การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในลำต้นข้าวเมื่อให้น้ำในระดับต่างกัน

วิไลวรรณ เชาวนโยธิน[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในของข้าวขึ้นน้ำ 3 พันธุ์ข้าวนาสวน 3 พันธุ์ โดยปลูกในระดับน้ำที่แตกต่างกัน 3 สภาพ ได้แก่ สภาพที่ไม่มีน้ำขัง สภาพที่มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดเวลาการทดลอง และสภาพที่มีการเพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์ วัดความสูงของต้นข้าวทุกครั้งก่อนเพิ่มระดับน้ำ จนกระทั่งต้นข้าวอายุ 90 วัน จึงนำลำต้นข้าวที่ปลูกใน 3 สภาพ ดังกล่าว มาตัดทำสไลด์ถาวร ตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อย่างละเอียด ผลการทดลองปรากฏว่าข้าวทุกพันธุ์ที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดในระยะที่ข้าวมีอายุ 42-49 วัน และพบว่าท่ออากาศภายในลำต้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อต้นข้าวปลูกในสภาพที่มีน้ำขังลึกขึ้น ข้าวนาสวนจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่ออากาศมากกว่าข้าวขึ้นน้ำ ข้าวขึ้นน้ำมีขนาดของลำต้นใหญ่ที่สุดเมื่อปลูกในดินที่มีน้ำขัง 10 ซม. แต่ถ้าเพิ่มระดับสูงขึ้นหรือปลูกในดินที่ไม่มีน้ำขัง ขนาดของลำต้นจะเล็กลง ต่างกับข้าวนาสวนซึ่งมีขนาดลำต้นเล็กที่สุดเมื่อปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำขังและจะใหญ่ขึ้นเมื่อปลูกในสภาพที่มีระดับน้ำสูงขึ้น ระดับน้ำที่แตกต่างกันมีผลกระทบกระเทือนต่อการกระจายตัวของท่อน้ำท่ออาหารภายในลำต้นข้าวด้วยเนื่องจากขนาดของท่ออากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น ท่ออากาศที่ขยายตัวใหญ่ขึ้นจะไปเบียดให้ท่อน้ำท่ออาหารซึ่งเคยอยู่ห่างกันให้มาอยู่รวมกันแห่งละ 2-3 กลุ่ม ในบางครั้งก็มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นครึ่งวงกลมหุ้มรอบครึ่งล่างของท่ออากาศ สำหรับปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้นพบว่าในสภาพที่เพิ่มระดับน้ำ ลำต้นส่วนที่อยู่ใต้น้ำจะไม่พบเม็ดแป้งเลย แต่จะพบในส่วนที่อยู่เหนือน้ำขึ้นไป ลำต้นที่ปลูกในระดับน้ำ 10 ซม. พบเม็ดแป้งบ้างเล็กน้อย ส่วนการปลูกข้าวในสภาพที่ไม่มีน้ำขังจะพบเม็ดแป้งในลำต้นเป็นจำนวนมาก

การที่ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตอยู่ในน้ำได้ เนื่องมาจากลักษณะภายในรากและลำต้นมีท่ออากาศจำนวนมากแทรกอยู่ และท่ออากาศนี้เชื่อมโยงจากรากสู่ลำต้นและใบ ทำให้รากข้าวได้รับออกซิเจนเพียงพอในการหายใจ ได้มีรายงานของต่างประเทศกล่าวว่าลักษณะภายในของลำต้นข้าวจะเปลี่ยนแปลงไป เมื่อปลูกในสภาพน้ำขัง เช่น ช่องว่างหรือท่ออากาศ (lacuna) ภายในลำต้น ความหนาของเซลล์การกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่องานคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ แต่พันธุ์ข้าวของไทยยังไม่มีข้อมูลเหล่านี้ การทดลองเรื่องนี้จึงมีจุดประสงค์ต้องการทราบลักษณะภายในของลำต้นข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวน เมื่อปลูกในสภาพที่ให้น้ำในระดับต่าง ๆ เพื่อจะได้นำผลการทดลองมาใช้เป็นหลักในการตรวจดูความสามารถในการปรับปรุงตัวให้เข้ากับสภาพปลูกที่มีระดับน้ำแตกต่างกันมากของข้าวสองพวกนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกข้าวในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23 ซม. สูง 20 ซม. ซึ่งบรรจุดินจากสถานีทดลองข้าวหันตรา กระถางละ 5 กก. ดินทุกกระถางใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมซัลเฟต 7 กรัม ซูเปอร์ฟอสเฟต 7 กรัม และโปแตสเซียมคลอไรด์ 4 กรัม สำหรับพันธุ์ข้าวมี 2 พวก คือข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำ ได้แก่ พันธุ์ปิ่นแก้ว 56, เล็บมือนาง 111, และขาวนางเนย 11 ส่วนข้าวนาสวนได้แก่ พันธุ์ขาวตาแห้ง 17, เหลืองปะทิว 123, และขาวดอกมะลิ 105 ข้าวทั้ง 6 พันธุ์นำมาปลูกโดยแบ่งเป็น 3 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกข้าวโดยไม่มีน้ำขัง นำข้าวทั้ง 6 พันธุ์มาปลูกในถังพลาสติคที่เจาะรูที่ก้น 1 รู รดน้ำเวลาเช้าทุกวัน ให้ดินมีความชื้นพอที่ต้นข้าวจะเจริญเติบโตได้ตามปกติ

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกข้าวโดยมีน้ำขัง 10 ซม. นำข้าวทั้ง 6 พันธุ์มาปลูกในถังพลาสติคแล้วนำไปวางไว้ในถังซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ซม. สูง 75 ซม. ใส่น้ำลงไปในถังซีเมนต์

[1] นักวิชาการเกษตร กลุ่มงานพฤกษศาสตร์ กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตรบางเขน กรุงเทพฯ 10900.

ให้อยู่เสมอระดับผิวดิน เมื่อต้นข้าวโตขึ้นก็ค่อย ๆ เพิ่มระดับน้ำเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึง 10 ซม. เหนือระดับดินรักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับนี้ไปตลอดเวลาการทดลอง

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกข้าวโดยเพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์ นำข้าวทั้ง 6 พันธุ์มาปลูกในถังพลาสติค แล้วนำไปวางไว้ในถังซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ซม. สูง 105 ซม. หนุนถังพลาสติคให้สูงด้วยอิฐบล็อก ที่มีความหนา 10 ซม. จำนวน 7 ชั้น ใส่น้ำลงในถังซีเมนต์จนกระทั่งระดับน้ำเสมอผิวดิน เมื่อต้นข้าวอายุ 6, 7, 8, 9, 10, และ 12 สัปดาห์ วัดความสูงของต้นข้าว พร้อมทั้งเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้น 10 ซม. ทุกสัปดาห์ โดยการเอาอิฐบล็อกที่หนุนอยู่ออกสัปดาห์ละ 1 ชั้น จนกระทั่งต้นข้าวอายุ 90 วัน

