# บทที่ 4

## ผลการทดลอง

**การทดลองที่ 1** อิทธิพลของชนิดถั่วที่มีต่อการทำกราฟมาตรฐานเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินโดยวิธี Beans Hypocotyl Bioassay โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย

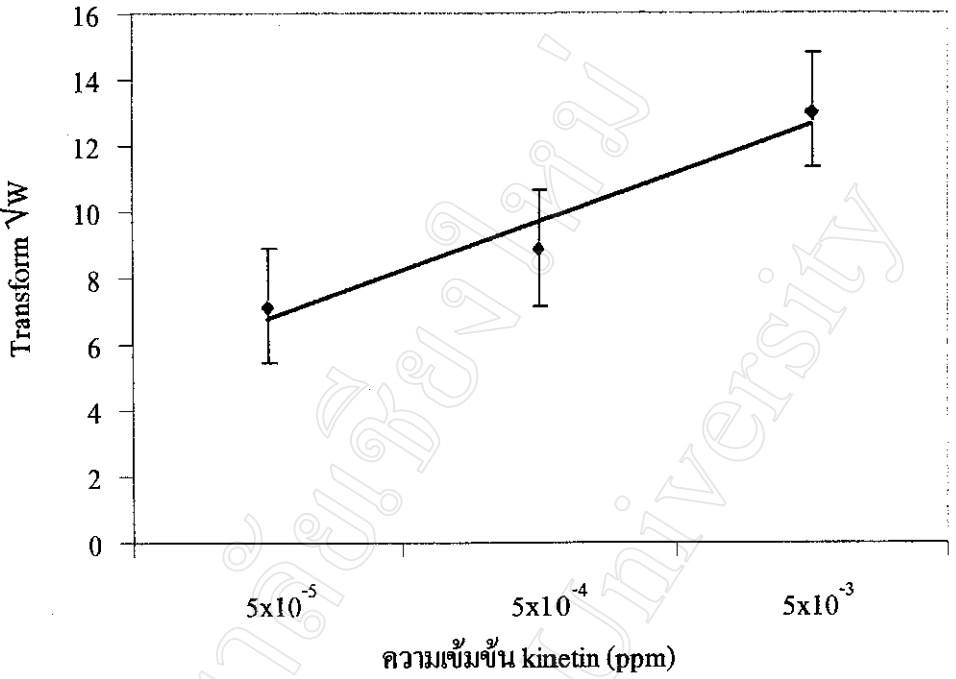
**การทดลองที่ 1.1** อิทธิพลของชนิดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่มีต่อปริมาณไคเนตินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของไคเนตินเพิ่มขึ้นจาก $5x10^{-5}$ ถึง $5x10^{-3}$ สตล ทำให้น้ำหนักสด hypocotyl เพิ่มขึ้นเป็น linear ค่า F เท่ากับ 544.02 (ภาคผนวกที่ 1.1.5) (ภาพที่ 1 , 4) ในขณะที่ความเข้มข้น $5x10^{-6}$ สตล จะเป็น quadratic (ภาคผนวกที่ 1.1.6) ค่า C.V. เท่ากับ 5.79 % (Transform ด้วย $\sqrt{W}$) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 11.31 % การวิเคราะห์สมการเส้นตรง (linear regression) ได้ผลดังนี้

$$Y = -0.0023485+0.000041671X \quad P < 0.0000$$ (ภาคผนวกที่ 1.1.7)

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นของไคเนตินมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน และ X คือน้ำหนักสด hypocotyl มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ซึ่งมีค่า minimum = 57.55 มิลลิกรัม และค่า maximum = 176.34 มิลลิกรัม (ซึ่งจะทำให้มีค่า Y minimum = $5x10^{-5}$ สตล maximum = $5x10^{-3}$ สตล) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ linear correlation พบว่า

$r = 0.9680$ $n = 30$ $P < 0.0000$

$r^2 = 0.9370$ (ภาคผนวกที่ 1.1.7)




ภาพที่ 1 น้ำหนักสดของ hypocotyl ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ( มิลลิกรัม / 6 ชิ้น ) ที่ระดับความเข้มข้นไคเนตินต่างกันตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast ( ภาคผนวกที่ 1.1.5 )

หมายเหตุ : ค่า C.V. เท่ากับ 5.79 % (Transform ด้วย $\sqrt{W}$) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 11.79 % ทำการทดลอง 10 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 12 % of overall mean

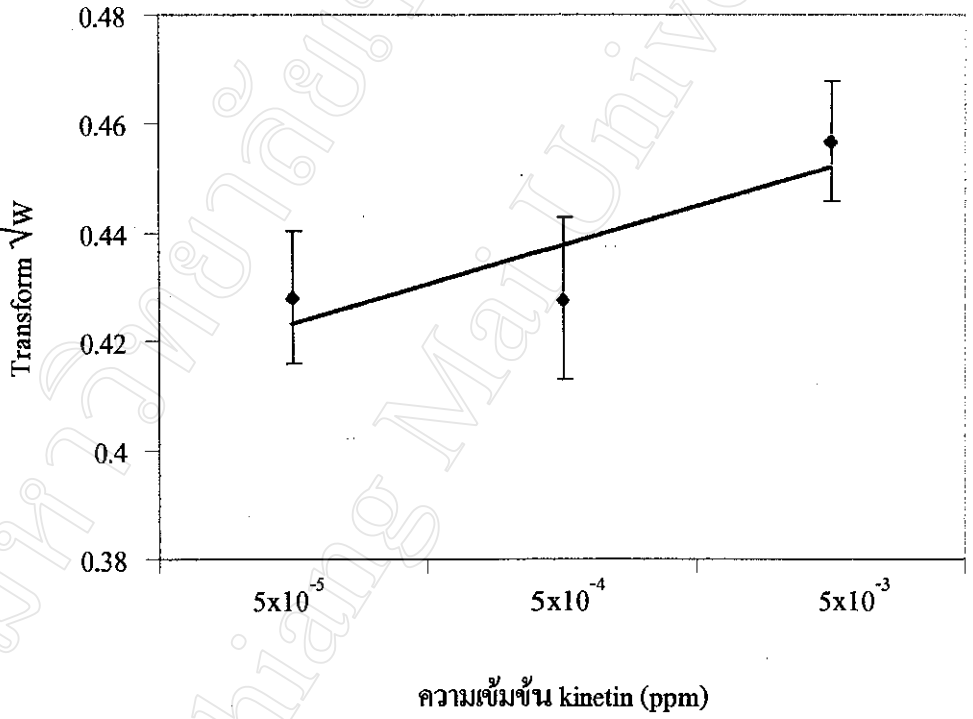
**การทดลองที่ 1.2** อิทธิพลของถั่วแดงหลวงที่มีต่อปริมาณไคเนตินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของไคเนตินเพิ่มขึ้นจาก $5x10^{-5}$ ถึง $5x10^{-3}$ สตล ทำให้น้ำหนักสด hypocotyl จะเพิ่มขึ้นเป็น linear ค่า F เท่ากับ 51.63 (ภาคผนวกที่ 1.2.5) (ภาพที่ 2 , 5)ในขณะที่ $5x10^{-6}$ สตล จะเป็น quadatic (ภาคผนวกที่ 1.2.6) ค่า C.V. เท่ากับ 11.98 % ( Transform ด้วย $\sqrt{W}$ ) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 13.94 % การวิเคราะห์สมการเส้นตรง ( linear regression ) ได้ผลดังนี้

$$Y = -0.0057376+0.000013375X \qquad P < 0.0000$$ ( ภาคผนวกที่ 1.2.7 )

