หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 4

อภิปรายผลการทดลอง

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาปัญหา 2 ข้อ คือ (1) อิทธิพลของ GA_3 ที่มีต่อการเจริญของลำต้นข้าวและ (2) ถ้าต้นข้าวมีการตอบสนองต่อ GA_3 แล้ว ข้าว 2 ชนิด คือ ข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวนจะมีการตอบสนองต่อ GA_3 ต่างกันหรือไม่ อย่างไร ดังนั้นการทดลองนี้จึงศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าวในธรรมชาติ บทบาทของ GA_3 และสภาวะบางอย่างทางสรีรวิทยาในการกระตุ้นและควบคุมการเจริญของท่อนลำต้นของต้นข้าว และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากท่อนลำต้นนั้นได้รับ GA_3 แล้ว

1. ปล้องที่เหมาะสมของข้าว

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าวโดยวัดความยาวของทุกปล้องในแต่ละสัปดาห์เมื่อข้าวอายุตั้งแต่ 5 ถึง 16 สัปดาห์ ในข้าว 3 พันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 พันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 พบว่าปล้องที่ 1 – 7 เป็นปล้องใต้ดินมีรากแตกออกจากข้อเป็นจำนวนมาก มีอัตราการยืดตัวน้อยเมื่อโตเต็มที่มีความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร ปล้องที่ 8 เป็นปล้องแรกที่อยู่เหนือดินเมื่อโตเต็มที่มีความยาวตั้งแต่ 1 – 2 เซนติเมตร ในข้าวพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 เมื่อโตเต็มที่ปล้องที่อยู่บนสุดซึ่งเป็นก้านช่อดอกมีความยาวมากที่สุด และอัตราการเจริญสูงกว่าปล้องที่อยู่ต่ำลงมาตามลำดับ ปล้องบนสุดของข้าวพันธุ์ ก ข.1 คือปล้องที่ 14 และข้าวพันธุ์ T 442–57 คือปล้องที่ 17 สำหรับข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 นั้น ปล้องที่ 9 – 14 อัตราการยืดตัวสูงกว่ากลุ่มปล้องแรก ๆ มาก ระยะนี้ปล้องที่ 11 และ 12 มีความยาวมากที่สุด ปล้องที่ 15 – 16 เริ่มเกิดเมื่อสัปดาห์ที่ 12 แต่อัตราการยืดตัวน้อยมาก โดยเฉพาะปล้องที่ 16 แทบจะไม่ยืดตัวขึ้นเลย ส่วนปล้องที่เป็นก้านช่อดอกยังไม่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ทำการศึกษา ถึงแม้ต้นข้าวจะมีอายุถึง 4 เดือนแล้วก็ตาม ที่เป็นเช่นนี้เพราะข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 เป็นข้าวขึ้นน้ำที่ไว

ต่อช่วงแสง ออกดอกเฉพาะช่วงที่มีความยาวกลางวันสั้นประมาณ 11 ชั่วโมง หรือสั้นกว่านี้ (ประพาส, 2517) ซึ่งประมาณเดือนธันวาคม การศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวนี้ทำขึ้นระหว่างเดือนเมษายน – กรกฎาคม ดังนั้นช่วงแสงกลางวันในระยะนี้จึงไม่เหมาะต่อการชักนำให้ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 สร้างดอก ข้าวจึงต้องใช้เวลาในการเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นเวลานาน ทำให้ปล้องบน ๆ ที่อยู่ใกล้ช่อดอกยืดตัวได้น้อย ซึ่งในธรรมชาติแล้วเมื่อข้าวโตเต็มที่ปล้องที่มีก้านช่อดอกระยางที่สุด และปล้องที่อยู่ถัดลงมาจะยาวน้อยลงตามลำดับ (Grist, 1955) ส่วนข้าวพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 นั้นเป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ดังนั้นช่วงแสงจึงไม่มีผลต่อการออกดอก เมื่อต้นข้าวได้เติบโตครบกำหนดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้วข้าวก็จะเริ่มสร้างช่อดอกทันที

Kaufman และคณะ (1976) ได้วิเคราะห์หาปริมาณ gibberellin ภายในต้นข้าวโอ๊ตที่โตขนาดกำลังตั้งท้องโดยวิธี gas-chromatography mass spectrometry พบว่าระหว่างที่ปล้องกำลังเจริญอย่างรวดเร็วนั้น gibberellin ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ GA_3 จะมีอยู่ที่ช่อดอกมากที่สุด รองลงมาที่ข้อ เขาระบุว่าปริมาณเฉลี่ยของ GA_3 ที่ดอก 1850 ng และที่ข้อ 46 ng ดังนั้น 2 ส่วนนี้จึงมีความสำคัญในการแจกจ่าย GA_3 ซึ่งเป็นสารที่ต้องการสำหรับการยืดตัวของปล้องแรกที่อยู่ถัดจากก้านช่อดอกลงมา อีกประการหนึ่งความสามารถในการชี้นำของต้นข้าวนั้นเกิดขึ้นในขณะที่ข้าวมีการยืดตัวทางลำต้น (ประพาส, 2517) จากเหตุผลดังกล่าวนี้หลักเกณฑ์การเลือกปล้องข้าวที่จะนำมาศึกษาจึงดูที่ว่า ปล้องหรือกลุ่มปล้องนั้นจะต้องเป็นปล้องที่มีอัตราการเจริญสูงที่สุดในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ดังนั้นในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ซึ่งยังไม่ถึงระยะสร้างดอกจึงพบว่าปล้องที่ 10, 11 และ 12 มีลักษณะตรงกับที่ต้องการเพราะมีอัตราการเจริญสูงที่สุด โดยดูจากอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อสัปดาห์ พันธุ์ ก ข.1 จึงเลือกใช้ปล้องที่ 10 และ 11 และพันธุ์ T 442–57 ใช้ปล้องที่ 10 และ 11 เช่นกัน โดยเลือกใช้ปล้องเหล่านี้ในระยะที่มีความยาวมากกว่า 1 เซนติเมตร และน้อยกว่า 2 เซนติเมตร การที่เลือกใช้ระยะนี้เพราะจากรายงานของ Kaufman (1967, 1973); Adams และคณะ (1973) และ Montague และคณะ (1973) เขา