เมื่อต้นข้าวอายุ 90 วัน ตัดต้นข้าวมาทำสไลด์ถาวรพันธุ์ละ 2 ต้น ของทุกกรรมวิธีการปลูก แต่ละต้นเลือกตัวแทนของแต่ละปล้อง ๆ ละ 2 ตัวอย่าง ทำสไลด์ถาวรโดยวิธีฝังในขี้ผึ้ง ย้อมด้วยสี safranin และ fast green นำสไลด์ถาวรเหล่านี้มาศึกษารายละเอียดต่าง ๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ถ่ายภาพและวาดภาพจากกล้องจุลทรรศน์ นำภาพที่วาดมาตัดแยกส่วนที่เป็นท่ออากาศกับส่วนอื่นที่เหลือของลำต้น นำแต่ละส่วนมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ของภาพที่วาดโดยใช้ stage micrometer ช่วยในการวัดขนาดที่แท้จริงของท่ออากาศและลำต้นข้าว ศึกษาปริมาณเม็ดแป้งและการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร

เริ่มทำการทดลองเดือนมีนาคม 2523 ถึง กรกฎาคม 2524 ที่แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพฤกษศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความสูงของต้นข้าว

เริ่มวัดความสูงของต้นข้าว เมื่อต้นข้าวอายุ 6 สัปดาห์ และทุก ๆ สัปดาห์จนกระทั่งข้าวอายุ 90 วัน การวัดความสูงได้ทำการวัด 2 วิธี คือการวัดจากโคนต้นถึงปลายใบวิธีหนึ่ง และอีกวิธีหนึ่งวัดจากโคนต้นถึงข้อต่อใบ (collar) เนื่องจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีพันธุ์อื่นปะปนมากจึงต้องตัดผลการทดลองทุกกรรมวิธีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ออก คงเหลือผลการทดลองเพียง 5 พันธุ์

จากการวัดความสูงของต้นข้าวจากโคนต้นถึงปลายใบ และจากโคนต้นถึงข้อต่อใบ พบว่าได้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกัน คือต้นข้าวทุกพันธุ์และทุกกรรมวิธีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดในระยะที่ต้นข้าวมีอายุระหว่าง 42-49 วัน อัตราการเจริญเติบโตจะค่อย ๆ ลดลงมาตามลำดับจนกระทั่งข้าวอายุ 90 วัน การวัดความสูงจากโคนถึงข้อต่อใบมีแนวโน้มว่าจะให้ผลดีกว่าการวัดความสูงจากโคนถึงปลายใบ เนื่องจากมีการฉีกขาดของปลายใบและการเหี่ยวแห้งของใบ เป็นผลทำให้ความสูงที่วัดได้ในตอนหลังน้อยกว่าค่าที่วัดไว้ครั้งก่อน แต่ถ้าวัดความสูงถึงข้อต่อใบจะไม่มีกรณีนี้เกิดขึ้น

ขนาดของท่ออากาศภายในลำต้น

เนื่องจากท่ออากาศมีรูปร่างไม่แน่นอน ดังนั้นในการหาขนาดของท่ออากาศจึงใช้วิธีหาพื้นที่หน้าตัดของท่ออากาศทั้งหมดรวมกัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของลำต้น ในการวัดขนาดของท่ออากาศมีวิธีการดังนี้

1. วาดภาพหน้าตัดของลำต้นข้าวแสดงส่วนที่เป็นท่ออากาศจากสไลด์ถาวร โดยใช้อุปกรณ์ในการวาดภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (camera lucida) ลงบนกระดาษ

2. ตัดกระดาษแยกส่วนที่เป็นท่ออากาศ กับส่วนอื่นของลำต้นออกจากกัน

3. นำกระดาษไปแยกชั่ง แล้วนำกระดาษที่รู้ขนาดพื้นที่ไปชั่งน้ำหนักเพื่อนำผลที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของท่ออากาศและพื้นที่หน้าตัดของลำต้น

4. ใช้ stage micrometer วัดขนาดตัวอย่างของจริงบนสไลด์แล้วเปรียบเทียบกับภาพซึ่งวาดจาก camera lucida

5. คำนวณหาขนาดของตัวอย่างจริงบนสไลด์

ผลการศึกษาขนาดของท่ออากาศภายในลำต้นข้าวปรากฏว่าท่ออากาศจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อปลูกในดินที่มีระดับน้ำสูงขึ้น (ภาพที่ 1 และ 2) ต้นข้าวที่ปลูกในสภาพที่มีระดับน้ำสูงท่ออากาศภายในตลอดจนความสูงของลำต้นจะมีขนาดไม่เท่ากันด้วย คือลำต้นส่วนที่อยู่ใต้น้ำจะมีท่ออากาศใหญ่ ส่วนลำต้นที่อยู่เหนือน้ำจะมีท่ออากาศเล็กลงตามลำดับ จากการทดลองนี้พบว่า (ตารางที่ 1) ข้าวทุกพันธุ์มีการปรับตัวให้เข้ากับระดับน้ำที่ปลูกโดยการเพิ่มปริมาณเนื้อที่ของท่ออากาศให้มากขึ้น ทั้งนี้เพราะต้นข้าวส่วนที่อยู่ใต้ระดับน้ำได้รับออกซิเจนน้อย ซึ่งไม่เพียงพอในการหายใจของเซลล์ในส่วนนั้น ๆ ดังนั้นจึงมีการปรับตัวโดยการขยายเนื้อที่ของท่ออากาศให้ใหญ่ขึ้น เพื่อให้ออกซิเจนผ่านลงไปสู่ส่วนล่างของลำต้นและรากได้สะดวก และมากพอที่ต้นข้าวจะดำรงชีพอยู่ได้

โดยธรรมชาติลำต้นข้าวขึ้นน้ำมีขนาดของท่ออากาศใหญ่กว่าข้าวนาสวน คือมีเนื้อที่ท่ออากาศประมาณ 1/5.7 ถึง 1/7.6 ของพื้นที่หน้าตัดของลำต้น (ปล้องแรกนับจากโคนต้น) ส่วนข้าวนาสวนมีเนื้อที่ท่ออากาศประมาณ 1/8.9 ถึง 1/19.3 ของ

พื้นที่หน้าตัดของลำต้น ในสภาพที่เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์ ทั้งข้าวขึ้นน้ำและข้าวนาสวนต่างก็มีการปรับตัวของท่ออากาศให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของท่ออากาศแต่ละท่อในข้าวขึ้นน้ำใหญ่กว่าข้าวนาสวน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของลำต้นแล้วจะเห็นว่าข้าวนาสวนมีการปรับตัวมากกว่าข้าวขึ้นน้ำ ที่เห็นได้ชัดคือข้าวขึ้นน้ำพันธุ์เล็บมือนาง 111 มีการปรับตัวของท่ออากาศจากขนาด 1/5.7 ของลำต้น เป็น 1/3 ของลำต้น ส่วนข้าวนาสวนพันธุ์เหลืองปะทิว 123 ท่ออากาศปรับตัวจากขนาด 1/19.3 เป็น 1/4.4 ของลำต้น