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นของไคเนตินมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน และ X คือน้ำหนักสด hypocotyl มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ซึ่งมีค่า minimum = 432.71 มิลลิกรัม และค่า maximum = 802.81 มิลลิกรัม (ซึ่งจะทำให้มีค่า Y minimum = $5x10^{-5}$ สตล maximum = $5x10^{-3}$ สตล) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ linear correlation พบว่า

$r = 0.8436$ $n = 30$ $P < 0.0000$

$r^2 = 0.7116$ (ภาคผนวกที่ 1.2.7)




**ภาพที่ 2** น้ำหนักสดของ hypocotyl ถั่วแดงหลวง (มิลลิกรัม / 6 ชิ้น) ที่ระดับความเข้มข้นไคเนตินต่างกันตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast (ภาคผนวกที่ 1.2.5)

หมายเหตุ : ค่า C.V. เท่ากับ11.98 % (Transform ด้วย $\sqrt{W}$) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 13.94% ทำการทดลอง 10 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 12 % of overall mean

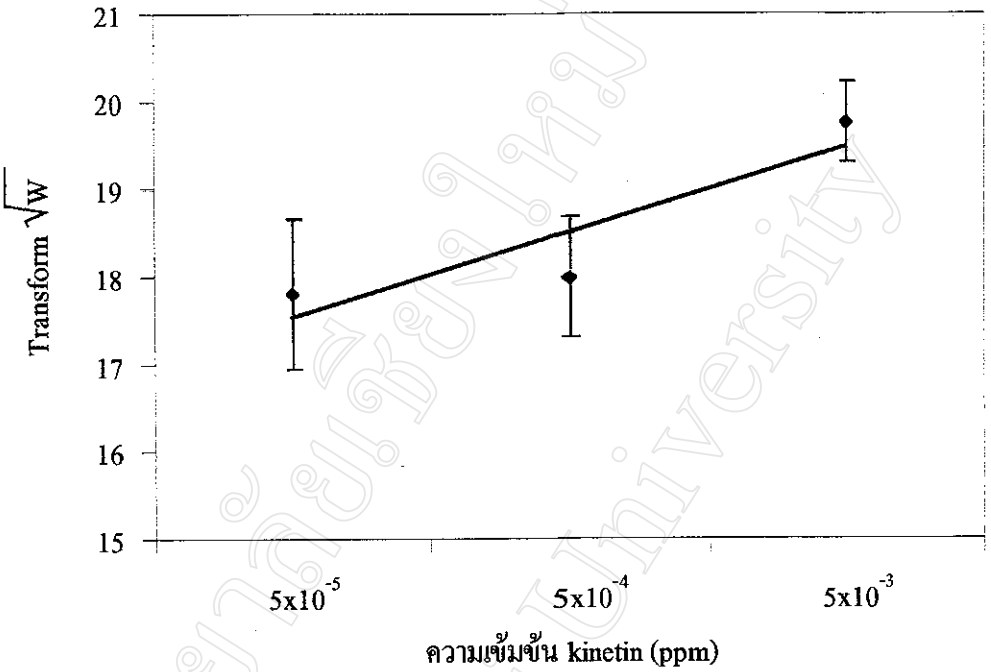
**การทดลองที่ 1.3** อิทธิพลของถั่วพร้าที่มีต่อปริมาณไคเนตินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไคเนตินเพิ่มขึ้นจาก $5x10^{-5}$ ถึง $5x10^{-3}$ สตล ทำให้น้ำหนักสด hypocotyl เพิ่มขึ้นเป็น linear ค่า F เท่ากับ 16.72 ( ภาคผนวกที่ 1.3.5 ) ( ภาพที่ 3 , 6 ) ในขณะที่ $5x10^{-6}$ สตล จะเป็น quardatic ( ภาคผนวกที่ 1.3.6) ค่า C.V. เท่ากับ 5.76 % ( Transform ด้วย $\sqrt{W}$ ) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 11.79 % การวิเคราะห์สมการเส้นตรง ( linear regression ) ได้ผลดังนี้

$$Y = -0.0080507+0.000028705X \qquad P < 0.0000$$ ( ภาคผนวกที่ 1.3.7 )

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นของไคเนตินมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน และ X คือน้ำหนักสด hypocotyl มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ซึ่งมีค่า minimum = 282.20 มิลลิกรัม และค่า maximum = 454.64 มิลลิกรัม ( ซึ่งจะทำให้มีค่า Y minimum = $5x10^{-5}$ สตล maximum = $5x10^{-3}$ สตล ) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ linear correlation พบว่า

$r = 0.6592$ $n = 30$ $P < 0.0000$

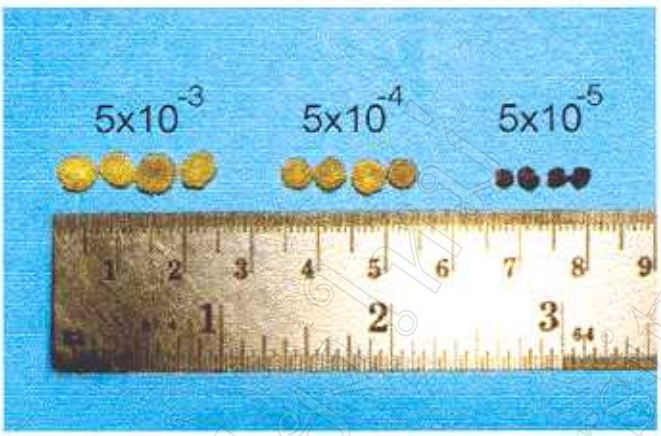
$r^2 = 0.4345$ (ภาคผนวกที่ 1.3.7)



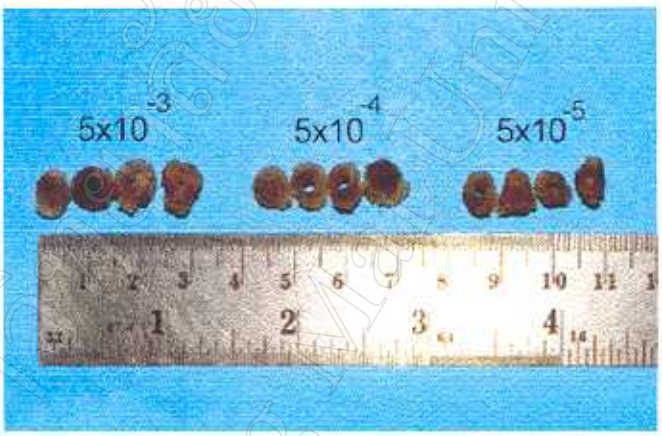

**ภาพที่ 3** น้ำหนักสดของ hypocotyl ถั่วพร้า ( มิลลิกรัม / 6 ชิ้น ) ที่ระดับความเข้มข้นไคเนติน ต่างกันตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast ( ภาคผนวกที่ 1.3.5 )

หมายเหตุ : ค่า C.V. เท่ากับ 5.76 % (Transform ด้วย $\sqrt{W}$ ) และ C.V. Untransformed เท่ากับ 11.79 % ทำการทดลอง 10 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 12 % of overall mean