ได้ทดลองผลของ GA_3 ต่อท่อนลำต้นของข้าวโอ๊ต โดยตัดท่อนลำต้นจากปล้องที่อยู่ถัดจากกาบขอดอกลงมาในระยะที่ปล้องนี้มีความยาว 1 – 2, 1 – 3 เซนติเมตร เชาให้เหตุผลว่าระยะนี้ปล้องมีการแบ่งเซลเกิดขึ้นมาก เนื่องจากข้าวและข้าวโอ๊ตเป็นพืชในตระกูลเดียวกัน ดังนั้นในการทดลองผลของ GA_3 ต่อการยืดตัวของลำต้นข้าวนี้จึงเลือกใช้ปล้องดังกล่าวระยะที่ปล้องนี้มีความยาว 1 – 2 เซนติเมตร จากการศึกษาโดยวัดความยาวของปล้องข้าวทั้ง 3 พันธุ์นี้พบว่าระยะดังกล่าว ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ T442–57 มีอายุ 9 – 10 สัปดาห์ และข้าวพันธุ์ ก ข.1 มีอายุ 10 – 11 สัปดาห์

2. <u>ท่อนลำต้นที่เหมาะสม</u>

จากการทดลองเพื่อดูว่าท่อนลำต้นที่มีส่วนประกอบของเนื้อเยื่อต่าง ๆ กัน 5 แบบนั้น ตอบสนองต่อ GA_3 ได้ต่างกันหรือไม่ พบว่าในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ ก ข.1 ท่อนลำต้นของปล้องที่เหมาะสมที่มีข้อล่าง ข้อบน ปล้อง และกาบใบ ความยาวตั้งแต่ใต้ข้อล่างถึงเหนือข้อบน 1 เซนติเมตร มีการตอบสนองต่อ GA_3 ได้มากที่สุด โดยยืดตัวมากขึ้นจากความยาวเริ่มแรกในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ถึง 137% และในข้าวพันธุ์ ก ข.1 144% ท่อนลำต้นที่ยืดตัวได้ดีรองลงมาคือ ที่ประกอบด้วย ข้อ ปล้อง และกาบใบ ส่วนท่อนลำต้นที่ตัดแบบอื่น ๆ เจริญได้น้อยกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4 และกราฟที่ 4 นั้น ทำให้เห็นว่าเนื้อเยื่อส่วน ข้อ ปล้อง และกาบใบ ล้วนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของท่อนลำต้น

Kaufman (1965, 1967); ทดลองให้ GA_3 กับท่อนลำต้นของข้าวโอ๊ตขณะที่กำลังเจริญเติบโต พบว่าปล้องจะเจริญได้ต้องประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่กำลังมีการแบ่งเซลซึ่งปรากฏอยู่ประมาณ $\frac{1}{3}$ ของปล้อง และส่วนที่มีเซลกำลังยืดตัวประมาณ $\frac{2}{3}$ ของปล้อง ทั้ง 2 ส่วนนี้ไม่แยกกันอย่างชัดเจนจะมีส่วนที่คาบเกี่ยวกันอยู่ Montague และคณะ (1973) ก็ใช้ท่อนลำต้นที่ประกอบด้วยส่วนปล้อง ข้อ และกาบใบ ปล้องมีส่วนเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่โคนล่าง ทดลองกับ GA_3 และพบว่า GA_3 มีอิทธิพลต่อเซลที่ส่วนเนื้อเยื่อเจริญเป็นส่วนใหญ่ กาบใบไม่ยืดตัวให้เห็น แต่จำเป็นต้องมี

ไว้เพื่อให้เป็นส่วนคุ้มกันปล้อง การเอาข้อและกาบใบออกจากปล้องทำให้การยืดตัวลดลง ถึงแม้ว่าตัวข้อและกาบใบเองจะไม่เจริญก็ตาม Kaufman (1973) ก็กล่าวว่า กาบใบเป็นส่วนที่ไม่ยืดตัวแต่บริการและหุ้มห่อปล้องไว้ ส่วนโคนล่างของปล้องประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญซึ่งจะผลิตเซลใหม่ ๆ ให้แก่ปล้อง เช่นเดียวกับที่ Fisher และ French (1976) ได้กล่าวว่าลักษณะทั่วไปของพืชใบเลี้ยงเดียว บริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญนั้นอยู่ที่ปลายล่างของปล้อง

