

ศึกษาแสรูทของลำโพงกาสลักที่เกิดจากการย้ายถิ่นจากอะโกรแบคทีเรียม ไวโรจีเนส



นางสาว รังสิรัตน์ รัตนโกเมศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาพฤกษศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-579-837-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018036 ๒๕๓๕

STUDIES ON HAIRY ROOTS OF Datura metel Linn.
BY GENE TRANSFORMATION FROM Agrobacterium rhizogenes

Miss Rungsirat Rattanakomate

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Botany

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-579-837-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศึกษาแสรูทของลำโพงกาสลักที่เกิดจากการย้ายชิ้นจากอะโกรแบบคทีเรียม
โรโซจีเนส

โดย นางสาวรังสิรัตน์ รัตนโกเมศ

ภาควิชา พฤษศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ มณฑานติ วัชรากัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรรณีภา ชุ่มศรี



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

พร วัชรากัย

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ดร.นงนุช หล้าอภัย
..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นงนุช หล้าอภัย)

มณฑานติ วัชรากัย
..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ มณฑานติ วัชรากัย)

ดร.พรรณีภา ชุ่มศรี
..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรรณีภา ชุ่มศรี)

ดร.มุกดา คูหิรัญ
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มุกดา คูหิรัญ)

รังสิรัตน์ รัตนโกเมศ : ศึกษาแอร์รุธของลำโพงกาลัสก์ที่เกิดจากการย้ายยีนจากอะโกรแบคทีเรียไรโซซิเนล (STUDIES ON HAIRY ROOTS OF Datura metel Linn. BY GENE TRANSFORMATION FROM Agrobacterium rhizogenes)

อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ มณฑานติ วัชรารักษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรรณีภา ชุ่มศรี, 150 หน้า ISBN 974-579-837-1

Hairy root ถูกชักนำให้เกิดบนลำต้นและชิ้นใบของต้นกล้าลำโพงกาลัสก์ (Datura metel Linn.) ที่เพาะในสภาพปลอดเชื้อโดย Agrobacterium rhizogenes สายพันธุ์ A4 8196 R1000 และ 15834 การชักนำได้ผลดีบนชิ้นใบโดยสายพันธุ์ R1000 A4 และ 8196

เมื่อแยก hairy root มาเลี้ยงในอาหารสูตรต่าง ๆ ซึ่งไม่ใส่ฮอร์โมน พบว่า hairy root สามารถเจริญให้ลำต้นจำนวนมาก และรวดเร็วกว่าในรากปกติ เมื่อศึกษาค่า growth index ของน้ำหนักสดของ hairy root พบว่าการเจริญในอาหารสูตรตัดแปลง B5 ดีกว่าสูตรตัดแปลง MS ประมาณ 2 เท่า และยังพบ transformed plant เจริญจาก hairy root ได้บ้าง ซึ่ง transformed plant ที่ได้มีลักษณะข้อสั้น ใบเป็นคลื่น และเจริญช้ามาก

การตรวจหา atropine ใน hairy root ของลำโพงกาลัสก์ทำโดยวิธี TLC ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณทำโดยวิธี HPLC ซึ่งพบว่าปริมาณ atropine ใน hairy root 3 line ที่เกิดจาก A. rhizogenes สายพันธุ์ A4 มีปริมาณต่างกัน โดยมีปริมาณสูงสุด 0.49 % DW และ hairy root 3 line ที่เกิดจากสายพันธุ์ R1000 มีปริมาณต่างกันเช่นกัน โดยมีปริมาณสูงสุด 0.56 % DW เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ atropine ใน hairy root กับรากปกติพบว่า hairy root มีปริมาณ atropine สูงกว่าในรากปกติโดยเฉลี่ยประมาณ 2 เท่า และพบว่า hairy root ที่เจริญในที่มืดมีปริมาณ atropine สูงกว่า hairy root ที่เจริญในที่สว่าง

ภาควิชา.....พฤกษศาสตร์.....
สาขาวิชา.....พันธุศาสตร์.....
ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิติ.....รังสิรัตน์ รัตนโกเมศ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

RUNGSIRAT RATTANAKOMATE : STUDIES ON HAIRY ROOTS OF Datura metel
Linn. BY GENE TRANSFORMATION FROM Agrobacterium rhizogenes.

THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. MONTAKAN VAJRABHAYA, ASS. PROF.

PHANNIPHA CHUMSRI, 150 PP. ISBN 974-579-837-1

Hairy roots were induced aseptically by inoculation on stems and leaf discs of Datura metel Linn. with Agrobacterium rhizogenes strains A4, 8196, R1000 and 15834. Good results were obtained from induction of leaf discs by R1000, A4 and 8196 in the dark.

When isolated and cultured hairy roots on different media in the absence of phytohormones, they grew rapidly with extensive lateral branches comparing to ordinary roots. Growth index of fresh weight of hairy roots grown in modified B5 medium was twice of the ones in modified MS. Some transformed plants also regenerated from hairy roots, these plants were characterized by short internodes, wrinkled leaves and grew slowly.

The presence of atropine in hairy roots were examined by TLC and the quantitative determination by HPLC. Atropine accumulation of three hairy root lines induced by A. rhizogenes strain A4 varied considerably having highest yield of 0.49 % DW. Whereas, the highest of three lines induced by R1000 was 0.56 % DW. The accumulation of atropine in hairy roots was double that of ordinary roots and the yield of the dark grown hairy roots was generally higher than the light grown one.



ภาควิชา.....พฤกษศาสตร์
สาขาวิชา.....พันธุศาสตร์
ปีการศึกษา 2534.....

ลายมือชื่อนิสิต..... วิวัฒน์ โคนไถ่ม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ~~วิวัฒน์ โคนไถ่ม~~
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... ~~วิวัฒน์ โคนไถ่ม~~
7

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มณฑกานติ วัชรากฤษ และผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ พรรณีภา ชุ่มศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำหลักการ
และข้อคิดที่มีประโยชน์หลาย ๆ ด้าน และกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นาถฉลวย หลายชูไทย ประธานกรรมการสอบ
วิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ มุกดา คูหิรัญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจ
แก้ไขวิทยานิพนธ์ จนเป็นผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและการพลังงาน ที่กรุณามอบเงินอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัย ขอขอบคุณ คุณทรงศักดิ์
สำราญสุข และคุณชาญยุทธ ธนาคม ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการถ่ายภาพ ขอขอบคุณ คุณสิทธิพร
ตันปัทมดิลก ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการพิมพ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนประจำหน่วยปฏิบัติการ
เลี้ยงเนื้อเชื้อสมุนไพรมหาวิทยาลัยมหิดล ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย ภาควิชาพยาธิวิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา
และหน่วยปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเชื้อพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือ
และเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่ได้ช่วยเหลือทั้งด้านเงินทุน และเป็น
กำลังใจตลอดมาจนประสบความสำเร็จ

รังสิรัตน์ รัตนโกเมศ

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญแผนภาพ	ฅ
อธิบายคำย่อ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย	2
สำรวจเอกสาร	3
1 ประวัติการศึกษา hairy root	3
2 สาเหตุและกลไกการเกิด hairy root	7
3 ชรรษชาติทางเคมีและคุณสมบัติโดยทั่วไปของ tropane alkaloid	15
4 ประวัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อผลิตสาร tropane alkaloid	17
5 ประวัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อ hairy root เพื่อผลิตสารทัญจุมิ	19
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย	23
วัสดุ	23
อุปกรณ์	24
แผนการดำเนินการวิจัย	25
การเตรียมอาหาร	25
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	28
1 การปรับปรุงเทคนิคเบื้องต้นบางประการที่ใช้ในการวิจัย	29