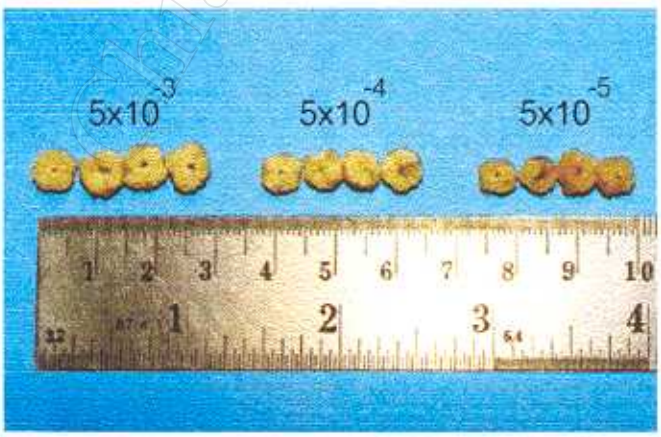
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University




ภาพที่ 4 แคลลัสของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 เมื่อบ่ม 13 วัน




ภาพที่ 5 แคลลัสของถั่วแดงหลวง เมื่อบ่ม 13 วัน




ภาพที่ 6 แคลลัสของถั่วพร้า เมื่อบ่ม 13 วัน

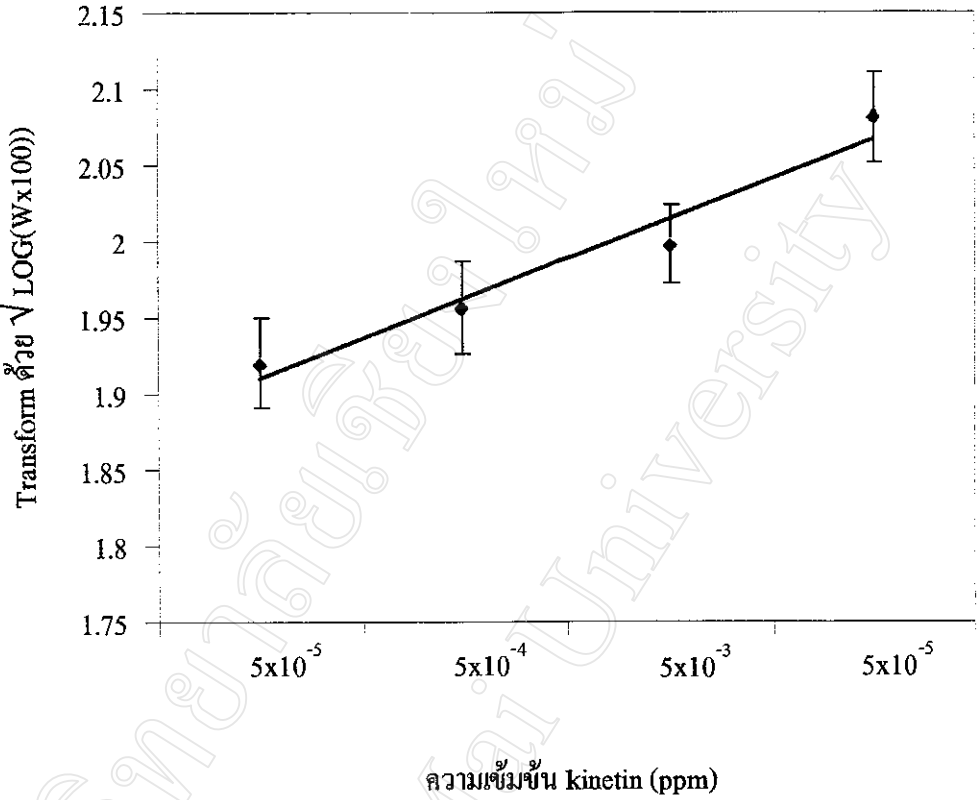
**การทดลองที่ 2** อิทธิพลของจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินโดยวิธี Soybean Hypocotyl Bioassay

พบว่า จำนวนวันที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการบ่มถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 คือ 13 วัน (ตารางที่ 9) ส่วนความเข้มข้นของ ไคเนติน พบว่า เมื่อความเข้มข้นของไคเนตินเพิ่มขึ้นน้ำหนักสดของ hypocotyl จะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 7) นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มถั่วเหลืองถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 กับความเข้มข้นของไคเนตินมี interaction กัน (ภาพที่ 8 , 9 , 10 , 11) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนวันที่ แตกต่างกันการตอบสนองต่อไคเนตินก็จะแตกต่างกันไปด้วย

**ตารางที่ 9** น้ำหนักสด hypocotyl ( มิลลิกรัม /6 ชิ้น ) ที่จำนวนวันที่บ่มแตกต่าง กัน ( ภาคผนวกที่ 2.6 )

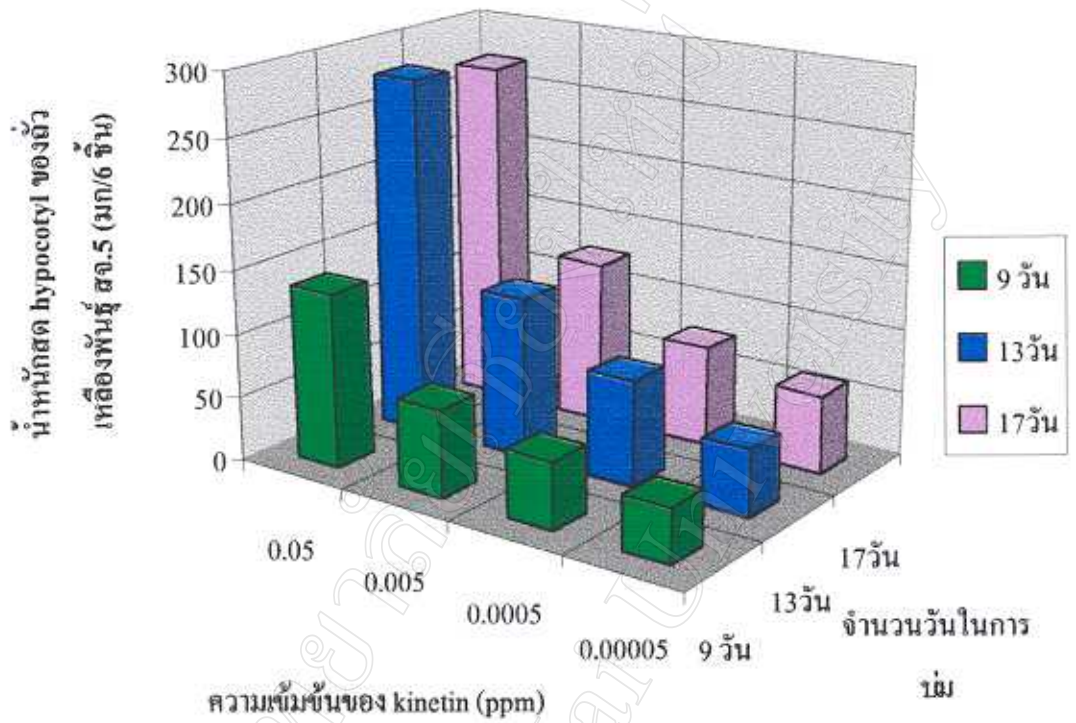
| จำนวนวันที่บ่ม | น้ำหนักสด ( มก. / 6ชิ้น) | ข้อมูลที่ Transformด้วย $\sqrt{(\text{LOG(Wx100)})}$ |
|---|---|---|
| 17 | 134.50 | 2.011 a |
| 13 | 134.10 | 2.004 a |
| 9 | 73.10 | 1.952 b |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95 % เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี LSD , C.V. เท่ากับ 1.30 % (Transform ด้วย $\sqrt{(\text{LOG(Wx100)})}$ ) C.V. Untransformed เท่ากับ 24.17 % ทำการทดลอง 9 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 4 % of overall mean

