การแปรในแคลลัสของระย่อม
(Rauwolfia serpentina Benth.)

นาย กรวิชช์ ณ ถลาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาพฤกษศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2529

ISBN 974-566-706-4

013192

Variation in Callus of *Rauwolfia serpentina* Benth.

Mr.Karavich Nathalang

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
For the degree of Master of Science
Department of Botany
Graduate School
Chulalongkorn University
1986

ISBN 974-566-706-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแปรในแคลลัสของระย่อม (Rauwolfia serpentina Benth.)

โดย นาย กรวิชช์ ณ ถลาง
ภาควิชา พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย
รองศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา นิมมานนิตย์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)
รักษาการแทนในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์)

---กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย)

---กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา นิมมานนิตย์)

---กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การแปรในแคลลัสของระย่อม
(Rauwolfia serpentina Benth.)

ชื่อนิสิต : นาย กรวิชช์ ณ กลาง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ มนหกานติ วัชราภัย
รองศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา นิมมานนิตย์
ภาควิชา : พฤกษศาสตร์
ปีการศึกษา : 2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

แคลลัสที่ชักนำจากชิ้นส่วนปล้องจากระย่อม 7 พันธุ์ สามารถเจริญได้ดีบนอาหารอาหารสูตร Murashige และ Skoog (1962) ที่ลดปริมาณแร่ธาตุลงครึ่งส่วน และเติม NAA 1 มก./ล. และ kinetin 1 มก./ล.นำไปเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24-26 องศาเซลเซียส แคลลัสครึ่งหนึ่งได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน ในขณะที่แคลลัสอีกครึ่งหนึ่งนำไปเลี้ยงในที่มืดตลอดการทดลอง

จากการวิจัยพบว่ามีการแปรในรงควัตถุ ลักษณะนิสัยการเจริญและอัตราการเจริญของแคลลัส สามารถแบ่งแคลลัสที่เลี้ยงในที่สว่างออกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีขาวแกมน้ำตาล กลุ่มสีเขียว กลุ่มสีเขียวอ่อน กลุ่มสีขาวแกมแดง และกลุ่มสีเขียวแกมแดง ส่วนแคลลัสที่เลี้ยงในที่มืดมีเพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มสีขาวแกมเทา การแปรของรงควัตถุพบในระย่อมทั้ง 7 พันธุ์ แต่มีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้นที่พบความแตกต่างของรงควัตถุทั้ง 6 กลุ่ม จึงได้ทั้งหมด 37 สายพันธุ์ จาก 7 พันธุ์ การแปรในลักษณะนิสัยการเจริญพบว่า บางแคลลัสเนื้อเยื่ออัดแน่นและเจริญช้า ในขณะที่บางแคลลัสฟูเรียงตัวอยู่หลวม ๆ และเจริญได้เร็ว ดัชนีการเจริญของกลุ่มสีขาวแกมแดงและกลุ่มสีขาวแกมน้ำตาลมีค่าสูงสุดในขณะที่สีเขียวมีค่าต่ำสุด

เมื่อย้ายแคลลัสลงเลี้ยงในอาหารสูตร alkaloid production medium เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จึงนำมาตรวจสอบแอลคาลอยด์

โดยวิธีการบดเชลล์ มีเพียง 14 สายพันธุ์จาก 37 สายพันธุ์เท่านั้นที่พบว่าสร้างแอลคาลอยด์โดยพบแอลคาลอยด์ปริมาณมากในกลุ่มสีเขียวแกมแดง กลุ่มสีขาวแกมแดง และกลุ่มสีขาวแกมเทาตามลำดับ การวิเคราะห์แอลคาลอยด์ที่เลือกมา 7 สายพันธุ์ด้วยวิธี Thin layer chromatography แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ RV1-RW สามารถสร้างแอลคาลอยด์หลัก 4 ชนิด ได้แก่ ajmaline,corynanthine,rescinnamine และ yohimbine ส่วนอีก 6 สายพันธุ์สร้างได้เฉพาะแอลคาลอยด์หลัก ajmaline และ yohimbine เท่านั้น การวิเคราะห์เชิงปริมาณพบว่าแอลคาลอยด์ที่มีอยู่ในแคลลัสมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในราก แคลลัสสายพันธุ์ RV5-RG สร้าง ajmaline ได้สูงที่สุด คือ 0.057% และแคลลัสสายพันธุ์ RV5-RW สามารถสร้าง yohimbine ได้มากที่สุด คือ 0.009%

