตรวจสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น หรือใช้เทคนิคในการชักนำการกลายพันธุ์เพื่อเพิ่มฐานความแปรปรวนทางพันธุกรรม เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มันขี้หนูให้มีลักษณะต่าง ๆ ให้เป็นที่ต้องการต่อไป

ABSTRACT

The aim of this study is to survey, collect and identify the genetic diversity of hausa potato (*Solenostemon rotundifolius* (Poiret.) J.K.Morton.) in Thailand using morphological traits and molecular markers. The characterization of morphological traits was conducted under field grown plants at the Songkhla Agricultural Research and Development Center, and the identification of genetic diversity was observed at the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, during November 20, 2007 to August 25, 2010. Seventeen places were collected from the fields grown of hausa potato throughout the southern part of Thailand and 24 accessions were identified according to tuber shapes. The result shown that using 10 morphological traits based on stem color, petiole color, leaf color, inflorescence stalk color, petal color, flowering, open flower bud, tuber color, tuber size and tuber shape, and molecular techniques based on RAPD and ISSR could not identified the difference between accessions. This result can be concluded that properly no genetic variation of hausa potato in Thailand or may have minor variation that could not detected by this research technique. There is need to characterize the genetic diversity using higher resolution technique, such as AFLP, in the future. Moreover, developing hausa potato genetic mutation to enhance the genetic variability is necessary for desirable traits in breeding program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาคผนวก	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีวิจัย	10
ผลการวิจัย	17
วิจารณ์ผลการวิจัย	40
สรุป	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดแหล่งเก็บตัวอย่างและลักษณะทรงหัวของมันขี้หนูที่ทำการรวบรวมในการสำรวจช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550-มกราคม 2551	19
2	เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มมันขี้หนูรายหลุม (ซม.) เมื่ออายุ 75 วันหลังปลูก	21
3	รายละเอียดของสายพันธุ์ที่เลือกจำนวน 24 สายพันธุ์จากหัวมันขี้หนูที่ปลูกในฤดู 2551/2552 จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 17 แหล่ง	22
4	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูจำนวน 24 สายพันธุ์ที่ปลูกในปี 2551/2552 และปี 2552/2553 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา	25
5	น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้นที่ปลูกในฤดู 2551/2552	33
6	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ จำนวนแถบ DNA จากลายพิมพ์ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์	36
7	แถบ DNA ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยไพรเมอร์ 23 ชนิด กับ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์	37
8	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ จำนวนแถบ DNA จากลายพิมพ์ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์	38
9	แถบ DNA ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยไพรเมอร์ 10 ชนิด กับ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงส่วนต่าง ๆ ของมันขี้หนู (1) ส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน และ (2) ส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือดิน	5
2	หัวมันขี้หนูที่กำลังงอกและพร้อมปลูก	13
3	ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนู (1) ยาวปลายแหลม (2) กระสวย (3) กระสวยป้อม (4) หยดน้ำ (5) กระบอก และ (6) กลม	18
4	ลักษณะการเจริญเติบโตของมันขี้หนูที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา	18
5	ลักษณะรูปร่างและสีของใบมันขี้หนู 24 สายพันธุ์	24
6	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP01, (2) HP02, (3) HP03, (4) HP04, (5) HP05, (6) HP06, (7) HP06 และ (8) HP08	26
7	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 9 ถึง 16 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP09, (2) HP10, (3) HP11, (4) HP12, (5) HP13, (6) HP14, (7) HP15 และ (8) HP16	27
8	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 17 ถึง 24 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP17, (2) HP18, (3) HP19, (4) HP20, (5) HP21, (6) HP22, (7) HP23 และ (8) HP24	28
9	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP01, (2) HP02, (3) HP03, (4) HP04, (5) HP05, (6) HP06, (7) HP06 และ (8) HP08	29
10	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP09, (2) HP10, (3) HP11, (4) HP12, (5) HP13, (6) HP14, (7) HP15 และ (8) HP16	30
11	ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP17, (2) HP18, (3) HP19, (4) HP20, (5) HP21, (6) HP22, (7) HP23 และ (8) HP24	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ AW-07 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12	37
13	รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ AE -19 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12	37
14	รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ ISSR-6 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	วันที่พบการเริ่มออกดอกของต้นมันขี้หนูในฤดูปลูก 2551/2552 ที่ได้จากการเก็บรวบรวมหัวมันขี้หนูในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ 17 แหล่ง	49
2	น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552	50
3	ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก2551/2552	55
5	ไพรเมอร์ที่ใช้ศึกษาด้วยเทคนิค RAPD 94 ชนิด	62
6	ไพรเมอร์ที่ใช้ศึกษาด้วยเทคนิค ISSR 33 ชนิด	64

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวหัวมันขี้หนู	65
2	สีของใบมันขี้หนูที่แตกต่างกันเมื่อปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

มันขี้หนู หรือ อูบีกาลิง (Ubi keling) เป็นพืชท้องถิ่นที่มีการปลูกกันในพื้นที่ภาคใต้สำหรับใช้บริโภคตามวัฒนธรรมในการปรุงอาหารของท้องถิ่น โดยการใช้หัวต้มรับประทานเป็นของว่าง และใช้เป็นผักแกงในแกงเหลือง แกงไตปลา หรือแกงกะทิอื่น ๆ (เทอด, 2529) ซึ่งในหัวมันขี้หนูจะมีแป้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดเนียนลื่น ไม่มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นผิดปกติใด ๆ และมีคุณสมบัติที่เด่นกว่าในหลายประการเมื่อเทียบกับแป้งมันสำปะหลัง มีคุณสมบัติที่พิเศษของแป้งทำให้เมื่อหุงต้มหัวมันจนสุกจะมีลักษณะร่วนซุย แต่จะไม่เละถึงแม้จะมีการต้มหรืออุ่นซ้ำหลายครั้ง ต่างจากลักษณะที่พบเห็นทั่วไปในมันเทศและมันฝรั่ง เนื่องจากแป้งมันขี้หนูมีขนาดเม็ดแป้งเล็กมากและส่วนใหญ่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถดูดน้ำและพองตัวได้เร็วและมีกำลังการพองตัวสูงมาก การพองตัวสม่ำเสมอ การสุกของเม็ดแป้งเกิดขึ้นได้ง่าย (ฎายิน, 2543)

มันขี้หนูเป็นพืชที่ปลูกง่าย ต้องการการดูแลรักษาน้อย เกษตรกรปลูกเป็นพืชเสริมรายได้ในระบบการปลูกพืชเขตพื้นที่ดอน สามารถให้ผลผลิตหัวสดได้ 2 – 3 ตัน/ไร่ และสามารถจำหน่ายให้กับผู้รวบรวมผลผลิตได้ในราคาไม่ต่ำกว่ากิโลกรัมละ 10 บาท จึงเป็นพืชที่ให้ผลกำไรแก่เกษตรกรได้สูงมาก (จิระ, 2536 และ 2542) แต่เป็นที่น่าแปลกใจที่เกษตรกรผู้ปลูกมันขี้หนูเองก็ไม่มีการแบ่งแยกหรือทราบที่มาของพันธุ์ ในขณะที่ลักษณะรูปทรงของต้นและใบมันขี้หนูก็ไม่มีลักษณะที่แตกต่างอย่างเด่นชัดพอที่จะใช้แยกพันธุ์หรือกลุ่มพันธุ์ได้ มีเฉพาะลักษณะของหัวเท่านั้นที่พอจะใช้ในการแบ่งประเภทของมันขี้หนูได้ ซึ่งต้องใช้เวลานาน 6 – 8 เดือนเพื่อให้หัวมันขี้หนูแก่จัดเสียก่อน ในอดีตคนไทยใช้ประโยชน์มันขี้หนูเฉพาะจากส่วนหัวซึ่งเป็นรากสะสมอาหารเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากส่วนอื่นของมันขี้หนูด้วย เช่น การนำสารสกัดที่ได้จากส่วนเหนือดินไปใช้ในการควบคุมศัตรูพืช (Pipithsangchan *et al.*, 2000) การพบว่าสารสกัดจากส่วนใบมันขี้หนูมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ HIV-1 integrase ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเป็นยาควบคุมปริมาณเชื้อ HIV-1 ได้ (Tewtrakul *et al.*, 2003) การพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากใบมันขี้หนูมีฤทธิ์ควบคุมเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ และมีฤทธิ์เป็นสาร antioxidant ที่มีประสิทธิภาพสูงเป็น 3 เท่าของสารมาตรฐาน (สุปรียา และ สุภิญญา, 2548) และการพบว่าแป้งมันขี้หนูมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวหลายประการ (ฎายิน, 2543) สิ่งเหล่านี้ยิ่งต้องการให้มีการระบุถึงพันธุ์ที่ให้ผลผลิตในส่วนที่เป็นที่ต้องการได้ดีที่สุด ซึ่งประเด็นสำคัญที่สุดคือจะต้องได้มาซึ่งพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิตของส่วนซึ่งเป็นที่ต้องการ ในมันขี้หนูยังไม่มีข้อมูลรายงานเกี่ยวกับการจำแนกพันธุ์ที่แน่นอนและความแตกต่างระหว่างพันธุ์มันขี้หนูก็ไม่สามารถแยกได้ด้วยการดูเพียงลักษณะของลำต้นและใบ มีเพียงรูปทรงของหัวที่พอจะสามารถแยกมันขี้หนูออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ชนิดหัวเรียวยาวเรียกว่าแบบเดือยไก่ ส่วนชนิดหัวอ้วนสั้นเรียกว่าแบบหลุมพี (จิระ, 2536) แต่ก็มีมันขี้หนูที่มีรูปทรงหัวเป็นท่อนทรงกระบอกอีกประเภทหนึ่งด้วย (จิระ, 2535) อย่างไรก็ตามลักษณะรูปทรงของหัวมักแปรผันไปตามสภาพแวดล้อมทำให้ไม่สามารถระบุพันธุ์ให้ถูกต้องแม่นยำได้ เนื่องจากการแสดงออกของลักษณะ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวถูกควบคุมด้วยยีนและสภาพแวดล้อม ดังนั้นการเก็บรวบรวมพันธุ์มันขี้หนูจากแหล่งปลูกในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคใต้ แล้วนำมาจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์โดยการใช้ทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยาหรือลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ร่วมกับการใช้เครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker) จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ต้องเตรียมการไว้รองรับการปรับปรุงพันธุ์ การเก็บรักษาพันธุกรรม และการขยายการผลิตเพื่อการสกัดสารที่มีประโยชน์ทางเภสัชวิทยา หรือการผลิตแป้งที่มีคุณสมบัติจำเพาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอางต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อรวบรวมพันธุ์มันขี้หนูจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในภาคใต้ของประเทศไทย
2. เพื่อจำแนกพันธุ์โดยการอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการใช้เครื่องหมายโมเลกุล

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยภายใต้โครงการนี้จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ 1. การเก็บรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ในรูปของหัวพันธุ์ 2. การบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยใช้ลักษณะความแตกต่างของหัวพันธุ์ที่รวบรวมมาได้ และการปลูกในแปลงปลูกเพื่อดูลักษณะอื่น ๆ ของต้นและลักษณะการเจริญเติบโต 3. การทดสอบหาเครื่องหมายโมเลกุล RAPD และ ISSR ที่เหมาะสมมาใช้ในการบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่รวบรวมได้

ทฤษฎี สมมุติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

มันขี้หนูเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา มีการนำเข้ามาปลูกในบริเวณคาบสมุทรมาลายูเป็นเวลานานแล้วโดยไม่มีการบันทึกถึงจำนวนพันธุ์ที่แพร่เข้ามาหรือมีปลูกกันอยู่ แต่การปลูกอยู่ในพื้นที่หนึ่ง ๆ เป็นเวลานานย่อมเกิดการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์ขึ้นได้โดยกระบวนการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมของพืช การกลายพันธุ์ และการคัดเลือกพันธุ์ ในสภาพการผลิตพืชในปัจจุบันที่มุ่งเน้นการผลิตพืชหลักเชิงเดียวเพียงไม่กี่ชนิด ทำให้เกิดสภาวะเสี่ยงที่พันธุ์พืชท้องถิ่นจะเกิดการสูญหายได้เนื่องจากไม่มีผู้ปลูก ทำให้ไม่มีการเก็บรักษาพันธุ์เอาไว้ จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเก็บรักษาพันธุ์ไว้ใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต เนื่องจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าพืชท้องถิ่น พืชสมุนไพร หรือพืชป่าหลายชนิดให้สารประกอบที่มีคุณสมบัติที่ดีในการใช้ประโยชน์เฉพาะอย่างได้ แต่การจะเก็บรักษาความหลากหลายของพันธุ์ไว้ได้อย่างถูกต้องนั้นจะต้องสามารถจำแนกพันธุ์ได้ก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความซ้ำซ้อนของตัวอย่างพันธุ์ หรือป้องกันความผิดพลาดในการคัดทิ้งบางสายพันธุ์ไปเนื่องจากการจำแนกโดยการใช้เพียงลักษณะที่ปรากฏภายนอกที่ผิดพลาดได้ง่ายหากลักษณะที่ปรากฏไม่เด่นชัดพอหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมเข้ามามีอิทธิพลต่อการแสดงออกสูง ดังนั้นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการจำแนกก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความแม่นยำ และลดระยะเวลาการทำงานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้เชื้อพันธุกรรมและข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพันธุ์มันขี้หนูในประเทศไทยสำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์
2. สามารถจำแนกและระบุพันธุ์มันขี้หนูได้ถูกต้อง ทำให้สามารถเลือกใช้พันธุ์ได้อย่างเหมาะสม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

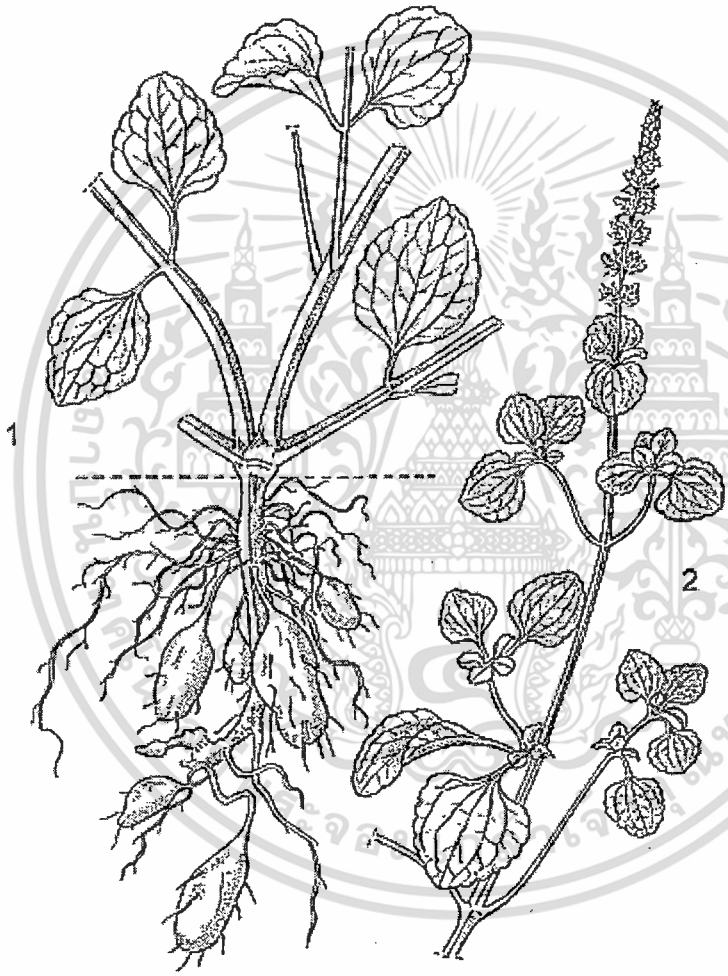
มันขี้หนู (hausa potato) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Solenostemon rotundifolius* (Poiret.) J.K.Morton มีจำนวนโครโมโซม 2n=56, 2n=64 และ 2n=84 (Gopalakrishnan, 2007; Anil and Palaniswami, 2008) จัดอยู่ในวงศ์ Labiatae หรือ Lamiaceae ซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกับ *Salvia* (sage), *Ocimum* (basil) และ *Mentha* (mint) (Lukhoba *et al.*, 2006) สันนิษฐานว่ามันขี้หนูมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปแอฟริกา บริเวณประเทศเอธิโอเปีย (Tindall, 1983) และกระจายพันธุ์ทั่วไปในพื้นที่บริเวณเขตร้อนของทวีปแอฟริกา ออสเตรเลีย อินเดีย และเอเชีย มันขี้หนูถูกจัดอยู่ในสกุล *Solenostemon* หรือมีชื่อสกุลเดิมคือ *Coleus* และ *Plectranthus* ซึ่งก่อนหน้านี้การจัดจำแนกทางพฤกษศาสตร์และการให้ชื่อวิทยาศาสตร์ยังไม่ค่อยมีความแน่นอน จึงพบว่ามันขี้หนูมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป โดยชื่อที่พบเห็นได้บ่อย คือ *Coleus tuberosus* (Blume) Benth. หรือ *Coleus parviflorus* Benth. หรือ *Coleus rotundifolius* (Poiret) A. Chev. & E. Perrot แต่การจัดจำแนกในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ชื่อ *Solenostemon rotundifolius* (Poiret) J.K. Morton (Tindall, 1983; USDA-NRCS, 2006; ITIS, 2006) แต่ก็มีผู้ใช้ชื่อเป็นอย่างอื่นอีกคือ *Plectranthus rotundifolius* (Poiret) Sprengel (MULTILINGUAL MULTISCRIPT PLANT NAME DATABASE, 2006) *Plectranthus parvifolius* (Poir.) Henckel. และ *Plectranthus austalis* R.Br. (Lukhoba et al., 2006) ในบางครั้งพบมีการอ้างอิงชื่อวิทยาศาสตร์ของมันขี้หนูเป็น *Coleus parvifolius* Benth. (Tewtrakul *et al.*, 2003; สุปรียา และสุภิญญา, 2548) ส่วนชื่อสามัญที่ใช้กันมากได้แก่ Hausa potato, Country potato, Chinese potato, Coleus potato, Frafra potato, Salaga, Sudan potato, Zulu potato และ Madagascar potato (Lukhoba *et al.*, 2006; Anil and Palaniswami, 2008)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันขี้หนูเป็นพืชอวบน้ำทรงพุ่มล้มลุก และมีลักษณะทอดเลื้อย ลำต้นมันขี้หนูมีขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 15-30 เซนติเมตร (Tindall, 1983) ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยมและมีขนปกคลุม ใบเดี่ยวรูปไข่ ขอบใบหยัก ปลายใบมน ออกตรงข้ามสลับตั้งฉากกัน ใบหนาและมีกลิ่นหอมคล้ายมินท์ (Anil and Palaniswami, 2008) ขนาดของใบยาวประมาณ 2.5–8 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2-5 เซนติเมตร ก้านใบยาว 2-3 เซนติเมตร ช่อดอกออกที่ปลายยอดชูตั้งขึ้นสูง ช่อดอกยาวประมาณ 8-15 เซนติเมตร ดอกมีขนาดเล็กและกลีบดอกมีสีม่วงอ่อน ดอกย่อยประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 5 อัน เกสรตัวเมีย 1 อัน (จารุยา, 2537) ดอกเป็นหมันอย่างสมบูรณ์ (Gopalakrishnan, 2007) เนื่องจากละอองเกสรขาดความสมบูรณ์ (Vasudevan *et al.*, 1967) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ผิดปกติ (Ramachandran, 1967) และการไม่สามารถเข้าคู่กันได้ของโครโมโซมในระหว่างการแบ่งเซลล์ (desynapsis) (Vasudevan *et al.*, 1967) มันขี้หนูมีหัวขนาดเล็กที่พัฒนาจากรากเพื่อสะสมอาหารที่เกิดขึ้นบริเวณฐานของลำต้น (Anil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Palaniswami, 2008) และส่วนล่างของลำต้นที่สัมผัสผิวดิน (George, 2008) เนื่องจากมันขี้หนูเป็นพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสงจึงต้องการวันสั้นเพื่อการพัฒนาของหัวอย่างต่อเนื่อง (Gopalakrishnan, 2007; George, 2008) หัวของมันขี้หนูขนาดยาวประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5–3 เซนติเมตร ลักษณะรูปร่างของหัวมีหลายลักษณะ ได้แก่ ทรงกระบอก หัวท้ายป้าน หัวทรงแหลม หัวกลม หัวยาว หัวทู่ หัวทรงกระบอกและยาวแหลม และ หัวทรงกระบอกและกลม ผิวเปลือกส่วนใหญ่สีน้ำตาล และเนื้อในมีสีขาว (Opuku-Agyeman *et al.*, 2004)