การค้นพบและข้อเสนอแนะเหล่านี้สอดคล้องกับการทดลองนี้ ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่าเนื้อเยื่อปลายบนสุดของปล้องข้าวตอบสนองต่อ GA_3 ได้ประมาณ 2% ซึ่งน้อยมาก เพราะเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นเนื้อเยื่อถาวร การตอบสนองต่อ GA_3 จึงน้อย ท่อนลำต้นแบบที่มีเนื้อเยื่อปลายล่างของปล้องเจริญได้ดีขึ้น เพราะบริเวณนี้ยังมีเซลที่กำลังแบ่งตัวอยู่จึงตอบสนองต่อ GA_3 ได้บ้าง แต่การตอบสนองของท่อนลำต้นแบบนี้ก็ยังน้อยกว่าแบบที่มีข้อและที่มีข้อ ปล้อง และกาบใบอยู่ด้วย ส่วนท่อนลำต้นที่มีทั้งข้อล่างและข้อบนนั้นสามารถเจริญได้ดีที่สุด ดังนั้นข้อน่าจะมีความสำคัญต่อการยืดตัวและอาจเป็นแหล่งหนึ่งในการให้ GA_3 แก่ปล้อง Kaufman และคณะ (1976) ดังนั้นท่อนลำต้นแบบที่มีทั้งข้อล่างและข้อบนอยู่ด้วยความยาวทั้งหมด 1 เซนติเมตรนั้น จึงสามารถตอบสนองต่อ GA_3 ได้ดีมาก แต่เป็นแบบที่ไม่สดวกในการหาท่อนลำต้นแบบนี้ได้พอดี จึงเลือกใช้ท่อนลำต้นแบบที่ประกอบด้วยข้อ ปล้อง และกาบใบ

3. <u>ชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของท่อนลำต้น</u>

น้ำตาล sucrose มีอิทธิพลต่อการเจริญของท่อนลำต้นข้าวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ในขณะที่มีน้ำตาล sucrose 0.1M อยู่ด้วย ความยาวเพิ่มขึ้น 88% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ซึ่งไม่มีน้ำตาล sucrose GA_3 จะทำให้ความยาวท่อนลำต้นเพิ่มขึ้น 29% เท่านั้น เมื่อให้ GA_3 ในสารละลาย Hoagland และน้ำตาล sucrose พบว่าความยาวเพิ่ม 46% ถ้าให้ GA_3 กับสารละลาย Hoagland โดยไม่มีน้ำตาล sucrose ความยาวท่อนลำต้นเพิ่ม

ขึ้นเพียง 23% แสดงให้เห็นว่าน้ำตาล sucrose มีผลต่อการเจริญของท่อนลำต้นข้าว จากการทดลองในตอนแรกปรากฏว่าเมื่อ incubate ท่อนลำต้นนาน 72 ชั่วโมง จะมีจุลินทรีย์บางอย่างเกิดขึ้นในอาหารที่มีสารละลาย Hoagland จึงเพิ่มการทดลองโดยใช้สารปฏิชีวนะพวก Chloramphenical 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผสมลงในอาหารชนิดสารละลาย Hoagland และน้ำตาล sucrose ด้วย ปรากฏว่าไม่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้น แต่การยืดตัวของท่อนลำต้นน้อยลงกว่าไม่มีสารปฏิชีวนะนี้ ทดลองนี้ความสำคัญของน้ำตาล sucrose จากการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Kaufman และคณะ (1967) ซึ่งรายงานว่ากลไกที่ GA_3 ไปเพิ่มการเจริญของปล้องข้าวโอ๊ตเกิดขึ้นโดยการเพิ่มการสังเคราะห์เอ็นไซม์อินเวอเทส (invertase) ควบคู่ไปกับการเกิด α-amylase อินเวอเทสเป็นเอ็นไซม์ที่เร่งปฏิกริยาการสลายของน้ำตาล sucrose ให้เป็น glucose และ fructose ซึ่งจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตที่จำเป็นต่อการสร้างผนังเซล ส่วน α-amylase เป็นเอ็นไซม์ที่ใช้ในขบวนการสังเคราะห์ RNA และโปรตีน ซึ่งจะช่วยในการยืดตัวของเซล เมื่อใช้ cyclohexamide ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารนี้จะไประงับผลของ GA_3 ที่ไปเพิ่มการเจริญเติบโต Adams และคณะ (1973) พบว่า GA_3 และน้ำตาล sucrose ทำให้น้ำหนักแห้งของท่อนลำต้นข้าวโอ๊ตมากกว่าไม่ได้ให้น้ำตาล sucrose แต่ให้เฉพาะ GA_3 และการให้สารละลาย Hoagland และสารละลาย Hoagland กับ GA_3 ก็ทำให้น้ำหนักแห้งของท่อนลำต้นเพิ่มขึ้นไม่เกิน 10% ซึ่งน้อยกว่าการให้น้ำตาล sucrose เพิ่มไปด้วย ทำให้ความความยาวท่อนลำต้นเพิ่มถึง 80% เขาเสนอว่าการที่ท่อนลำต้นที่ไม่ได้รับน้ำตาล sucrose มีการเจริญน้อยกว่าหรือถูกจำกัดเป็นเพราะอาหารภายในถูกใช้หมดไป อย่างไรก็ดีถ้าให้น้ำตาล sucrose จากภายนอกแก่ท่อนลำต้นเพียงอย่างเดียวก็ไม่อาจทดแทนอิทธิพลของข้อและกาบใบ ทำให้เชื่อว่าการยืดตัวนี้จะต้องเกิดจากการเคลื่อนย้ายสารจากข้อและกาบใบไปยังปล้องด้วย นอกเหนือจากน้ำตาล sucrose ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Kazama และ Katsumi (1973) ในต้นอ่อนของ