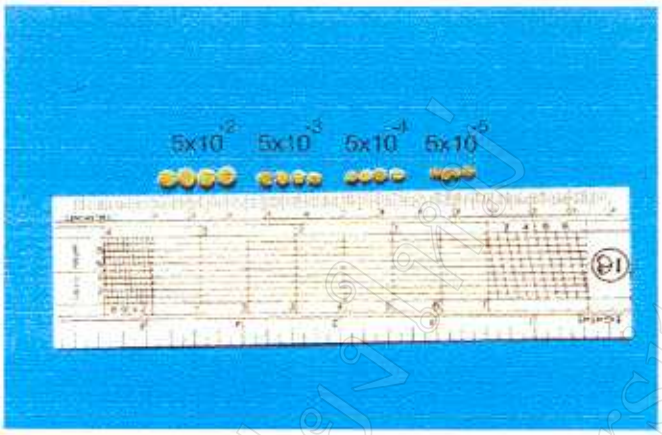



ภาพที่ 7 น้ำหนักสด hypocotyl ( มิลลิกรัม /6 ชิ้น ) ที่ระดับความเข้มข้นไคเนตินต่างกันของจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast (ภาคผนวกที่ 2.7 )

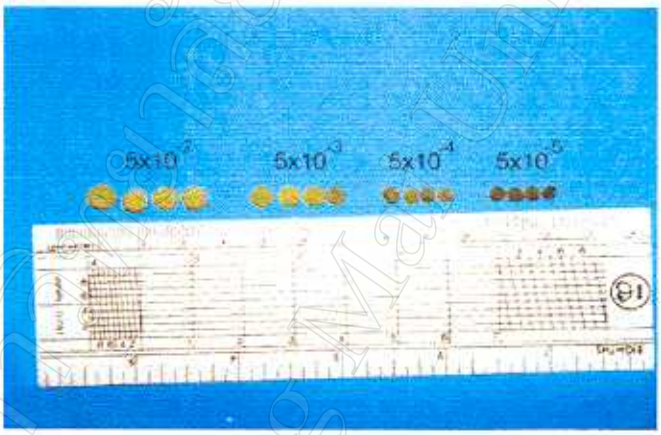
หมายเหตุ : C.V. เท่ากับ 1.30 % (Transform ด้วย $\sqrt{(LOG(Wx100))}$ ) C.V. Untransformed เท่ากับ 24.17 % ทำการทดลอง 9 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 4 % of overall mean



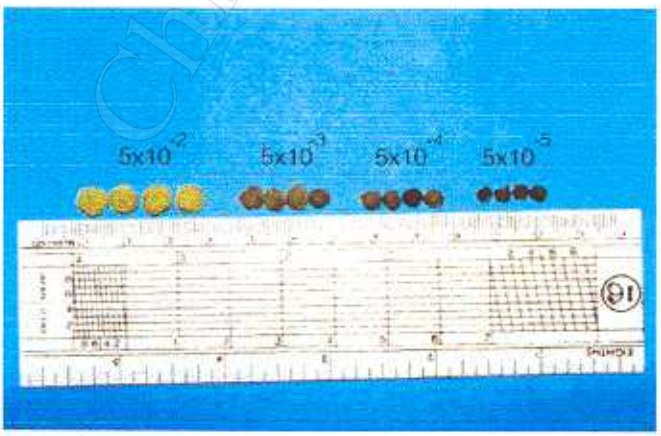

ภาพที่ 8 อิทธิพลของจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่ระดับของความเข้มข้นของไคเนตินต่าง ๆ กัน (ภาคผนวกที่ 2.6 , 2.7)




**ภาพที่ 9** แคลลัสถั่วเหลือง สจ.5 เมื่อบ่ม 9 วัน




**ภาพที่ 10** แคลลัสถั่วเหลือง สจ.5 เมื่อบ่ม 13 วัน




**ภาพที่ 11** แคลลัสถั่วเหลือง สจ.5 เมื่อบ่ม 17 วัน

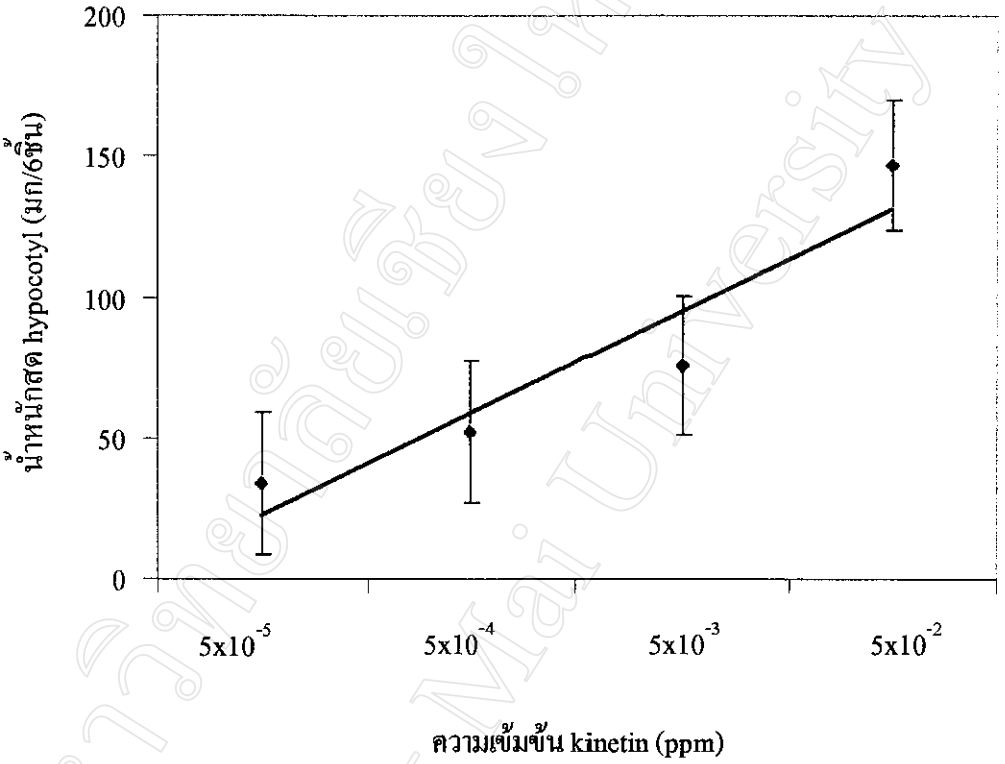
**การทดลองที่ 3** อิทธิพลของวันที่แตกต่างกันในการทำกราฟมาตรฐานเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินโดยวิธี Soybean Hypocotyl Bioassay