ลักษณะการปรับตัวของท่ออากาศให้มีขนาดใหญ่ขึ้น มี 3 แบบ

1. โดยการสลายตัวของพาเรนไคมาเซลล์ ซึ่งเรียกว่า lysigenous

2. โดยการฉีกขาดของผนังพาเรนไคมาเซลล์ซึ่งเรียกว่า rhexigenous (ภาพที่ 3)

3. โดยการที่ท่ออากาศซึ่งอยู่ใกล้เคียงกันขยายตัวแบบใดแบบหนึ่งใน 2 แบบ ดังกล่าวข้างต้น จนมาชนกัน ทำให้เกิดเป็นท่ออากาศที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น (ภาพที่ 4)

ขนาดของลำต้นข้าว

ขนาดของลำต้นข้าวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพที่ปลูก คือ ข้าวขึ้นน้ำทั้ง 3 พันธุ์ เมื่อปลูกในสภาพที่มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดการทดลองจะมีขนาดของลำต้นใหญ่ที่สุด โดยการวัดพื้นที่หน้าตัดของลำต้นข้าวปล้องที่ 1 นับจากโคน เมื่อปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำขังลำต้นมีขนาดเล็กที่สุด และเมื่อปลูกในสภาพที่มีน้ำขังมากกว่า 10 ซม. ลำต้นจะมีขนาดใหญ่กว่าที่ไม่มีน้ำขัง แต่เล็กกว่าที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำขัง 10 ซม. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในสภาพที่มีน้ำขัง 10 ซม. ต้นข้าวได้รับออกซิเจนและมีน้ำพอเหมาะแก่ความต้องการในการเจริญเติบโต จึงทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้น ต้นข้าวได้รับออกซิเจนน้อยลงประกอบกับข้าวขึ้นน้ำมีการยืดตัวของเซลล์เพื่อย่างปล้องให้สูงขึ้นให้ทันกับระดับน้ำ ทำให้ก่อนที่ปล้องจะขยายตัวเต็มที่ต้องเจริญไปตามความยาวมากกว่าความกว้าง จึงเป็นผลให้ต้นข้าวมีขนาดลำต้นเล็กกว่าที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำขัง 10 ซม. ส่วนต้นที่ปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำขัง ลำต้นมีขนาดเล็กที่สุดทั้งนี้เป็นเพราะการที่ต้นข้าวได้รับน้ำน้อยกว่าที่ต้องการ จึงทำให้ไม่สามารถขยายตัวได้เต็มที่ (ภาพที่ 1) ส่วนข้าวนาสวน 2 พันธุ์ที่ใช้ทดลองพบว่าพื้นที่หน้าตัดของลำต้นมีขนาดเล็กที่สุดเมื่อปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำขัง ขนาดของลำต้นจะใหญ่ขึ้นเมื่อปลูกในที่มีน้ำขัง 10 ซม. และขนาดของลำต้นจะใหญ่ที่สุดเมื่อปลูกในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่ออากาศ

พันธุ์ข้าว	กรรมวิธี	ขนาดของพื้นที่หน้าตัดเท่าของจริง (ตร.มม.)		อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดท่ออากาศ/ลำต้น
		ท่ออากาศ	ลำต้น	
ปิ่นแก้ว 56	ไม่มีน้ำขัง	4.08	30.84	1 : 7.6
	มีน้ำขัง 10 ซม.	11.45	48.69	1 : 4.3
	เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์	10.53	39.84	1 : 3.8
เล็บมือนาง 111	ไม่มีน้ำขัง	5.07	29.03	1 : 5.7
	มีน้ำขัง 10 ซม.	10.41	36.40	1 : 3.5
	เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์	10.99	32.96	1 : 3.0
ขาวนางเนย 11	ไม่มีน้ำขัง	5.57	38.86	1 : 7.0
	มีน้ำขัง 10 ซม.	13.53	47.65	1 : 3.5
	เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์	14.01	47.18	1 : 3.4
ขาวตาแห้ง 17	ไม่มีน้ำขัง	2.96	26.35	1 : 8.9
	มีน้ำขัง 10 ซม.	6.86	35.40	1 : 5.2
	เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์	10.46	40.19	1 : 3.8
เหลืองปะทิว 123	ไม่มีน้ำขัง	1.14	22.07	1 : 19.3
	มีน้ำขัง 10 ซม.	4.67	26.76	1 : 5.7
	เพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์	6.49	28.43	1 : 4.4

จากการศึกษาพบว่าข้าวที่ปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำขัง ผนังเซลล์จะค่อนข้างหนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซลล์ผิวและเซลล์ที่อยู่ถัดจากเซลล์ผิวลงไป 3-4 ชั้น เซลล์เรียงตัวกันแน่นแตกต่างจากต้นข้าวที่เจริญอยู่ในดินที่มีน้ำขัง ซึ่งเซลล์ของลำต้นมีผนังเซลล์บาง เรียงตัวเกาะกันอย่างหลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) ค่อนข้างใหญ่ (ภาพที่ 5 และ 6)

ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร

ตามปกติลักษณะภายในลำต้นข้าวส่วนที่เป็นปล้องมีกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเรียงเป็น 2 วง มี 4 แถว วงนอกมี 2 แถว แถวแรกอยู่ใกล้เซลล์ผิวติดกับแถวของ sclerenchyma cell แถวที่ 2 อยู่ถัดจากแถวแรกเข้ามาเพียงเล็กน้อย วงในมี 2 แถว อยู่ใต้ลงมาฝังอยู่ในบริเวณที่เป็น parenchyma cell ซึ่งเป็นเซลล์ประกอบเป็นเนื้อเยื่อพื้นของลำต้น

ผลการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารในปล้องที่ 1 นับจากโคนเป็นดังนี้

ข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 มีลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์น้ำท่ออาหารที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 กรรมวิธี คือกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell มาก กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเหล่านี้บางกลุ่มถูกท่ออากาศซึ่งขยายใหญ่เบียดให้ไปอยู่ร่วมกัน จึงพบว่ามีกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร 2-3 กลุ่ม อยู่ติดกันในระหว่างท่อ

อากาศทั้งสอง (ภาพที่ 7) ซึ่งโดยปกติจะมีเพียงกลุ่มเดียวที่อยู่ในระหว่างท่ออากาศแต่ละคู่ (ภาพที่ 8) ส่วนกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 3 และ 4 อยู่ค่อนมาทางด้านในของลำต้น