	หน้า
2 การชักนำให้เกิด hairy root	29
3 การศึกษาการเจริญของ hairy root	30
4 การตรวจหา และวิเคราะห์หาปริมาณ tropane alkaloid	30
บทที่ 3 ผลการทดลอง	37
1 การปรับปรุงเทคนิคเบื้องต้นบางประการที่ใช้ในการวิจัย	37
2 การชักนำให้เกิด hairy root	39
3 การศึกษาการเจริญของ hairy root	43
4 การตรวจหา และวิเคราะห์หาปริมาณ tropane alkaloid	83
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	119
เอกสารอ้างอิง	131
ภาคผนวก	138
ประวัติผู้เขียน	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการชักนำให้เกิด hairy root บนรอยตัดของลำต้น โดย <u>A. rhizogenes</u> 4 สายพันธุ์ วัดผลในสัปดาห์ที่ 4	40
2 ผลการชักนำให้เกิด hairy root บนชิ้นใบ โดย <u>A. rhizogenes</u> 4 สายพันธุ์ วัดผลในสัปดาห์ที่ 4	41
3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิด hairy root บนรอยตัดของลำต้น และชิ้นใบ ...	41
4 ผลการเจริญของ hairy root A4 บนรอยตัดของลำต้น เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ...	46
5 ผลการเจริญของ hairy root 8196 บนรอยตัดของลำต้น เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	46
6 ผลการเจริญของ hairy root R1000 บนรอยตัดของลำต้น เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	47
7 เปรียบเทียบผลการเจริญของ hairy root บนรอยตัดของลำต้น ในสภาวะสว่าง และมีด	48
8 ผลการเจริญของ hairy root A4 บนชิ้นใบ เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	52
9 ผลการเจริญของ hairy root 8196 บนชิ้นใบ เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	52
10 ผลการเจริญของ hairy root R1000 บนชิ้นใบ เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	53
11 ผลการเจริญของ hairy root 15834 บนชิ้นใบ เมื่ออายุ 8 สัปดาห์	53
12 เปรียบเทียบผลการเจริญของ hairy root บนชิ้นใบในสภาวะสว่าง และมีด	54
13 เปรียบเทียบผลการเจริญของ hairy root บนชิ้นใบ และบนรอยตัดของลำต้น ที่เจริญในที่สว่าง	55
14 เปรียบเทียบผลการเจริญของ hairy root บนชิ้นใบ และบนรอยตัดของลำต้น ที่เจริญในที่มืด	55
15 เปรียบเทียบผลการเจริญของ hairy root A4 และ R1000 ที่เจริญในอาหารสูตร A B และ C ในสภาวะสว่างและมีด ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2	74
16 เปรียบเทียบผลของอาหารสูตร A B และ C ที่มีต่อการเจริญของ hairy root A4 และ R1000 ในสภาวะสว่างและมีด ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2	75

17	เปรียบเทียบผลของสภาวะสว่างและมืด ที่มีผลต่อการเจริญของ hairy root A4 และ R1000 ในอาหารสูตร A B และ C ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2	76
18	ผลการเจริญของรากปกติที่เลี้ยงในอาหารเหลว เป็นเวลา 2 สัปดาห์	80
19	ผลการตรวจหา tropane alkaloid ด้วยวิธี TLC ระบบที่ 1	84
20	ผลการตรวจหา tropane alkaloid ด้วยวิธี TLC ระบบที่ 2	86
21	ผลการตรวจหา tropane alkaloid ด้วยวิธี TLC ระบบที่ 3	87
22	ผลการตรวจหา tropane alkaloid ด้วยวิธี TLC ระบบที่ 4	89
23	ผลการตรวจหา tropane alkaloid ด้วยวิธี TLC ระบบที่ 5	90
24	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine standard refrence ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ด้วยวิธี HPLC	92
25	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root A4(1) A4(2) และ A4(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน ..	97
26	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root R1000(1) R1000(2) และ R1000(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	99
27	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root A4(1) ที่เจริญในอาหารสูตร A B และ C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	101
28	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root R1000(1) ที่เจริญในอาหารสูตร A B และ C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	103
29	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine ด้วยวิธี HPLC ใน <u>in vitro</u> root ที่เจริญในอาหารสูตร B และ C ในสภาวะแสงต่างกัน อายุ 2 สัปดาห์	105
30	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine (%DW) ใน hairy root A4(1) A4(2) และ A4(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	107
31	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine(%DW)ใน hairy root R1000(1) R1000(2) และ R1000(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	107
32	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ atropine (%DW) ใน hairy root A4 ที่เจริญในสภาวะสว่าง และมืด ในอาหารสูตร C อายุต่างกัน	109