พบว่า ในการทำกราฟมาตรฐานที่ต่างกันน้ำหนักสดของ hypocotyl ไม่แตกต่างกัน ( ตารางที่ 10 ) และเมื่อความเข้มข้นของ ไคเนตินเพิ่มขึ้นน้ำหนักสดของ hypocotyl จะเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ( ภาพที่ 12 ) นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเวลาที่แตกต่างกันในการทำกราฟมาตรฐานและความเข้มข้นของไคเนตินไม่มี interaction กัน

**ตารางที่ 10** น้ำหนักสดของ hypocotyl (มิลลิกรัม / 6 ชิ้น ) ของวันที่ต่างกันในการทดลองกราฟมาตรฐานที่แตกต่างกัน (ภาคผนวกที่ 3.6)

| วันที่ต่างกันในการทดลองทำกราฟมาตรฐาน | น้ำหนักสด hypocotyl (มก. / 6ชิ้น) |
|---|---|
| 30 สิงหาคม 2540 | 79.16 a |
| 15 กันยายน 2540 | 75.52 a |
| | NS |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี LSD , C.V. เท่ากับ 11.4 % (Untransformed) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 12 % of overall mean




**ภาพที่ 12** น้ำหนักสดของ hypocotyl (มิลลิกรัม / 6 ชิ้น ) ที่ระดับความเข้มข้นไคเนตินต่างกันของวันที่แตกต่างกันในการทำกราฟมาตรฐาน ตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast (ภาคผนวกที่ 3.7 )

หมายเหตุ : C.V. เท่ากับ 11.4 % ( Untransformed ) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference เท่ากับ 12 % of overall mean

**การทดลองที่ 4** อิทธิพลขนาดของหน่วยการทดลองที่เหมาะสมในการทำกราฟมาตรฐานเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินโดยวิธี Soybean Hypocotyl Bioassay โดยแบ่งออกเป็น 5 การทดลองย่อย คือ จำนวนชิ้นของ hypocotyl 2 ,4 ,6 ,8 และ 10 ชิ้น เป็นหนึ่งหน่วยการทดลอง ผลการทดลองพบว่า การใช้ hypocotyl จำนวน 8 ชิ้น เป็นขนาดหน่วยการทดลองที่เหมาะสม (ตารางที่ 11) (ภาพที่ 14) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าค่า C.V. บริเวณที่กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (point of maximum curvature) (สุรพล , 2537) โดยคำนวณจาก (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 11** ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนชิ้น hypocotyl ต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง (ภาคผนวกที่ 4.1.1 , 4.2.1 , 4.3.1 , 4.4.1 , 4.5.1)

| จำนวนชิ้น hypocotyl (ชิ้น) | ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน ( C.V.) % |
|---|---|
| 2 | 22.18 |
| 4 | 21.21 |
| 6 | 20.36 |
| 8 | 13.97 |
| 10 | 12.03 |

**ตารางที่ 12** แสดงค่า C.V. บริเวณที่กราฟมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ( point of maximum curvature) (ตารางที่ 11)

| จำนวนชิ้น hypocotyl (ชิ้น) | ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%) | (C.V. difference) |
|---|---|---|
| 2 – 4 | 22.18 – 21.21 | 0.9700 |
| 4 – 6 | 21.21 – 20.36 | 0.5800 |
| 6 – 8 | 20.36 – 13.97 | 6.3900 |
| 8 – 10 | 13.97 – 12.03 | 1.9400 |

ดังนั้น ขนาดของหน่วยการทดลองในการทำ Soybean Hypocotyl Bioassay ควรใช้จำนวนชิ้นของ hypocotyl 8 ชิ้น ต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง

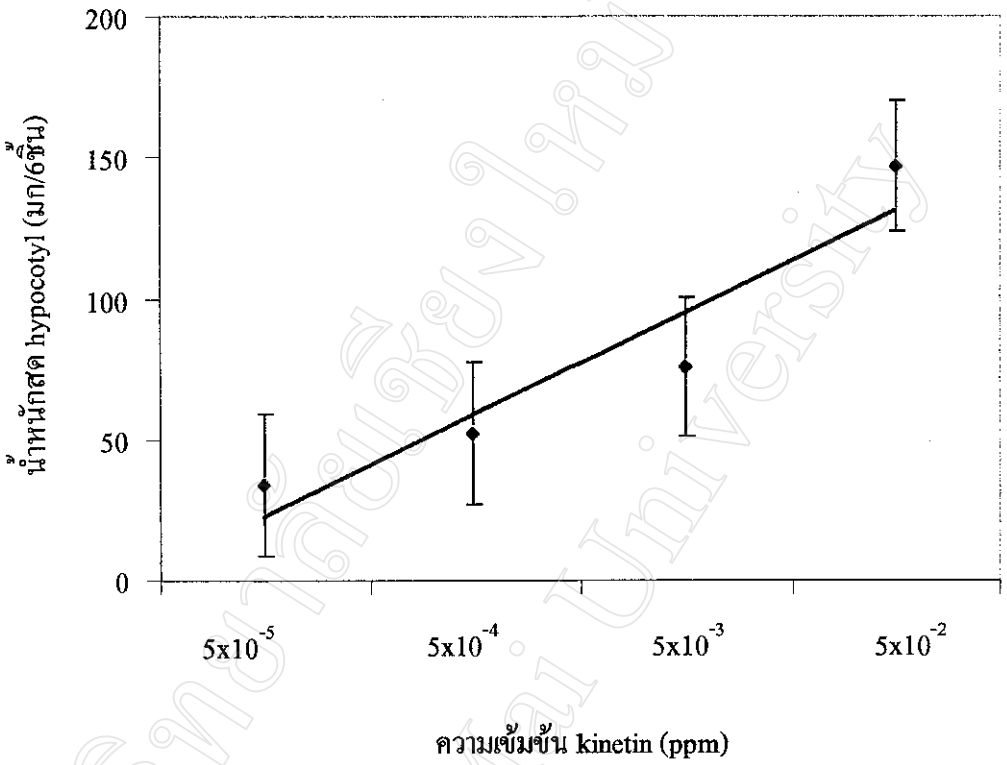
ผลการวิเคราะห์กราฟมาตรฐานเมื่อใช้จำนวนชิ้น hypocotyl 8 ชิ้น ต่อหนึ่งหน่วยการทดลองพบช่วงที่เป็นเส้นตรง (linear) ระหว่าง $5x10^{-5}$ ถึง $5x10^{-2}$ สตล (ภาคผนวกที่ 4.4.5) และผลการวิเคราะห์สมการเส้นตรง (linear regression) ได้ผลดังนี้

$Y = -0.026900+0.00032014\ X$ $P < 0.0000$ (ภาคผนวกที่ 4.4.6)

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นของไคเนตินมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน และ X คือ น้ำหนักสด hypocotyl มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ซึ่งมีค่า minimum = 84.18 มิลลิกรัม และค่า maximum = 240.20 มิลลิกรัม (ซึ่งจะทำให้มีค่า Y minimum = $5x10^{-5}$ สตล maximum = $5x10^{-2}$ สตล) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ linear correlation พบว่า