ข้าวขึ้นน้ำพันธุ์เล็บมือนาง 111 พบว่าในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 มีการสร้างเซลล์ท่ออาหารเพิ่มขึ้นอีกหลายกลุ่ม ส่วนในกรรมวิธีที่ปลูกในน้ำลึก 10 ซม. และกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์ ไม่มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเพิ่มขึ้น ในกรรมวิธีที่ปลูกในน้ำลึก 10 ซม. กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cellแต่ในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์ กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ค่อนมาทางแถวของ sclerenchyma cell

ข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ขาวนางเนย 11 การเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเหมือนกับพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ต่างกันที่ในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารขึ้นใหม่อีกหลายกลุ่ม (ภาพที่ 9)

ข้าวนาสวนพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell ส่วนแถวที่ 3 และ 4 ปกติมีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน แต่ในกรรมวิธีนี้มีรูปร่างค่อนข้างมน ในกรรมวิธีระดับน้ำ 10 ซม. ตลอดการทดลองพบว่ากลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวแรกอยู่ค่อนข้างใกล้กับแถวของ sclerenchyma cell ลักษณะที่เด่นชัดคือกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวแรก มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารขึ้นใหม่หลายกลุ่มเรียงติดต่อกันเป็นครึ่งวงกลมหุ้มครึ่งล่างของท่ออากาศ ในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell ส่วนแถวที่ 3 และ 4 อยู่ห่างจากด้านในของลำต้นคืออยู่ใกล้ ๆ กับท่ออากาศ

ข้าวนาสวนพันธุ์เหลืองปะทิว 123 ในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell นอกจากนี้ยังมีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารขึ้นใหม่หลายกลุ่มเรียงติดต่อกันเป็นครึ่งวงกลมหุ้มรอบครึ่งล่างของท่ออากาศ (ภาพที่ 10) เช่นเดียวกับในกรรมวิธีที่ปลูกในระดับน้ำ 10 ซม. ตลอดการทดลองของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ส่วนกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 3 และ 4 อยู่ค่อนไปทางด้านในของลำต้น ในกรรมวิธีที่มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดการทดลองกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ใกล้แถวของ sclerenchyma cell มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารลักษณะเดียวกับในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ ส่วนในกรรมวิธีที่ปลูกในที่ไม่มีน้ำขัง ไม่มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเพิ่มขึ้น และกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell ส่วนแถวที่ 3 และ 4 อยู่ห่างจากด้านในของลำต้น

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเม็ดแป้งที่เปลี่ยนแปลงไปใน 3 กรรมวิธีการปลูก

พันธุ์ข้าว	กรรมวิธี		
	ไม่มีน้ำขัง	มีน้ำขัง 10 ซม.	เพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์
ปิ่นแก้ว 56	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างมาก	น้อยมาก→ไม่มี
เล็บมือนาง 111	มาก	น้อย	ไม่มี
ขาวนางเนย 11	มาก	น้อยมาก	ไม่มี
ขาวตาแห้ง 17	มาก	มาก	น้อยมาก
เหลืองปะทิว 123	มาก	มาก	น้อยมาก

ปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้น

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างในปริมาณเม็ดแป้งขึ้นอยู่ที่กรรมวิธีที่ปลูกมิได้ขึ้นอยู่ที่พันธุ์ข้าว ข้าวทุกพันธุ์ที่ใช้ทดลองทั้งข้าวนาสวนและข้าวขึ้นน้ำ เมื่อปลูกในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง ปรากฏว่าในปล้องที่ 1 นับจากโคนมีปริมาณเม็ดแป้งมากที่สุด (ภาพที่ 5 และ 6) ส่วนในกรรมวิธีที่มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดการทดลองมีแป้งมากในต้นข้าวนาสวน ส่วนข้าวขึ้นน้ำมีแป้งค่อนข้างมาก สำหรับกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์ในข้าวนาสวนมีแป้งน้อยมาก ส่วนในข้าวขึ้นน้ำไม่พบแป้งเลย 2 พันธุ์ สำหรับพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 มีเม็ดแป้งบ้างเล็กน้อยถึงไม่มีเลย

การที่ต้นข้าวซึ่งปลูกในดินที่ไม่มีน้ำขังมีปริมาณเม็ดแป้งมากกว่าในสภาพที่ซึ่งมีน้ำขังนั้น มิใช่ว่าข้าวที่ปลูกในดินที่มีน้ำขังจะไม่มีเม็ดแป้งอยู่ในลำต้น แต่เม็ดแป้งจะมาสะสมอยู่ในปล้องที่อยู่ใกล้ผิวน้ำและเหนือน้ำ ทั้งนี้เป็นเพราะลำต้นส่วนที่อยู่เหนือน้ำมีโอกาสได้รับแสงมาก จึงมีการปรุงอาหารและมีการสะสมเม็ดแป้งมากในบริเวณนี้ ลำต้นส่วนยอดจะมีปริมาณเม็ดแป้งน้อยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะเป็นส่วนที่มีเซลล์ที่ยังอ่อนเกินไปไม่มีการสะสมแป้ง ดังตัวอย่างในข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้นข้าวตลอดลำต้น

พันธุ์ปิ่นแก้ว 56	ลำต้นข้าว					
	ปล้องที่ 1 (โคน)	ปล้องที่ 2	ปล้องที่ 3	ปล้องที่ 4	ปล้องที่ 5	ปล้องที่ 6 (ยอด)
ซ้ำที่ 1	ไม่มี	ไม่มี	น้อยมาก	มากมาย	น้อยมาก	น้อยมาก
ซ้ำที่ 2	ไม่มี	น้อยมาก	น้อยมาก	มากมาย	น้อยมาก	ไม่มี

หมายเหตุ ปริมาณเม็ดแป้งใช้วิธีสังเกตด้วยตาผ่านกล้องจุลทรรศน์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะภายในลำต้นข้าวเมื่อให้น้ำในระดับต่างกัน โดยใช้ข้าวขึ้นน้ำ 3 พันธุ์ และข้าวนาสวน 2 พันธุ์ ผลการทดลองพอจะสรุปได้ดังนี้

ความสูงของต้นข้าว การวัดความสูงของต้นข้าวจากโคนถึงข้อต่อใบ (collar) มีแนวโน้มว่าจะให้ผลดีกว่าการวัดความสูงจากโคนถึงปลายใบ และพบว่าข้าวทุกพันธุ์ในทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตดีที่สุดในระยะที่ข้าวมีอายุ 42-49 วัน

ขนาดของท่ออากาศ พบว่าท่ออากาศจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อปลูกข้าวในดินที่มีระดับน้ำสูงขึ้น ในข้าวนาสวนจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่ออากาศมากกว่าในข้าวขึ้นน้ำ