33	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW) ใน hairy root R1000 ที่เจริญใน สภาวะสว่าง และมีด ในอาหารสูตร C อายุต่างกัน	109
34	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW) ใน hairy root A4 ที่มีอายุ 1 และ 2 สัปดาห์ ในอาหารสูตร C สภาวะแสงต่างกัน	111
35	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine(%DW)ใน hairy root R1000 ที่มีอายุ 1 และ 2 สัปดาห์ ในอาหารสูตร C สภาวะแสงต่างกัน	111
36	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW) ใน hairy root A4(1) ที่เจริญใน อาหารสูตร A B และ C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	113
37	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW)ใน hairy root R1000(1) ที่เจริญ ในอาหารสูตร A B และ C ในสภาวะแสง และอายุต่างกัน	113
38	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW) ใน <u>in vitro</u> root และ hairy root ที่เจริญในอาหารสูตร C สภาวะแสงต่างกัน ที่อายุ 2 สัปดาห์	116
39	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ atropine (%DW) ใน <u>in vitro</u> root และ hairy root ที่เจริญในอาหารสูตร C สภาวะแสงต่างกัน ที่อายุ 2 สัปดาห์	116

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ชนิดของ opine ที่พบใน hairy root	8
2 แผนที่ยีนของ Ri plasmid (pRiA4b)	11
3 การสังเคราะห์ indole-3-acetic acid โดยยีน tms-1 และ tms-2	14
4 Tropane ring	15
5 กระบวนการชีวสังเคราะห์ของ tropane alkaloid	16
6 Hairy root บนรอยตัดลำต้นที่เกิดจาก <u>A. rhizogenes</u> สายพันธุ์ A4 เมื่อเลี้ยง ในที่สว่างและมีด อายุ 8 สัปดาห์	44
7 Hairy root บนรอยตัดลำต้นที่เกิดจาก <u>A. rhizogenes</u> สายพันธุ์ 8196 เมื่อเลี้ยง ในที่สว่างและมีด อายุ 8 สัปดาห์	45
8 ต้นกล้าลำโพงกาสลักที่ได้รับเชื้อ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แต่ไม่เกิด hairy root...	49
9 ต้นกล้าลำโพงกาสลักที่ถูกตัดยอดไปแต่ไม่ได้รับเชื้อ เป็นเวลา 4 สัปดาห์	49
10 ชี้นใบของลำโพงกาสลักที่ไม่ได้รับเชื้อ เป็นเวลา 4 สัปดาห์	49
11 Hairy root ที่เพิ่งเริ่มเกิดบนชี้นใบ ที่เกิดจาก <u>A. rhizogenes</u> สายพันธุ์ A4 8196 R1000 และ 15834 หลังการรับเชื้อ 3 สัปดาห์	51
12 Hairy root บนชี้นใบ เมื่อเลี้ยงในที่สว่างและมีด อายุ 8 สัปดาห์	51
13 Hairy root เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร A B C D และ E ในที่สว่างและมีด .	58
14 <u>In vitro</u> root เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร A B C D และ E ในที่สว่างและมีด	59
15 ลักษณะการเจริญของ hairy root ที่มีการแตกสาขามาก	60
16 แคลลัสที่เกิดจาก hairy root A4 ที่เลี้ยงในอาหารสูตร A	61
17 Hairy root ที่เกิด regeneration	63
18 ลักษณะการเกิด regenerated plant	64
19 Regenerated plant จาก hairy root	65
20 Hairy root A4(1) A4(2) และ A4(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C	66