Cucumber เขาพบว่าการมีน้ำตาล sucrose อยู่ด้วยทำให้พืชตอบสนองต่อไดมากกว่าไม่มี

การทดลองนี้ก็เช่นเดียวกันพบว่าน้ำตาล sucrose มีส่วนสำคัญต่อการที่ GA_3 จะไปมีผลต่อการเจริญของท่อนลำต้นข้าวโดยทำตัวเป็นสารอาหารให้แก่เซลของเนื้อเยื่อเจริญ ส่วนการใช้สารละลาย Hoagland นั้น ท่อนลำต้นไม่ยืดตัวได้เท่ามีน้ำตาล sucrose ซึ่งตรงกับที่ Adams และคณะ (1973) ทดลองกับปล้องข้าวโอ๊ตซึ่งสารนี้ไม่ค่อยมีผลต่อการเจริญของท่อนลำต้นนัก การใช้ Chloramphenical จากการทดลองนี้อาจไปยับยั้งขบวนการสังเคราะห์โปรตีน ท่อนลำต้นจึงไม่เจริญเท่าที่ควร ดังนั้นจึงเลือกใช้อาหารสังเคราะห์ที่มีน้ำตาล sucrose 0.1M

4. <u>การเจริญของท่อนลำต้นในช่วงเวลาต่าง ๆ</u>

การตอบสนองของท่อนลำต้นของข้าว 3 พันธุ์ต่อ GA_3 10^{-5} M ที่ 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง ตามตารางที่ 6 ก. และ 6 ข. พบว่าเวลาที่ทำให้ท่อนลำต้นมีการยืดตัวสูงสุดคือ 72 ชั่วโมง แล้วอัตราการยืดตัวก็เริ่มลดลงและคงที่ที่เวลา 120 ชั่วโมง จากการศึกษาของ Kaufman (1967) พบว่า GA_3 สามารถเข้าสู่ท่อนลำต้นข้าวโอ๊ตได้เร็วมากเพียงแต่ให้ GA_3 เข้มข้น 10^{-1} และ 10^{-2} มิลลิกรัมต่อลิตร นานเพียง 5 นาทีเท่านั้น ก็ทำให้ท่อนลำต้นตอบสนองโดยการยืดตัวได้อย่างมากในที่มีแสง ซึ่งเขาคาดว่าเวลาที่ใช้จริง ๆ อาจน้อยกว่านี้ก็ได้ หลังจากที่ท่อนลำต้นได้รับ GA_3 จะยืดตัวได้ถึง 80% ที่ 48 ชั่วโมง อัตราการเจริญเพิ่มเร็วมากที่ 0 – 30 ชั่วโมง และหลังจากนั้นอัตราการเจริญก็ค่อย ๆ ลดลง Adams และคณะ (1973) พบว่า GA_3 ชักนำให้ท่อนลำต้นของปล้องข้าวโอ๊ตยาวขึ้นกว่าเดิม 3 เท่าที่เวลา 70 ชั่วโมงหลังจากได้รับ GA_3 อัตราการยืดตัวเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 0 – 50 ชั่วโมง และหลังจากนั้นอัตราการยืดตัวก็ค่อยลดลง Davies และ Ozbay (1975) พบว่า GA_3 ชักนำให้ epicotyl ของต้นถั่วเจริญได้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ 0 – 48 ชั่วโมง

การทดลองนี้ได้ผลเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำการทดลองเกี่ยวกับระยะเวลาว่าเวลาที่เหมาะสมคือประมาณ 72 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลานี้ GA_3 อาจไปมีผลทำให้เกิดการโบไฮเดรต โปรตีนและสารบางอย่างที่จะมีผลทำให้เซลยืดตัวหรือแบ่งตัว โดยต้องอาศัยสารอาหารภายในและจากภายนอกด้วย เมื่อปริมาณ GA_3 หรือสารอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทุกอย่างถูกใช้หมดไป อัตราการเจริญก็จะลดลง หรือถ้าสารต่าง ๆ เหล่านี้ยังถูกใช้ไม่หมดก็อาจเป็นเพราะเซลยืดตัวเต็มที่แล้ว ถึงแม้จะมีสารอื่นใดมาสนับสนุนอีกก็ตามเซลก็ไม่สามารถยืดตัวได้อีก จึงทำให้อัตราการยืดตัวของท่อนลำต้น เริ่มลดลงลงและคงที่

5. วิธีการที่เหมาะสมในการให้ GA_3 ต่อท่อนลำต้น

เปรียบเทียบวิธีการให้ GA_3 2 แบบแก่ท่อนลำต้นของข้าว 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างการให้ GA_3 ทางข้อล่างและให้ GA_3 แก่ทุกส่วนของท่อนลำต้น เมื่อท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ทางข้อล่างความยาวเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 116%, พันธุ์ ก ข.1 82% และพันธุ์ T 442–57 70% ในขณะที่ท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ทุกส่วนความยาวเพิ่มขึ้นในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 16%, พันธุ์ ก ข.1 15% และพันธุ์T 442–57 13% ซึ่งตรงกับ Kaufman และคณะ (1973) ได้ทดลองกับปล้องข้าวโอ๊ต ซึ่งเขาเสนอว่าการใช้สารละลายมากเกินไปจะทำให้ท่อนลำต้นไม่เจริญเติบโต เนื่องจากเกิดสภาพขาดออกซิเจนและไม่อาจตอบสนองต่อ GA_3 (Montague และคณะ, 1973) เขาให้ความเห็นว่าที่อุณหภูมิ 28 °ซ. ในสภาพที่ขาดออกซิเจน ท่อนลำต้นอาจปล่อยสารอย่างหนึ่งออกมายับยั้งขบวนการเจริญเติบโตได้