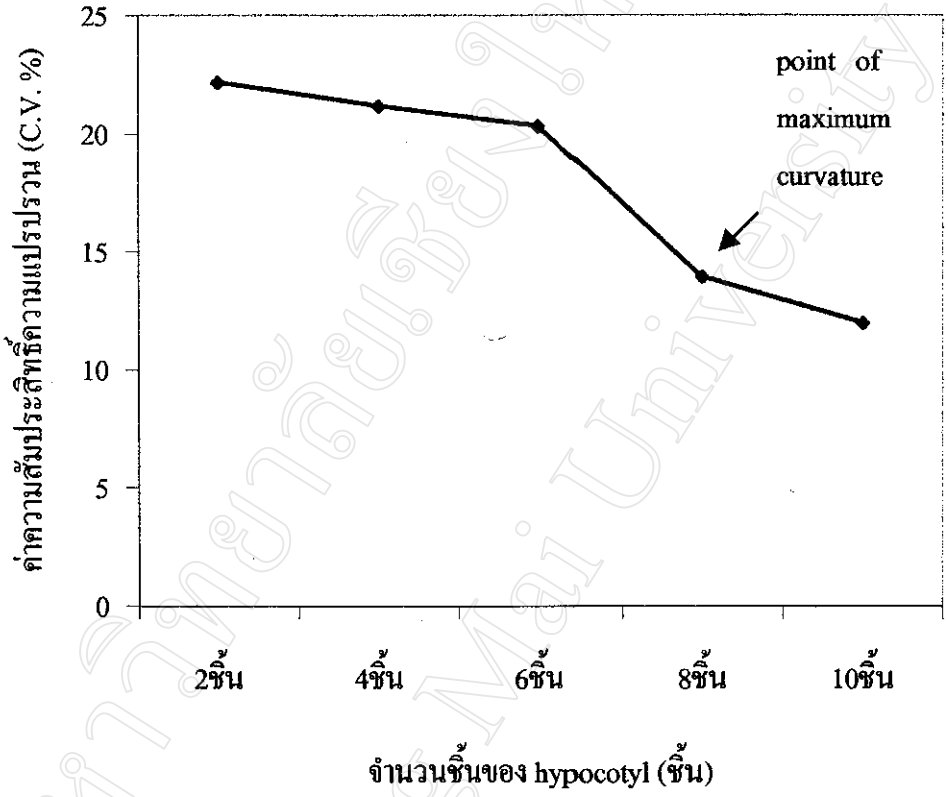
$r = 0.9072$ $n = 32$ $P < 0.0000$

$r^2 = 0.8228$ (ภาคผนวกที่ 4.4.6)




**ภาพที่ 13** น้ำหนักสดของ hypocotyl ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 (มิลลิกรัม / 8 ชิ้น) ต่อปริมาณความเข้มข้นของ ไคเนตินต่างกัน ตรวจสอบแล้วเป็น linear ด้วย Polynomial contrast ( ภาคผนวกที่ 4.4.5 )

หมายเหตุ : ค่า C.V. เท่ากับ 13.97 % Untransformed ทำการทดลอง 8 ซ้ำ confidence probability 95% , treatment mean difference เท่ากับ 16 % of overall mean




**ภาพที่ 14** การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจำนวนชิ้น hypocotyl ที่เหมาะสมต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง (ตารางที่ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

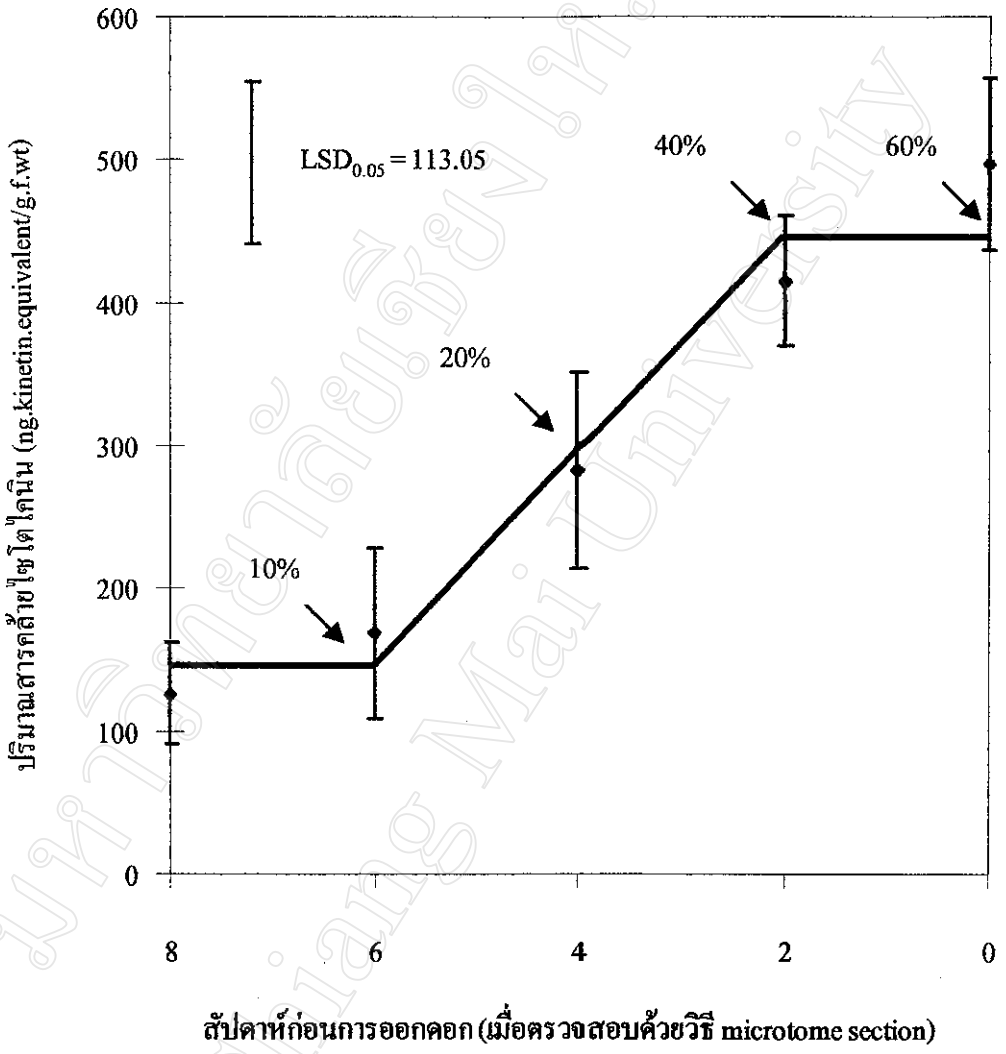
**การทดลองที่ 5** การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินช่วงก่อนการออกดอกในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย

พบว่า มีปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินต่ำในสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับสัปดาห์ที่ 6 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และเพิ่มขึ้นไปถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นจะคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ออกดอก (ภาพที่ 15) และผลการตัด microtome section (ภาพที่ 16-20) ในสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 16) ก่อนการออกดอกยังไม่พบช่วง flower initiation พบช่วง flower initiationในช่วงสัปดาห์ที่ 6 (ภาพที่ 17) ก่อนการออกดอกมี 10 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์4 (ภาพที่18) มี 20 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2 (ภาพที่ 19) มี 40 เปอร์เซ็นต์ และในสัปดาห์ที่ออกดอกมี 60 เปอร์เซ็นต์ ค่า C.V. เท่ากับ 37.1 % ( Untransformed ) และ C.V. เท่ากับ 11.59 % (Transform ด้วย $\sqrt[4]{W}$ ) การวิเคราะห์สมการเส้นตรง (linear regression) ของกราฟมาตรฐานได้ผลดังนี้