21	Hairy root R1000(1) R1000(2) - และ R1000(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C	66
22	Hairy root A4 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร A	68
23	Hairy root A4 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร B	69
24	Hairy root A4 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร C	70
25	Hairy root R1000 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร A	71
26	Hairy root R1000 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร B	72
27	Hairy root R1000 ที่เจริญในอาหารเหลวสูตร C	73
28	<u>In vitro</u> root ที่เจริญในอาหารสูตร B และ C	78
29	ลักษณะ hairy root A4 ที่กลายเป็นแคลลัสเมื่อเจริญในเหลวสูตร A เป็นเวลา 2 สัปดาห์	81
30	ลักษณะตัวอย่างเนื้อเยื่อแห้งที่นำไปวิเคราะห์แอลคาลอยด์	81
31	Calibration curve ของ atropine standard reference	92
32	Chromatogram ของ atropine standard reference ที่ความเข้มข้น 6.00, 5.00, 4.00, 3.00, 2.00 และ 1.00 ug/20 ul	93
33	Co-chromatogram ของ atropine standard reference กับสารสกัด tropine alkaloid จาก hairy root A4	95
34	Co-chromatogram ของ atropine standard reference กับสารสกัด tropine alkaloid จาก hairy root R1000	95
35	Chromatogram ของ atropine(a) จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root A4(1) A4(2) และ A4(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C สภาวะแสงและอายุต่างกัน	96
36	Chromatogram ของ atropine(a) จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root R1000(1) R1000(2) และ R1000(3) ที่เจริญในอาหารสูตร C สภาวะแสงและอายุต่างกัน	98
37	Chromatogram ของ atropine(a) จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC ใน hairy root A4(1) ที่เจริญในอาหารสูตร A B และ C สภาวะแสง และ	

อายุต่างกัน 100

38 Chromatogram ของ atropine(a) จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC
 ใน hairy root R1000(1) ที่เจริญในอาหารสูตร A B และ C สภาวะแสงและ
 อายุต่างกัน 102

39 Chromatogram ของ atropine(a) จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC
 ใน in vitro root ที่เจริญในอาหารสูตร B และ C สภาวะแสงต่างกัน อายุ 2
 สัปดาห์ 104

40 Chromatogram จากการวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยวิธี HPLC ในเซลล์ของhairy
 root A4 ในอาหารแข็งสูตร A สภาวะแสง และอายุต่างกัน 106

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	28
2	การสกัดแยก tropane alkaloid โดยสังเขป	32
3	ผลการชักนำให้เกิด hairy root	42
4	ผลการเจริญของ hairy root บน explant	56
5	ผลการเจริญของ hairy root ในอาหารเหลว	77
6	ผลการเจริญของ <u>in vitro</u> root เทียบกับ hairy root ในอาหารเหลว	77
7	ปริมาณ atropine ใน hairy root เบอร์ต่างๆ	114
8	ปริมาณ atropine ใน hairy root ที่เลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ	114
9	ปริมาณ atropine ใน <u>in vitro</u> root เทียบกับ hairy root ในอาหารเหลวสูตร C.	117
10	ปริมาณ atropine ใน <u>in vitro</u> root เทียบกับ hairy root ในอาหารเหลวสูตร B.	117

ลธิบาศคำย่อ

- DW : Dry wieght
- FW : Fresh wieght
- μ : Micro
- M : Molar
- Conc : Concentration