ดังนั้นจากการทดลองนี้ เมื่อท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ทุกส่วนนั้นอาจทำให้เกิดสภาพที่ขาดออกซิเจน ท่อนลำต้นจึงเจริญได้น้อยมาก ส่วนการให้ท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ทางข้อล่าง ทั้ง GA_3 และน้ำตาล sucrose จะถูกลำเลียงผ่านข้อและรอยต่อของข้อกาบใบและปล้องไปยังปล้อง ซึ่งสารบางอย่างที่รอยต่อนั้นมีส่วนทำให้เจริญได้ดีด้วย ดังเช่นที่ Adams และคณะ (1973) และ Montague และคณะ (1973) ได้กล่าวไว้

6. อิทธิพลของแสงต่อการเจริญของท่อนลำต้น

จากผลการทดลองในตารางที่ 8 และกราฟที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเมื่อท่อนลำต้นได้รับ GA_3 ในที่มีแสงจะยืดตัวได้น้อยกว่าในที่ไม่มีแสง ในที่มีแสงความยาวท่อนลำต้นเพิ่มขึ้นในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 33%, พันธุ์ ก ข.1 37% และพันธุ์ T 442–57 40% ในที่ไม่มีแสงเมื่อทอนลำต้นได้รับ GA_3 ความยาวเพิ่มขึ้นในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 117% พันธุ์ ก ข.1 82% และพันธุ์ T 442–57 57% การทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองที่ Brian และ Hemming (1957) รายงานว่า GA_3 อย่างเดียวไม่ทำให้พืชยืดตัวได้ในที่มีแสง แต่ในที่ไม่มีแสง GA_3 ทำให้พืชยืดตัวได้ Lockhart (1958) ก็รายงานว่าแสงและ GA_3 มีความสัมพันธ์กันต่อการควบคุมการเจริญของพืช ในที่มีแสง GA_3 จะมีผลต่อความยาวปล้องน้อยกว่าในที่ไม่มีแสง Lockhart และ Gotlschall (1959) ได้ทดลองให้ GA_3 แก่ต้นถั่วพบว่าไม่ว่าจะให้แสงที่มีความเข้มสูงหรือต่ำก็ตาม GA_3 ก็สามารถเอาชนะอิทธิพลของแสงที่ไปยับยั้งการยืดตัวของลำต้นได้ Kaufman (1965) ได้ศึกษาในปล้องข้าวโอ๊ต พบว่า GA_3 เป็นตัวเร่งการยืดตัวของปล้องทั้งในที่มีแสงและไม่มีแสง แต่ความยาวปล้องในที่มีแสงน้อยกว่าในที่ไม่มีแสง 15 เท่า

การทดลองในข้าวนี้ปรากฏชัดว่าท่อนลำต้นข้าวได้รับ GA_3 ในที่ไม่มีแสงจะยืดตัวได้ดีกว่าเมื่ออยู่ในที่มีแสง ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้จากการที่ Lockhart (1959) ได้พบว่าแสงมีส่วนในการควบคุมการยืดตัวของพืช โดยมีอิทธิพลผ่านทาง metabolism ของ gibberellin มีกลไกที่เป็นไปได้ 3 แบบคือ (1) แสงอาจไปลดการสังเคราะห์ gibberellin (2) แสงอาจไปทำลายหรือเปลี่ยนสภาพของ gibberellin ในธรรมชาติ และ (3) แสงอาจทำให้เนื้อเยื่อตอบสนองต่อ gibberellin ได้น้อยลง แต่ Roesel และ Haber (1963) ศึกษาในเยื่อหุ้มยอดต้นอ่อนของข้าวสาลี พบว่าการกระทำของแสงสีแดงไม่ว่าจะไปเพิ่มหรือลดการยืดตัวของเยื่อหุ้มยอดต้นอ่อนก็เป็นอิสระไม่ขึ้นกับการกระทำของ GA_3 ในการทดลองของ Kaufman (1965) พบว่าเมื่อให้ GA_3 แก่ท่อนลำต้นข้าวโอ๊ตในที่มีแสงการยืดตัวจะเพิ่มขึ้นระดับเดียวกับท่อนลำต้นที่เจริญในที่มืดแต่ไม่ได้รับ GA_3 และขณะที่ปล้องมีการเจริญในระยะต้น ๆ (0–3 ซม)

นั้น ท่อนลำต้นสามารถตอบสนองต่อ GA_3 ในที่มีแสงได้ดีเท่ากับในที่ไม่มีแสง เพราะฉะนั้นสิ่งที่น่าเป็นไปได้คือ GA_3 และแสงไม่อาจเอาชนะอิทธิพลต่อกันได้ในระยะแรก ๆ ของการเจริญของพืช และการกระทำของแสงและ GA_3 เป็นอิสระต่อกัน เขาเสนอว่าแสงควบคุมการเจริญของปล้อง และ GA_3 ก็ควบคุมการเจริญของปล้อง ซึ่งทั้ง 2 อย่างนี้กระทำที่ตำแหน่งต่างกันและมีกลไกแตกต่างกันด้วย