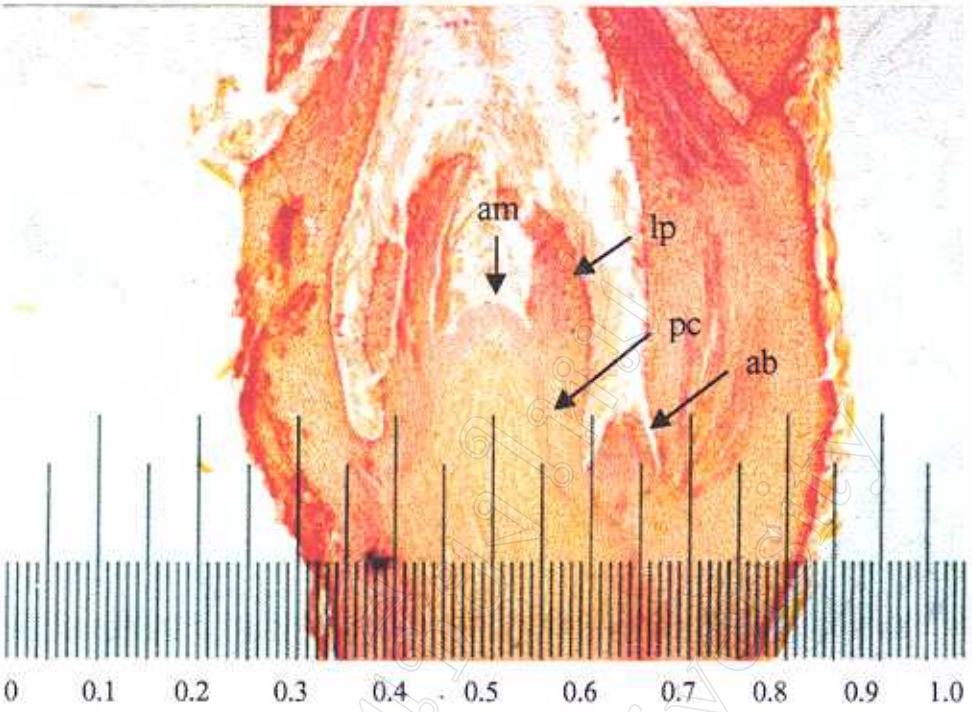
$$Y = -0.19725+0.0030176\,X \qquad P < 0.0000 \qquad (\text{ภาคผนวกที่ } 5.8)$$

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นไคเนตินมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน และ X คือ น้ำหนักสด hypocotyl มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ซึ่งมีค่า minimum = 65.38 มิลลิกรัม และ ค่า maximum = 231.06 มิลลิกรัม ( ซึ่งจะทำให้มีค่า Y minimum = $5x10^{-5}$ สตล maximum = $5x10^{-1}$ สตล ) ในขณะที่ ผลการวิเคราะห์ linear correlation พบว่า

$$r = 0.9013 \qquad n = 50 \qquad P < 0.0000$$
$$r^2 = 0.8123 \qquad (\text{ภาคผนวกที่ } 5.8)$$

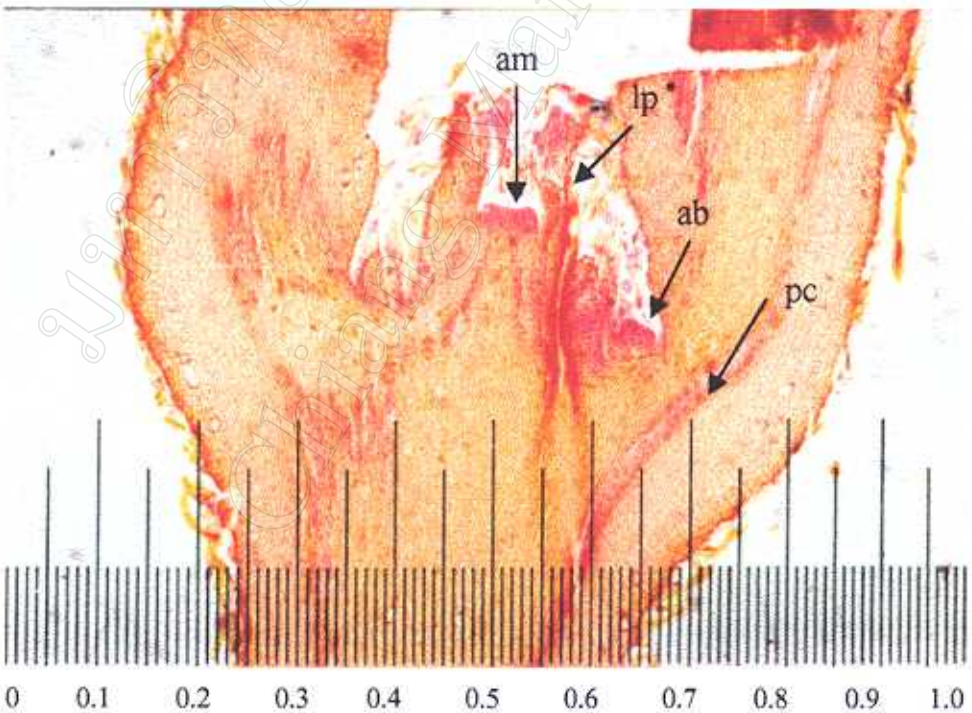



**ภาพที่ 15** การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินช่วงก่อนการออกดอกในยอดลิ้นจี่พันธุ์ยงฮวย (ภาคผนวกที่ 5.5) ตรวจสอบความแตกต่างด้วย $LSD_{0.05}$ , C.V. = 37.1 % (Untransformed) C.V. = 11.59 % (Transform) ด้วย $\sqrt[4]{W}$ ทำการทดลอง 8 ซ้ำ confidence probability 95 % , treatment mean difference 16 % of overall mean
→ = flower initiation