ขนาดของลำต้นข้าว ข้าวขึ้นน้ำมีขนาดของลำต้นใหญ่ที่สุดเมื่อปลูกในดินที่มีน้ำขัง 10 ซม. แต่ถ้าเพิ่มระดับน้ำสูงขึ้นหรือปลูกในดินที่ไม่มีน้ำขัง ลำต้นจะมีขนาดเล็กลง ต่างกับข้าวนาสวนซึ่งมีขนาดลำต้นเล็กที่สุดเมื่อปลูกในที่ไม่มีน้ำขัง แต่เมื่อปลูกในที่มีระดับน้ำเพิ่มขึ้นจาก 10 ซม. ลำต้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร พบว่าข้าวขึ้นน้ำทั้งสามพันธุ์ที่ใช้ทดลองในทุกกรรมวิธี มีกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell ยกเว้นพันธุ์เล็บมือนาง 111 ในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำมีกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารอยู่ค่อนมาทางแถวของ sclerenchyma cell ในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง ข้าวพันธุ์เล็บมือนาง 111 และขาวนางเนย 11 มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารจากแถวที่ 1 และ 2 เพิ่มขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ หลายกลุ่ม ส่วนในอีก 2 กรรมวิธีไม่พบว่ามีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเพิ่มขึ้น สำหรับในพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ท่ออากาศขยายใหญ่ได้รวดเร็วแม้แต่ในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง จึงเห็นว่ากลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารจะถูกท่ออากาศเบียดให้ไปอยู่รวมกันเป็นจุดละ 2-3 กลุ่ม ซึ่งปกติจะมีเพียงกลุ่มเดียวอยู่ห่างกันเป็นระยะ ๆ ไป ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 3 และ 4 มักอยู่ค่อนมาทางด้านในของลำต้น

สำหรับข้าวนาสวนได้ทำการทดลอง 2 พันธุ์ กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ห่างจากแถวของ sclerenchyma cell ทุกกรรมวิธียกเว้นพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 กรรมวิธีที่มีน้ำขัง 10 ซม. มีกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารแถวที่ 1 และ 2 อยู่ใกล้แถวของ sclerenchyma cell ลักษณะที่แตกต่างจากข้าวขึ้นน้ำคือไม่มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเพิ่มขึ้นจากแถวที่ 1 และ 2 ในกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขัง แต่มีการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารเรียงติดต่อกันเป็นครึ่งวงกลมหุ้มครึ่งล่างของท่ออากาศในกรรมวิธีที่มีน้ำขัง 10 ซม. ในพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 และในกรรมวิธีที่เพิ่มระดับน้ำในพันธุ์เหลืองปะทิว 123

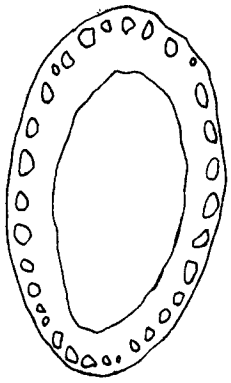
ปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้น พบว่าในกรรมวิธีที่มีการเพิ่มระดับน้ำทุกสัปดาห์ภายในเซลล์ของลำต้นที่อยู่ใต้น้ำจะไม่พบเม็ดแป้ง แต่จะพบในลำต้นส่วนที่อยู่เหนือน้ำขึ้นไป ในลำต้นที่ปลูกระดับน้ำลึก 20 ซม. จะพบเม็ดแป้งบ้างเล็กน้อย แต่ในกรรมวิธีที่ปลูกโดยไม่มีน้ำขังจะพบเม็ดแป้งมากมายภายในเซลล์ของลำต้น

เอกสารอ้างอิง

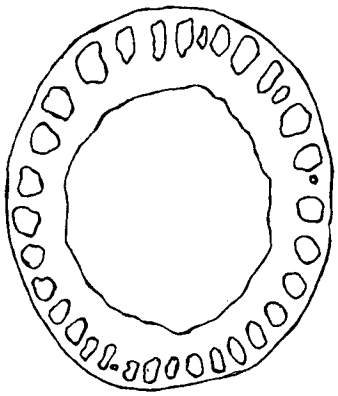
De Data, S.K. and B. Benerji. 1974. Anatomical variations of floodresistant and deep-water rices under deep-water and field conditions. Phytomophology. 24 : 164-174.

Esau, K. 1961. Anatomy of Seed Plant. New York : John Wiley and Sons, Inc. 376 p.

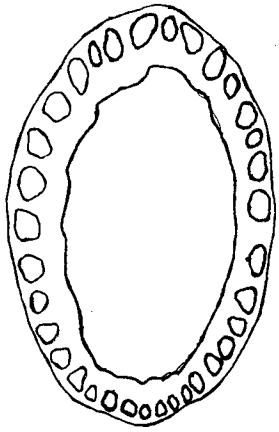
Sen, P.K., N.C. Basu, S.K. De Datta, and R.N. Basu. 1969. Studies in water relation of rice. IV. Structural changes in the stem of winter (Aman.) rice (*Oryza sativa* L.) in relation to adaptation under varying water conditions. Indian J. Agric. Sci. 40 : 36-44.



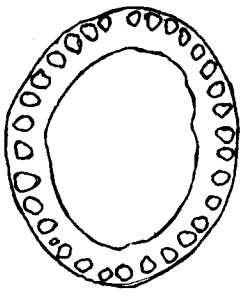
ปิ่นแก้ว 56, ไม่มีน้ำขัง



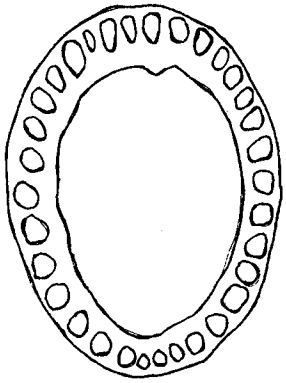
ปิ่นแก้ว 56, มีน้ำขัง 10 ซม.



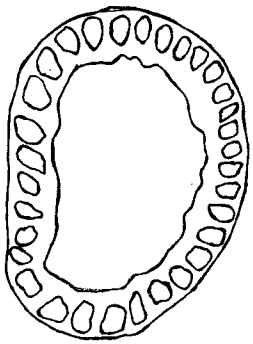
ปิ่นแก้ว 56, เพิ่มระดับน้ำ



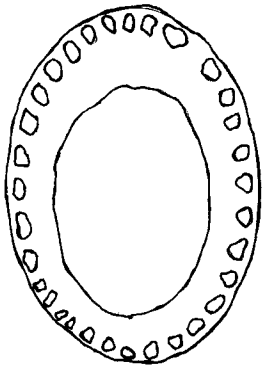
เล็บมือนาง 111, ไม่มีน้ำขัง



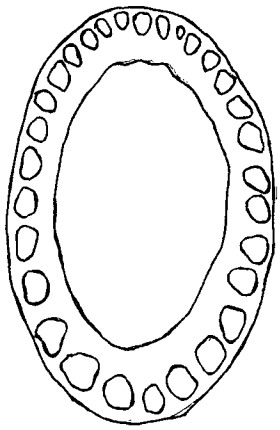
เล็บมือนาง 111, มีน้ำขัง 10 ซม.