7. <u>ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA_3</u>

จากผลการทดลองในตารางที่ 9 ก. และกราฟที่ 9 จะเห็นว่าที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-5} M ทำให้ท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ยืดตัวได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของความยาวท่อนลำต้นระหว่างข้าว 2 พันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 9 ข. พบว่ามีบางความเข้มข้นที่ GA_3 ทำให้ท่อนลำต้นยืดตัวไม่แตกต่างกัน เช่น ระหว่างพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และ ก ข.1 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 0, 10^{-11}, 10^{-10} และ 10^{-3} M ระหว่างพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และ T 442–57 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-11}, 10^{-10} และ 10^{-3} M และระหว่างพันธุ์ ก ข.1 และ T 442–57 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-11}, 10^{-10} และ 10^{-3} M ที่เป็นเช่นนี้ถ้าพิจารณาแล้วน่าจะเป็นไปได้ว่า ความยาวท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์จะไม่มีความแตกต่างกันที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-11}, 10^{-10} และ 10^{-3} M เพราะ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-11} และ 10^{-10} M อาจมีปริมาณน้อยเกินไปที่จะไปกระตุ้นให้ท่อนลำต้นยืดตัว จนทำให้เห็นว่าที่ความเข้มข้นนี้ความยาวของท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์เพิ่มขึ้นน้อยมากจนเปรียบเทียบไม่ได้ว่ามีความแตกต่างกัน ส่วนที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-3} M นั้น GA_3 อาจมีมากเกินไปจึงไปยับยั้งการเจริญของท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ทำให้ยืดตัวได้น้อยมากจนไม่เห็นความแตกต่างจากการเปรียบเทียบ การที่คิดว่าท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ น่าจะมีความแตกต่างกันเมื่อไม่ได้รับ GA_3(control) นั้น จากการทดลองพบว่าในการเปรียบเทียบระหว่างข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ ก ข.1 นั้น ความยาวท่อนลำต้นไม่ต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันระหว่างข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 กับพันธุ์ T 442–57 และระหว่างพันธุ์ ก ข.1 กับ

พันธุ์ T 442–57 นั้น อาจเป็นเพราะว่าคุณสมบัติบางประการของเนื้อเยื่อในข้าวทั้ง 3 พันธุ์นั้นไม่เหมือนกัน หรืออาจจะมีฮอร์โมนภายในอยู่แล้วในธรรมชาติไม่เท่ากันก็ได้

ความยาวท่อนลำต้นมีความแตกต่างกันระหว่างข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ ก ข.1 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-9}, 10^{-8}, 10^{-6}, 10^{-5} และ 10^{-4} M ระหว่างข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ T 442–57 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 0, 10^{-9}, 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5} และ 10^{-4} M และระหว่างข้าวพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 ที่ GA_3 ความเข้มข้น 0, 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5} และ 10^{-4} M จากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเมื่อดูที่ GA_3 ความเข้มข้นตั้งแต่ 10^{-9}– 10^{-4}M ความยาวท่อนลำต้นของข้าว 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันหมด ยกเว้นที่ GA_3 10^{-7} M สำหรับการเปรียบเทียบในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 กับพันธุ์ ก ข.1 และที่ GA_3 10^{-9} M สำหรับการเปรียบเทียบในข้าวพันธุ์ ก ข.1 กับพันธุ์ T 442–57 ซึ่งความยาวท่อนลำต้นไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็น error จากการทดลองเพราะที่จุดนี้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)สูงมากดังตารางที่ 9 ก. เมื่อมองดูโดยทั่วไปจากกราฟที่ 9 แล้วจะเห็นว่าที่ GA_3 ความเข้มข้นตั้งแต่ 10^{-8} – 10^{-4} M ความยาวท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์แตกต่างกัน และเห็นได้ชัดเจนที่ GA_3 ความเข้มข้น 10^{-6}– 10^{-4} M และที่ GA_3 10^{-5} M ท่อนลำต้นตอบสนองต่อ GA_3 ได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ

ดังนั้นในข้าวทั้ง 3 พันธุ์นี้ GA_3 10^{-5} M จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้ท่อนลำต้นยืดตัวได้ดี โดยที่ท่อนลำต้นของข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ตอบสนองได้ดีกว่าพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ซึ่งเป็นข้าวชิ้นนำยืดตัวได้ดีแตกต่างกันมากจากข้าวอีก2 พันธุ์ โดยที่ข้าวพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์ T 442–57 ถึงแม้จะแตกต่างกันโดยมีนัยสำคัญ แต่ก็ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 จากตารางที่ 9 ก. จะเห็นว่าเมื่อให้ GA_3 10^{-5} M ในน้ำตาล sucrose 0.1 M แก่ท่อนลำต้นเจริญในที่มืดนาน 72 ชั่วโมง ท่อนลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์จะยืดตัวได้มากกว่า control ในพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 94.64%. พันธุ์ ก ข.1 63.96% และพันธุ์

T 442–57 61.68% เพราะฉะนั้นถ้าจะแยกชนิดของข้าวต่อการตอบสนอง GA_3 ก็จะเป็นข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 กลุ่มหนึ่ง และข้าวพันธุ์ ก ข.1 กับพันธุ์T 442–57 ก็จะเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่ใกล้เคียงกัน

ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA_3 คือ 10^{-5}M ในการกระตุ้นการยืดตัวของท่อนลำต้นข้าวนี้คล้ายกับที่ Purves และ Hillman (1958) ได้ทดลองดูการตอบสนองต่อ GA_3 ของต้นถั่ว (Pisum sativum) เขาพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA_3 คือ 10^{-5}M เขายังได้อ้างถึงว่ามีผู้ทำการทดลองหลายคน เช่น Brian และ Ridley ซึ่งพบว่าการตอบสนองต่อ gibberellin ของต้นถั่วนั้นมีความคงที่อย่างสัมพันธ์กันในช่วงความเข้มข้นกว้าง และในการทดลองเบื้องต้นนั้นเขาพบว่าความเข้มข้นของ GA_3 ที่ทำให้ท่อนลำต้นของต้นถั่วตอบสนองได้ดี คือ 10^{-5} M Kaufman (1973) กล่าวว่าท่อนลำต้นของปล้องข้าวโอ๊ตนั้นตอบสนองต่อ GA_3 ที่ความเข้มข้นต่ำถึง 10^{-8}M และความเข้มข้นที่เหมาะสมซึ่งทำให้ท่อนลำต้นตอบสนองได้ดีที่สุดคือ GA_3 3 x 10^{-5} M ซึ่งตรงกับที่ Adams และคณะ (1973) ก็ใช้ GA_3 ความเข้มข้น 3 x 10^{-5} M ในการทดลองเพื่อดูผลของ GA_3 และน้ำตาล sucrose ต่อการเจริญของท่อนลำต้นข้าวโอ๊ต แต่ Kasama และ Katsumi (1974) ได้รายงานว่าการให้ GA_3 แก่ท่อนของต้นอ่อนของ Cucumber ก่อนที่จะให้ GA_3 นั้น พบว่าค่าที่เหมาะสมของ GA_3 คือ ความเข้มข้น 10^{-4} M ซึ่งการทดลองกับข้าวนี้มีผลใกล้เคียงกับการทดลองของ Kaufman และ Adams และคณะ ที่ว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA_3 ต่อการเจริญของท่อนลำต้นข้าวทั้ง 3 พันธุ์ คือ 10^{-5} M ปล้องข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นปล้องที่เกิดในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ต่างกับของ Kaufman และ Adams และคณะ ซึ่งใช้ปล้องที่อยู่ถัดจากก้านชอดอกลงมาในระยะที่ข้าวโอ๊ตกำลังมีดอก แต่ท่อนลำต้นข้าวทั้ง 3 พันธุ์ก็ตอบสนองต่อ GA_3 ความเข้มข้นนี้ได้ต่างกัน ซึ่ง Michniewicz และ Lang (Kaufman, 1967) ได้กล่าวว่าในพืชต่าง species กันนั้น GA_3 จะควบคุมการเจริญได้ต่างกัน ทั้งนี้คงขึ้นกับปริมาณของ GA_3 ที่เนื้อเยื่อพืชชนิดนั้นต้องการแตกต่างกัน

อิทธิพลของ GA_3 ต่อการยืดตัวของลำต้นข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวนจากการทดลองนี้ทำให้เห็นว่าการที่ต้นข้าวตอบสนองต่อ GA_3 ได้นั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของเนื้อเยื่อเจริญของปล้องข้าวชนิดนั้นเอง ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ซึ่งเจริญในธรรมชาติได้ดีกว่าพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์T 442–57 ท่อนลำต้นของข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ก็ตอบสนองต่อ GA_3 ได้ดีกว่าพันธุ์ ก ข.1 และ T 442–57 ตามลำดับ และการตอบสนองต่อ GA_3 ของต้นข้าวนี้น่าจะไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการขึ้นน้ำ เพราะจากการใช้ข้าวพันธุ์ T442–57 ในการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ถึงแม้ข้าวพันธุ์นี้จะมีความสามารถขึ้นน้ำได้ปานกลาง แต่ความสามารถในการตอบสนองต่อ GA_3 ก็มีได้อยู่ระหว่างพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ ก ข.1 จึงเป็นไปได้ว่าข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวนน่าจะมีสิ่งแตกต่างกัน คือ

1. ปริมาณฮอร์โมนภายในต้นข้าวทั้ง 2 ชนิดไม่เท่ากัน

2. เซลของเนื้อเยื่อเจริญของปล้องข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวนมีสารประกอบเคมีบางอย่างทางพันธุกรรมแตกต่างกัน จึงทำให้เซลของปล้องข้าวทั้ง 2 ชนิดตอนสนองต่อ GA_3 ได้ไม่เท่ากัน

3. ลักษณะทางสันฐานวิทยาบางอย่างเช่น hair หรือ trichome ที่ลำต้นไม่เหมือนกัน

ถ้าข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 มีปริมาณฮอร์โมนหรือ GA_3 มากกว่า GA_3 ก็จะชักนำให้เกิดเอ็นไซม์ invertase และ α-amylase เอ็นไซม์ invertase จะไปเร่งปฏิกิริยาการสลายน้ำตาล sucrose ให้เป็น glucose และ fructose ซึ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์ผนังเซล และ α-amylase เป็นเอ็นไซม์ที่ใช้ในขบวนการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนซึ่งช่วยในการยืดตัวของเซล (Kaufman และคณะ, 1967) เมื่อข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 สามารถใช้ hair หรือ trichome ดูดน้ำเข้าสู่เซลได้ดีกว่าก็จะทำให้ภายในเซลมีแรงดันออสโมซิสเปลี่ยนแปลงจึงทำให้เซลยืดตัวได้ดีกว่าข้าวพันธุ์ ก ข.1 และพันธุ์T 442–57