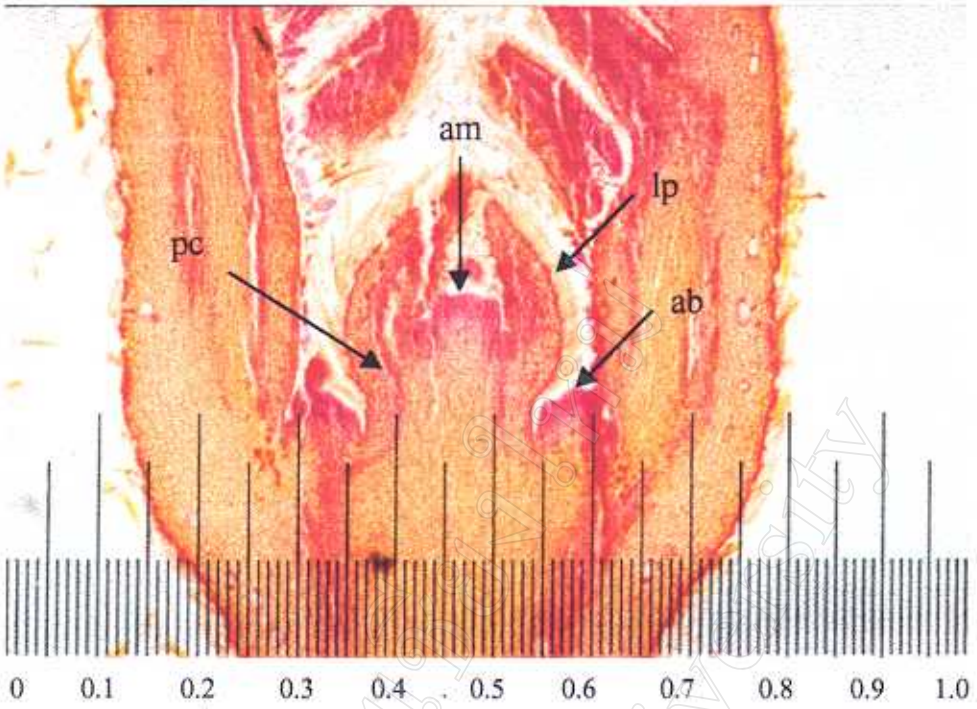

**ภาพที่ 16** ยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยตัดตามยาวระยะ 8 สัปดาห์ก่อนการออกดอก วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2538 ขนาดกำลังขยายประมาณ 47 เท่า

**หมายเหตุ** สเกลที่ใช้เทียบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (flower initiation 0 %)



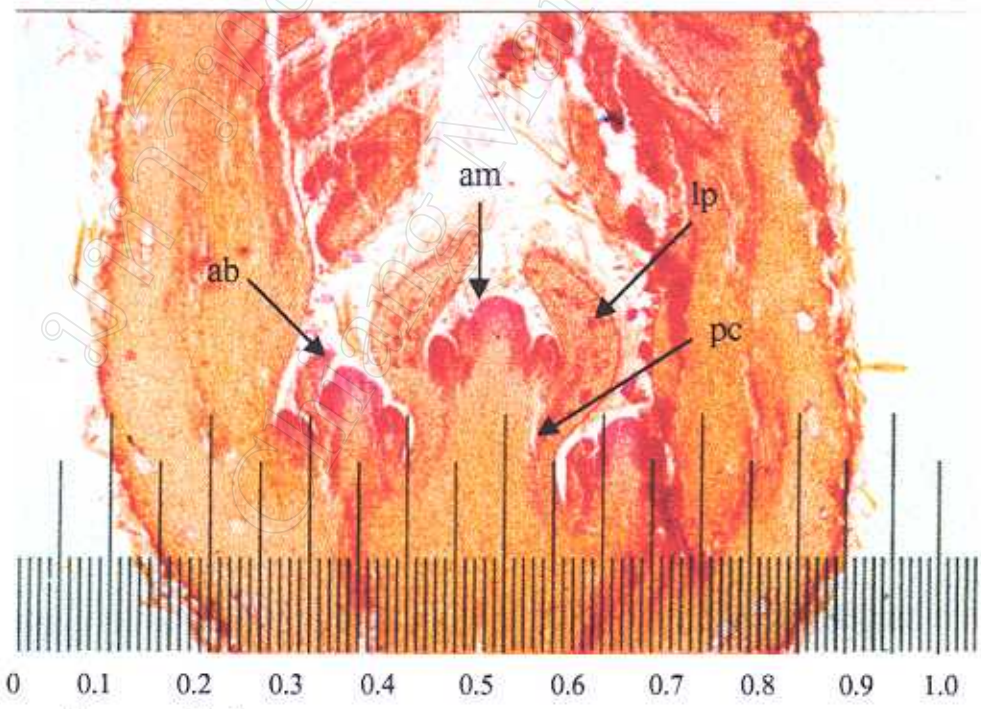

**ภาพที่ 17** ยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยตัดตามยาวระยะ 6 สัปดาห์ก่อนการออกดอก วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2538 ขนาดกำลังขยายประมาณ 47 เท่า

**หมายเหตุ** สเกลที่ใช้เทียบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (flower initiation 10%)



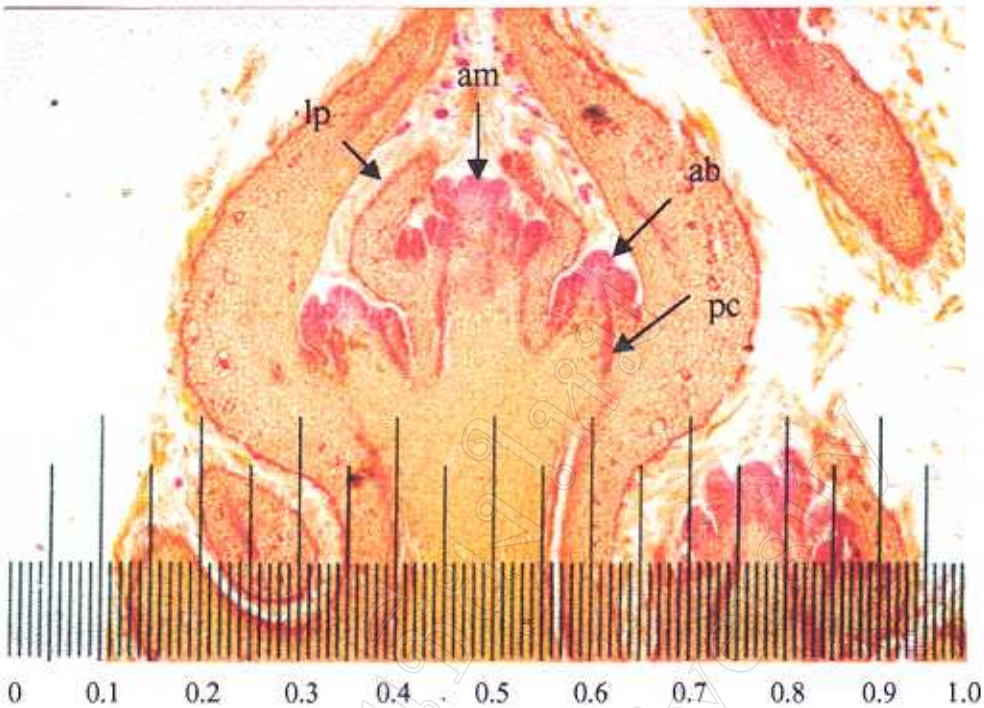

**ภาพที่ 18** ยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยตัดตามยาวระยะ 4 สัปดาห์ก่อนการออกดอก วันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2539 ขนาดกำลังขยายประมาณ 47 เท่า

**หมายเหตุ** สเกลที่ใช้เทียบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (flower initiation 20%)




**ภาพที่ 19** ยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยตัดตามยาวระยะ 2 สัปดาห์ก่อนการออกดอก วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2539 ขนาดกำลังขยายประมาณ 47 เท่า

**หมายเหตุ** สเกลที่ใช้เทียบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (flower initiation 40%)




**ภาพที่ 20** ยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยตัดตามยาวระยะ 0 สัปดาห์ (สัปดาห์ออกดอก) วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2539 ขนาดกำลังขยายประมาณ 47 เท่า หมายเหตุ สเกลที่ใช้เทียบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (flower initiation 60%)

**ความหมายคำย่อ**

am = apical meristem

lp = leaf primodium

pc = pro cambium

ab = axillary bud

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University