งานวิจัยนี้เป็นครั้งแรกที่พบ corynanthine และ rescinnamine ในแคลลัสของ Rauwolfia serpentina Benth. และพบความสัมพันธุ์ระหว่างรงควัตถุสีแดงกับการสร้างแอลคาลอยด์ในปริมาณสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title : Variation in callus of
Rauwolfia serpentina Benth.
Name : Mr. Karavich Nathalang
Thesis advisor: Associate Professor Montakan Vajrabhaya
Associate professor Sukanya Nimmannit, Ph.D.
Department : Botany
Academic Year : 1985

Abstract

Calli were induced from internodes of seven varieties , these grew well on a half - strength of Murashige and Skoog (1962) medium supplemented with 1 mg/l NAA and 1 mg/l kinetin. Cultures were kept in a room with temperature ranging from 24 to 26 °C half of which was exposed to a photoperiod of 16 hour-light period, while the other was in darkness throught out the experiment.

According to variation in color, growth habit and growth rate, those calli exposed to light were classified into five different color groups. They were brownish white, green, pale green, reddish white and reddish green. The calli that was in the dark throughout the experiment produced only greyish white color. Variation in color were found in all seven varieties but only three varieties produced all six color groups. A total of 37 lines from these seven varieties were obtained. Variation in growth

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

was found in growth habit where some of them became more compact and grew at slow rate, while the other were friable and grew rapidly. The growth indices of the reddish white and the brownish white groups were among the highest whereas that of the green group was the lowest.

The determination of alkaloid by cell squash method was made at the end of the second week after trans ferring of calli onto alkaloid production medium. Only 14 lines out of 37 were found to produce alkaloid. Amoung these, high contents were found in the reddish green, reddish white and the grayish white groups. Analysis of seven selected lines of calli by thin layer chromatography showed that the RV1-RW line produced four major alkaloid including ajmaline, corynanthine, rescinnamine and yohimbine, The other six lines produced only ajmaline and yohimbine. Quantitative analysis indicated that alkaloid content in calli were much less than those of roots.The callus from RV5-RG line produced the largest amount of ajmaline (0.057% DW.)and the RV5-RW produced the largest amount of yohimbine (0.009%DW.)

This is the first report which showed that corynan thine and rescinnamine were found in calli of Rauwolfia serpentina Benth. and red coloring associated with high alkaloid production.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มนทกานติ วัชราภัย และรองศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา นิมมานนิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้แนวความคิดและหลักการในการดำเนินการวิจัยพร้อมทั้งคำแนะนำที่มีประโยชน์ การคลี่คลายปัญหาและอุปสรรคต่างๆตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความห่วงใยและเอาใจใส่อย่างสูง จนเป็นผลให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงอย่างมีค่าและสมบูรณ์ อันเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์ หัวหน้าภาควิชาพฤกษศาสตร์ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความเมตตา และเอื้อเฟื้อต่อผู้วิจัยมาโดยตลอดและได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้พร้อมคำชี้แนะต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดผลดีต่องานวิจัย ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อบฉันท์ ไทยทอง รองศาสตราจารย์ วิยะดา เทพหัตถี รองศาสตราจารย์ บุศบรรณ ณ สงขลา รองศาสตราจารย์นาฏฉลวย หลายชูไทย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรณู ถาวโรฤทธิ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตักเตือน และช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และสถานที่บางส่วนที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประโชติ เปล่งวิทยา รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิพนธ์ ภุมมางกูร และรองศาสตราจารย์ ลัดดาวัลย์ บุณยรัตนกรกิจ หัวหน้าภาควิชาชีวเคมี ภาควิชาเภสัชเคมี และภาควิชาเภสัชพฤกศาสตร์ ตามลำดับ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้อนุมัติให้ผู้วิจัยได้อาศัยใช้สถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ทางพฤกษเคมี และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รพีพล ภโววาท และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรินทร์ สายฟ้า ที่ได้กรุณาสอนการใช้เครื่อง Shimadzu TLC Scanner model CS 930 อีกทั้งได้ให้ข้อแนะนำและวิธีการในการตรวจสอบแอลคาลอยด์ในเชิงปริมาณ ขอขอบพระคุณ Professor Yasuyuki Yamada,Ph.D.แห่ง Department of Agricultural Chemistry

มหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่นที่ได้กรุณาแนะนำการตรวจสอบแอลคาลอยด์โดยวิธี cell squash method ตามวิธีของ Ogino และคณะ(1978)

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ ภมรประวัติ อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้ความสนับสนุนและแนะนำแหล่งจำหน่าย Standard Rauwolfia Alkaloids ในต่างประเทศ และขอขอบคุณ คุณกัลยา ภุมเรศ ที่กรุณาหาซื้อแอลคาลอยด์บางชนิดได้แก่ deserpidine และ yohimbine จากสาธารณรัฐเยอรมัน ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ พรรณิภา ชุมศรี แห่งภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเลี้ยงเนื้อเยื่อสมุนไพรและเทคนิคบางอย่างของการสกัดแอลคาลอยด์ และให้ความอนุเคราะห์ในด้านสารเคมีบางชนิดที่หายาก ขอขอบพระคุณอาจารย์ ศศิธร วสุวัต ผู้อำนวยการสาขาวิจัยอุตสาหกรรมเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย รองศาสตราจารย์ นายแพทย์อติเรก ณ ถลาง แห่งภาควิชาศัลยศาตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศาสตราจารย์นายแพทย์อนุวัตร ลิ้มสุวรรณ แห่งภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ เจียมไชยศรี และอาจารย์จิตตราภรณ์ เจียมไชยศรี แห่งภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และบางท่านได้ยินดีเป็นบุคคลอ้างอิงในการสำรวจเอกสารการวิจัยอีกด้วย.