ภาพที่ 1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของมันขี้หนู (1) ส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน และ (2) ส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือดิน

ที่มา : http://database.prota.org/dbtw-wpd/protabase/Photfile%20Images/Linedrawing%20Solenostemon%20rotundifolius.gif

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของมันขี้หนู

หัวมันขี้หนูใช้ทำเป็นอาหารได้ทั้งอาหารคาวและหวาน อาหารว่าง และแอลกอฮอล์ นิยมบริโภคกันมากในภาคใต้โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย โดยใช้ใส่ในแกงส้ม แกงกะทิ แกงไตปลา หรือต้มจิ้มเกลือก็ได้ ในอินโดนีเซียนิยมนำหัวแก่มาละเอียดปรุงอาหารแทนมันฝรั่ง มันขี้หนูเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (George, 2008) โดยพบว่าในส่วนของหัวดิบ 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 75 กรัม คาร์โบไฮเดรต 21 กรัม โปรตีน 1.4 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม กาก 0.7 กรัม เถ้า 1 กรัม แคลเซียม 17 มิลลิกรัม เหล็ก 6 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 7 ไมโครกรัม ไทอามีน 0.05 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.02 มิลลิกรัม ไนอาซีน 1 มิลลิกรัม และวิตามินซี 1 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังประกอบด้วยกรดอะมิโนอาร์จีนีน แอสปาร์ติก และกรดกลูตามิก (Kay, 1987) ให้พลังงานต่อร่างกาย 392 กิโลแคลอรีต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ซึ่งเท่ากับมันสำปะหลัง และมันเทศ (Schoeninger *et al.*, 2000) นอกจากนี้แล้วพบว่าในส่วนหัวของมันขี้หนูยังประกอบด้วยสาร Saponins 2-20 เปอร์เซ็นต์ และ Alkaloids 15-25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ใช้ในการผลิตยา (Palaniswami and Anil, 2008) และสาร Flavonoid ในหัวยังช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ในเลือดได้เป็นอย่างดี (George, 2008) ในใบมันขี้หนูมีน้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบเคมีหลายชนิด ได้แก่ (E)-phytol, eicosatrienoate, n-tetradecanoic acid, octoil, 2-methyl-7-octadecyne, nonadecane, germacrene-D และ α–humulene ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถต้านทานแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staphylococus aureus*, *Bacillus subtilis* และ *B. cereus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Yuenyongeawad and Tewtrakul, 2005)) สารสกัดจากใบมันขี้หนูยังมีฤทธิ์ในการควบคุมหนอนใยผักวัยที่ 3 ได้ โดยจะมีผลทำให้การพัฒนาเป็นดักแด้ไม่เป็นไปตามปกติจนไม่สามารถออกจากดักแด้มาเป็นตัวเต็มวัยได้ (Pipithsangchan *et al.*, 2000) ใบมันขี้หนูที่นำมาสกัดจะมีกลิ่นหอมสามารถแก้โรคตาอักเสบ โรคท้องอืดจากอาหารไม่ย่อยในกระเพาะ และโรคผิวหนังอักเสบ (Kishorekumar *et al.*, 2007) แผลเปื่อย พุพอง และอาการคันที่เท้า (Kishorekumar *et al.*, 2007) ใช้ในการรักษาอาการปวดท้อง (Parkia and Cooke, 2003) และใช้ในการขับพยาธิหรือฆ่าพยาธิ (Allemann *et al.*, 2004) และยังมีฤทธิ์ต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี โดยมีฤทธิ์สูงกว่า Butyl Hydroxytoluene ถึง 3 เท่า (Yuenyongeawad and Tewtrakul, 2005) สารสกัดจากส่วนใบมันขี้หนูมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ HIV-1 integrase (Tewtrakul *et al.*, 2003) ทำให้เชื้อไวรัส HIV-1 ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเป็นยาควบคุมเชื้อ HIV ได้ในอนาคต ซึ่งจากการค้นพบคุณสมบัติเป็นยาของพืชสกุลมันขี้หนูทำให้มีการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นยาของพืชสกุลนี้มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้ประโยชน์เฉพาะมันขี้หนู (*Solenostemon rotundifolius*) และ *Plectranthus amboinicus* มากถึง 68 เปอร์เซ็นต์ (Lukhoba *et al.*, 2006)

ในด้านคุณสมบัติของแป้งมันขี้หนูพบว่า แป้งมันขี้หนูมีขนาดเล็กมากมีขนาด 2-28 ไมครอน รูปร่างเป็นเม็ดกลมและรูปไข่ที่ปลายข้างหนึ่งมีลักษณะตัดและเว้าเข้าข้างใน เห็นวงแหวนไม่ชัดเจน จะเห็นไฮลัมเฉพาะเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่ แป้งของมันขี้หนูดูดน้ำและพองตัวได้เร็ว มีกำลังการ พองตัวสูงมาก ให้กราฟจุดความหนืดสูงสุดที่มีความชันมากแสดงถึงเม็ดแป้งส่วนใหญ่มีขนาดใกล้เคียงกันจึงเกิดการพอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวที่สม่ำเสมอ การสุกของเม็ดแป้งเกิดขึ้นได้ง่ายโดยมีอุณหภูมิแป้งสุกอยู่ที่ 62 องศาเซลเซียส ลักษณะภายนอกที่สัมผัสได้เป็นผงละเอียดเนียนลื่นไม่มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นผิดปกติใด ๆ และมีคุณสมบัติที่เด่นกว่าในหลายประการทั้งในด้านของขนาดและการพองตัวของเมล็ดแป้งเมื่อเทียบกับแป้งมันสำปะหลังซึ่งหากมีการศึกษาที่ละเอียดยิ่งขึ้นก็สามารถที่จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในทางเภสัชกรรมและอุตสาหกรรมอาหารได้ต่อไป (ฎายิน, 2543)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุล *Solenostemon*

พืชสกุล *Solenostemon* เป็นสกุลที่มีขนาดใหญ่ Edison *et al* (2006) รายงานว่ามีประมาณ 60 species แต่ Anil and Palaniswami (2008) รายงานว่ามีประมาณ 200 species ขณะที่ Lukhoba *et al.* (2006) รายงานว่ามีประมาณ 300 species การจัดจำแนกพืชสกุลนี้ทำได้ยากและมีความสับสนในการจัดจำแนกและจัดกลุ่มเนื่องจากขาดลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เด่นชัดในการแยกชนิดออกจากกัน ซึ่งไม่เฉพาะแต่การจำแนกในระดับ species ที่มีความยาก แม้แต่การจำแนกในระดับ genus ที่มีความใกล้ชิดกันมากก็จำแนกออกจากกันได้ยากเช่นเดียวกัน จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีปัญหาในการจัดกลุ่ม (taxonomy) และการตั้งชื่อ species ทำให้บาง species ถูกจัดเข้าไปอยู่ genus ที่มีความใกล้ชิดกัน เช่น *Coleus, Solenostemon* และ *Englerastrum* (Lukhoba *et al.*, 2006) พืชตระกูล Labiatae ที่ผลิตหัวที่นิยมปลูกทั่วไปและมีการใช้ประโยชน์กันมากมี 2 ชนิด ชนิดแรกคือ มันขี้หนู หรือที่เรียกว่า hausa potato (*Solenostemon rotundifolius* (Poiret.) J.K.Morton) และชนิดที่สองคือ livingstone potato (*Plectranthus esculentus* NE Br.) (Blench, 2004) แต่ชนิดที่พบปลูกมากที่สุดและพบทั่วไปในทวีปแอฟริกา อินเดีย ศรีลังกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ *Solenostemon rotundifolius* (Chevalier, 1953; Tindall, 1983; Edison *et al.*, 2006) บางครั้งพบว่ามีความสับสนกันในการเรียกชื่อทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง *Solenostemon rotundifolius* กับ *Plectranthus esculentus* ทั้งที่พืชทั้งสองชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน *Plectranthus esculentus* มีลักษณะลำต้นกลม หัวยาวและมีขนาดใหญ่ และดอกสีเหลือง ขณะที่ *Solenostemon rotundifolius* มีลำต้นเป็นเหลี่ยม หัวมีขนาดเล็ก และดอกมีสีม่วง (Nkansah, 2004) นอกจากนี้ยังความสับสนในการจำแนก *Solenostemon rotundifolius* กับ *Plectranthus edulis* ซึ่งเป็นพืชที่นิยมบริโภคหัวในแถบทวีปแอฟริกาเช่นเดียวกับทั้งสองชนิด (Blench, 2004) แต่ *Plectranthus edulis* มีลักษณะลำต้นเลื้อย เกิดรากตามข้อบริเวณช่อดอกมีขน และดอกสีน้ำเงินสว่าง (Nkansah, 2004)

ปัจจุบันมันขี้หนูจัดเป็นพืชที่พบน้อยมากในสภาพธรรมชาติของทวีปแอฟริกา อย่างไรก็ตามยังคงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งชนิดที่เป็นพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกทั่วทั้งทวีป มีแหล่งที่เก็บรวบรวมพันธุกรรมมันขี้หนูขนาดใหญ่ใน Malawi, Zambia และ South Africa นอกจากนี้มีในประเทศศรีลังกา และอินเดีย ซึ่งแหล่งเก็บรักษาพันธุกรรมเหล่านี้ถือเป็นแหล่งสำคัญในการนำพันธุกรรมมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์โดยเฉพาะการพัฒนาขนาดของหัว (Nkansah, 2004) หัวมันขี้หนูพบว่ามีความหลากหลายมากทั้งด้านรูปร่าง ขนาด และสี ชนิดที่มีเปลือกสีเทาถึงน้ำตาลดำพบในประเทศ Mali ขณะที่ชนิดที่มีเปลือกสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนจนถึงแดงเข้มพบในบริเวณอื่น ๆ ของแอฟริกา นอกจากนี้ยังพบชนิดที่เป็นพันธุ์ป่าที่ไม่มีการพัฒนาเป็นส่วนของหัวได้ โดยความแตกต่างของลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้แก่ สีใบ สีลำต้น สีก้านช่อดอก สีตาดอก สีกลีบดอก สีเปลือก การบานของดอก รูปร่างของหัว และขนาดของหัว สามารถใช้ในการจำแนกความหลากหลายและจัดกลุ่มทางพันธุกรรมของมันขี้หนูสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้จากสภาพนิเวศเกษตรที่แตกต่างกันของประเทศ Ghana ได้อย่างชัดเจน (Nkansah, 2004; Opoku-Agyeman *et al.*, 2004)

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม

ความหลากหลายทางพันธุกรรมคือ ความหลากหลายในชุดของยีนซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างในพันธุกรรมของชนิดพืชกับปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ความหลากหลายของพันธุกรรมสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการธนาคารพันธุกรรมและการวางแผนปรับปรุงพันธุ์พืช โดยที่การประเมินความหมากหลายทางพันธุกรรม และความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อพันธุกรรมที่รวบรวมไว้ ทำให้สามารถจัดเก็บเชื้อพันธุกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกต่อการค้นหา ในปัจจุบัน มีเครื่องมือมากมายที่ใช้ในการประเมินความหลากหลาย และจำแนกความแปรปรวนในเชื้อพันธุกรรม เช่น จำนวนโปรตีนทั้งหมดในเมล็ด ไอโซไซม์ และเครื่องหมายโมเลกุล อย่างไรก็ตาม การใช้ลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาก็เป็นขั้นตอนที่จำเป็น โดยเฉพาะสำหรับใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ (Singh and Tripathi, 1985, Smith and Smith, 1989)

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในพืชบางชนิดอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ในกรณีของสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ยากลำบากในการจำแนกความผันแปรทางพันธุกรรม ลักษณะบางอย่างสังเกตได้ยาก บางลักษณะไม่ปรากฏออกมาในขณะที่ทำการสังเกต การหาวิธีการที่มีความแม่นยำในการจำแนกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะพืชที่มีพันธุกรรมสัมพันธ์กับพันธุ์ป่า Shen *et al.* (1998) รายงานว่า การจำแนกพันธุกรรมของพืชในตระกูล Beta โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยามีความสับสนอย่างมากเนื่องจากมีลักษณะคล้ายกันจึงทำให้จำแนกผิด species ในปัจจุบันเทคนิคการใช้ molecular marker โดยเฉพาะ DNA marker ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการจำแนกพันธุกรรมพืช เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่มีผลต่อความแปรปรวนของ DNA ที่เกิดขึ้น (Ricciardi *et al.*, 2000) นอกจากนี้แล้วการใช้ DNA marker ยังสามารถสร้างรูปแบบ DNA ที่มีความจำเพาะของพืชแต่ละชนิดได้

จากความก้าวหน้าของเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) ได้มีการพัฒนาเทคนิคทางชีวโมเลกุลแตกต่างกันหลายชนิด ได้แก่ random amplified polymorphic DNA (RAPD), simple sequence repeats (SSR หรือ microsatellite), amplified fragment length polymorphism (AFLP) และ inter simple sequence repeat (ISSR) เป็นต้น RAPD เป็นเทคนิคที่มีการเพิ่มปริมาณ DNA โดยใช้ primer แบบสุ่ม มีขนาดความยาว 9 ถึง 10 คู่เบส ซึ่งประกอบด้วย G+C ไม่น้อยกว่า 40 % (Williams *et al.*, 1990) โดยจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มปริมาณ DNA ของจีโนมที่มีขนาดประมาณ 3 กิโลเบส (Waugh and Powell, 1992) ก่อให้เกิด DNA fragment จำนวนมาก และความแตกต่างของแต่ละจีโนไทพ์ที่ปรากฏเกิดขึ้นเนื่องจากการที่ตำแหน่ง binding site ของ primer และ DNA fragment ขาดหายหรือเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิด polymorphism band ขนาดต่าง ๆ กัน เทคนิค RAPD นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ง่าย รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายต่ำ และใช้ DNA ปริมาณน้อย ซึ่งเทคนิคนี้ให้ผลสำเร็จในการจำแนกพันธุกรรมพืชหลายชนิด โดยเฉพาะใน Solanaceae (Singh *et al.*, 2006)

เทคนิค ISSR เป็นเทคนิคที่เพิ่มปริมาณชิ้นส่วน DNA ที่ครอบคลุมทั้งในส่วนบริเวณและนอกบริเวณของ microsatellite sequences โดยใช้ไพรเมอร์ที่ประกอบด้วย microsatellite sequence และลำดับเบสแบบสุ่ม (anchor) ที่เป็น purine (R) หรือ pyrimidine (Y) 2 ถึง 4 ตำแหน่ง (Zietkiewicz *et al.*, 1994; Ammiraju *et al.*, 2001) ไพรเมอร์เหล่านี้จะไปจับที่บริเวณ subset ของ SSRs แล้วเพิ่มปริมาณ DNA บริเวณระหว่าง simple sequence repeats ที่อยู่ใกล้ ๆ กันในทิศทางตรงข้ามกัน (Li *et al.*, 2000) ซึ่ง ISSR motif ที่ปรากฏระหว่าง core sequences ทั้งสองสามารถพบเป็นจำนวนมากมายในจีโนมตั้งแต่สองจนถึงหลายพัน motif ดังนั้นการใช้ ISSR marker จึงให้แถบ DNA มากกว่า SSR marker เนื่องจากสามารถตรวจสอบ polymorphism ได้ทั้งในส่วน microsatellite และ inter-microsatellite loci โดยไม่จำเป็นต้องทราบลำดับเบสของ DNA มาก่อนเหมือนกับการใช้ SSR marker (Martin and Sanchez-Yelamo, 2000) ข้อดีการใช้เทคนิคนี้คือ ง่าย รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้ DNA ปริมาณน้อย ให้ผลการทำซ้ำสูง ไม่จำเป็นต้องทราบลำดับเบสมาก่อน และให้แถบ DNA จำนวนมาก สามารถให้ผลสำเร็จสูงในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม (Quian *et al.*, 2001) ซึ่งให้ผลสำเร็จในการจำแนกพันธุกรรมพืชหลายชนิด ได้แก่ ข้าว (Akagi *et al.*, 1996) ถั่ว chickpea (Ratnaparke *et al.*, 1998) ข้าวสาลี (Ammiraju *et al.*, 2001) และมันฝรั่ง (Prevost and Wilkinson, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีวิจัย

อุปกรณ์การวิจัย

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง

   หัวมันขี้หนูที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง
   1) จอบ เสียม
   2) ไม้ลวก
   3) ตลับเมตร
   4) เชือก
   5) เครื่องพ่นยา
   6) เครื่องสูบน้ำ
   7) สารเคมีกำจัดวัชพืช Diuron
   8) กระถางพลาสติก
   9) บัวรดน้ำ
   10) ดินผสม
3. อุปกรณ์ที่ใช้บันทึกผล
   1) ไม้บรรทัด
   2) ปากกา permanent
   3) เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง
   4) กล้องบันทึกภาพ

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง

   ใบอ่อนมันขี้หนู 24 สายพันธุ์ จากการเก็บรวบรวมพันธุ์จากแปลงปลูกของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา ตลาดหัวอิฐ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตลาดรัตภูมิ จังหวัดสงขลา และแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง และสตูล

2. สารเคมี
   1) สารที่ใช้ในการสกัด DNA
      1.1 ไนโตรเจนเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 Chloroform : octanol (24 : 1)

1.3 Chloroform : phenol (1: 1)

1.4 Isopropanol

1.5 3M Sodium acetate

1.6 PBE (Plant Extraction buffer) (1M Tris-HCI pH 8.0, 0.5M EDTA pH 8.0, 5M NaCl, 20% SDS, 0.38% Sodium bisulfile)

1.7 5M Potassium acetate

1.8 Ethanol เข้มข้น 65, 70 และ 85 เปอร์เซ็นต์

1.9 TE buffer pH 8.0 (1M Tris HCl, 0.5M EDTA)

2) สารเคมีและเอนไซม์สำหรับการทำ PCR

2.1 10 mM dNTPs

2.2 25mM Magnesium Chloride

2.3 *Taq* DNA polymerase [Fermentas]เข้มข้น 5 ยูนิตต่อไมโครลิตร

2.4 10 µM Primer

2.5 Ultrapure water

2.6 10x Buffer

3) สารเคมีสำหรับ electrophoresis

3.1 Agarose gel

3.2 0.5x TBE (Tris Borate EDTA) buffer

3.3 Ethedium bromide

3.4 Bromophenol blue

4) อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

4.1 ตู้เย็น

4.2 ตู้แช่ -80 องศาเซลเซียส

4.3 ตู้แช่ -20 องศาเซลเซียส

4.4 อ่างควบคุมอุณหภูมิ รุ่น WNB22 (Menmert)

4.5 เครื่อง centrifuge รุ่น 16M (Labnet)

4.6 เครื่องสังเคราะห์ DNA (PCR) รุ่น PTC-100™(MJ Research,Inc.)