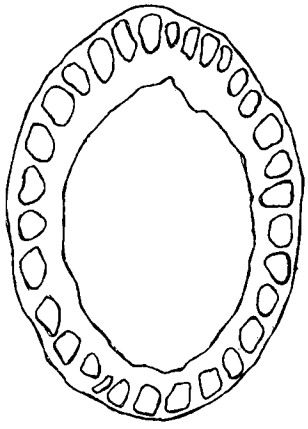
เล็บมือนาง 111, เพิ่มระดับน้ำ



ขาวนางเนย 11, ไม่มีน้ำขัง

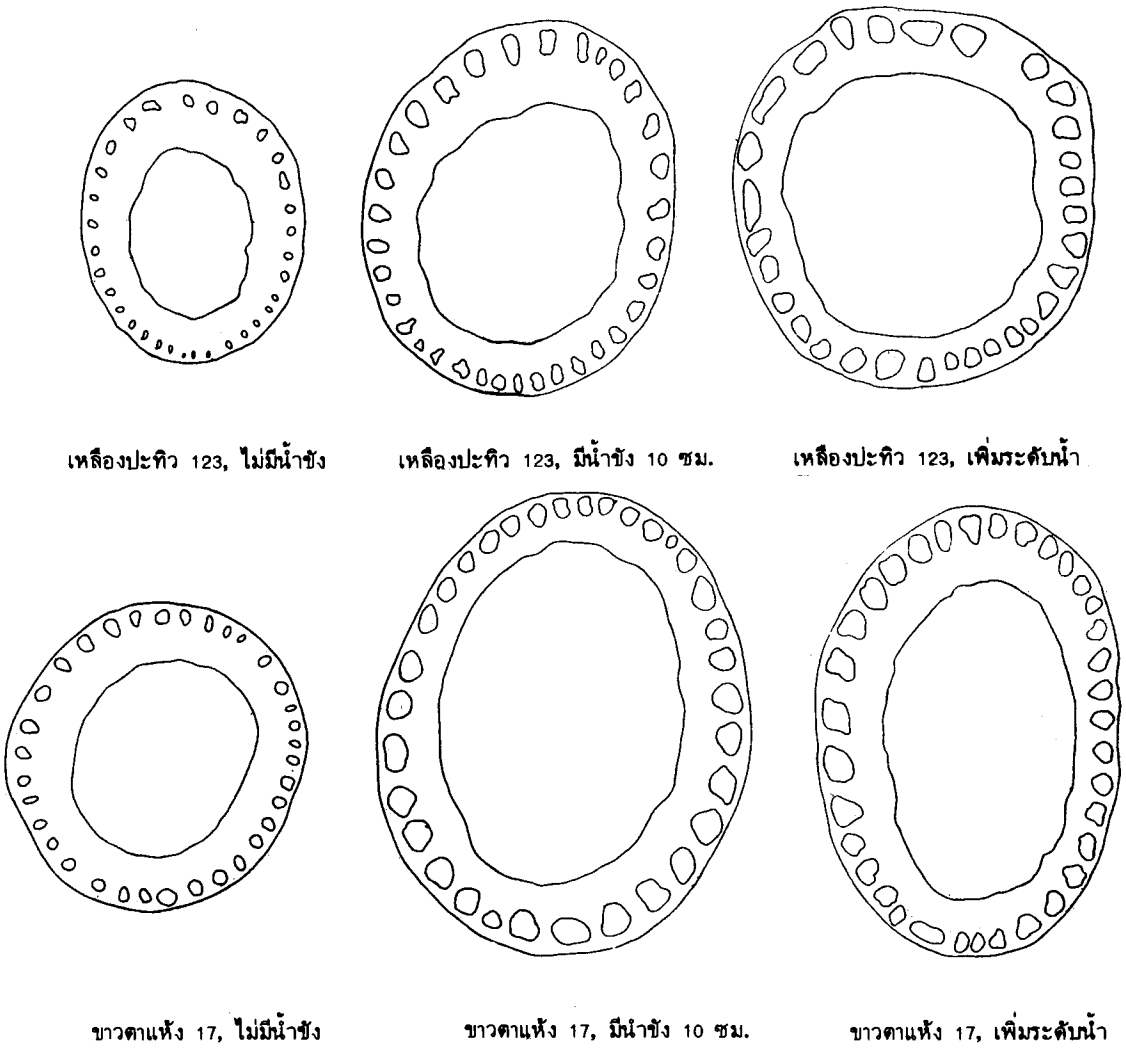


ขาวนางเนย 11, มีน้ำขัง 10 ซม.

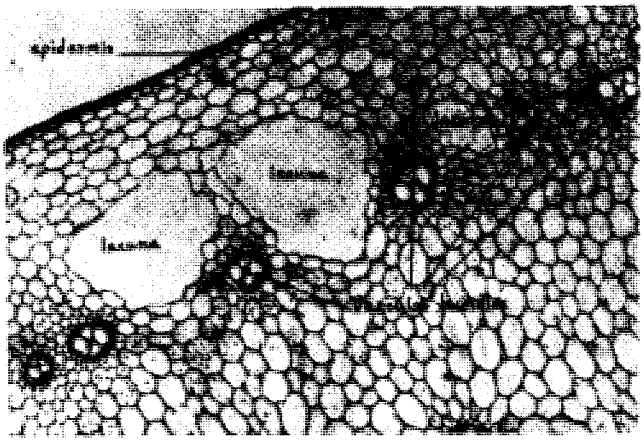


ขาวนางเนย 11, เพิ่มระดับน้ำ

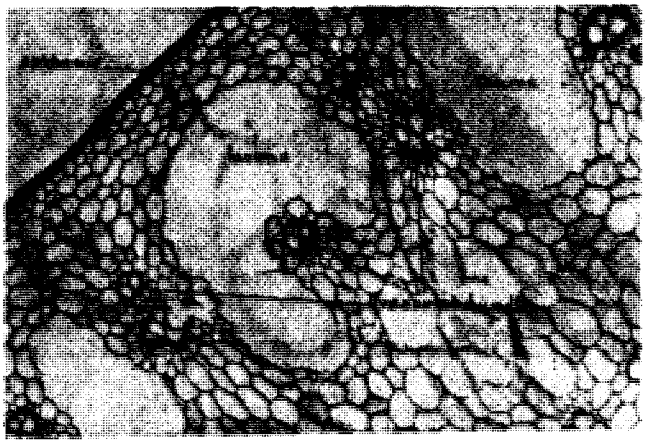
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของลำต้น และขนาดของท่ออากาศภายในลำต้นข้าวขึ้นน้ำ 3 พันธุ์ เมื่อปลูกในสภาพไม่มีน้ำขัง, มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดเวลาการทดลอง และเพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์