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สัณฐิตา ณ ถลาง และคุณสุรวิช วรรณไกรโรจน์ ที่ได้ช่วยเหลือในการค้นเอกสารการวิจัยในต่างประเทศ ขอขอบคุณ คุณสุนันท์ อ่าวแห่งสันติ และคุณสาธร สุวรรณ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการทดลองวิเคราะห์แอลคาลอยด์ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography ในระยะแรกของการทดลองทำวิจัย ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณ คุณพวงเพชร พูนทรัพย์ คุณธวัชชัย พาหาญ และคุณปกขวัญ หุตางกูร ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของระย่อม และขอขอบคุณ คุณสัญรัฐ แพทย์พิทักษ์ และคุณเสน่ห์ สาครน้อย ที่ช่วยเหลือในการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์แอลคาลอยด์ด้วยความมีน้ำใจและเสียสละอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ คุณธวัชชัย พาหาญ คุณดารณี ต.เจริญ คุณสรัญญา วัชโรทัย คุณสุรางค์ หอมจันทน์ และคุณ สุธีรา อรรคไกรสีห์ ที่ได้มีส่วนช่วยวิเคราะห์แอลคาลอยด์ด้วยความมีน้ำใจอย่างสูง ขอขอบพระคุณและขอบคุณ คุณแม่ คุณสุธีรา อรรคไกรสีห์ และคุณกิตติ โพธิปัทมะ ที่ช่วยเหลือในการตรวจอักษรพิมพ์ จัดเรียงและเข้ารูปเล่ม ด้วยความอดทน เสียสละ อย่างน่าสรรเสริญยิ่ง และขอขอบพระคุณและขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิติยวดี บุญซื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วงจันทร์ วงศ์แก้ว อาจารย์ ชุมศรี ชัยอนันต์ อาจารย์ มาลี ณ นคร อาจารย์ สุมน มาสุธน อาจารย์ นิรันดร์ จันทวงศ์ คุณเอนก จูศิริพงษ์กุล คุณดวงสอน มหาคันธา คุณยินดี สุขขี คุณดวงใจ เพชรดี คุณสง่า นามวงศ์ คุณวราภรณ์ ฉลองกิตติศักดิ์ และคุณอรสา ต้นเวชกุล ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในด้านต่างๆ รวมทั้งการเก็บตัวอย่างระย่อมจากแหล่งธรรมชาติหลายๆ แห่ง นอกจากนี้ขอขอบคุณ และขอบใจ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ชาวพฤกษศาสตร์-พันธุศาสตร์ และจากหน่วยปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อพระยาอนุกูลสยามกิตอุปนิกษิตสยามรัฐ ทุกคนที่ได้มีส่วนช่วยเหลือทั้งทางตรงและทางอ้อมต่องานวิจัยนี้ และขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณามอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบรำลึกในพระคุณของคุณพ่อ-คุณแม่ ที่ได้สนับสนุนส่งเสริมทั้งด้านกำลังทรัพย์และกำลังใจอย่างสูงจนบรรลุเป้าหมายในที่สุด ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่มีพระคุณโดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์ นภา โล่ห์ทอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภาพรรณ นามวงศ์พรหม อดีตอาจารย์ที่ปรึกษาระดับปริญญาบัณฑิตของผู้วิจัย ที่ได้กรุณาสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด ความดีอันใดที่อาจพึงมีจากวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรา ชินหรารักษ์ อดีตกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ผู้ล่วงลับไปแล้ว

กรวิชช์ ณ ถลาง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ฉ
กิตติกรรมประกาศ ช
สารบัญตาราง ฎ
สารบัญกราฟ ณ
สารบัญแผนภูมิ ด
สารบัญภาพ ถ
สารบัญภาพถ่าย ฝ

บทที่

1. บทนำ 1
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 15
3. ผลการวิจัย 34
4. วิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 123
5. สรุปผลการวิจัย 132

เอกสารอ้างอิง 135
ภาคผนวก 146
ประวัติ 161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. สูตรอาหารต่างๆ ที่ใช้ในการชักนำและเพิ่มปริมาณแคลลัสและใช้กระตุ้นการสร้างแอลคาลอยด์ 20

2. ผลการปักชำท่อนรากระย่อม 7 พันธุ์เปรียบเทียบกันในวัสดุเพาะที่ประกอบด้วยทรายและขี้เถ้าแกลบอัตราส่วน 1:1 เป็นเวลา 1 เดือน..... 36

3. เปรียบเทียบผลการฆ่าเชื้อที่ผิวส่วนต่างๆ ของยอดอ่อน บนวุ้นอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส 3% เก็บไว้ในที่มืด อุณหภูมิ 24-26 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน 38

4. เปรียบเทียบการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนปล้อง 7 พันธุ์ บนอาหารสูตร MSK ในที่สว่างและที่มืด อุณหภูมิ 24 - 26 องศาเซลเซียส เก็บผลเมื่อครบ 1 เดือน..... 41

5. เปรียบเทียบการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนปล้อง 7 พันธุ์ บนอาหารสูตร MSO ในที่สว่างและที่มืด อุณหภูมิ 24 - 26 องศาเซลเซียส เก็บผลเมื่อครบ 1 เดือน..... 42

6. เปรียบเทียบการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนปล้อง 7 พันธุ์ บนอาหารสูตร LSW ในที่สว่างและที่มืดอุณหภูมิ 24 - 26 องศาเซลเซียส เก็บผลเมื่อครบ 1 เดือน 43

7. ผลการคัดแยกแคลลัสที่ชักนำบนอาหารสูตร MSKในสภาพสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน และสภาพมืดตลอด โดยวิธีการสังเกตรงควัตถุเป็นเกณฑ์การจำแนก..... 45

ตารางที่ หน้า

8. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการเจริญของแคลลัสกลุ่ม BW ทั้ง 7 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน (ค่าที่ได้เฉลี่ยจากแคลลัส 5 ชิ้น) 61

9. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการเจริญของแคลลัสกลุ่ม G ทั้ง 7 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน (ค่าที่ได้เฉลี่ยจากแคลลัส 5 ชิ้น) 62

10. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการเจริญของแคลลัสกลุ่ม PG ทั้ง 7 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เมื่อเวลา 7 สัปดาห์ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน (ค่าที่ได้เฉลี่ยจากแคลลัส 5 ชิ้น)..... 63

11. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการเจริญของแคลลัสกลุ่ม RW ทั้ง 3 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เมื่อเวลา 7 สัปดาห์ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน (ค่าที่ได้เฉลี่ยจากแคลลัส 5 ชิ้น)..... 64

12. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการเจริญของแคลลัสกลุ่ม Grw ทั้ง 7 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ในสภาพมืดตลอด (ค่าที่ได้เฉลี่ยจากแคลลัส 5 ชิ้น)..... 65

13. การแปรของค่าดัชนีการเจริญสูงสุดเทียบจาก น้ำหนักสด (Max.GIFW) และเทียบจาก น้ำหนักแห้ง (Max.GIDW) ของแคลลัสกลุ่มต่าง ๆ ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

13(ต่อ)สัปดาห์ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมง/วัน และ/หรือ มืดตลอด 66

14. ผลการตรวจแอลคาลอยด์ในแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ โดยวิธีการบดเซลล์ ค่าที่ได้ประมาณเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ 77

15. การแปรของน้ำหนักแห้งของตัวอย่างและปริมาณสารสกัดแอลคาลอยด์ของรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ 78

16. ค่า hRf ของรอไวเลเฟียแอลคาลอยด์มาตรฐาน เฉลี่ยจากวิเคราะห์ 3 ครั้ง 108

17. คุณสมบัติทางคุณภาพของรอไวเลเฟีย แอลคาลอยด์มาตรฐาน... 109

18. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากรากสายพันธุ์ RV1..... 110

19. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากรากสายพันธุ์ RV2 111

20. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากรากสายพันธุ RV5 112

21. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV1-RW 113

22. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV2-RW 114

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

23. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV5-RW 115

24. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV5-RG 116

25. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV1-GrW 117

26. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV2-GrW 118

27. คุณสมบัติทางคุณภาพของแอลคาลอยด์ในสารสกัดจากแคลลัสสายพันธุ์ RV5-GrW 119

28. การแปรของปริมาณรอโวเฟียแอลคาลอยด์ที่ผลิตโดยรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆทั้งในรูปสารสกัดและรูปบริสุทธิ์ การตรวจสอบปริมาณละเอียด ใช้วิธี TLC densitometry..... 120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญกราฟ

ตารางกราฟที่ หน้า

1. เปรียบเทียบดัชนีการเจริญของน้ำหนักสด (GI_{FW}) ของแคลลัส 7 สายพันธุ์ในกลุ่มเดียวกันและต่างกลุ่มกันเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน และ/หรือ มืดตลอด... 67

2. เปรียบเทียบดัชนีการเจริญของน้ำหนักแห้ง (GI_{DW}) ของแคลลัสทั้ง 7 สายพันธุ์ในกลุ่มเดียวกันและต่างกลุ่มกัน เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน และ/หรือมืดตลอด.. 68