4.7 เครื่องถ่ายภาพ DNA Gene Genius (SYNGene)

4.8 เครื่องชั่งสารทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4.9 เครื่องชั่งสารทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4.10 Hotplate stirrer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 pH-meter

4.12 หม้อนึ่งความดัน

4.13 เครื่อง vortex

4.14 ชุด Horizontal electrophoresis รุ่น GEL X_L ULTRA^{TM} V-2 (Labnet)

4.15 ไมโครปิเปตชนิดปรับปริมาณ (0.2,0.5,2,10,20,200,1000 µl)

4.16 หลอดใส่สารขนาดเล็ก 1.5 และ 0.5 มิลลิลิตร

4.17 โกร่งบดตัวอย่าง

4.18 เครื่องแก้ว

4.19 อุปกรณ์อื่นๆเช่น ถุงมือ ไมโครเวฟ ปากคีบ กระดาษชั่งสาร ช้อนตักสาร กระดาษติดป้าย ปากกาเคมี แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ ดินผสม

วิธีดำเนินการวิจัย

<u>การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา</u>

1. เก็บรวบรวมหัวมันขี้หนูจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในแปลงเกษตรกรและแหล่งจำหน่ายมันขี้หนูในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และสตูล ในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวและจำหน่ายผลผลิตระหว่างเดือนกันยายน 2550 ถึงเดือนมกราคม 2551 บันทึกรูปร่างลักษณะและสีผิวของหัว คัดเลือกหัวมันขี้หนูที่มีรูปร่างต่าง ๆ ประมาณ 20-30 หัวต่อตัวอย่าง และเก็บรักษาไว้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา จังหวัดสงขลา เพื่อรอให้หัวมันขี้หนูพ้นระยะพักตัว

2. คัดเลือกหัวมันขี้หนูที่งอกตายอด (ภาพที่ 2) ปลูกในแปลงของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา หลังการเตรียมดินก่อนปลูกทำการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช Diuron อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร ปลูก 1 หัวต่อหลุม เพื่อให้สามารถแยกเก็บตัวอย่างที่สนใจเป็นรายต้นได้ ปลูกแต่ละตัวอย่างเป็น 1 แถว รวม 17 แถว และในแต่ละแถวปลูก 10 หลุม

3. หลังเก็บเกี่ยวหัวมันขี้หนูในฤดูปลูกแรก คือช่วงปี 2551/2552 ทำการคัดเลือกหัวที่มีลักษณะที่สนใจเพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลที่สอง (2552/2553) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา โดยมีวิธีการปลูกและดูแลเช่นเดียวกับฤดูปลูกแรก และเมื่อต้นที่ปลูกมีอายุได้ประมาณ 2 เดือนจึงตัดยอดของแต่ละสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้เพื่อปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหัวมันขี้หนู โดยปลูกในโรงเรือนในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่ดินผสมระหว่างดินร่วนกับเถ้าแกลบ

3. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ วันออกดอก อายุวันเก็บเกี่ยวผลผลิต สีของลำต้น สีของก้านใบ สีของใบ สีของก้านช่อดอก สีของกลีบดอก รูปร่างของหัว สีผิวของหัว และสีเนื้อของหัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 หัวมันขี้หนูที่กำลังงอกและพร้อมปลูก

<u>การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย</u>

1. การเก็บตัวอย่างพืช

ปลูกมันขี้หนู 24 สายพันธุ์ จากยอดของต้นที่คัดเลือกและปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่ดินผสมระหว่างดินร่วนกับเถ้าแกลบ เมื่อถึงอายุประมาณ 1 เดือน ตัดใบอ่อนนำมาล้างให้สะอาด ซับให้แห้ง

2. วิธีสกัด DNA

2.1 บดตัวอย่างใบมันขี้หนูลงในโกร่งที่เติมไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด แล้วถ่ายใส่ในหลอดทดลองขนาด 2 มิลลิลิตร

2.2 เติม extraction buffer (ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วทำการเขย่าแรง ๆ ด้วยเครื่อง Vortex แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

2.3 เติม 5M Potassium acetate ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ผสมกันแล้วนำไปบ่มบนน้ำแข็งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.4 เติม Chloroform : octanol (24:1) ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ทำการผสมเบา ๆ ให้เข้ากัน

2.5 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.6 ดูดสารละลายส่วนบนใส่หลอดใหม่ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

2.7 เติม isopropanol ที่เย็น ปริมาตรเป็น 2 เท่าของสารละลายในหลอด ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.8 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

2.9 ล้างตะกอน DNA ด้วย ethanol เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ที่เย็นด้วยปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำขั้นตอนนี้ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ทิ้งให้ DNA ให้แห้งโดยการเปิดฝาและคว่ำหลอดทิ้งไว้เป็นเวลา 6-12 ชั่วโมง

2.11 ละลาย DNA ด้วย TE buffer ปริมาตร 200 ไมโครลิตร

2.12 เติม Chloroform : Phenol (1:1) ปริมาตร 400 ไมโครลิตร แล้วทำการผสมเบา ๆ ให้เข้ากัน

2.13 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.14 ดูดสารละลายส่วนบนใส่หลอดใหม่ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

2.15 เติม 3M Sodium acetate ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ทำการผสมเบา ๆ

2.16 เติม isopropanol ที่เย็น ปริมาตร 240 ไมโครลิตร

2.17 บ่มที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

2.18 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

2.19 ล้างตะกอน DNA ด้วย ethanol เข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ ที่เย็นด้วยปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที แล้วทำซ้ำขั้นตอนนี้อีกรอบแต่ใช้ ethanol เข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์

2.20 ทิ้งให้ DNA ให้แห้งโดยการเปิดฝาและคว่ำหลอดทิ้งไว้เป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง

2.21 ละลาย DNA ด้วย TE buffer ปริมาตร 200 ไมโครลิตร

2.22 บ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

3. การตรวจสอบคุณภาพและวัดค่าความเข้มข้นของ DNA โดยใช้วิธีอิเลคโทรโฟรีซิส

เตรียม agarose gel ความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ ใน 0.5xTBE buffer หลอมในเครื่องไมโครเวฟจนเดือด นำมาวางบน hotplate stirrer และคนจนกระทั่งเจลมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 50-55 องศาเซลเซียส เตรียมถาดที่มีหวีลงไปในตำแหน่งที่กำหนด เท agarose gel ลงไปแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัวประมาณ 45 นาที ดึงหวีออก นำเจลใส่เครื่องอิเลคโทรไฟรีซิ ใส่ 0.5x TBE buffer สูงกว่าเจล 2-3 มิลลิเมตร และเตรียมสารละลาย DNA ปริมาตร 2 ไมโครลิตรต่อ dye 3 ไมโครลิตร แล้วหยอดลงในช่องของแผ่นเจลเทียบกับ DNA มาตรฐาน ต่อกระแสไฟฟ้าโดยใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ ประมาณ 30 นาที แล้วนำแผ่นเจลมาย้อมด้วยเอทธิเดียมโบรไมด์เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นาน 10 นาที แช่ในน้ำกลั่น 5 นาที นำเจลไปตรวจสอบคุณภาพภายใต้แสง UV แล้วทำการบันทึกภาพ จากนั้นทำการละลาย DNA ให้มีความเข้มข้น 2.5 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร เก็บรักษา DNA ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทำ PCR ต่อไป

4. การตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยวิธีการ PCR

4.1 การตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยวิธีการ PCR โดยใช้เครื่องหมาย RAPD

4.1.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำ PCR

- ความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ โดยใช้ความเข้มข้นแตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 2.5 และ 3.12 มิลลิโมลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความเข้มข้นของ *Taq* DNA polymerase โดยใช้ปริมาตร 3 ระดับ ได้แก่ 0.5 0.75 และ 1 ยูนิต
- ความเข้มข้นของ dNTPs โดยใช้ปริมาตรแตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 200 ไมโครโมลาร์
- ความเข้มข้นของ DNA แม่แบบ โดยใช้ปริมาตรแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 2.5, 5, 7.5, 10, 20 และ 40 นาโนกรัม

4.1.2 การคัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสม

คัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ DNA มันขี้หนูโดยใช้ไพรเมอร์ขนาด 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 94 ชนิด (ตารางภาคผนวกที่ 4) มาคัดเลือกด้วยเทคนิค PCR กับมันขี้หนู 5 สายพันธุ์ เพื่อตรวจสอบว่าไพรเมอร์ใดที่สามารถให้ผล PCR ที่ชัดเจน โดยในแต่ละปฏิกิริยาประกอบด้วย น้ำกลั่น 5.85 ไมโครลิตร 10 mM dNTPS 0.2 ไมโครลิตร 10x buffer 1 ไมโครลิตร 25Mm $Mgcl_2$ 1.25 ไมโครลิตร 10 mM Primer 0.5 ไมโครลิตร DNA เข้มข้น 2.5 นาโนกรัม 1 ไมโครลิตร และ 5U *Taq* DNA polemerase 0.2 ไมโครลิตร

การทำ PCR จากตัวอย่างทั้ง 3 โดยเตรียมสารละลายของ buffer , $MgCl_2$, DNA template, *Taq* DNA polemerase และ น้ำกลั่นในหลอดเดียวกัน (Master mixture) แบ่งใส่ทีละหลอด โดยแต่ละหลอดจะมีไพรเมอร์แต่ละชนิดอยู่ จากนั้นผสมให้เข้ากัน นำไปใส่เครื่อง PCR โดยตั้งอุณหภูมิและเวลาสำหรับเพิ่มปริมาณ DNA ดังนี้

1) 94 องศาเซลเซียส 2 นาที
2) 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที
3) 35 องศาเซลเซียส 30 วินาที
4) 72 องศาเซลเซียส 1 นาที
5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 45 รอบ
6) 72 องศาเซลเซียส 10 นาที 1 รอบ
7) รักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

4.2 การตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยวิธีการ PCR โดยใช้เครื่องหมาย ISSR

4.2.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำ PCR

- ความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ โดยใช้ปริมาตรแตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 2.5 และ 3.12 มิลลิโมลาร์
- ความเข้มข้นของ *Taq* DNA polymerase โดยใช้ปริมาตร 3 ระดับ ได้แก่ 0.5, 0.75 และ 1 ยูนิต
- ความเข้มข้นของ dNTPs โดยใช้ปริมาตรแตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 200 ไมโครโมลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความเข้มข้นของ DNA แม่แบบ โดยใช้ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 2.5, 5 และ 7.5 นาโนกรัม

4.2.2 การคัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสม

คัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ DNA มันขี้หนู ไพรเมอร์จำนวน 33 ชนิด (ตารางภาคผนวกที่ 5) ด้วยเทคนิค PCR เพื่อตรวจสอบว่าไพรเมอร์ใดที่สามารถให้ผล PCR ที่ชัดเจน โดยในแต่ละปฏิกิริยาประกอบด้วย น้ำกลั่น 5.85 ไมโครลิตร 10 mM dNTPS 0.2 ไมโครลิตร 10x buffer 1 ไมโครลิตร 25Mm $Mgcl_2$ 1.25 ไมโครลิตร 10 mM Primer 0.5 ไมโครลิตร DNA เข้มข้น 7.5 นาโนกรัม 1 ไมโครลิตร และ 5U *Taq* DNA polemerase 0.2 ไมโครลิตร

การทำ PCR จากตัวอย่างทั้ง 3 โดยเตรียมสารละลาย buffer, $MgCl_2$, *Taq* DNA polymerase และ น้ำกลั่น ในหลอดเดียวกัน (Master mixture) แบ่งใส่ทีละหลอด โดยแต่ละหลอดจะมี DNA แต่ละชนิดอยู่ จากนั้นผสมให้เข้ากัน นำไปใส่เครื่อง PCR โดยตั้งอุณหภูมิและเวลาสำหรับเพิ่มปริมาณ DNA ดังนี้

1) 94 องศาเซลเซียส 2 นาที
2) 94 องศาเซลเซียส 15 วินาที
3) 58 องศาเซลเซียส 15 วินาที
4) 72 องศาเซลเซียส 1 นาที
5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 45 รอบ
6) 72 องศาเซลเซียส 10 นาที 1 รอบ
7) รักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

5. การตรวจสอบขนาดของ DNA ด้วยวิธีอิเลคโทรโฟริซิส

ภายหลังจากทำ PCR นำผลผลิตที่ได้ 10 ไมโครลิตร ผสม loading dye 3 ไมโครลิตร นำไปตรวจสอบโดยอิเลคโทรโฟริซิสบน agarose gel เข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ ใน 0.5xTBE buffer โดยใช้ DNA มาตรฐานในการเปรียบเทียบขนาดของ DNA ใช้แรงเคลื่อนที่ไฟฟ้า 50 โวลต์ นาน 2 ชั่วโมง และย้อมด้วยเอทธิเลียมโบรไมด์นาน 10 นาที แช่ในน้ำกลั่น 5 นาที จากนั้นถ่ายภาพภายใต้แสง UV เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการวิจัย

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการเก็บรวบรวมหัวมันขี้หนูสามารถเก็บรวบรวมได้จำนวนทั้งหมด 17 แหล่ง จากจังหวัดนครศรีธรรมราช 4 ตัวอย่าง โดยได้จากร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนูในตลาดท่าอิฐ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 4 ร้าน ซึ่งร้านที่ 1 ถึง 3 เป็นผลผลิตที่ได้รับมาจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนร้านที่ 4 รับมาจากตลาดสุไหงโกลก รวบรวมได้จากแปลงเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี 2 ตัวอย่าง จากแปลงเกษตรกรจังหวัดพัทลุง 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดสงขลา 5 ตัวอย่าง โดยได้จากร้านจำหน่ายปลีกมันขี้หนูตลาดรัตภูมิ 1 ตัวอย่าง จากแปลงเกษตรกร 2 ตัวอย่าง และจากสายพันธุ์ที่ได้มีการคัดพันธุ์ไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา 2 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างที่เหลืออีกจำนวน 5 ตัวอย่างได้จากแปลงเกษตรกรในจังหวัดสตูล ซึ่งผลจากการสังเกตตัวอย่างที่รวบรวมได้ทั้งหมด มีรูปร่างของหัวที่สามารถจำแนกในเบื้องต้นได้ทั้งหมด 6 ลักษณะ ได้แก่ รูปยาวปลายแหลม กระสวย กระสวยป้อม หยดน้ำ กระบอก และกลมหรือเกือบกลม (ภาพที่ 3) โดยพบว่ามันขี้หนูที่มาจากแหล่งปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีรูปยาวปลายแหลม กระบอก กระบอกปลายแหลม กระสวยและกระสวยป้อมคละกัน จากจังหวัดพัทลุงเป็นรูปกระสวย กระสวยป้อม หยดน้ำ และค่อนข้างกลม หัวมันขี้หนูที่ได้จากแหล่งปลูกในหวัดสุไหงโกลกมีรูปร่างกลมและเกือบกลมเท่านั้น ส่วนหัวมันขี้หนูที่ได้จากแหล่งปลูกในจังหวัดสตูลและสงขลาเป็นรูปกระสวยทั้งหมด ยกเว้นตัวอย่างที่ได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาคือสายพันธุ์พัทลุงมีรูปกระบอกและกระบอกปลายแหลม และสายพันธุ์เขาขุนนมมีรูปกระสวยป้อม อย่างไรก็ตามตัวอย่างหัวมันขี้หนูทั้งหมดมีผิวสีน้ำตาลเข้ม ยกเว้นตัวอย่างที่ได้จากเกษตรกรตำบลเขาขาว อำเภอละงู จังหวัดสตูลเท่านั้นที่มีผิวสีดำ ซึ่งรายละเอียดของแหล่งที่มาของตัวอย่างและลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

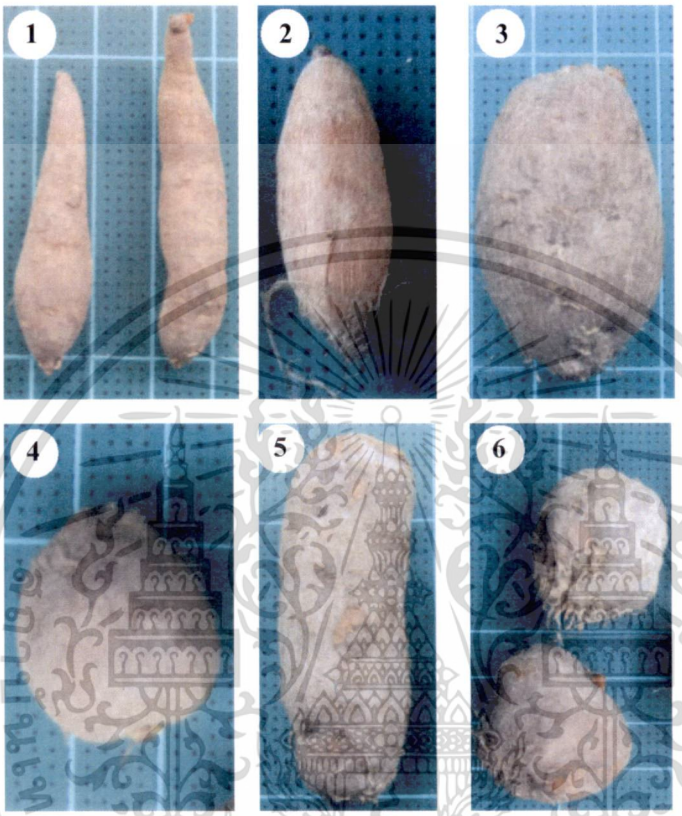
เมื่อปลูกมันขี้หนูซึ่งพ้นระยะพักตัวและแตกหน่ออ่อนทั้ง 17 ตัวอย่างในแปลงปลูกในวันที่ 20 เมษายน 2551 และบันทึกการเจริญเติบโตเมื่อมีอายุหลังปลูก 75 วัน โดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่ม พบว่ามีขนาดตั้งแต่ 5 ถึง 105 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ 50 ถึง 90 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) และสามารถเจริญเติบโตจนคลุมพื้นที่เมื่อมีอายุได้ประมาณ 130 วันหลังปลูก (ภาพที่ 4) และเริ่มพบการพัฒนาของตาดอกหลังปลูกได้ 137 วัน โดยเริ่มออกดอกเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2551 และพบว่ามีการทยอยออกดอกจนถึงวันที่ 21 กันยายน 2551 (ตารางภาคผนวกที่ 1) อย่างไรก็ตามพบต้นที่ออกดอกเพียง 18 ต้นจากจำนวนต้นทั้งหมด 170 ต้น หรือเพียง 10.6 เปอร์เซ็นต์จากจำนวนต้นทั้งหมด

หลังจากปลูกเป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่าใบเริ่มเป็นสีเหลืองและเริ่มแห้ง (ภาพภาคผนวกที่ 1) จึงทำการเก็บเกี่ยวหัวมันขี้หนู บันทึกรูปร่าง สีผิว และสีเนื้อของหัว พบว่ารูปร่างของหัวของต้นลูกที่เก็บเกี่ยวได้ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกันคือ รูปกระสวย กระสวยป้อม และกระบอกปลายแหลมคละกันใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115505

แต่ละต้น แต่เมื่อมองรูปร่างส่วนใหญ่ของแต่ละต้นก็พบว่ามีความคล้ายคลึงกับลักษณะรูปร่างของหัวจากต้นแม่ (ตารางภาคผนวกที่ 2) และเมื่อทำการคัดเลือกลักษณะหัวที่สนใจจากทั้ง 17 แถว เพื่อศึกษาลักษณะในฤดูกาลที่ สอง (2552/2553) สามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 24 ต้น (สายพันธุ์) ดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนู (1) ยาวปลายแหลม (2) กระสวย (3) กระสวยป้อม (4) หยดน้ำ (5) กระบอก และ (6) กลม

ภาพที่ 4 ลักษณะการเจริญเติบโตของมันขี้หนูที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 รายละเอียดแหล่งเก็บตัวอย่างและลักษณะทรงหัวของมันขี้หนูที่ทำการรวบรวมในการสำรวจ ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550-มกราคม 2551

ตัวอย่าง	แหล่งเก็บรวบรวมตัวอย่าง	ลักษณะรูปร่างหัว
1	ร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนู ตลาดหัวอิฐ จ. นครศรีธรรมราช (จากแหล่งปลูก จ. สุราษฎร์ธานี)	ยาวปลายแหลม
2	ร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนู ตลาดหัวอิฐ จ. นครศรีธรรมราช (จากแหล่งปลูก จ. สุราษฎร์ธานี)	กระบอก
3	ร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนู ตลาดหัวอิฐ จ. นครศรีธรรมราช (จากแหล่งปลูก จ. สุราษฎร์ธานี)	หัวขนาดใหญ่ที่ได้จากการคัดเกรด โดยมีลักษณะรูปทรงคละกัน
4	ร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนู ตลาดหัวอิฐ จ. นครศรีธรรมราช (จากแหล่งปลูก จ. สุราษฎร์ธานี)	ค่อนข้างกลม-กลม
5	สวนนายจรงค์ เกษตรกรหมู่ที่ 8 ต.บ้านนา อ. บ้านนาเดิม จ. สุราษฎร์ธานี	ยาวปลายแหลม
6	สวนนางละมุน หมื่นสวัสดิ์ เกษตรกรหมู่ที่ 1 ต. บ้านนา อ. บ้านนาเดิม จ. สุราษฎร์ธานี	กระบอก
7	สวนนางดำ แก้วเขียด เกษตรกรหมู่ที่ 2 ต. ตะแพน อ. ศรีบรรพต จ. พัทลุง	คละกันทั้ง 3 ลักษณะคือ รูปยาวปลายแหลม กระบอก และค่อนข้างกลม
8	ร้านจำหน่ายปลีกมันขี้หนู ตลาดนัดรัตภูมิ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา	ลักษณะหัวคละกันหลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดแหล่งเก็บตัวอย่างและลักษณะทรงหัวของมันขี้หนูที่ทำการรวบรวมในการสำรวจช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550-มกราคม 2551

ตัวอย่าง	แหล่งเก็บรวบรวมตัวอย่าง	ลักษณะรูปร่างหัว
9	เกษตรกรปลูกมันขี้หนูบ้านนากัน ต. บ้านโหนด อ. สะบ้าย้อย จ. สงขลา	ยาวปลายแหลม
10	สายพันธุ์พืชลุงที่เก็บรักษาไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	คละกันระหว่างหัวรูปกระบอก และกระบอกปลายแหลม
11	สายพันธุ์เขาขุนนมที่เก็บรักษาไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	กระสวยป้อม
12	เกษตรกรปลูกมันขี้หนูบ้านหนองปลิง อ. ควนเนียง จ. สงขลา	หัวทรงกระสวย
13	พันธุ์จากนายตัน คันทะโร เกษตรกร ต. อุไดเจริญ อ. ควนกาหลง จ. สตูล	กระสวย
14	พันธุ์จากนางจินดา ทองเขียว เกษตรกร ต. อุไดเจริญ อ. ควนกาหลง จ. สตูล	กระสวย
15	พันธุ์จากนายนฤชา เกษตรกร อ. ละงู จ.สตูล	หัวทรงกระสวย
16	พันธุ์จากเกษตรกรบ้านเลขที่ 4 หมู่ที่ 6 ต. เขาขาว อ. ละงู จ. สตูล	หัวทรงกระสวย
17	พันธุ์จากนางร่อเกียะ เกษตรกร ต. เขาขาว อ. ละงู จ. สตูล	หัวทรงกระสวย ผิวหัวมีสีดำสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มมันขี้หนูรายหลุม (ซม.) เมื่ออายุ 75 วันหลังปลูก

แถวที่	ต้นที่										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	68	64	93	15	69	48	43	70	85	87	64.2
2	95	100	90	67	68	84	90	78	85	40	79.7
3	78	104	92	75	80	98	93	69	92	90	87.1
4	58	39	36	65	64	50	15	72	92	68	55.9
5	60	100	105	90	94	29	28	88	70	65	72.9
6	65	77	44	94	100	90	87	74	78	82	79.1
7	-	32	55	88	50	60	60	7	52	92	55.1
8	93	75	68	84	68	59	84	66	69	82	74.8
9	24	59	60	-	74	74	60	83	60	70	62.7
10	90	82	100	85	-	80	-	-	70	89	85.1
11	92	85	83	86	75	73	40	85	73	69	76.1
12	90	100	98	100	-	-	-	-	-	-	97.0
13	62	47	74	70	63	72	80	74	60	47	64.9
14	60	72	88	83	84	64	77	50	70	65	71.3
15	74	90	80	50	62	84	73	69	54	75	71.1
16	27	39	36	37	32	13	8	6	5	20	22.3
17	59	80	63	62	53	49	53	42	60	71	59.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 รายละเอียดของสายพันธุ์ที่เลือกจำนวน 24 สายพันธุ์จากหัวมันขี้หนูที่ปลูกในฤดู 2551/2552 จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 17 แหล่ง

สายพันธุ์	แถว/ต้นที่เลือก	ลักษณะรูปทรงหัวโดยรวม	แหล่งเก็บรวบรวมตัวอย่าง
HP01	1/1	กระสวย	ร้านรวบรวมผลผลิตมันขี้หนูตลาดหัวอิฐ
HP02	2/2	กระบอก	จ. นครศรีธรรมราช โดยสายพันธุ์ HP01-
HP03	3-1	กระบอกปลายแหลม	HP03 จากแหล่งปลูก จ. สุราษฎร์ธานี
HP04	4-1	กระสวยป้อมมาก	และ HP04-HP05 จาก จ. สุไหงโกลก
HP05	4-5	ค่อนข้างกลม	
HP06	5-1	ค่อนข้างทรงกระบอก	สวนนายจรงค์ เกษตรกรหมู่ที่ 8 ต.บ้านนา อ. บ้านนาเดิม จ. สุราษฎร์ธานี
HP07	6-5	กระบอกปลายแหลม	สวนนางละมุน หมื่นสวัสดิ์ เกษตรกรหมู่ที่ 1 ต. บ้านนา อ. บ้านนาเดิม จ. สุราษฎร์ธานี
HP08	8/4	กระบอกปลายแหลม	
HP09	8/8	กระสวยป้อมมาก	ร้านจำหน่ายปลีกมันขี้หนูตลาดรัตภูมิ
HP10	8/9	กระบอกปลายแหลม	อ. รัตภูมิ จ. สงขลา
HP11	8/10	กระสวยป้อม	
HP12	9/4	ค่อนข้างทรงกระบอก	เกษตรกรปลูกมันขี้หนูบ้านนากัน ต. บ้านโหนด อ. สะบ้าย้อย จ. สงขลา
HP13	7/5	กระสวย	สวนนางดำ แก้วเขียด เกษตรกรหมู่ที่ 2 ต. ตะแพน อ. ศรีบรรพต จ. พัทลุง
HP14	7/9	หยดน้ำ	
HP15	7/10	หยดน้ำ	
HP16	13/1	กระสวย	พันธุ์จากนายตัน คันทะโร เกษตรกร ต. อุไดเจริญ อ. ควนกาหลง จ. สตูล

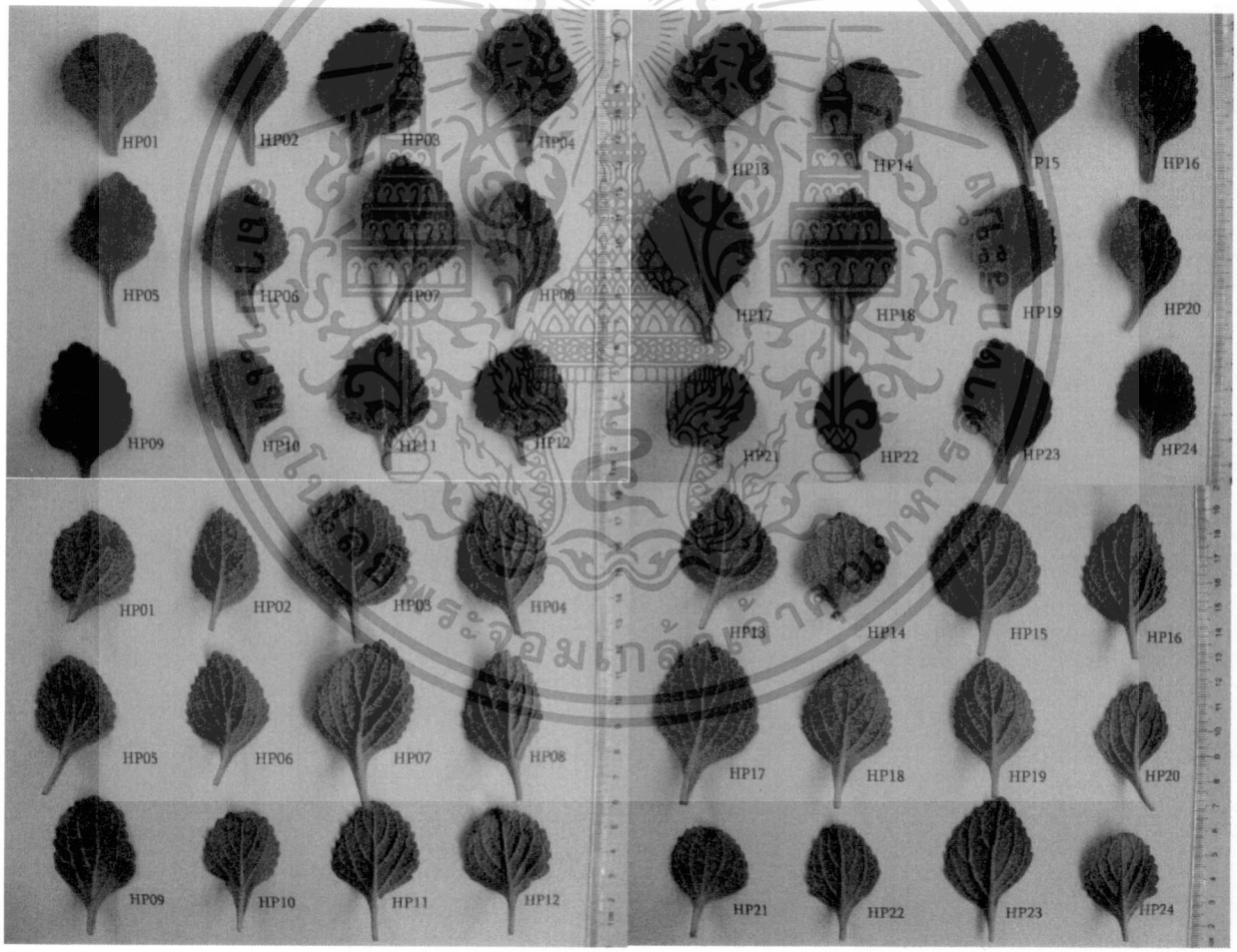
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ) รายละเอียดของสายพันธุ์ที่เลือกจำนวน 24 สายพันธุ์จากหัวมันขี้หนูที่ปลูกในฤดู 2551/2552 จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 17 แหล่ง

สายพันธุ์	แถว/ต้นที่เลือก	ลักษณะรูปทรงหัวโดยรวม	แหล่งเก็บรวบรวมตัวอย่าง
HP17	14/5	กระสวยป้อม	พันธุ์จากนางจินดา ทองเขียว เกษตรกร ต. อุไดเจริญ อ. ควนกาหลง จ. สตูล
HP18	10/6	กระบอกปลายแหลม	สายพันธุ์พัทลุงที่เก็บรักษาไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
HP19	11/1	กระสวยป้อม	สายพันธุ์เขาขุนนมที่เก็บรักษาไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
HP20	12/1	กระสวยป้อม	พันธุ์จากแหล่งปลูกบ้านหนองปลิง อ. ควนเนียง จ. สงขลา
HP21	12/4	กระสวยป้อมมาก	
HP22	15/1	กระสวยป้อม	พันธุ์จากนายนฤชา เกษตรกร อ. ละงู จ. สตูล
HP23	16/1	กระสวยยาว	พันธุ์จากเกษตรกรบ้านเลขที่ 4 หมู่ที่ 6 ต. เขาขาว อ. ละงู จ. สตูล
HP24	17/4	กระสวย	พันธุ์จากนางร่อเกียะ เกษตรกร ต. เขาขาว อ. ละงู จ. สตูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการปลูกมันขี้หนูทั้ง 24 สายพันธุ์ในฤดูปลูกที่ 2 ระหว่างปี 2552/2553 เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา พบว่า ลักษณะและสีของลำต้น ก้านใบ ใบ และดอกไม่แตกต่างกัน โดยรูปร่างของใบจากทุกสายพันธุ์มีรูปไข่ ปลายใบแหลม ขอบใบหยัก (ภาพที่ 5) สำหรับลักษณะรูปร่างของหัวให้ผลไม่แตกต่างจากฤดูปลูก 2550/2551 มากนัก โดยหัวส่วนใหญ่มีรูปกระบอกปลายแหลม และกระสวยป้อม อย่างไรก็ตามไม่พบลักษณะหัวที่มีรูปร่างกลมจากการปลูกในฤดูที่ 2 (ตารางที่ 4) และหัวมันขี้หนูที่ได้ทั้งหมดมีผิวสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 6, 7 และ 8) และเนื้อสีขาวทั้งหมด ส่วนการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำต้นและใบที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังให้ผลไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา แต่ให้ผลแตกต่างที่รูปร่างของหัว โดยทุกสายพันธุ์ให้หัวที่มีรูปกลมและรูปหยดน้ำ ยกเว้นสายพันธุ์ HP24 ที่ให้หัวรูปกระสวยป้อมมากคล้ายกับรูปกลม (ภาพที่ 9, 10 และ 11)



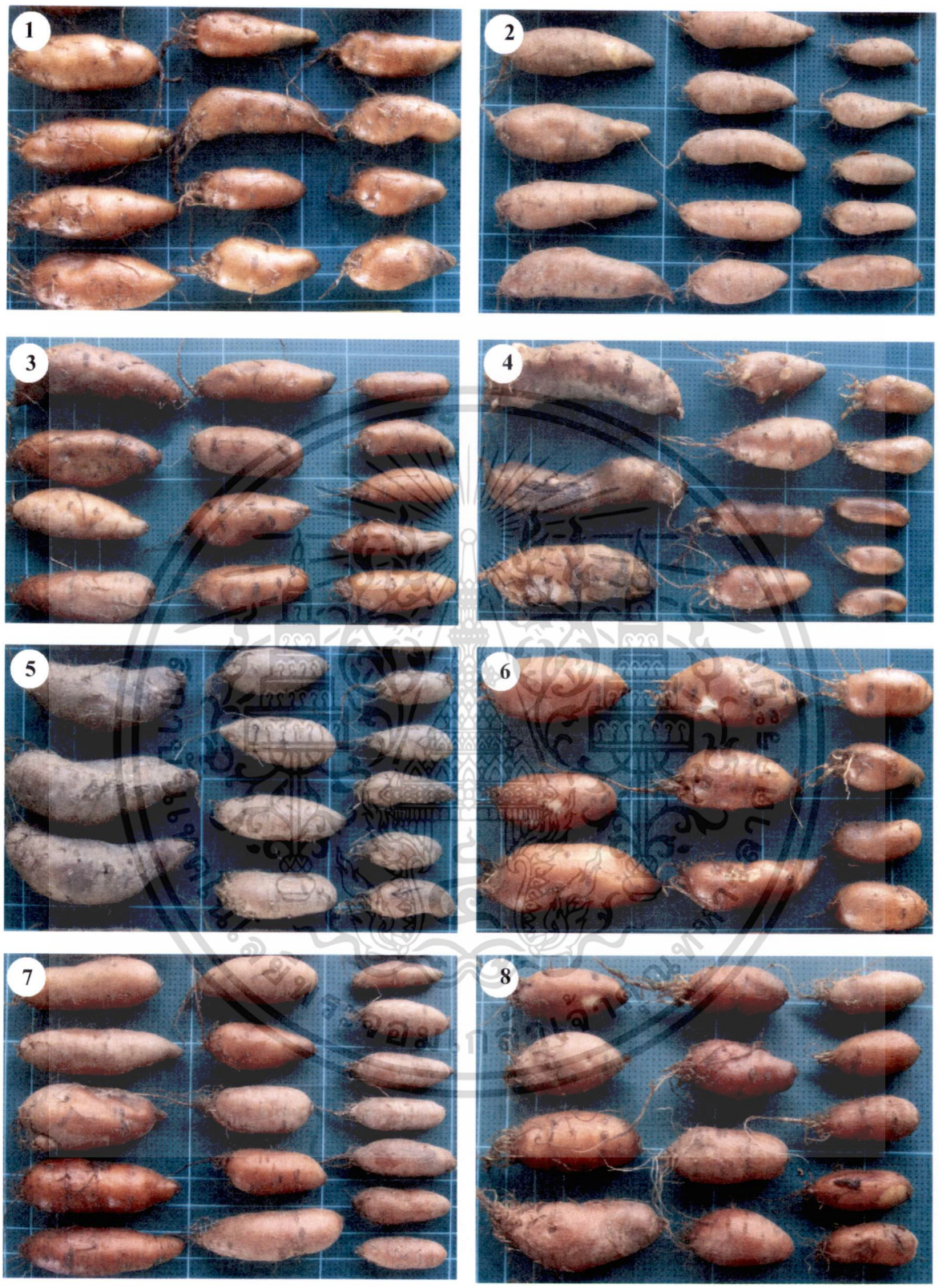
ภาพที่ 5 ลักษณะรูปร่างและสีของใบมันขี้หนู 24 สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูจำนวน 24 สายพันธุ์ที่ปลูกในปี 2551/2552 และปี 2552/2553 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา

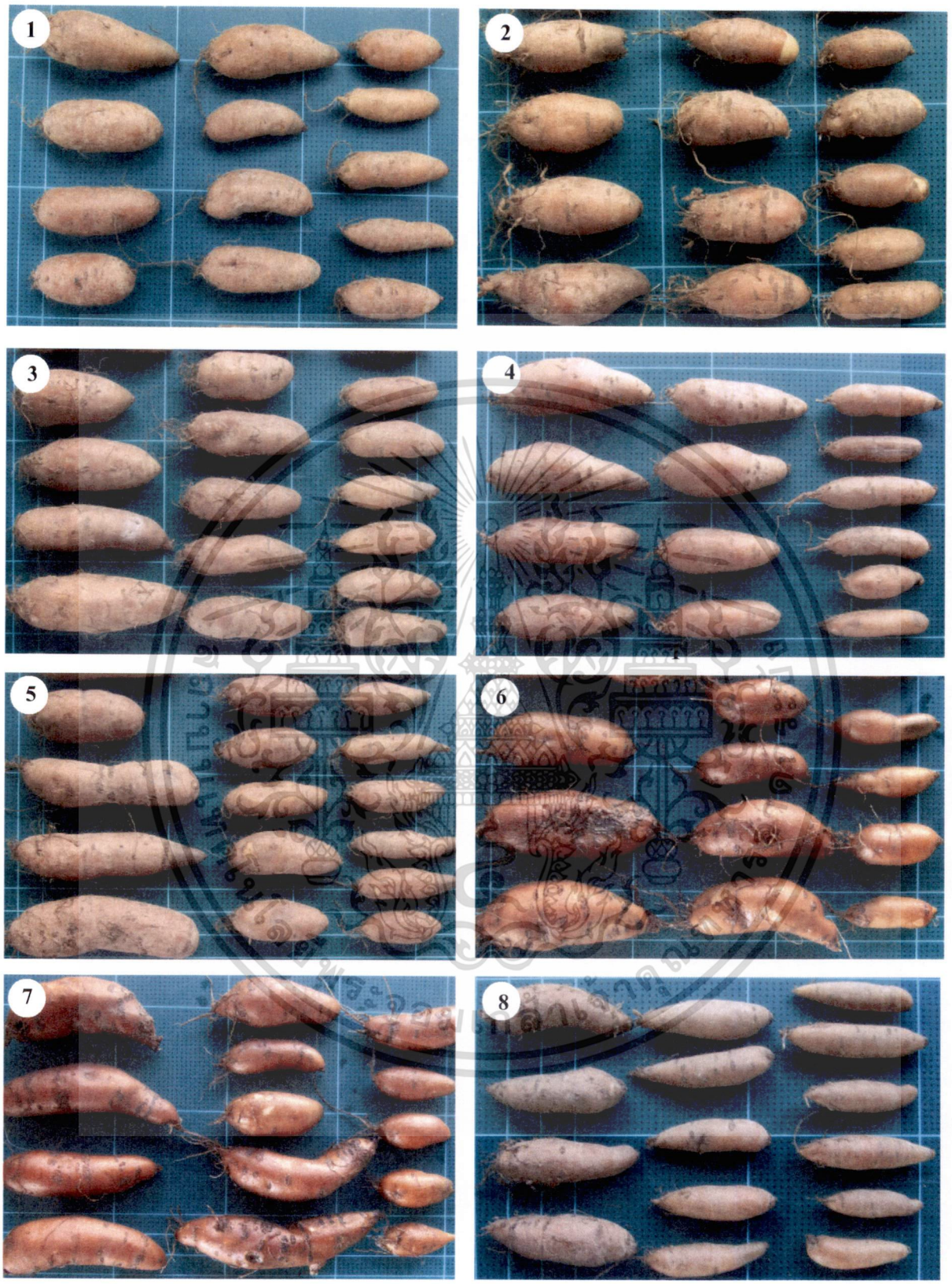
สายพันธุ์	ลักษณะรูปทรงหัวโดยรวม ในฤดูปลูก 2551/2552	ลักษณะรูปทรงหัวโดยรวม ในฤดูปลูก 2552/2553
HP01	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP02	กระสวยป้อม	กระบอกปลายแหลม
HP03	กระบอกปลายแหลม	กระสวยป้อม กระบอกปลายแหลม
HP04	กระสวยป้อมมาก	กระบอกปลายแหลม
HP05	กระสวยป้อมมากค่อนข้างกลม	กระสวยป้อม
HP06	กระบอก	กระสวยป้อมมาก
HP07	กระบอกปลายแหลม	กระสวย กระสวยป้อม
HP08	กระบอกปลายแหลม	กระสวยป้อมมาก
HP09	กระสวยป้อมมาก	กระบอก
HP10	กระบอกปลายแหลม	กระสวยป้อม
HP 11	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP12	กระบอก	กระบอกปายแหลม
HP13	กระสวย	กระสวย
HP14	หยดน้ำ	กระสวยป้อม
HP15	หยดน้ำ	กระสวยป้อม
HP16	กระสวย	กระสวย
HP17	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP18	กระบอกปลายแหลม	กระสวย
HP19	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP20	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP21	กระสวยป้อมมาก	กระสวยป้อมมาก
HP22	กระสวยป้อม	กระสวยป้อม
HP23	กระสวยยาว	กระสวยยาว
HP24	กระสวย	กระสวยป้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



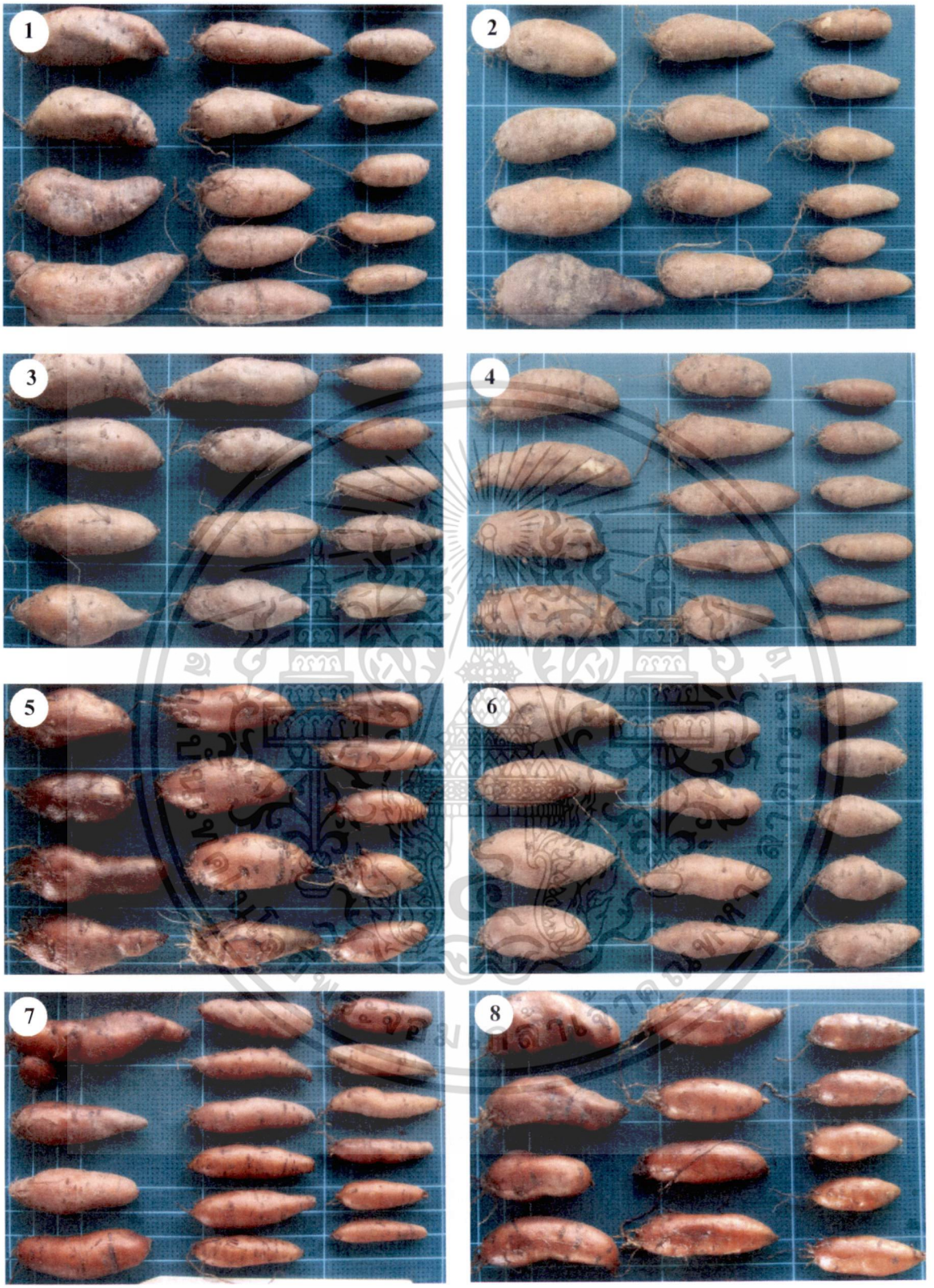
ภาพที่ 6 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP01, (2) HP02, (3) HP03, (4) HP04, (5) HP05, (6) HP06, (7) HP06 และ (8) HP08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



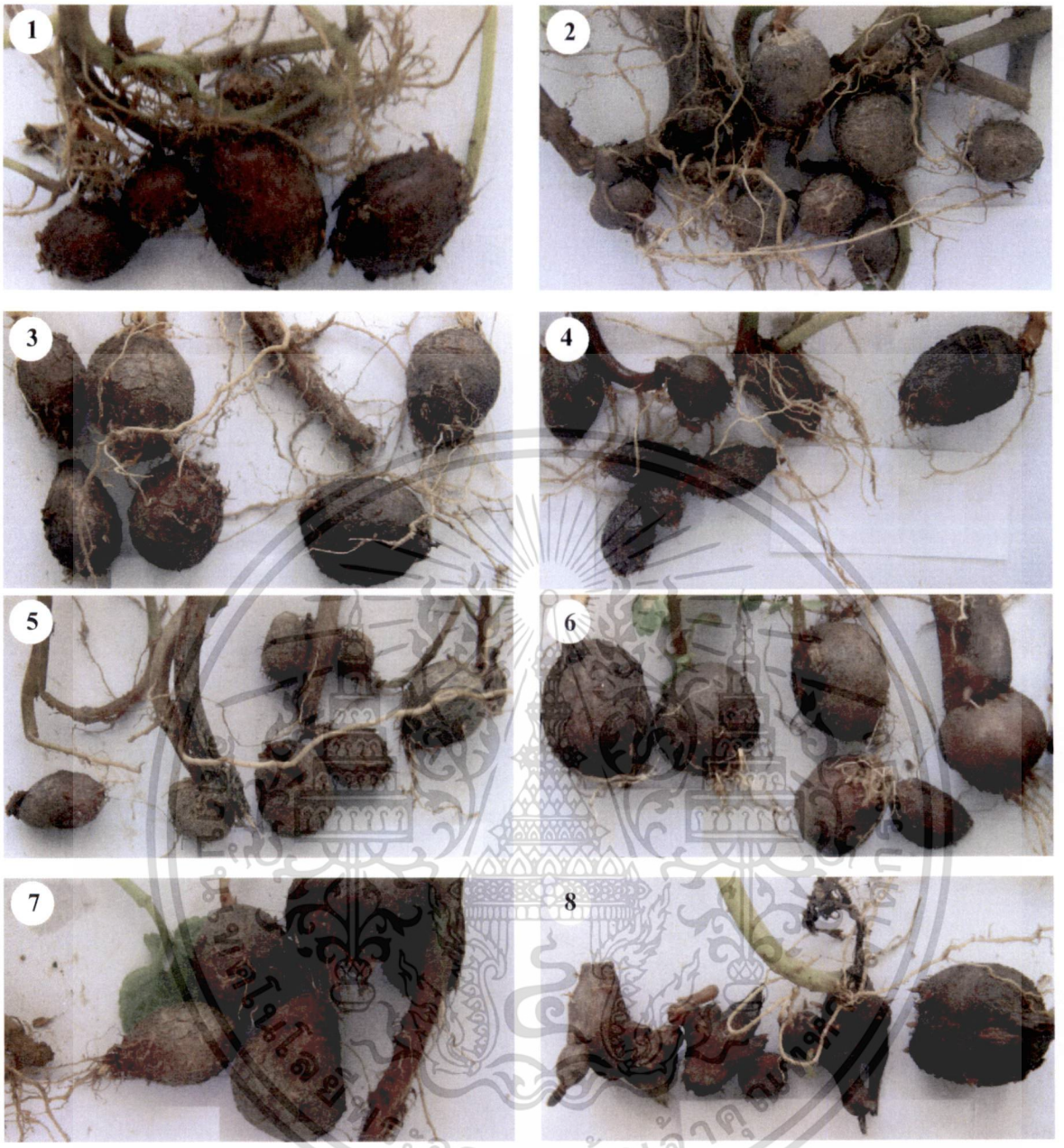
ภาพที่ 7 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 9 ถึง 16 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP09, (2) HP10, (3) HP11, (4) HP12, (5) HP13, (6) HP14, (7) HP15 และ (8) HP16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



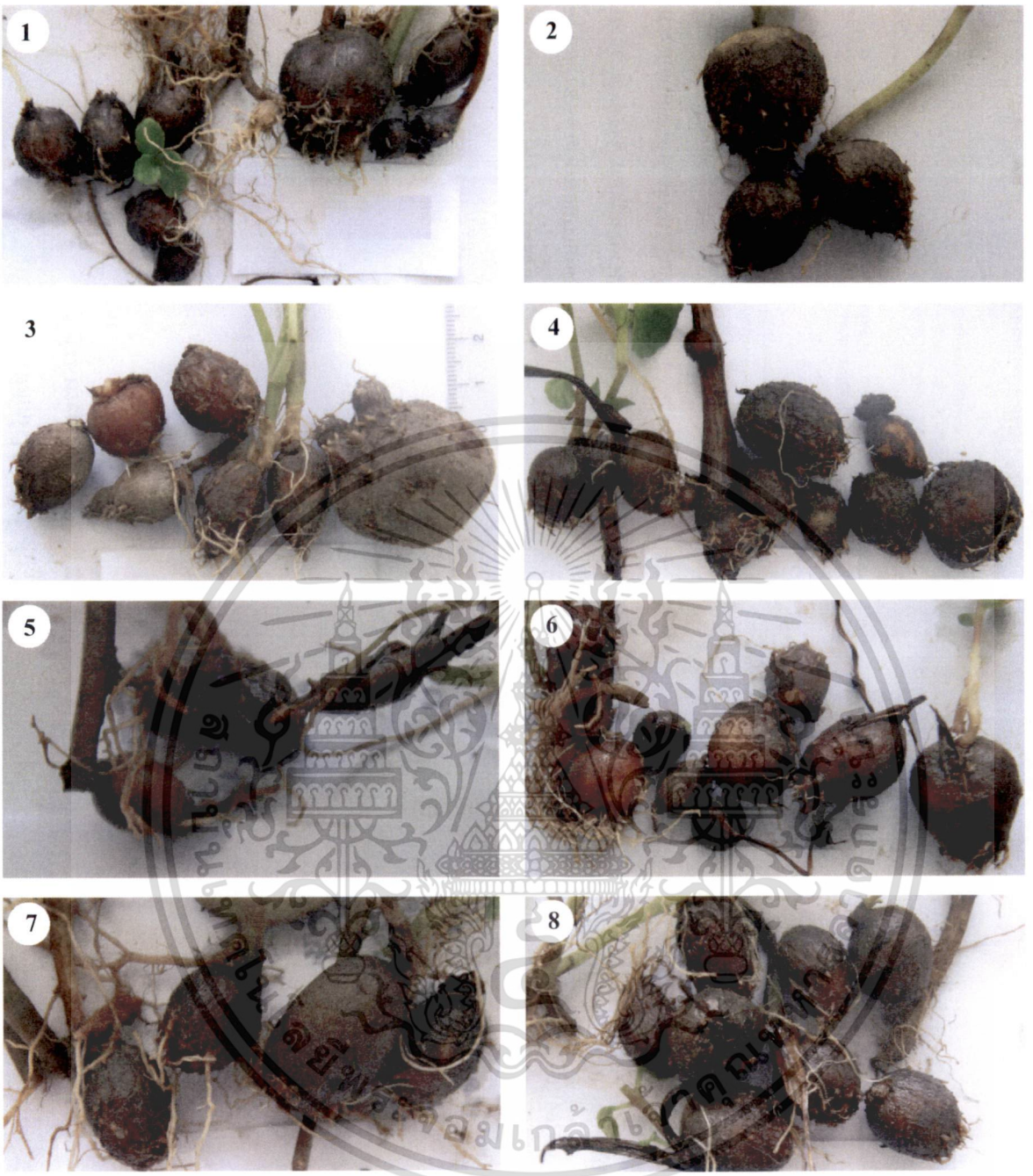
ภาพที่ 8 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 17 ถึง 24 ที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา (1) HP17, (2) HP18, (3) HP19, (4) HP20, (5) HP21, (6) HP22, (7) HP23 และ (8) HP24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



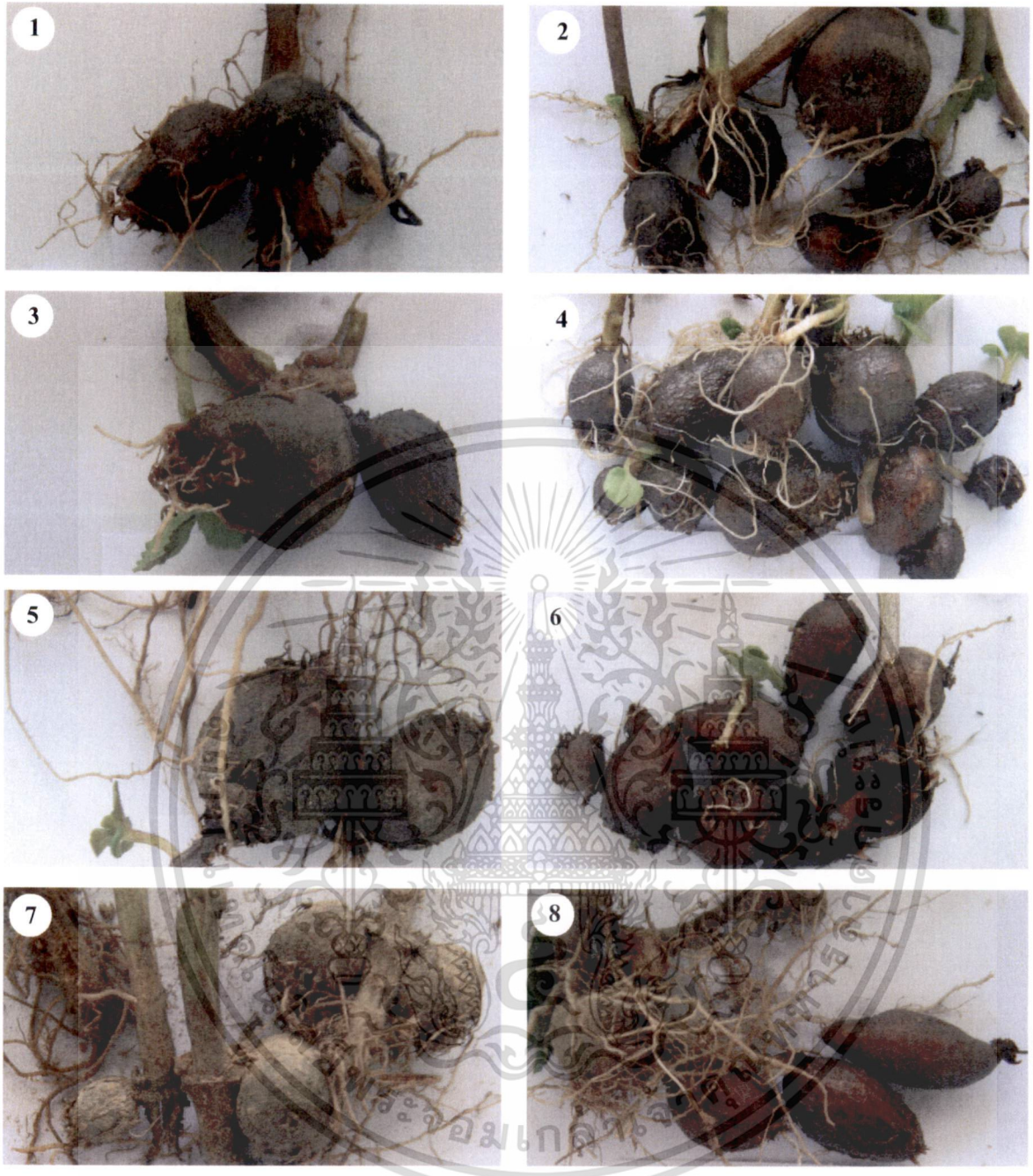
ภาพที่ 9 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 1 ถึง 8 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP01, (2) HP02, (3) HP03, (4) HP04, (5) HP05, (6) HP06, (7) HP06 และ (8) HP08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 9 ถึง 16 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP09, (2) HP10, (3) HP11, (4) HP12, (5) HP13, (6) HP14, (7) HP15 และ (8) HP16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ลักษณะรูปร่างของหัวมันขี้หนูสายพันธุ์ที่ 17 ถึง 24 ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (1) HP17, (2) HP18, (3) HP19, (4) HP20, (5) HP21, (6) HP22, (7) HP23 และ (8) HP24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาผลผลิตหัวมันขี้หนูที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาทั้ง 24 สายพันธุ์ โดยการชั่งน้ำหนักรวมต่อต้น และแยกชั่งน้ำหนักหัวมันขี้หนูที่มีขนาดต่าง ๆ โดยแยกออกเป็น 3 ขนาด คือ หัวขนาดเล็ก หัวขนาดกลาง และหัวขนาดใหญ่ พบว่าขนาดของหัวมันขี้หนูของต้นแม่ที่ปลูกในฤดูปลูก 2551/25552 ไม่มีผลต่อขนาดหัวของมันขี้หนูในต้นลูกที่ได้ ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับฤดูปลูก 2552/2553 ตัวอย่างเช่น สายพันธุ์ HP24 ที่ปลูกในฤดู 2551/2552 ให้ผลผลิตเพียง 44 กรัม และหัวมีขนาดเล็กทั้งหมด แต่เมื่อนำหัวที่มีขนาดดังกล่าวมาปลูกในฤดูต่อมา คือ 2552/2553 พบว่าให้ผลผลิตสูงถึง 1,642 กรัมต่อต้น ซึ่งให้ผลคล้ายกับสายพันธุ์ HP20 และ HP12 ซึ่งให้ผลผลิตในฤดู 2551/2552 เพียง 84.7 และ 162 กรัม แต่ให้ผลผลิตในฤดู 2552/2553 สูงถึง 3,152 และ 2,430 กรัมตามลำดับ ในทำนองเดียวกันสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีกว่าในฤดูปลูก 2551/2552 เช่น สายพันธุ์ HP10 ซึ่งมีผลผลิต 378 กรัมต่อต้น และหัวมีขนาดใหญ่ แต่เมื่อนำมาปลูกในฤดู 2552/2553 ให้ผลผลิตเพียง 83 กรัม และหัวมีขนาดเล็ก หรือสายพันธุ์ HP16 ที่เคยให้ผลผลิตสูงถึง 1,919 กรัมต่อต้นในฤดูปลูกแรก แต่หัวมีขนาดกลางและขนาดเล็ก แต่เมื่อปลูกในฤดูต่อมา พบว่าให้ผลผลิต 486 กรัมต่อต้น และให้หัวที่มีทั้งขนาดใหญ่ กลาง และขนาดเล็ก (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 2) ส่วนมันขี้หนูที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังให้ขนาดหัวใกล้เคียงกันทุกสายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้นที่ปลูกในฤดู 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดใหญ่	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดเล็ก	รวม		
HP01	188	614	424	1,250	54	
HP02	203	750	1,069	2,044	91	
HP03	48	454	1,123	1,642	133	
HP04	149	378	901	1,428	112	
HP05	270	602	667	1,542	79	
HP06	317	341	350	1,117	69	
HP07	297	368	373	1,038	107	
HP08	85	447	1,140	1,692	88	
HP09	263	530	1,398	2,216	63	
HP10	-	36	47	83	102 *	น้ำหนัก 83 กรัม
HP11	286	518	1,111	1,933	51	
HP12	242	636	1,506	2,430	107	
HP13	404	528	447	1,396	50	
HP14	-	320	686	1,017	99	
HP15	-	460	615	1,088	92	
HP16	86	119	254	486	121	
HP17	-	256	754	989	149	
HP18	246	503	893	1,657	58	
HP19	425	554	864	2,034	55	
HP20	498	1,261	1,115	3,152	50	
HP21	245	699	1,215	1,994	103	
HP22	-	297	988	1,319	106	
HP23	238	573	816	1,651	76	
HP24	88	540	1,013	1,642	90	

- หมายถึง ไม่มีข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย RAPD

การหาสภาพที่เหมาะสมในการทำ PCR

จากการทดสอบหาระดับความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการทำเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค PCR โดยการทดสอบความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ 2 ระดับ ได้แก่ 2.5 และ 3.12 มิลลิโมลาร์ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3.12 มิลลิโมลาร์ ให้แถบ DNA ที่ชัดเจน ในขณะที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่ 2.5 มิลลิโมลาร์ ไม่สามารถสังเคราะห์แถบ DNA ได้ ส่วนการทดสอบความเข้มข้นของ *Taq* DNA polymerase 3 ระดับ ได้แก่ 0.5 0.75 และ 1 ยูนิต พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR ใน DNA มันขี้หนู คือ 0.75 ยูนิต การทดสอบความเข้มข้นของ dNTPs 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 200 ไมโครโมลาร์ พบว่าความเข้มข้นของ dNTPs ที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR คือ 200 ไมโครโมลาร์ ส่วนความเข้มข้นที่ระดับ 100 ไมโครโมลาร์ ไม่สามารถสังเคราะห์แถบ DNA ได้ และจากการทดสอบความเข้มข้นของ DNA แม่แบบที่เหมาะสมในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ DNA โดยเปรียบเทียบความเข้มข้น 6 ระดับ ได้แก่ 2.5, 5, 7.5 10, 20 และ 40 นาโนกรัม พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR คือ 2.5 นาโนกรัม เนื่องจากความเข้มข้นที่มากกว่า 2.5 นาโนกรัมให้แถบ DNA ไม่ชัดเจน

การทดสอบหารูปแบบทางพันธุกรรมของมันขี้หนู 24 สายพันธุ์

จากการทำปฏิกิริยา PCR โดยการทดสอบกับไพรเมอร์ RAPD จำนวน 94 ไพรเมอร์ โดยใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมของแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ *Taq* DNA polymerase เข้มข้น 0.75 ยูนิต dNTPs เข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ไพรเมอร์เข้มข้น 500 ไมโครโมลาร์ และ DNA แม่แบบเข้มข้น 2.5 นาโนกรัม เพื่อทดสอบกับ DNA ของมันขี้หนู 5 สายพันธุ์ พบว่ามี 35 ไพรเมอร์ที่ให้แถบ DNA ชัดเจน คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของไพรเมอร์ทั้งหมด และเมื่อคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้แถบ DNA ที่ชัดเจนที่สุด จำนวน 23 ไพรเมอร์ ได้แก่ A-02, A-07, A-09, A-10, A-11, AA-16, AA-17, AB-09, AE-19, AI-02, AL-06, AN-19, AO-18, AT-07, AU-14, AW-07, C-01, C-02, C-11, D-20, H-13, K-07 และ Y-02 มาใช้ในการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูทั้ง 24 สายพันธุ์ พบว่าทั้ง 23 ไพรเมอร์ ให้แถบ DNA ทั้งหมด 151 แถบ จำนวนแถบที่พบอยู่ระหว่าง 3-11 แถบ เฉลี่ยประมาณ 6.6 แถบต่อไพรเมอร์ โดยไพรเมอร์ AL-06 ให้แถบ DNA มากที่สุดคือ 11 แถบ และไพรเมอร์ A-02 ให้แถบ DNA น้อยที่สุดคือ 3 แถบ (ตารางที่ 6) ขนาดของแถบ DNA ที่พบอยู่ในช่วง 0.25 -1.7 กิโลเบส (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตาม ไพรเมอร์ดังกล่าวไม่สามารถระบุความแตกต่างของสายพันธุ์ได้ (ภาพที่ 12 และ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ จำนวนแถบ DNA จากลายพิมพ์ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์

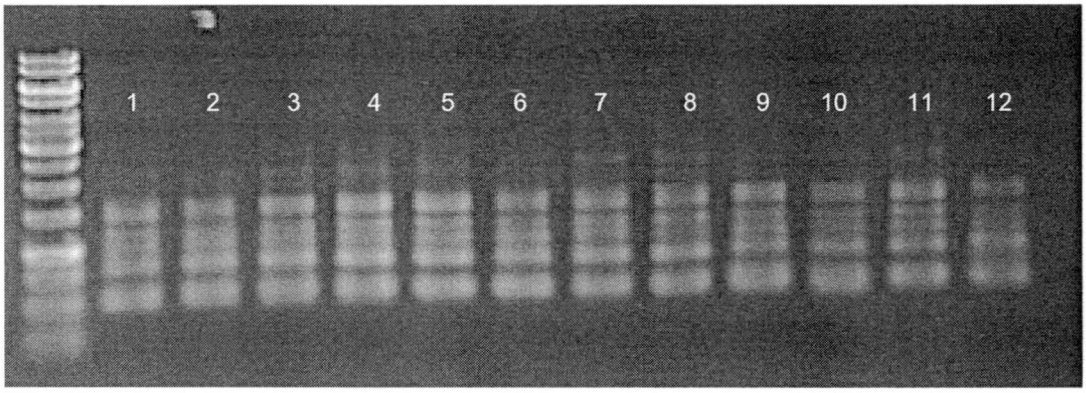
ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	จำนวนแถบ DNA	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	จำนวนแถบ DNA
A-02	TgCCgAgCTg	3	AO-18	gggAgCgCTT	5
A-07	gAAACgggTg	6	AT-07	ACTgCgACCA	8
A-09	gggTAACgCC	6	AU-14	CACCTCgACC	9
A-10	gTgATCgCAg	5	AW-07	AgCCCCCAAg	7
A-11	CAATCgCCgT	7	C-01	TTCAgCCAg	5
AA-16	ggAACCCACA	6	C-02	gTgAggCgTC	5
AA-17	gAgCCCgACT	6	C-11	AAAgCTgCgg	8
AB-09	gggCgACTAC	8	D-20	ACCCggTCAC	7
AE-19	gACAgTCCCT	7	H-13	gACgCCACAC	6
AI-02	AgCCgTTCAg	6	K-07	AgCgAgCAAg	8
AL-06	AAgCgTCCTC	11	Y-02	CATCgCCgCA	6
AN-19	ACCACgCCTT	6			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

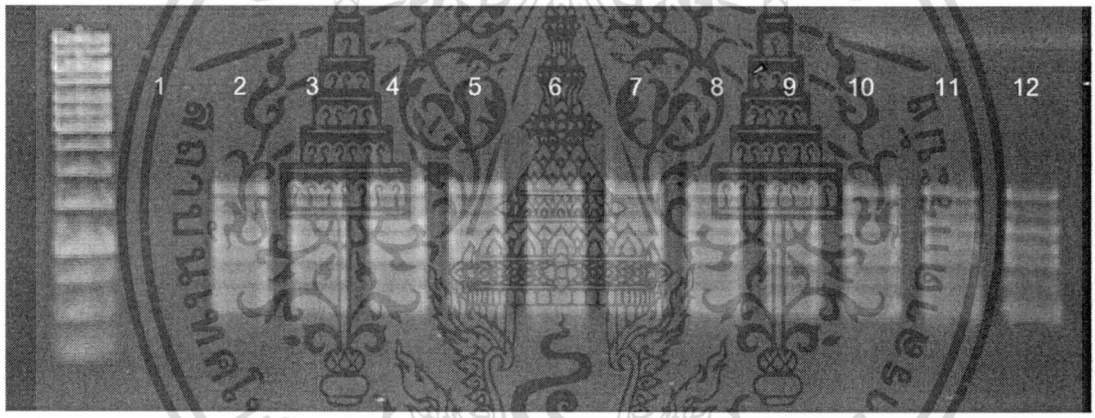
ตารางที่ 7 แถบ DNA ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยไพรเมอร์ 23 ชนิด กับ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์

ไพรเมอร์	จำนวนแถบ	ขนาดของแถบDNA (กิโลเบส)
A-02	3	0.45, 0.68, 0.9
A-07	7	0.5, 0.65, 0.8,1.0, 1.2, 1.5
A-09	6	0.37, 0.65, 0.75, 0.8, 1.25, 1.5
A-10	5	0.37, 0.7, 0.75, 0.8, 1.3
A-11	7	0.37, 0.45, 0.5, 0.6, 0.75, 0.9, 1.0
AA-16	6	0.5, 0.7, 0.75, 0.8, 1.0, 1.3
AA-17	6	0.8, 0.85, 1.1, 1.25, 1.4,1.6
AB-09	8	0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.75, 0.87, 1.0, 1.4
AE-19	7	0.2, 0.4, 0.6, 0.7,0.8, 0.95, 1.2
AL02	6	0.4, 0.55, 0.7, 1.0, 1.1, 1.2
AL-06	11	0.37, 0.4, 0.5, 0.55, 0.6, 0.65, 0.7, 0.75, 0.87, 1.12, 1.25
AN-19	7	0.48, 0.75, 0.8, 0.85, 0.95, 1.1, 1.7
AT-07	8	0.37, 0.4, 0.45, 0.5, 0.6, 0.75, 0.87, 1.0
AU-14	9	0.37, 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6, 0.7, 0.9, 1.0
AO-18	5	0.8, 0.9, 1.1, 1.2, 1.4
AW-07	7	0.25, 0.6, 0.8, 0.85, 0.9, 1.0, 1.1
C-01	5	0.9, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6
C-02	5	0.37, 0.6, 0.65, 0.87, 1.0
C-11	8	0.5, 0.6, 0.65, 0.7, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5
D-20	7	0.7, 0.75, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.5
H-13	6	0.8, 0.9, 0.95, 1.1, 1.2, 1.7
K-07	8	0.37, 0.4, 0.5, 0.55, 0.6, 0.65, 0.87, 1.12
Y-02	6	0.5, 0.7, 0.75, 1.0, 1.2, 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ AW-07 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12



ภาพที่ 13 รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ AE -19 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย ISSR

การหาสภาพที่เหมาะสมในการทำ PCR

จากการทดสอบความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ 2 ระดับ ได้แก่ 2.5 และ 3.12 มิลลิโมลาร์ พบว่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR ใน DNA มันขี้หนู คือ 3.12 มิลลิโมลาร์ ซึ่งให้แถบ DNA ที่ชัดเจน ในขณะที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่ 2.5 มิลลิโมลาร์ ไม่สามารถสังเคราะห์แถบ DNA ได้ และการทดสอบความเข้มข้นของ *Taq* DNA polymerase 3 ระดับ ได้แก่ 0.5, 0.75 และ 1 ยูนิต พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR ใน DNA มันขี้หนู คือ 1 ยูนิต ส่วนในความเข้มข้นของ *Taq* DNA polymerase 0.5 c]t 0.75 ยูนิต เกิดแถบ DNA ไม่ชัดเจน ส่วนการทดสอบความเข้มข้นของ dNTPs 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 200 ไมโครโมลาร์ พบว่าความเข้มข้นของ dNTPs ที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR คือ 100 ไมโครโมลาร์ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 200 ไมโครโมลาร์ ไม่สามารถสังเคราะห์แถบ DNA ได้ และจากการทดสอบความเข้มข้นของ DNA แม่แบบที่เหมาะสมในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ DNA โดยเปรียบเทียบความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 2.5, 5 และ 7.5 นาโนกรัม พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำ PCR คือ 7.5 นาโนกรัม เนื่องจากความเข้มข้นที่ระดับ 5 นาโนกรัมให้แถบไม่ชัดเจน และที่ระดับความเข้มข้น 2.5 นาโนกรัมไม่ปรากฏแถบ DNA

การทดสอบหารูปแบบทางพันธุกรรมของมันขี้หนู 24 สายพันธุ์

จากผลการทดลองทำปฏิกิริยา PCR โดยการทดสอบกับไพรเมอร์ ISSR จำนวน 33 ไพรเมอร์ จากผลการทดลองเตรียมส่วนผสมในการทำปฏิกิริยา PCR โดยนำความเข้มข้นที่เหมาะสมของแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ *Taq* DNA polymerase เข้มข้น 1 ยูนิต dNTPs เข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ไพรเมอร์ เข้มข้น 500 ไมโครโมลาร์ และ DNA แม่แบบเข้มข้น 7.5 นาโนกรัม เพื่อทดสอบกับ DNA ของมันขี้หนู 5 สายพันธุ์ พบว่ามี 10 ไพรเมอร์ที่ให้แถบ DNA ชัดเจน คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของไพรเมอร์ทั้งหมด ได้แก่ ISSR-4, ISSR-5, ISSR-6, ISSR-12, ISSR-13, ISSR-15, ISSR-16, ISSR-21, ISSR-23 และ ISSR-31 และเมื่อนำไพรเมอร์ทั้ง 10 ไพรเมอร์มาใช้ในการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูทั้ง 24 สายพันธุ์ พบว่าให้แถบ DNA ทั้งหมด 44 แถบ จำนวนแถบที่พบอยู่ระหว่าง 3-6 แถบ เฉลี่ยประมาณ 4.4 แถบต่อไพรเมอร์ โดยไพรเมอร์ ISSR-31 ให้แถบ DNA มากที่สุดคือ 6 แถบ และไพรเมอร์ ISSR-4 ให้แถบ DNA น้อยที่สุดคือ 3 แถบ (ตารางที่ 8) ขนาดของแถบ DNA ที่พบอยู่ในช่วง 0.3 -1.75 กิโลเบส (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตามไพรเมอร์ทั้งหมดไม่สามารถระบุความแตกต่างของสายพันธุ์ได้ (ภาพที่ 14)

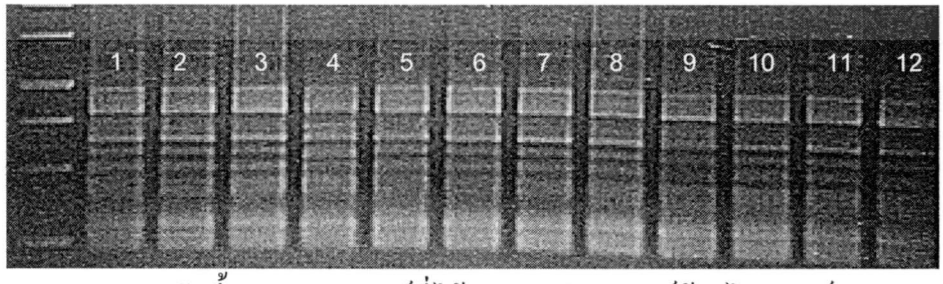
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ จำนวนแถบ DNA จากลายพิมพ์ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์

ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	จำนวนแถบ DNA	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	จำนวนแถบ DNA
ISSR-4	$[GA]_9$ AT	3	ISSR-15	$[GA]_9$ C	4
ISSR-5	$[CCT]_9$ T	4	ISSR-16	$[AAC]_6$ T	4
ISSR-6	$[GA]_9$ T	5	ISSR-21	$[GA]_9$ C	4
ISSR-12	$[GA]_9$ AC	5	ISSR-23	$[AG]_8$ C	5
ISSR-13	$[GA]_4$	4	ISSR-31	$[AGC]_5$ GA	6

ตารางที่ 9 แถบ DNA ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยไพรเมอร์ 10 ชนิด กับ DNA มันขี้หนู 24 สายพันธุ์

ไพรเมอร์	จำนวนแถบ DNA	ขนาดของแถบ DNA (กิโลเบส)
ISSR-4	3	0.5, 0.85, 1.0
ISSR-5	4	0.625, 0.75, 1.0, 1.5
ISSR-6	5	0.5, 0.6, 0.65, 0.8, 0.95
ISSR-12	5	0.625, 0.7, 0.8, 0.9, 1.4
ISSR-13	4	0.3, 0.5, 0.8, 1.75
ISSR-15	4	0.5, 0.625, 0.75, 1.025
ISSR-16	4	0.4, 0.55, 1.15, 1.4
ISSR-21	4	0.5, 0.75, 1.050, 1.75
ISSR-23	5	0.5, 0.67, 1.0, 1.05, 1.45
ISSR-31	6	0.45, 0.5, 0.75, 0.8, 1.25, 1.45