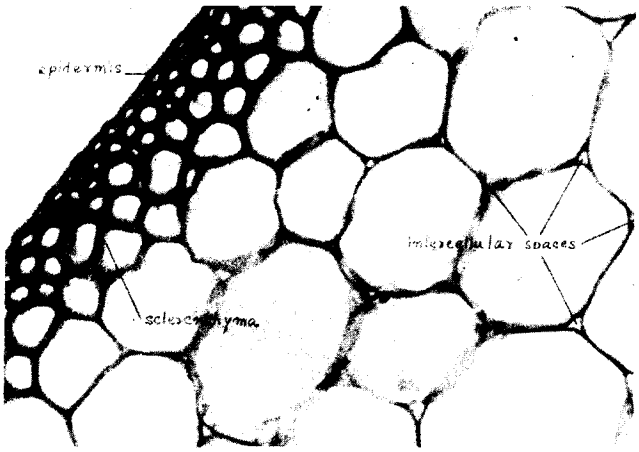
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบขนาดของลำต้น และขนาดของท่ออากาศภายในลำต้นข้าวนาสวน 2 พันธุ์ เมื่อปลูกในสภาพไม่มีน้ำขัง, มีน้ำขัง 10 ซม. ตลอดเวลาการทดลอง และเพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. ทุกสัปดาห์



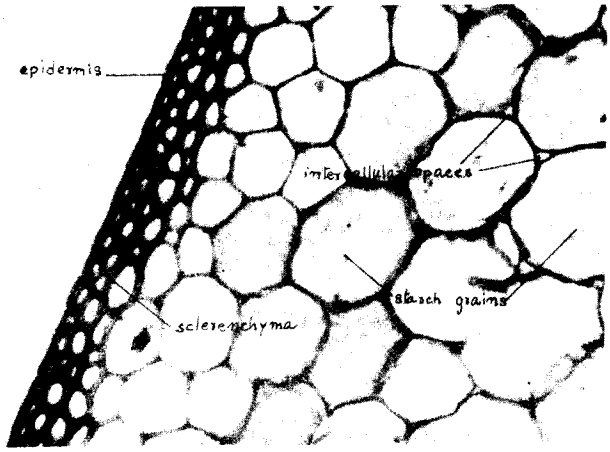
ภาพที่ 3 ลำต้นข้าวพันธุ์เล็บมือนาง 111 ตัดตามขวาง แสดงการขยายตัวของท่ออากาศโดยการสลายตัวและฉีกขาดของผนังเซลล์



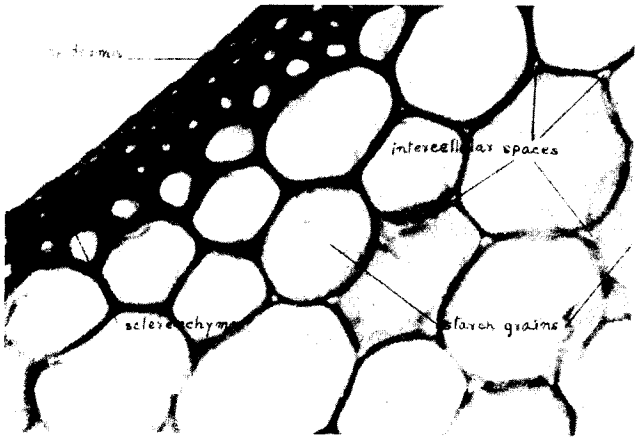
ภาพที่ 4 ลำต้นข้าวพันธุ์ขาวนางเนย 11 ตัดตามขวาง แสดงการเกิดท่ออากาศขนาดใหญ่ โดยท่ออากาศ 2 ท่อ ซึ่งอยู่ใกล้กันมาเชื่อมเป็นท่ออากาศใหญ่ท่อเดียว



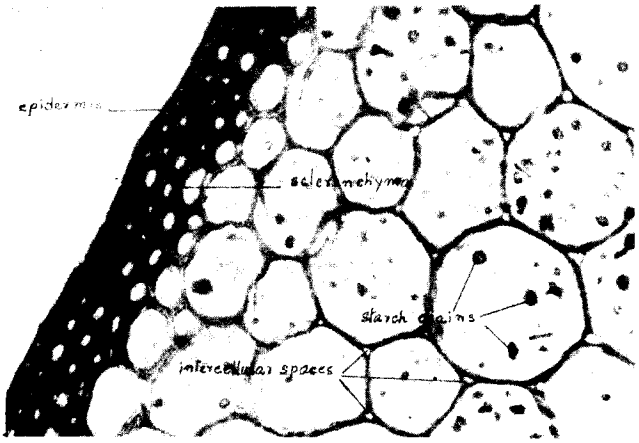
เพิ่มระดับน้ำ



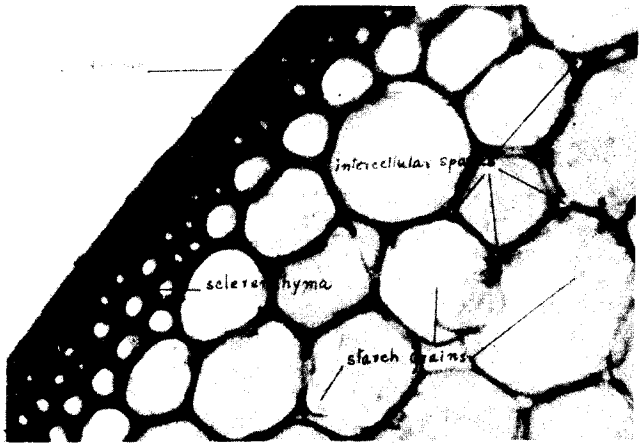
เพิ่มระดับน้ำ



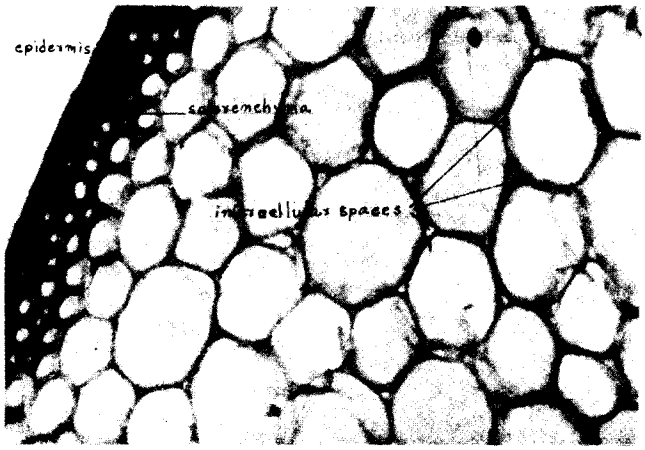
มีน้ำขัง 10 ซม.



มีน้ำขัง 10 ซม.