3. การแปรของค่าดัชนีการเจริญ (GI_{FW} และ GI_{DW}) ของแคลลัสกลุ่ม G ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 72

4. การแปรของค่าดัชนีการเจริญ (GI_{FW} และ GI_{DW}) ของแคลลัสกลุ่ม PG ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวันเป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

ตารางแผนภูมิที่ หน้า

1. การแปรในการเจริญของ แคลลัสกลุ่ม BW ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 69

2. การแปรในการเจริญของ แคลลัสกลุ่ม G ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 70

3. การแปรในการเจริญของ แคลลัสกลุ่ม PG ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 สัปดาห์ 71

4. การแปรในการเจริญของ แคลลัสกลุ่ม RW ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 73

5. การแปรในการเจริญของ แคลลัสกลุ่ม GrW ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ในสภาพมืดตลอดเป็นเวลา 7 สัปดาห์. 75

6. การแปรของน้ำหนักแห้ง และปริมาณสารสกัดแอลคาลอยด์ของรากระย่อม 7 พันธุ์ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซ็นติเมตร เจริญในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ.... 79

7. การแปรของน้ำหนักแห้ง และปริมาณสารสกัดแอลคาลอยด์ของแคลลัสระย่อม 7 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงในอาหารสูตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

ตารางแผนภูมิที่ หน้า

7.(ต่อ) MSK ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน และ/หรือ มืดตลอด เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วย้ายมาเลี้ยงในอาหารสูตร AP เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในสภาพแวดล้อมเดิม.... 80

8. การแปรของปริมาณสารสกัดแอลคาลอยด์และแอลคาลอยด์ Ajmaline ที่ผลิตในรากและ แคลลัสสายพันธุ์ต่าง ๆ.. 121

9. การแปรของรูปแบบการสร้างรอไวลเพียแอลคาลอยด์หลักชนิดต่างๆ ของราก และแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ..... 122

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	Indole skeleton	4
2.	ปฏิกิริยาชีวสังเคราะห์ของ Ajmaline	5
3.	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	19
4.	ขั้นตอนการสกัดแอลคาลอยด์.....	29
5.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐานทุกตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kieselgel GF254 ความหนาของlayer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำละลาย Acetone-methanol-ethylamine (70:20:10) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric-chloride -perchloric acid เป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	84
6.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากราก และแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐานทุกตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kiesel-gel GF254 ความหนาของlayer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำลาย Acetone-methanol-glacial acetic acid (70:25:5) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride-perchloric acid เป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
7.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐาน ทุกตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60F254 ความหนาของlayer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำละลาย Acetone-petroleum ether (b.p.40 - 60 C) - dicthylamine (20:70:10) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride-perchloric acidเป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	86
8.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐานทุกตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60F254 ความหนาของlayer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำลาย Acetone-petroleum ether(b.p.40 -60 C) - glacial acetic acid(45:45:10) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride-perchloric acid เป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	87
9.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐานทุกๆ ตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60F254 ความหนาของlayer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำละลาย Ethylacetate-isopropanal-ammonia (85:15:5) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride perchloric acid เป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
10.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่างๆ เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐานทุกตัวอย่างจุดลงแผ่น Kieselgel 60F254 ความหนาของ layer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำละลาย n-Buthanol-glacial acetic acid-water(4:1:1) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride-perchloric acid เป็นสารทำปฏิริยาให้เกิดสี	89
11.	Thin layer chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากและแคลลัสสายพันธุ์ต่าง เทียบกับรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐาน ทุกตัวอย่างจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60F254 ความหนา layer 0.25 มม. ผ่านการแยกในระบบตัวทำละลาย Methanol-methyl ethylketone-n-heptane (8.1:33.6:58) ตรวจแอลคาลอยด์โดยใช้ ferric chloride-perchloric acid เป็นสารทำปฏิกิริยาให้สี.....	90
12.	Reflection absorption spectra ของรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐาน 4 ชนิด คือ Ajmaline (---) corynanthine(-∘-∘-) Rescinnamine (——) และ yohimbine (-•-•-) ในย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F254.....	91
13.	Reflection absorption spectra ของรอไวลเพียแอลคาลอยด์มาตรฐาน 3 ชนิด คือ Ajmalicine (---) Deserpidine (——) และ Reserpine(-•-•-) ใน	