ภาพที่ 14 รูปแบบ DNA ของมันขี้หนู 12 สายพันธุ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยไพรเมอร์ ISSR-6 (1) HP1, (2) HP2, (3) HP3, (4) HP4, (5) HP5, (6) HP6, (7) HP7 (8) HP8, (9) HP9, (10) HP10, (11) HP11 และ (12) HP12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการเก็บรวบรวมหัวมันขี้หนูจากจังหวัดต่าง ๆ ของภาคใต้ในพื้นที่ที่มีการปลูกมันขี้หนู 17 แหล่ง มาปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลามาปลูกในแปลงเดียวกันเพื่อให้มันขี้หนูทุกต้นสามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาเมื่อได้รับสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน แต่เมื่อศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่าง ๆ ได้แก่ สีของลำต้น สีของก้านใบ สีของใบ สีของก้านช่อดอก และสีของกลีบดอกแล้วพบว่า ทุกต้นมีสีของลำต้น ก้านใบ และก้านช่อดอกเป็นสีเขียวอ่อน ใบมีสีเขียว และกลีบดอกเป็นสีม่วงอ่อนเหมือนกันทั้งหมด ไม่สามารถแยกได้โดยอาศัยลักษณะดังที่กล่าวมาได้เลย ให้ผลแตกต่างจากรายงานของ Opoku-Agyeman *et al* (2004) ซึ่งได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของมันขี้หนูในประเทศกานา (Ghana) จำนวน 56 สายพันธุ์ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 13 ลักษณะ สามารถระบุความแตกต่างของสายพันธุ์และสามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์มันขี้หนูทั้ง 56 สายพันธุ์ออกเป็น 9 กลุ่ม จากการศึกษาลักษณะสีของลำต้น ถึงแม้จะพบว่าลำต้นส่วนใหญ่มีสีเขียวอ่อนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสายพันธุ์ทั้งหมด แต่ก็พบว่าสายพันธุ์อื่นมีลำต้นสีอื่น ๆ ปรากฏด้วยเช่นกัน ได้แก่ ลำต้นสีเขียวเหลือง สีเขียว และสีม่วง นอกจากนี้ยังอาจพบการปรากฏสีของแอนโทไซยานินซึ่งเป็นจัดเป็นสีที่สองของลำต้นซึ่งพบด้านในด้านหนึ่ง สองด้านติดกัน หรือสองด้านตรงกันข้ามของลำต้น ซึ่งพบการเกิดสีที่สองของลำต้นในสายพันธุ์ของประเทศกานาที่ศึกษาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์มันขี้หนูในประเทศไทยที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีสีเขียวอ่อนทั้งหมด และไม่พบการปรากฏของสีที่สองเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ๆ ของลำต้น ส่วนการศึกษาลักษณะของใบ ให้ผลเหมือนกับสายพันธุ์ของประเทศกานา ซึ่งพบว่ารูปร่างของใบมันขี้หนูพบว่ามีเพียงแบบเดียวคือใบรูปไข่ ปลายใบแหลม และขอบใบหยัก แต่ความแตกต่างของสายพันธุ์ของประเทศกานาสามารถจำแนกได้จากสีของใบ ซึ่งมีสีเขียวหลายเฉดสี ได้แก่ สีเขียวอ่อน เขียวเหลือง เขียว และเขียวโอลีฟ (olive green) โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์มีสีเขียว และพบสีที่สองของแอนโทไซยานินปรากฏบนใบซึ่งมีมากประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสายพันธุ์ โดยตำแหน่งที่พบคือ ใบปลายยอด ปลายใบ ขอบใบ หรือกลางใบ แต่สายพันธุ์ที่ของประเทศไทยทั้งหมดมีมีเขียวและไม่พบการปรากฏของสีแอนโทไซยานินบนใบเลย อย่างไรก็ตามจากการปลูกในฤดู 2552/2553 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา สังเกตพบว่าสายพันธุ์ HP04 และ HP23 มีสีที่แตกต่างไปจากสายพันธุ์อื่น ๆ คือใบมีสีเขียวโอลีฟ (ภาพภาคผนวกที่ 2) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังพบว่ามีสีเขียวเพียงเฉดเดียวเหมือนกันทั้งหมด (ภาพที่ 5) สำหรับลักษณะสีของก้านดอก สีของกลีบดอกและการออกดอกของมันขี้หนูที่ทำการศึกษาในครั้งนี้พบว่าต้นมันขี้หนูที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลามีการออกดอกเพียง 18 ต้น จากจำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมด 170 ต้น หรือคิดเป็น 10.6 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่เริ่มมีการพัฒนาดอกมีฝนตกชุกมากทำให้ต้นมันขี้หนูมีการแตกยอดและมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมาก แต่จากการสังเกตต้นแม่ที่เป็นแหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรวบรวมมันขี้หนูพบว่าสามารถออกดอกได้ทุกสายพันธุ์ที่ได้เก็บรวบรวมมา ก้านดอกมีสีเขียวอ่อน และกลีบดอกมีสีม่วงอ่อน มีดอกจำนวนมาก และดอกบานเมื่อพัฒนาเต็มที่ แต่หลังจากนั้นดอกก็จะร่วงหล่นไม่สามารถพัฒนาเมล็ดได้ แสดงว่ามันขี้หนูที่ได้เก็บรวบรวมมาไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเรื่องความสามารถในการออกดอก ส่วนสายพันธุ์มันขี้หนูของประเทศกานาที่สามารถออกดอกและให้ดอกจำนวนมากต่อช่อมากถึง 66 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นที่ออกดอกทั้งหมดจะพบว่ามีต้นที่ดอกไม่บานสูงถึง 46 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความหลากหลายทั้งเรื่องของสีของก้านดอก คือมีสีเขียวประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลืออีกประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์เป็นสีเขียวน้ำตาล และสีน้ำตาลม่วง และสีของกลีบดอกพบว่ามีทั้งสายพันธุ์ที่มีกลีบดอกสีม่วงอ่อน (25 เปอร์เซ็นต์) และสายพันธุ์ที่มีกลีบดอกสีม่วง (15 เปอร์เซ็นต์) สำหรับลักษณะสัณฐานของส่วนหัวที่สังเกตพบจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สีผิว และสีเนื้อ พบว่าหัวมันขี้หนูมีสีผิวของหัวเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกือบดำและมีเนื้อเป็นสีขาวทั้งหมด ซึ่งสีผิวของหัวอาจมีเฉดของสีน้ำตาลที่แตกต่างกันตามอายุของหัวและสภาพของดิน จากการสังเกตสีผิวของหัวที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาทั้งหมดจะมีสีน้ำตาล ในขณะที่สีผิวของหัวที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจะมีสีน้ำตาลเข้มถึงน้ำตาลดำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพดินที่ใช้ปลูกมันขี้หนูทั้งสองสถานที่แตกต่างกัน โดยมันขี้หนูที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาปลูกในสภาพแปลงทดลอง ดินเป็นดินร่วนสีน้ำตาลอ่อน ส่วนมันขี้หนูที่ปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปลูกในกระถางและในโรงเรือน โดยใช้ดินผสมที่ประกอบด้วยดินร่วนกับเถ้าแกลบ ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจมีผลทำให้มันขี้หนูที่ปลูกทั้งสองที่แสดงเฉดของสีผิวที่แตกต่างกันไม่ได้เกิดจากความแตกต่างทางพันธุกรรมแต่อย่างใด ส่วนสายพันธุ์มันขี้หนูของประเทศกานาที่ได้ศึกษาโดย Opoku-Agyeman *et al* (2004) พบว่ามันขี้หนูมีสีผิวหลากหลาย ได้แก่ สีเทาส้ม น้ำตาลแดง น้ำตาลเทา น้ำตาล น้ำตาลม่วง และสีดำ โดยพบว่าสายพันธุ์ส่วนใหญ่ (26 เปอร์เซ็นต์) มีสีน้ำตาลม่วง สำหรับสีเนื้อพบว่ามีสีขาวเช่นเดียวกันกับสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทย จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งหมดของมันขี้หนูในประเทศไทย พบว่า มีเพียงลักษณะรูปร่างและขนาดของหัวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างดังกล่าวเป็นความแตกต่างภายในสายพันธุ์ไม่ใช่ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ คือผลผลิตหัวในต้นเดียวกันมีทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กผสมกันทุกต้น และหัวมีหลายรูปร่างภายในต้นหนึ่ง เช่น อาจพบทั้งหัวรูปกระสวย รูปกระบอก และรูปยาว และแต่ละรุ่นที่ปลูกในสายพันธุ์เดียวกันก็อาจให้หัวที่มีรูปร่างแตกต่างกันได้ เช่นสายพันธุ์ HP05 ซึ่งได้จากแหล่งปลูกสุไหงโกลกที่เดิมมีหัวกลมและค่อนข้างกลม (ภาพที่ 3) เมื่อนำมาปลูกที่ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลาทั้งในฤดูปลูก 2551/2552 และ 2552/2553 ให้หัวส่วนใหญ่เป็นรูปกระสวยป้อม (ภาพที่ 6) หรือสายพันธุ์ HP14 ซึ่งเดิมมีหัวรูปหยดน้ำ เมื่อปลูกปี 2551/2552 ก็ยังให้หัวรูปหยดน้ำ แต่เมื่อปลูกในปี 2552/2553 ให้หัวรูปกระสวย (ภาพที่ 7) ซึ่งจากการสังเกตลักษณะของหัวมันขี้หนูทั้งสองฤดูปลูก พบว่าลักษณะหัวรูปกระสวยเป็นลักษณะที่พบมากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังพบว่าทุกสายพันธุ์ให้หัวรูปกลมและรูปหยดน้ำ (ภาพที่ 9, 10 และ 11) ซึ่งการที่มันขี้หนูให้หัวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดและรูปร่างต่างกันมักเกิดจากปัจจัยภายนอกเข้ามามีส่วนร่วม ได้แก่ ความลึกของหน้าดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณและความรุนแรงของฝน และความแห้งแล้ง (Opoku-Agyeman *et al.*, 2004) นอกจากนี้แล้วรูปร่างของหัวที่เกิดตรงตำแหน่งต่างกันของลำต้นก็มีรูปร่างที่ค่อนข้างจะแตกต่างกันด้วย รวมทั้งหัวที่ลอยอยู่ในอากาศกับหัวที่ฝังมิดลงไปในดินก็มีรูปทรงแตกต่างกัน ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Vimala and Nambisan (2005) ที่รายงานว่าขนาดของหัวระหว่างสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มักพบความแตกต่างทางสถิติภายในสายพันธุ์ และจากการศึกษามันขี้หนูจำนวน 87 สายพันธุ์ ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์มากนัก (Vimala , 1994)

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค RAPD และ ISSR พบว่าทั้งสองเทคนิคสามารถให้แถบ DNA ที่ชัดเจน แต่ไม่สามารถระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูทั้ง 24 สายพันธุ์ได้ จึงอาจเป็นไปได้ที่มันขี้หนูในประเทศไทยไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมหรือมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยมาก เนื่องจากมันขี้หนูเป็นพืชที่มีการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนของลำต้น และเป็นพืชที่เป็นหมันจึงมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมน้อย (Vimala and Nambisan, 2005) หรืออาจเป็นเพราะว่าทั้งไพรเมอร์ RAPD และ ISSR ที่ใช้อยู่นี้ยังไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบความแตกต่างของแถบ DNA ระหว่างสายพันธุ์ได้ หรืออาจจะมีความแตกต่างของ DNA แต่อาจจะแตกต่างในระดับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งเทคนิคทั้งสองที่ทำการศึกษาไม่สามารถตรวจสอบความแตกต่างได้ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปจึงควรใช้เทคนิคที่สามารถตรวจสอบได้ละเอียดมากขึ้น เช่น AFLP เป็นต้น นอกจากนี้ในการพัฒนาพันธุ์มันขี้หนูควรจะต้องเพิ่มฐานพันธุกรรมให้มากขึ้นอาจจะโดยการนำเข้าพันธุกรรมจากต่างประเทศ หรือการใช้เทคนิคการกลายพันธุ์เพื่อสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมให้มากขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดของหัว (Nkansah, 2004) ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการมากที่สุดในการปรับปรุงพันธุ์มันขี้หนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากผลการศึกษาการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 10 ลักษณะ ได้แก่ สีของลำต้น สีของใบ สีของก้านใบ สีของก้านช่อดอก สีของกลีบดอก การบานของดอก สีผิวของหัว สีเนื้อของหัว ขนาดของหัว และรูปร่างของหัว และเครื่องหมายโมเลกุล 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องหมาย RAPD และ ISSR ในการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันขี้หนูที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่ปลูกมันขี้หนู 17 แหล่งในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ จำนวน 24 สายพันธุ์ พบว่าทุกลักษณะไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ ซึ่งสันนิษฐานจากการทดลองครั้งนี้ว่ามันขี้หนูในประเทศไทยไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม หรือมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้จากเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิระ สุวรรณประเสริฐ, สมรรถ จันทะโร และอดิศักดิ์ คำนวณศิลป์. 2534. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์มันขี้หนู, น. 10. *ใน* รายงานประจำปี 2534. สถานีทดลองพืชไร่สงขลา, สงขลา.

จิระ สุวรรณประเสริฐ, สมรรถ จันทะโร และอดิศักดิ์ คำนวณศิลป์. 2535. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์มันขี้หนู, น. 16. *ใน* รายงานประจำปี 2535. สถานีทดลองพืชไร่สงขลา, สงขลา.

จิระ สุวรรณประเสริฐ. 2536. การผลิตมันพื้นเมืองภาคใต้ : มันขี้หนู. *ใน* กองฝึกอบรม กรมส่งเสริมการเกษตร, ผู้รวบรวม. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรพืชเศรษฐกิจสำคัญในท้องถิ่น. วันที่ 25-28 เมษายน 2536 ณ โรงแรมกาลพฤกษ์ จ.สุพรรณบุรี. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จิระ สุวรรณประเสริฐ. 2542. มันขี้หนู. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องทิศทางการผลิตพืชไร่ภาคใต้ในทศวรรษหน้า. วันที่ 9-10 มิถุนายน 2542 ณ โรงแรมเจบี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา, สงขลา. (อัดสำเนา)

ฎายิน ทัศนเสถียร. 2543. คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งมันขี้หนู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทอด สุวรรณคีรี. 2529. สารานุกรมวัฒนธรรมภาคใต้. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา, สงขลา.

สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และสุภิญญา ติ๋วตระกูล. 2548. องค์ประกอบเคมีในน้ำมันหอมระเหยและฤทธิ์ทางชีวภาพของใบมันขี้หนู (*Coleus parvifolius*). วารสารสงขลานครินทร์. 27 (ฉบับพิเศษ 2) : 497-502.

Allemann, J., S.M. Laurie, S. Thiart and H.J. Vorster. 2004. Sustainable production of root and tuber crops (potato, sweet potato, indigenous potato, cassava) in Southern Africa. S. Afr. J. Bot. 70:60-66.

Akaki, H., Y. Yokozeki, A. Inagaki, A. Nakamura and T. Fujimura. 1996. A co-dominant DNA marker closely linked to the rice nuclear restorer gene, *Rf-1*, identified with inter-SSR fingerprinting. Genome 39:1205-1209.

Anil, S.R. and M.S. Palaniswami. 2008. Botany, physiology and biodiversity. Pp.41-84. *In* M.S. Palaniswami and K.V. Peter (eds). Tuber Root Crops. Horticulture Science Series 09.

Ammiraju, J.S.S., B.B. Dholakia, D.K. Santra, H. Singh, M.D. Lagu, S.A. Tamhankar, H.S. Dhaliwal, V.S. Rao, V.S. Gupta and P.K. Ranjekar. 2001. Identification of inter simple sequence repeat (ISSR) markers associated with seed size in wheat. Theor. Appl. Genet. 102:726-732.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arzani, A. and K. Samei. 2004. Assessment of genetic diversity among Persian clover cultivars as revealed by RAPD markers. Gen. Var. for Pl. Breed. 85-88.

Blench, R. 2004. Lesser-known African tuber crops and their role in prehistory. Available source : http://homepage.ntlworld.com/roger-blench/PBOP.htm, December 28, 2004.

Edisom, S., M. Unnikrishnan, B. Vimala, S.V. Pillai, M.N. Sheela, M.T. Sreekumari and K. Abraham. 2006. Biodiversity of Tropical Tuber Crops in India. Central Tuber Crops Institute, Sreekariyam, Thiruvananthapuram, India.

ITIS, 2006. *Solenostemon rotundifolius* (Poiret) J.K. Morton ; Taxonomic Serial No. 506021. ITIS Report. Available source : http://www.itis.usda.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506021, June 5, 2006.

George. T.E. 2008. Tuber delicipus koorka. Kerela Calling. 6:38. Available source : http://www.kerela.org.in/kerelacal_apr08/pg38.pdf, December 17, 2010.

Gopalakrishnan, T.R. 2007. Vegetable rops. Horticulture Science Vol 4:287-289. New India Publishing Agency. Pitam Pura, New Delhi.

Kay, D.E. 1987. Crop and Product Digest No.2 Root Crops. Tropical Development and Research Institute, London.

Kishirekumar, A., C.A. Jaleel, P. Manivannan, B. Sankar, R. Sridharan and R. Panneerselvam. 2007. Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of *Selenostemon rotundifolius*. Colloids and Surfaces B. Biointerfaces. 60:207-212.

Li, C.D., B.G. Rossnagal and G.J. Scoles. 2000. The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena* species and oat cultivars. Theor. Appl. Genet. 101: 1259-1268.

Lukhoba, C.W., M.S.J. Simmonds and A. J. Paton. 2006. *Plectranthus* : A review of etnobatanical uses. J. of Ethnopharmocology. 103:1-24.

Martin, J.P. and M.D. Sanchez-Yelamo. 2000. Genetic relationship among species of the genus *Diplotaxis* (*Brassicaceae*) using inter-simple sequence repeat markers. Theor. Appl. Genet. 101:1234-1241.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTILINGUAL MULTISCRIPT PLANT NAME DATABASE, 2006. Sorting Plectranthus names. Available source : http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Plectranthus.html, June 5, 2006.

Nkansah, G.O., 2004. *Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J.K.Morton. Available source : http://database.prota.org/search.htm, December 20, 2010.

Opoku-Agyeman, M.O, S.O. Bennett-Lartey, R.S. Vodouhe, C. Osei, E. Quarcoo, S. K. Boateny and E.A. Osekere. 2004. Morphological characterization of frafra potato (*Solenostemon rotundifolius*) germplasm from the savannah regions of Ghanan. J. of the Ghana Science Association. 6:65-72.

Palaniswami, M.S. and S.R. Anil. 2008. Biochemical constituents and pharmaceutical and nutraceutical values. Pp. 85-118. *In* M.S. Palaniswami and K.V. Peter (eds). Tuber Root Crops. Horticulture Science Series 09.

Parkia, M. and J.A. Cooke. 2003. The ethnobotany of the Midzichenda tribes of the coastal forest areas in Kenya : 2 Medicinal plant uses. S.Afr.J.Bot. 69:382-395.

Pipithsangchan, S., T. Butpha, P. Palintorn, S. Yuenyongsawad and S. Subhadhirasakul. 2000. Study on activity of some indangenous plants of Southern Thailand on the mortality of dimondback moth. Songkhlanakarin J. Sci. Technol. 22(4) : 447-455.

Prevost, A. and M. J. Wikinson. 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. Theor. Appl. Genet. 98: 107-112.

Qian, W., S. Ge and D. Y. Houng. 2001. Genetic variation within and among populations of a wild rice *Oryza granulate* from China detected by RAPD and ISSR markers Theor. Appl. Genet. 102: 440-449.

Ramachandran, K. 1967. Cytology of the genus Coleus. Cytologia. 32:474-480.

Ratnaparke, M.B., D.K. Santra, A. Tullu and F.J. Muehlbeur. 1998. Inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphism and linkage with a fusarium wilt resistance gene in chickpea. Theor. Appl. Genet. 96:48-353.

Ricciardi, L., V. Giorgio, C. D. Giovanni, C. Lotti, A. Gallotta and G. Fanizza. 2002. The genetic diversity of Apulian apricot genotypes (*Prunus armeniaca* L.) assessed using AFLP markers. Cell. Mol. Biol. Let. 7:431-436.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schoeninger, M.J., H.T. Bunn, S.S. Murray and J.A. 2000. Composition of tubers used by Hadza Foragers of Tanzania. J. of Food Composition and Analysis. 13:1-11. Available source : http://www.idealibrary.com, October 14, 2009.

Shen, Y., H. J. Newburry and B. V. Ford-Lloyd. 1998. Identification of taxa in the genus *Beta* using ITS1 sequence information. Plant. Mol. Biol. Rep. 16: 147-155.

Singh, A. K., M. Singh, A. K. Singh, R. Singh, S. Kumar and G. Kalloo. 2006. Genetic diversity within the genus *Solanum* (Solanaceae) as revealed by RAPD markers. Curr. Sci. 90:711-716.

Singh, S.B. and B.K. tripathi. 1985. Genetic divergence in pea. Ind. J. Genet. Pl. Breed. 2:389-393.

Smith, J.S.C. and O.S. Smith. 1989. The description and assessment of distance between inbred lines of maize: The utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. Maydica 34:151-161.

Tewtrakul, S., H. Miyashiro, N. Nakamura, M. Hattori, T. Kawahata, T. Otake, T. Yoshinaga, T. Fujiwara, T. Supavita, S. Yuenvongsawad, P. Rattanasuwon and S. Dej-Adisai. 2003. HIV-1 integrase inhibitory substances from *Coleus parvifolius*. Phytother Res. 17(3) : 232-239.

Tindall, H.D. 1983. Vegetables in the Tropics. The Macmillan Press Ltd. Handsmille Bamsingstoke Kampshine RG.

USDA-NRCS. 2006. *Solenostemon rotundifolius* (Poiret) J.K. Morton ; hausa potato. PLANTS Profile. Available source : http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=SORO5, June 5, 2006.

Vasudevan, K.N., J.S. Jos and M.L. Magoon. 1967. Studies on desynapsis in coleus. J. Cytol. Genet. 1:67-69.

Vimala. B. 1994. 'Sree Dhara' - selection from Chinese patato (*Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J.K. Morton. J. Root Crops. 20:31-34.

Vimala. B. and B. Nambisan. 2005. Tropical Minor Tuber Crops. Central Tuber Crops Research Institute. Kerala, India.

Waugh, R. and W. Powell. 1992. Using RAPD markers for crop improvement. Trends in Biot. 10:186-191.

Willaims, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 18:6531-6535.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yuenyonsawad, S. and S. Tewtrakul. 2005. Essential oil components and biological activities of *Coleus parvifolius* leaves. Songklanakarin J. Sci. Technol. 27:497-502.

Zietkiewicz, E., J.A. Rafalski and D. Labuda. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification. Genome 20:176-183.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 วันที่พบการเริ่มออกดอกของต้นมันขี้หนูในฤดูปลูก 2551/2552 ที่ได้จากการเก็บรวบรวมหัวมันขี้หนูในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ 17 แหล่ง

แถวที่	ต้นที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4				11 กย.		11 กย.		11 กย.	4 กย.	
5										
6										
7						11 กย.				
8										
9		4 กย.	4 กย.		11 กย.	11 กย.		11 กย.		
10				11 กย.	11 กย.				11 กย.	
11	11 กย.									
12				12 กย.						
13										
14										
15						12 กย.				
16	19 กย.									
17			21 กย.							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
1 - 1	594	116	26	736	164	
1 - 2	797	64	-	861	155	
1 - 3	805	35	-	840	297	
1 - 4	348	100	116	448	221	
1 - 5	522	-	-	522	346	
1 - 6	322	97	-	419	205	
1 - 7	269	10	-	279	338	
1 - 8	188	-	-	188	(119)	188 กรัม
1 - 9	59	58	-	117	(85)	117 กรัม
1 - 10	355	26	-	381	275	
2 - 1	1,352	62	-	1,414	188	
2 - 2	714	224	-	938	258	
2 - 3	764	145	-	909	290	
2 - 4	407	-	-	407	308	
2 - 5	568	-	-	568	458	
2 - 6	589	24	-	613	355	
2 - 7	432	138	-	570	233	
2 - 8	209	-	-	209	300	
2 - 9	265	-	-	265	356	
2 - 10	1,083	205	-	1,288	200	
3 - 1	842	134	-	976	162	
3 - 2	188	40	-	228	178	
3 - 3	662	104	-	766	218	
3 - 4	411	185	-	596	105	
3 - 5	425	187	-	612	103	
3 - 6	555	138	-	693	147	
3 - 7	288	23	-	311	252	
3 - 8	249	123	36	372	150	
3 - 9	441	338	56	779	139	
3 - 10	519	200	-	251	117	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
4 - 1	742	958	332	2,032	111	
4 - 2	519	108	-	627	205	
4 - 3	747	385	94	1,226	157	
4- 4	522	164	36	722	214	
4 - 5	482	514	95	1,091	85	
4 - 6	619	139	61	819	153	
4 - 7	759	442	413	1,614	70	
4 - 8	305	405	168	878	129	
4 - 9	315	153	85	553	113	
4 - 10	190	105	-	295	130	
5 - 1	458	49	-	507	257	
5 - 2	269	255	-	524	199	
5 - 3	288	-	-	288	300	
5 - 4	162	49	-	211	185	
5 - 5	-	-	-	-	-	
5 - 6	7	-	-	7	8	7 กรัม
5 - 7	181	277	59	517	105	
5 - 8	185	204	-	389	146	
5 - 9	257	107	27	391	154	
5 - 10	145	155	-	300	160	
6 - 1	258	36	-	294	235	
6 - 2	67	-	-	67	(75)	67 กรัม
6 - 3	80	-	-	80	(116)	80 กรัม
6 - 4	153	39	-	192	(95)	192 กรัม
6 - 5	334	49	-	383	167	
6 - 6	-	-	-	-	-	
6 - 7	-	-	-	-	-	
6 - 8	-	-	-	-	-	
6 - 9	-	-	-	-	-	
6 - 10	169	60	-	229	197	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
7 - 1	-	-	-	-	-	
7 - 2	469	117	-	586	175	
7 - 3	819	692	-	1,511	124	
7 - 4	598	450	40	1,088	128	
7 - 5	544	259	-	803	160	
7 - 6	578	254	80	832	130	
7 - 7	770	655	103	1,528	110	
7 - 8	132	151	78	361	80	
7 - 9	576	593	-	1,169	110	
7 - 10	595	537	158	1,290	140	
8 - 1	700	125	-	825	125	
8 - 2	37	-	-	37	(31)	37 กรัม
8 - 3	891	150	38	1,079	192	
8 - 4	519	77	-	596	84	
8 - 5	67	-	-	67	(79)	67 กรัม
8 - 6	443	69	-	512	192	
8 - 7	78	16	-	94	(117)	94 กรัม
8 - 8	383	168	95	646	98	
8 - 9	145	167	66	378	117	
8 - 10	282	656	55	993	80	
9 - 1	329	226	69	624	103	
9 - 2	797	565	301	1,663	53	
9 - 3	362	520	108	990	68	
9 - 4	50	102	-	162	72	
9 - 5	378	404	201	983	71	
9 - 6	154	212	-	366	126	
9 - 7	47	57	-	104	(40)	104 กรัม
9 - 8	175	246	-	421	68	
9 - 9	40	137	169	177	92	
9 - 10	757	460	161	1,217	98	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
10 - 1	-	-	309	309	-	
10 - 2	-	-	225	225	-	
10 - 3	-	-	119	119	-	
10 - 4	-	-	341	341	-	
10 - 5	-	-	299	299	-	
10 - 6	-	69	472	541	-	
10 - 7	-	-	28	28	-	
10 - 8	-	-	-	-	-	
10 - 9	-	-	291	291	-	
10 - 10	-	338	273	611	-	
11 - 1	108	337	660	1,105	148	
11 - 2	55	202	605	662	148	
11 - 3	-	175	693	868	166	
11 - 4	-	-	214	214	290	
11 - 5	141	630	740	1,511	79	
11 - 6	48	277	340	665	171	
11 - 7	50	348	375	775	136	
11 - 8	-	-	115	115	(138)	115 กรัม
11 - 9	-	-	38	38	(31)	38 กรัม
11 - 10	-	-	54	54	(43)	54 กรัม
12 - 1	490	300	57	847	142	
12 - 2	426	783	33	1,242	126	
12 - 3	133	450	1,397	1,962	178	
12 - 4	80	276	592	948	176	
12 - 5	-	-	136	136	(125)	136 กรัม
13 - 1	1,342	577	-	1,919	125	
13 - 2	199	-	-	199	(236)	199 กรัม
13 - 3	1,543	315	-	1,858	125	
13 - 4	991	499	-	1,490	159	
13 - 5	561	182	-	743	152	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
13 - 6	1,013	482	-	1,495	152	
13 - 7	866	499	-	1,365	141	
13 - 8	572	699	82	1,271	125	
13 - 9	547	418	-	965	146	
13 - 10	567	675	-	1,242	126	
14 - 1	204	-	-	204	153	
14 - 2	221	90	15	326	150	
14 - 3	1,150	334	-	1,484	178	
14 - 4	1,339	357	-	1,696	210	
14 - 5	451	571	138	1,160	143	
14 - 6	172	101	-	273	175	
14 - 7	671	531	64	1,202	136	
14 - 8	415	212	-	627	180	
14 - 9	714	642	-	1,356	156	
14 - 10	551	221	56	772	183	
15 - 1	779	642	114	1,536	75	
15 - 2	705	540	68	1,313	105	
15 - 3	444	143	20	607	105	
15 - 4	542	631	525	1,698	67	
15 - 5	501	1,091	390	1,982	65	
15 - 6	761	546	85	1,392	82	
16 - 1	392	300	-	692	105	
16 - 2	215	238	108	561	95	
16 - 3	335	181	45	561	109	
16 - 4	179	555	214	948	82	
16 - 5	429	384	71	884	84	
16 - 6	46	47	-	93	(70)	93 กรัม
17 - 1	170	32	-	202	143	
17 - 2	189	321	-	510	100	
17 - 3	70	155	-	225	104	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) น้ำหนักผลผลิตรวมหัวมันขี้หนูสด และน้ำหนักผลผลิตแยกตามขนาดของตัวอย่างมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

สายพันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กรัม)				จำนวนหัว ใน 200 กรัม	หมายเหตุ
	หัวขนาดเล็ก	หัวขนาดกลาง	หัวขนาดใหญ่	รวม		
17 - 4	356	594	-	950	90	
17 - 5	357	591	162	1,110	85	
17 - 6	44	-	-	44	(22)	44 กรัม

ตารางผนวกที่ 3 ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
1	1	กระสวยป้อม	
	2	กระสวยเรียวป้อม	
	3	กระสวยเรียวป้อม	
	4	กระสวยป้อม	
	5	กระสวยป้อม	
	6	กระสวยป้อม	
	7	กระสวยป้อม	
	8	กระสวยป้อม	
	9	กระสวยป้อม	
	10	กระสวยป้อม	
2	1	กระบอกปลายแหลม	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระบอก	
	4	กระบอก	
	5	กระบอก	
	6	กระบอกปลายแหลม	
	7	กระบอกปลายแหลม	
	8	กระบอกปลายแหลม	
	9	กระบอกปลายแหลม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
	10	กระบอกปลายแหลม	
3	1	กระบอกปลายแหลม	
	2	กระบอก	
	3	กระบอก	
	4	กระบอกป้อม	
	5	กระสอยป้อม	
	6	กระสวยป้อมมาก	
	7	กระสวยป้อม	
	8	กระสวยป้อมมาก	
	9	กระสวยป้อมมาก	
	10	กระสวยป้อม	
4	1	กระสวยป้อมมากชัดเจน	
	2	กระสวยป้อมมากไปทางค่อนข้างกลม	
	3	กระสวยป้อมมาก	
	4	กระสวยป้อมมากและค่อนข้างกลม	
	5	กระสวยป้อมมากค่อนข้างกลมชัดเจน	
	6	กระสวยป้อมมากค่อนข้างกลมชัดเจน	
	7	รูปทรงหยดน้ำ	
	8	รูปทรงหยดน้ำค่อนข้างกลม	
	9	ค่อนข้างกลม	
	10	ค่อนข้างกลม	
5	1	ค่อนข้างเป็นทรงกระบอก	
	2	กระบอกปลายแหลม	
	3	กระบอกปลายแหลม	
	4	กระสวยป้อม	
	5	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
	6	-	
	7	กระสวยป้อมมาก	
	8	กระสวยป้อม	
	9	กระสวยป้อมมาก	
	10	กระสวยป้อมมาก	
6	1	กระบอกปลายแหลม	
	2	กระบอกปลายแหลม	
	3	ระบุไม่ได้	
	4	กระสวยป้อม	
	5	กระบอกปลายแหลม	
	6	-	
	7	-	
	8	-	
	9	-	
	10	กระบอก	
7	1	-	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระสวย	
	4	กระสวย	
	5	กระสวย	
	6	กระสวยป้อม	
	7	กระสวยป้อม	
	8	ทรงหยดน้ำและทรงกระบอก	
	9	ทรงหยดน้ำ	
	10	ทรงหยดน้ำ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
8	1	กระสวยป้อมและกระบอกปลายแหลม	
	2	ระบุไม่ได้	
	3	กระบอกปลายแหลม	
	4	กระบอกปลายแหลม	
	5	ระบุไม่ได้	
	6	กระบอก	
	7	ระบุไม่ได้	
	8	กระสวยป้อมมาก	
	9	กระบอกปลายแหลม	
	10	กระสอยป้อม	
9	1	กระสวย	
	2	กระสวย	
	3	กระสวย	
	4	ค่อนข้างเป็นทรงกระบอก	
	5	กระสวยยาว	
	6	ค่อนข้างเป็นทรงกระบอกปลายแหลม	
	7	กระสวยยาว	
	8	กระสวยยาว	
	9	กระสวยยาว	
	10	กระสวยยาว	
10	1	กระสวย	
	2	ระบุไม่ได้	
	3	บุไม่ได้	
	4	กระบอกปลายแหลม	
	5	ระบุไม่ได้	
	6	กระบอกปลายแหลม	
	7	กระบอก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
	8	-	
	9	ระบุไม่ได้	
	10	กระสวยป้อมมาก	
11	1	กระสวยป้อม	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระสวยป้อม	
	4	กระสวย	
	5	กระสวยป้อมและกระสวย	
	6	กระสวยป้อมและกระบอกปลายแหลม	
	7	กระสวย	
	8	ระบุไม่ได้	
	9	ระบุไม่ได้	
	10	ระบุไม่ได้	
12	1	กระสวยป้อม	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระสวยป้อมและค่อนข้างเป็นทางกลม	
	4	กระสวยป้อมมาก	
	5	ระบุไม่ได้	
13	1	กระสวย	
	2	ระบุไม่ได้	
	3	กระสวย	
	4	กระสวย	
	5	กระสวย	
	6	กระสวยป้อม	
	7	กระสวย	
	8	กระสวย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปร่าง	หมายเหตุ
	9	กระสวยป้อม	
	10	ทรงหยดน้ำ	
14	1	กระสวย	
	2	กระสวย	
	3	กระสวย	
	4	กระสวยป้อม	
	5	กระสวยป้อม	
	6	กระสวยป้อมมาก	
	7	กระสวยป้อม	
	8	กระสวยป้อม	
	9	กระสวยป้อมมากและหยดน้ำ	
	10	ค่อนข้างเป็นทรงหยดน้ำและกลม	
15	1	กระสวยป้อม	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระสวย	
	4	กระสวยป้อม	
	5	กระสวยป้อม	
	6	กระสวยป้อม	
16	1	กระบอกปลายแหลม	
	2	ระบุไม่ได้	
	3	กระสวยป้อม	
	4	กระสวย	
	5	กระสวยยาว	
	6	ระบุไม่ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ลักษณะรูปร่างหัวมันขี้หนูที่แยกศึกษาเป็นรายต้น ในฤดูปลูก 2551/2552

แถวที่	ต้นที่	ลักษณะรูปทรงหัว[2/]	หมายเหตุ
17	1	กระสวย	
	2	กระสวยป้อม	
	3	กระสวย	
	4	กระสวย	
	5	กระสวย	
	6	ระบุไม่ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ไพรเมอร์ที่ใช้ศึกษาด้วยเทคนิค RAPD 94 ชนิด

ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์
1	A-02	TgCCgAgCTg	28	C-09	CTCACCgTCC
2	A-03	AgTCAgCCAC	29	C-10	TgTCTgggTg
3	A-04	AATCgggCTg	30	C-11	AAAgCTgCgg
4	A-05	AggggTCTTg	31	C-12	TgTCATCCCC
5	A-06	ggTCCCTgAC	32	C-13	AAgCCTCgTC
6	A-07	gAAACgggTg	33	C-14	TgCgTgCTTg
7	A-08	gTgACgTAgg	34	C-15	gACggATCAg
8	A-09	gggTAACgCC	35	C-16	CACACTCCAg
9	A-10	gTgATCgCAg	36	C-17	TTCCCCCCAg
10	A-11	CAATCgCCgT	37	C-18	TgAgTgggTg
11	A-12	TCggCgATAg	38	C-19	gTTgCCAgCC
12	A-13	CAgCACCCAC	39	C-20	ACTTCgCCAC
13	A-14	TCTgTgCTgg	40	D-20	ACCCggTCAC
14	A-15	TTCCgAACCC	41	E-18	ggACTgCAgA
15	A-16	AgCCAgCgAA	42	F-07	CCgATATCCC
16	A-17	gACCgCTTgT	43	F-09	CCAAgCTTCC
17	A-18	AggTgACCgT	44	F-12	ACggTACCAg
18	A-19	CAAACgTCgg	45	F-13	ggCTgCAgAA
19	A-20	gTTgCgATCC	46	F-18	TTCCCgggTT
20	C-01	TTCgAgCCAg	47	G-13	CTCTCCgCCA
21	C-02	gTgAggCgTC	48	H-11	CTCCgCAgAA
22	C-03	gggggTCTTT	49	H-12	ACgCgCATgT
23	C-04	CCgCATCTAC	50	H-13	gACgCCACAC
24	C-05	gATgACCgCC	51	H-14	ACCAggTTgg
25	C-06	gAACggACTC	52	H-15	AATggCgCAg
26	C-07	gTCCCgACgA	53	H-18	gAATCggCCA
27	C-08	TggACCggTg	54	K-04	CCgCCCAAAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ) ไพรเมอร์ที่ใช้ศึกษาด้วยเทคนิค RAPD 94 ชนิด

ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์
55	K-07	AgCgAgCAAg	75	AI-11	ACggCgATgA
56	K-08	gAACACTggg	76	AI-17	CCTCACgTCC
57	K-16	gAgCgTCgAA	77	AK-04	AgggTCggTC
58	Q-05	CCgCgTCTTg	78	AK-10	CAAgCgTCAC
59	Y-02	CATCgCCgCA	79	AL-05	gACTgCgCCA
60	AA-09	AgATgggCAg	80	AL-06	AAgCgTCCTC
61	AA-16	ggAACCCACA	81	AL-08	gTCgCCCTCA
62	AA-17	gAgCCCgACT	82	AL-20	AggACTCggA
63	AB-02	ggAAACCCCT	83	AN-02	CACCgCAgTT
64	AB-09	gggCgACTAC	84	AN-05	gggTgCAgTT
65	AB-14	AAgTgCgACC	85	AN-19	ACCACgCCTT
66	AD-20	TCTTCggAgg	86	AO-18	gggAgCgCTT
67	AE-19	gACAgTCCCT	87	AT-07	ACTgCgACCA
68	Ag-14	CTCTCggCgA	88	AU-03	ACgAAACggg
69	Ag-16	CCTgCgACAg	89	AU-14	CACCTCgACC
70	AH-17	CAgTggggAg	90	AV-08	TgAgAAgCgg
71	AI-01	ggCATCggCT	91	AW-07	AgCCCCCAAg
72	AI-02	AgCCgTTCAg	92	AW-15	CCAgTCCCAA
73	AI-07	ACgAgCATgg	93	AX-01	gTgTgCCgTT
74	AI-09	TCgCTggTgT	94	AX-17	TgggCTCTgg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ไพรเมอร์ที่ใช้ศึกษาด้วยเทคนิค ISSR 33 ชนิด

ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์	ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์
1	ISSR-1	$[ACC]_6C$	18	ISSR-18	CA-1
2	ISSR-2	$[CGG]_6T$	19	ISSR-19	$[ACT]_6G$
3	ISSR-3	$[ACC]_6T$	20	ISSR-20	$[CGT]_6G$
4	ISSR-4	$[GA]_9AT$	21	ISSR-21	$[GA]_9C$
5	ISSR-5	$[CCT]_6T$	22	ISSR-22	$[CTG]_6A$
6	ISSR-6	$[GA]_9T$	23	ISSR-23	$[AC]_8C$
7	ISSR-7	$[ATG]_6T$	24	ISSR-24	$[GGC]_5AT$
8	ISSR-8	$[CGG]_6T$	25	ISSR-25	$AAG]_5GC$
9	ISSR-9	$[TC]_9A$	26	ISSR-26	$[AAG]_5TG$
10	ISSR-10	$[ACC]_6C$	27	ISSR-27	$[AAG]_5CC$
11	ISSR-11	AGC-1	28	ISSR-28	$[AGC]_5CA$
12	ISSR-12	$[GA]_9AC$	29	ISSR-29	$[AGC]_5CG$
13	ISSR-13	$[GA]_4$	30	ISSR-30	$[GGC]_5TA$
14	ISSR-14	$[GC]_9A$	31	ISSR-31	$[AGC]_5GA$
15	ISSR-15	$[GA]_9C$	32	ISSR-32	$[AAG]_5CG$
16	ISSR-16	$[AAC]_6T$	33	ISSR-33	$CCA(GTG)_4$
17	ISSR-17	$[CGT]_6A$			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 1 ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวหัวมันขี้หนู

ภาพภาคผนวกที่ 2 สีของใบมันขี้หนูที่แตกต่างกันเมื่อปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้