อย่างไรก็ดีควรได้มีการศึกษากันต่อไปเพื่อจะได้สรุปได้แน่นอนขึ้น

8. ความแตกต่างของการให้ GA_3 ต่อท่อนลำต้นครั้งเดียวและให้ซ้ำกัน 3 ครั้ง

ทำการทดลองนี้เนื่องจากมีปัญหาว่าการที่ท่อนลำต้นของข้าวได้รับ GA_3 ความเข้มข้นต่ำ ๆ แล้วยืดตัวได้น้อยนั้นอาจเป็นเพราะปริมาณของ GA_3 ที่จะไปทำให้ท่อนลำต้นยืดตัวนั้นมีไม่พอเพียง จึงเปรียบเทียบการให้ GA_3 ความเข้มข้นตั้งแต่ 10^{-10} – 10^{-6} M แก่ท่อนลำต้น โดยให้ครั้งเดียวตอนเริ่มแรกตลอดการทดลอง และให้ทุก 24 ชั่วโมงรวม 3 ครั้ง ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการให้ทั้ง 2 วิธีนี้ ซึ่งตามการทดลองของ Montague และคณะ (1973) พบว่าถ้าให้ GA_3 ปริมาณมากแก่ท่อนลำต้นจะใช้เวลาเพียงสั้น ๆ ก็พอ แต่ถ้า GA_3 ความเข้มข้นต่ำควรให้เป็นเวลานาน และ Spiker และคณะ (1976) ได้ทดลองให้ GA_3 ความเข้มข้น 5 x 10^{-8} M แก่ต้นถั่วพันธุ์เตี้ยเพียงครั้งเดียว และให้ซ้ำกันทุกสัปดาห์จนถึง 10 สัปดาห์ พบว่าต้นที่ได้รับ GA_3 ครั้งเดียวจำนวนปล้องจะเพิ่มขึ้นใน 3 สัปดาห์แรก แล้วหลังจากนั้นก็ลดลงจนเท่ากับ control แต่ความยาวปล้องมากกว่า control 3 เท่า ส่วนต้นที่ได้รับ GA_3 ทุกสัปดาห์นั้นจำนวนและความยาวปล้องจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดการทดลอง แต่จากการทดลองในข้าวนี้การให้ GA_3 เพียงครั้งเดียวและให้ซ้ำกันทุก 24 ชั่วโมง 3 ครั้ง ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันในความยาวของท่อนลำต้น ดังในตารางที่ 10 และกราฟที่ 10

9. ความยาวของ เซลล์ในแกนของปล้อง

จากตารางที่ 11 และกราฟที่ 11 จะเห็นว่าหลังจากท่อนลำต้นข้าวได้รับ GA_3 10^{-5} M ในน้ำตาล sucrose 0.1 M เจริญในที่มืดในช่วงเวลา 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 เซลล์ในแกนของปล้อง ของท่อนลำต้นที่ได้รับ GA_3 มีความยาวมากกว่าที่ไม่ได้รับ ทุกช่วงเวลาทดลอง และในข้าวพันธุ์ ก ข.1 เซลล์ในแกนของปล้อง ที่ได้รับ GA_3 จะยาวกว่าที่ไม่ได้รับ GA_3 ที่ช่วงเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับที่ Feucht (1958) รายงานว่าการให้ GA_3 แก่ต้นถั่วนั้น GA_3 จะชักนำให้เซลแบ่งตัวและยืดตัวมากขึ้นด้วย Greulach และ Haesloop (1958) ก็พบว่าการให้ GA_3 แก่ต้นถั่วนั้นทำให้เซลบริเวณ pith

ยืดตัวมากขึ้นไม่ทำให้เกิดการแบ่งตัว Kaufman (1965) ศึกษาในปล้องข้าวโอ๊ต พบว่า GA_3 ไปหยุดยั้งการแบ่งเซลของเนื้อเยื่อปล้องก่อนถึงเวลาอันสมควร ทำให้ epidermal cell ในส่วนเนื้อเยื่อเจริญของปล้องยืดตัวได้อย่างมากและมากกว่า control 1.8 เท่า Kamisaka และคณะ (1972) ศึกษาในต้นอ่อนของผักกาดก็พบว่า GA_3 มีผลทำให้เซลขยายตัว Davies และ Ozbay (1975) พบว่า GA_3 ทำให้เซลใน epieotyl ของต้นถั่วยืดตัว แต่ Sach และคณะ (1959) ศึกษาในต้น Hyoscyamus niger พบว่า GA_3 ไปมีผลที่ส่วน sub-apical ของลำต้น โดยชักนำให้เกิดการแบ่งเซล

จากการทดลองนี้ถ้าดูจากอัตราการเพิ่มความยาวของเซลแล้ว การที่ท่อนลำต้นข้าวมีความยาวเพิ่มขึ้นจึงเป็นผลที่เกิดจากการยืดตัวของเซล

10. ความยาวของ เซลในชั้นคอร์เท็กซ์ของปล้อง

จากตารางที่ 12 และกราฟที่ 12 จะเห็นว่าความยาว เซลในชั้นคอร์เท็กซ์ของปล้อง ของลำต้นข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพันธุ์ ก ข.1 ที่ได้รับ GA_3 และไม่ได้รับ GA_3 ที่ช่วงเวลา 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงนั้น เซลในชั้นคอร์เท็กซ์ของปล้อง ของท่อนลำต้นที่ได้รับ GA_3 ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความยาวมากกว่าที่ไม่ได้รับ GA_3 ที่ทุกช่วงเวลาการทดลอง จากการวัดความยาว เซลในชั้นคอร์เท็กซ์ของปล้อง เช่นเดียวกับ เซลผิวนอกของปล้อง แสดงให้เห็นว่า ท่อนลำต้นมีความยาวเพิ่มเกิดจากการยืดตัวของเซล