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้าที่

13.(ต่อ)ย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 92

14. เปรียบเทียบ Reflection absorption spectra ระหว่าง Ajmaline(——) กับ unknown ที่คาดว่าเป็น Ajmaline(---)ในย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 93

15. เปรียบเทียบ Reflection absorption spectra ระหว่าง Corynanthine(——) กับ unknown ที่คาดว่าเป็น Corynanthine(---)ในย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 94

16. เปรียบเทียบ Reflection absorption spectra ระหว่าง Rescinnanthine (---) กับ unknown ที่คาดว่าเป็น Rescinnanthine(——)ในย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 95

17. เปรียบเทียบ Reflection absorption spectra ระหว่าง Yohimbine (---) กับ unknown ที่คาดว่าเป็น Yohimbine(——) ในย่านช่วงคลื่น 200-370 นาโนเมตร บนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 96

18. Reflection absorption chromatogram ของรอริวลเฟียแอลคาลอยด์มาตรฐาน 4 ชนิด คือ Ajmaline (Ajl) Corynanthine (Cnt) Rescinnamine

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้าที่

18.(ต่อ)(RC) และ Yohimbine (Yoh) ปริมาตรจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} เป็น 2.5, 1.1 และ 2.5 ไมโครกรัม ตามลำดับ zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 97

19. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากระย่อมสายพันธุ์ RV 1 ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครกรัม zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 98

20. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากระย่อมสายพันธุ์ RV2 ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยว 245 นาโนเมตร..... 99

21. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากรากระย่อมสายพันธุ์ RV5 ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 100

22. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัสสายพันธุ์ RV1 - RW

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้าที่

22.(ต่อ)ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 101

23. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัสสายพันธุ์ RV2-RW ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 30 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 102

24. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัสสายพันธุ์ RV5 - RW ปริมาตรจุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 103

25. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัสสายพันธุ์ RV 5-RG ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 10 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร..... 104

26. Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัส สายพันธุ์ RV1 -GrW ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60F_{254} 20 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
	26.(ต่อ)245 นาโนเมตร.....	105
27.	Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์แคลลัสสายพันธุ์ RV2-GrWปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 20 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร.....	106
28.	Reflection absorption chromatogram ของสารสกัดแอลคาลอยด์จากแคลลัสสายพันธุ์ RV5-GrW ปริมาตรที่จุดลงบนแผ่น Kieselgel 60 F_{254} 20 ไมโครลิตร zigzag scanning ระบบช่วงคลื่นเดี่ยวที่ 245 นาโนเมตร.....	107
29.	โครงสร้างของ rescinnamine และ reserpine..	129
30.	โครงสร้าง Ajmaline Corynanthine และ Yohimbine.....	129

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพถ่าย

ภาพถ่ายที่ หน้า

1. ต้นระย่อม (Rauwolfia serpentina Benth.)..... 35

2. ยอดใหม่ที่ออกจากท่อนรากปักชำอายุ 2 สัปดาห์ 35

3. ชิ้นส่วนของปล้อง ความยาว 5 มิลลิเมตร ก่อนนำลงเลี้ยงในอาหารสูตรชักนำทั้ง 3 สูตร (กำลังขยาย 40 เท่า).. 37