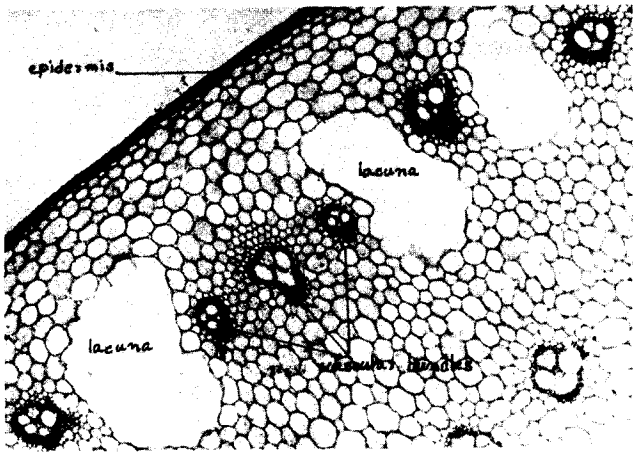
ไม่มีน้ำขัง



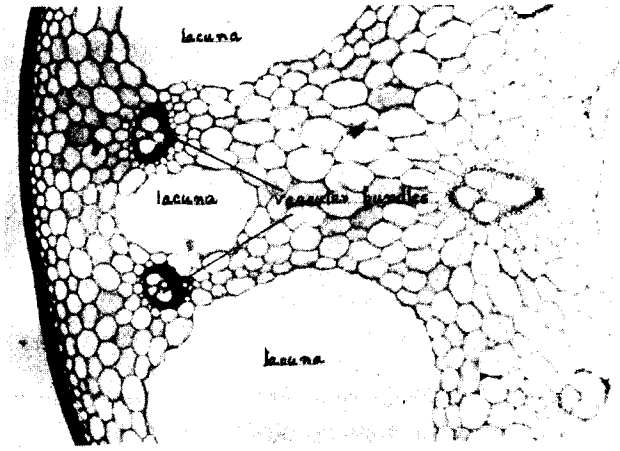
ไม่มีน้ำขัง

ภาพที่ 5 ลำต้นข้าวขึ้นน้ำพันธุ์เล็บนือนาง 111 ปลูกในสภาพต่าง ๆ ตัดตามขวาง แสดงความแตกต่างของขนาดเซลล์ ความหนาของผนังเซลล์ ขนาดของช่องว่างระหว่างเซลล์ และปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้น

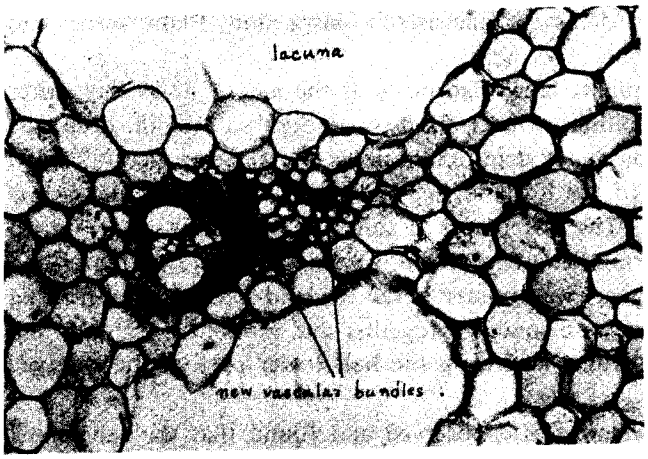
ภาพที่ 6 ลำต้นข้าวนาสวนพันธุ์เหลืองปะทิว 123 ปลูกในสภาพต่าง ๆ ตัดตามขวาง แสดงความแตกต่างของขนาดเซลล์ ความหนาของผนังเซลล์ ขนาดของช่องว่างระหว่างเซลล์ และปริมาณเม็ดแป้งภายในลำต้น



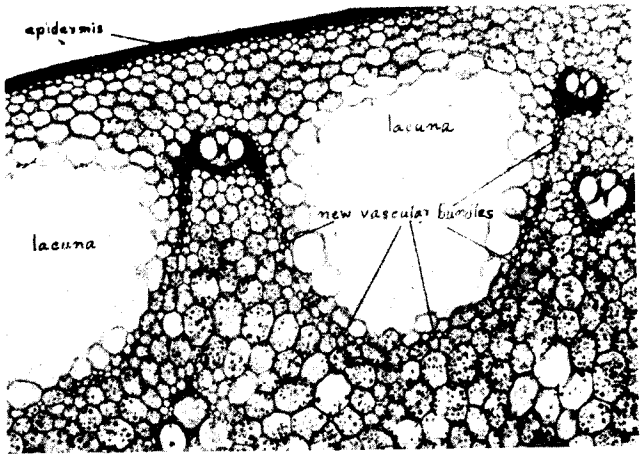
ภาพที่ 7 ลำต้นข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ตัดตามขวาง แสดงลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหาร เช่น มีกลุ่มเดียว 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่ม ในระหว่างท่ออากาศแต่ละคู่



ภาพที่ 8 ลำต้นข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ตัดตามขวาง แสดงลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารตามปกติ คือมีกลุ่มเดียวในระหว่างท่ออากาศแต่ละคู่



ภาพที่ 9 ลำต้นข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ขาวนางเนย 11 ตัดตามขวาง แสดงให้เห็นกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 10 ลำต้นข้าวนาสวนพันธุ์เหลืองปะทิว 123 แสดงให้เห็นกลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่เรียงติดต่อกันเป็นวงหุ้มรอบครึ่งล่างของท่ออากาศ

The Effect of Water Level on Anatomy of Rice

Wilaiwun Chawanayotin

Botany and Weed Science Division Department of Agriculture

ABSTRACT

The experiment was conducted in the field and laboratory from March, 1980 to July, 1981. The internal structure of three floating rice and three lowland rice varieties were examined under three soil water conditions as follows :

1. Nonflooded condition:soil was kept moist throughout the growing period by everyday watering.
2. Fixed water depth condition:water depth was maintained at 10 cm. deep throughout the growing period
3. Varying water depth condition:water depth was increased 10 cm. weekly from the 6th to the 12th week after planting.

Two stems of rice varieties in each soil water condition were randomly cut at 90 days after planting. Two permanent slides were made from each internode of selected stems for microscopic inspection. Plant height was also measured periodically prior to the increment of water depth.

The results of the experiment revealed that the rice plants grew vigorously at the age of 42-49 days after planting. This is true for all rice varieties and soil water conditions. Under fixed water depth at 10 cm. deep, the lowland rice. In condratictory, under nonflooded and varying water depth conditions, the floating rice stem was smaller in size than that of the lowland rice. The stem size of the lowland rice increased as the water depth was increased. However, this is not the case for the floating rice. The differences in soil water condition also resulted in the differences of lacuna size and vascular bundles scattering. The deeper the water level the larger the lacuna size was observed. The enlargement of lacuna due to submergence was greater in the lowland rice than the floating rice. As the result of lacuna enlargement the vascular bundles were squeezed together and reoriented into a group of 2 to 3 bundles. In some cases the vascular bundles were formed encircling the half lower part of the enlarged lacuna.

In this study the starch grain content of the rice stem was also observed and found that the submerged stem of plants grown under varying water depth had no starch grain content at all. For this particular case the starch grains were found only in the above-water stem part. The number of starch grain content of the stem for plants grown under fixed water depth condition was also found very few. Remarkably, the starch grain content of the stem for plants grown under nonflooded condition was found abundant.