4. ชิ้นส่วนปล้องที่เกิดแคลลัสบริเวณรอยตัดทั้งสองข้างเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ในที่สว่างเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (กำลังขยาย 44 เท่า)..... 37

5. ชิ้นส่วนปล้องที่เกิดแคลลัสบริเวณรอยตัดทั้งสองข้างเลี้ยงบนอาหารสูตร MSK ในที่มืดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (กำลังขยาย 40 เท่า)..... 40

6. ลักษณะแคลลัสที่เลี้ยงในที่สว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อหลังซึ่งนำไปเลี้ยงใหม่เป็นครั้งที่ 3 (กำลังขยาย 60 เท่า)..... 40

7. แคลลัสกลุ่มสีขาวแกมน้ำตาล (BW) (กำลังขยาย 76 เท่า) 47

8. กลุ่มเซลล์ในแคลลัสกลุ่มสีขาวแกมน้ำตาล (BW) (กำลังขยาย 160 เท่า)..... 47

9. กลุ่มเซลล์แขวนลอยจากแคลลัสกลุ่มสีขาวแกมน้ำตาล (BW) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า)..... 48

10. แคลลัสกลุ่มสีเขียว (G) (กำลังขยาย 40 เท่า)..... 49

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพถ่ายที่ หน้า

11. พื้นผิวแคลลัสกลุ่มสีเขียว (G) (กำลังขยาย 80 เท่า).... 49

12. กลุ่มเซลล์แขวนลอยจากแคลลัสกลุ่มสีเขียว (G) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า) 50

13. แคลลัสกลุ่มสีเขียวอ่อน (PG) (กำลังขยาย 40 เท่า)..... 51

14. พื้นผิวของแคลลัสกลุ่มสีเขียวอ่อน (PG) (กำลังขยาย 80 เท่า) 51

15. เซลล์แขวนลอยจากแคลลัสกลุ่มสีเขียวอ่อน (PG) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า) 52

16. แคลลัสกลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ที่เริ่มเกิดเซลล์สีแดงเข้มในเนื้อเยื่อ (กำลังขยาย 36 เท่า)..... 53

17. พื้นผิวของแคลลัสกลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ที่เริ่มเกิดเซลล์ในเนื้อเยื่อ (กำลังขยาย 120 เท่า)..... 53

18. แคลลักกลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ที่เกิดเซลล์สีแดงเข้มเกือบทั่วทั้งก้อน สีเขียวของแคลลัสเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (กำลังขยาย 40 เท่า)..... 54

19. กลุ่มเซลล์ในแคลลัสกลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ที่เกิดเซลล์สีแดงเข้มเกือบทั่วทั้งก้อน (กลังขยาย 120 เท่า) 54

20. เซลล์แขวนลอยจากแคลลัสกลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า) 55

ภาพถ่ายที่ หน้า

21. เซลล์สีแดงเข้มในกลุ่มเซลล์แขวนลอยจากแคลลัส กลุ่มสีเขียวแกมแดง (RG) ถ่ายโดยระบบ Bright field (กำลังขยาย 800 เท่า)..... 55

22. แคลัสกลุ่มสีขาวแกมแดง (RW) (กำลังขยาย 44 เท่า)

23. กลุ่มเซลล์ในแคลลัสกลุ่มสีขาวแกมแดง (RW) (กำลังขยาย 140 เท่า)..... 56

24. เซลล์แขวนลอยจากแคลลัสในกลุ่มสีขาวแกมแดง (RW) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า)..... 57

25. แคลลัสกลุ่มสีขาวแกมเทา (GrW) (กำลังขยาย 40 เท่า)

26. กลุ่มเซลล์ในแคลลัสกลุ่มสีขาวแกมเทา (GrW) (กำลังขยาย 130 เท่า)..... 58

27. เซลล์แขวนลอยจากแคลลัสกลุ่มสีขาวแกมเทา (GrW) ถ่ายโดยระบบ phase contrast (กำลังขยาย 400 เท่า)..... 59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย