บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ตำแหน่งของข้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งชำ

ในหญ้านวลน้อยกิ่งชำจากข้อที่ 1 และ 2 ไม่มีการเจริญเติบโตของใบและราก ในขณะที่กิ่งชำจากข้อ 3,4 และ 5 มีการเจริญเติบโตของลักษณะดังกล่าวได้ดี เนื่องจากหญ้านวลน้อย มีการเจริญเติบโตแบบเหง้า (Rhizomatous) (Caster and Duncan, 2003) มีส่วนของลำต้นอยู่ใต้ดินและมีกาบใบหุ้มจุดเจริญไว้ ตรงส่วนปลายของไหล เป็นปลายแหลม สามารถชอนไชในดินได้ดี เมื่อจุดเจริญมีการพัฒนาจะอยู่ภายในกาบใบและโผล่พ้นดินขึ้นมาพัฒนาเป็นกอใหม่ต่อไป (สิน ,2538)

เนื่องจากส่วนของข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นส่วนของเหง้าที่อยู่ใต้ดินและยังไม่มีใบจึงมีผลทางสรีรวิทยาให้กิ่งชำไม่สามารถสร้างรากได้ดีนัก โดยใบและตายอดจะมีอิทธิพลต่อการสร้างรากซึ่งใบจะมีผลในการสร้างและเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปยังจุดกำเนิดรากซึ่งคาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญในฐานะเป็นแหล่งของโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งองค์ประกอบของโมเลกุลดังกล่าวใช้เป็น โครงสร้างและเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ที่พัฒนาไปเป็นราก นอกจากนี้ใบและตายอดยังเป็นแหล่งผลิตฮอร์โมนออกซิน ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นการเกิดรากโดยตรง (Hartman and Kester, 1975) กิ่งชำของหญ้านวลน้อย ข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งยังไม่มีใบและยอดยังเจริญเติบโตได้ไม่มากเมื่อเทียบกับกิ่งชำข้อที่ 3 , 4 และ 5 จึงไม่สามารถชักนำให้เกิดรากและเจริญเติบโตต่อไปได้เช่นเดียวกับการทดลองของนิศารัตน์ (2540) ที่ศึกษาตำแหน่งของข้อเหนือพื้นดินที่มีผลต่อการเกิดรากของไผ่ลุ่ยจู๋ พบว่าข้อจากส่วนโคนของลำ ได้แก่ ข้อที่ 1-5 เหนือผิวดินให้ค่าเฉลี่ยการเกิดรากได้ดีที่สุดและข้อในส่วนปลายมีค่าเฉลี่ยการเกิดรากต่ำสุด

ในหญ้ามาเลเซียพบว่ากิ่งชำจากข้อทุกตำแหน่งสามารถเจริญเติบโตได้โดยมีความยาวราก และจำนวนรากไม่แตกต่างกัน และพบว่ากิ่งชำจากข้อที่ 1 มีความสูงมากที่สุด เป็นเพราะหญ้ามาเลเซียมีการเจริญเติบโตไปทางด้านข้างขนานกับพื้นดิน โดยอยู่เหนือพื้นดิน (Stoloniferous) ในทุกๆ ข้อจะมียอดและใบโดยยอดที่เกิดจากยอดเก่าที่มีการพัฒนาแล้วซึ่งในบางข้อที่สัมผัสกับดินจะหยั่งรากลงไปในดิน ยอดใหม่จะโผล่พ้นกาบใบออกมาทางด้านข้าง (extra virginal branching) ซึ่งก่อนที่จะโผล่พ้นมาจะมีการพัฒนาของใบ ตั้งแต่ยังอยู่ในกาบใบของต้นเดิม (สายันห์, 2547) เมื่อโผล่ต้นออกมาและมีการยืดตัวของปล้องไปเป็นข้อใหม่จึงมีใบที่สมบูรณ์อยู่ด้วยซึ่งใบที่สมบูรณ์จะเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตและฮอร์โมนออกซิน ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างราก (Hartman and Kester,1975) นอกจากนี้ Banik (1985) ได้กล่าวไว้ว่าในการปักชำไผ่ ตาที่ส่วนอ่อนของลำจะแตกยอดได้ดีกว่า และในการตัดชำก็มีผลในการเคลื่อนย้ายฮอร์โมนซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หากมีการแตกตาเป็นลำใหม่และมีอาหารสะสมมากพอก็สามารถเกิดรากที่สมบูรณ์ตามมาและพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ แต่การเจริญของตาจากส่วนปลายของลำไผ่นี้มีผลทำให้อาหารสะสมที่มีอยู่น้อยหมดไปอย่างรวดเร็วและตาที่เกิดใหม่แห้งตายก่อนการเกิดราก แต่อย่างไรก็ตามกิ่งชำที่มีใบที่สมบูรณ์นั้นมีส่วนช่วยกระตุ้นในการออกรากโดย Hartman and Kester (1975) ได้อ้างถึงสมมุติฐานของ Bouillene (1955) ว่ามีปัจจัยที่เคลื่อนย้ายจากใบ ซึ่งเป็นสารเคมีชนิด Orthodihydroxy phenol ทำปฏิกิริยากับฮอร์โมนออกซินในปริมาณต่ำมากและมีเอนไซม์เฉพาะอยู่ในเนื้อเยื่อซึ่งคาดว่าจะเป็น Polyphenol oxidase ทำปฏิกิริยากันทำให้เกิดสารประกอบ Rhizocaline ซึ่งอยู่ในขั้นตอนหนึ่งของการเกิดรากนอกจากนี้กิ่งชำที่มีใบที่สมบูรณ์ จะสามารถสังเคราะห์แสงได้ การสังเคราะห์แสงในกิ่งชำมีความสำคัญหลังจากเกิดจุดกำเนิดรากในกิ่งชำแล้วโดยช่วยในการพัฒนารากทำให้กิ่งชำที่ออกรากแล้วเจริญเติบโตได้เร็ว (นันธิยา, 2547) จากการทดลองนี้สามารถเลือกตำแหน่งของข้อที่จะไปฉายรังสีแกมมา และนำกลับมาปักชำในหญ้าสองชนิดได้ โดยหญ้านวลน้อยใช้ข้อที่ 3 และหญ้ามาเลเซียใช้กิ่งชำจากข้อที่ 1 กิ่งชำดังกล่าวเป็นกิ่งชำจากข้ออายุน้อยที่สุดที่สามารถนำมาปักชำแล้วมีการพัฒนารากและใบจนเกิดเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ มีใบสั้นและสามารถพัฒนาต่อไปได้และมีสองใบสะดวกในการบรรจุลงบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร สำหรับนำเข้าเครื่อง Gamma Cell เพื่อฉายรังสีแกมมา ซึ่งใบขนาดเล็กที่มีอยู่นี้ยังจะต้องขยายขนาดให้เป็นใบที่เจริญเต็มที่ต่อไปซึ่ง อาจจะพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากรังสีแกมมาได้รวดเร็วกว่าการนำกิ่งที่มีใบที่โตเต็มที่แล้วไปฉายรังสี และกิ่งจากข้อที่มีอายุมากมีจำนวนใบมากและใบยาวไม่สะดวกในการนำไปฉายรังสีกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.ลักษณะดอกของหญ้านวลน้อย และหญ้ามาเลเซีย

การศึกษาลักษณะของขนาดช่อดอก ขนาดดอก ส่วนประกอบของดอกและขนาดของเมล็ดในหญ้ามาเลเซียสอดคล้องกับการศึกษาของ Casler and Duncan (2003) และ Mannetje and Jones (1992) แต่ความแปรปรวนในในขนาดช่อดอก ขนาดดอก และขนาดเมล็ด อยู่ในช่วงที่แคบกว่าที่มีผู้รายงานไว้ ซึ่งเป็นผลมาจากในสภาพที่ทำการศึกษาครั้งนี้หญ้าที่สองชนิดปลูกในกระถางพลาสติกภายในโรงเรือนที่แสงสามารถส่องผ่านได้ สภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตมีความสม่ำเสมอและสามารถควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตได้แต่ในรายงานของ Mannetje and Jones(1992) และของ Casler and Duncan (2003) นั้น อาจเป็นการสำรวจลักษณะของดอกในสภาพธรรมชาติซึ่งมีปัจจัยในการ เจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ตามแต่ละสภาพพื้นที่ ซึ่งปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้นั้นได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารในดิน โดยมีผลโดยตรงกับพืชและยังมีผลร่วมกับสารเคมีและฮอร์โมนพืชในการกำหนดการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชได้ (สมบุญ, 2548) และสังเกตพบความแตกต่างของช่วงความยาวช่อดอกในหญ้าทั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สองชนิดนี้โดยพบว่า หญ้านวลน้อยมีความยาวของช่อดอก 8.90 – 12.21 ซม. หญ้ามาเลเซียมีความยาวช่อดอก 7.30 – 15.60 ซม. ซึ่งจะเห็นได้ว่าหญ้ามาเลเซียมีความแตกต่างของช่อดอกที่สั้นที่สุดกับช่อดอกที่ยาวมากที่สุดถึง 7.30 ซม. หรือแตกต่างถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในหญ้านวลน้อยมีความยาวของช่อดอกแตกต่างกัน 3.31 ซม. หรือ 37.19 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความยาวก้านช่อดอกในหญ้ามาเลเซียมากกว่าในหญ้านวลน้อยเนื่องจากหญ้ามาเลเซียเป็นพืชที่สามรถออกดอกได้ตลอดทั้งปี (Mannetje and Jones, 1992) ส่วนหญ้านวลน้อยเป็นพืชที่อาศัยสภาพวันสั้นและอุณหภูมิสูงในการชักนำให้เกิดดอก นอกจากนี้จำนวนข้อของต้นยังมีผลต่อการออกดอกของหญ้านวลน้อยด้วย (Casler and Duncan ,2003) โสระยา (2547); สมบุญ (2548); Reid(2005) กล่าวว่าในการออกดอกของพืชจำเป็นต้องใช้อาหารสะสม ซึ่งอยู่ในรูปแป้งและน้ำตาลมาใช้ในการพัฒนาและเจริญเติบโตของดอก จารุฉัตร(2547) พบว่าขนาดหัวของ ออนิโธกาลัม (*Ornitogalum arabocum*) มีผลต่อความสูง จำนวนใบ ความยาวก้านช่อดอกและจำนวนดอกย่อยต่อช่อโดยหัวขนาดใหญ่ทำให้การเจริญเติบโตของลักษณะดังกล่าวมากกว่าหัวขนาดเล็กและพบหัวขนาดใหญ่มีปริมาณน้ำตาลและแป้งมากกว่าหัวขนาดเล็ก เมื่อพืชเจริญเติบโตพร้อมที่จะออกดอกจะมีปัจจัยต่างๆ มากระตุ้นให้เกิดการสร้างดอกขึ้นบริเวณเนื้อเยื่อเจริญโดยชักนำให้มีการเปลี่ยนสภาพจากตาใบเป็นตาดอกซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิ และช่วงความยาวของวัน ซึ่งพืชหลายชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำในการออกดอก (vernalization) และพืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิที่เฉพาะเจาะจงในการออกดอก กลไกดังกล่าว อธิบายได้ว่า เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิต่ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีภายในต้น จาก stage A ไปเป็น stage B หากได้รับอุณหภูมิต่ำต่อไป จะเกิดการสะสมสาร B และเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสาร C ซึ่งเมื่อเข้าสู่ stage C แล้วจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับไปอีก และสารประกอบดังกล่าว จะไปชักนำให้ตายอดของพืชเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอก นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำยังมีบทบาทในการชักนำให้เกิดการสะสม soluble carbohydrate ซึ่งได้แก่ reducing sugar และ sucrose ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมในพืช ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาของตาดอกไปเป็นดอกที่สมบูรณ์ด้วย (โสระยา, 2547; สมบุญ, 2548; พูนพิภพ 2549) ในส่วนของแสง ที่มีผลต่อการออกดอกนั้น สาเหตุหนึ่งก็คือแสงมีต่อการเพิ่มขึ้นของระดับฮอร์โมนในพืช โดยความยาววันมีผลต่อการสร้างสารหรือฮอร์โมนในเซลล์ และถูกส่งไปยังส่วนต่างๆของพืชเพื่อกระตุ้นการออกดอก เรียกสารนั้นว่าฟลอริเจน ต่อมาพบว่ามีฮอร์โมนพืชบางชนิดสามารถกระตุ้นการออกดอกได้ เช่น จิบเบอเรลลิน และออกซิน ดังนั้น ฟลอริเจนอาจเป็นสภาพความสมดุลของฮอร์โมนที่ไปกระตุ้นการออกดอก เนื่องจากแสงมีผลโดยตรงต่อการเพิ่ม หรือลดปริมาณจิบเบอเรลลิน และออกซินภายในพืช (โสระยา, 2547) หญ้านวลน้อยต้องการปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและปัจจัยภายในต้นพืชที่เฉพาะเจาะจงในการกระตุ้นให้สร้างดอกทำให้พืชมีระยะเวลาที่จะสะสมอาหารและเมื่อถูกกระตุ้นให้มีการสร้างดอกอาหารที่สะสมไว้ภายในพืชจะถูกนำมาใช้ภายในเวลานั้นๆ ส่งผลให้ดอกมีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เจริญเติบโตจากปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโต ในปริมาณที่สม่ำเสมอ ในขณะที่หญ้ามาเลเซียซึ่งสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปีในสภาพแวดล้อมของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมายความว่าหญ้ามาเลเซียจะถูกกระตุ้นให้สร้างดอกได้ง่ายกว่าหญ้านวลน้อยเมื่อมีอาหารสะสมในปริมาณที่พอเพียงและรับการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมก็จะสร้างดอกขึ้นมาได้ Beard (1973) รายงานว่าหญ้าสนามสังเคราะห์แสงและสะสมอาหารไว้ที่ใบ ปริมาณอาหารสะสมดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบด้วย ในแต่ละข้อของหญ้ามาเลเซียมีพื้นที่ใบแตกต่างกัน โดยเฉพาะข้อที่อยู่ส่วนปลายของใบที่ยังมีพื้นที่ใบไม่มากนักเมื่อเทียบกับข้อที่อยู่ตำแหน่งโคนใบเมื่อถูกกระตุ้นให้สร้างดอก อาหารสะสมที่มีปริมาณแตกต่างกันนี้มีผลทำให้การเจริญเติบโตของดอกซึ่งรวมถึงความยาวของก้านช่อดอกมีความแตกต่างกันเกิดขึ้นตามไปด้วย

สิน (2538) กล่าวว่าในการดูแลสนามหญ้าให้มีคุณภาพดีนั้นไม่ควรปล่อยให้หญ้าสนามออกดอก เพราะทำให้สีของสนามหญ้าไม่สม่ำเสมอเนื่องจากสีของดอกหญ้าและสนามหญ้านั้นจะขาดคุณสมบัติการเป็นสนามหญ้าที่ดี จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสีของดอกหญ้าคือสีของกาบล่าง กาบบน รวมไปถึงสีของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย โดยในช่วงแรกส่วนประกอบดังกล่าวจะมีสีเขียวอ่อน เมื่ออายุมากขึ้น จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ก่อนที่จะหลุดออกจากแกนกลางช่อดอก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสีนั้นเกิดจากาการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุในเซลล์และความมีชีวิตของเซลล์ในส่วนประกอบดังกล่าวสภาพการเปลี่ยนแปลงนี้มักแสดงเมื่อได้รับการถ่ายเรณูแล้วซึ่งจะพบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการหายใจ ผลผลิตเอทีลีน ที่สูงขึ้นมีการย่อยสลาย คาโบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเซลล์และของสารพันธุ์กรรมและพบการเคลื่อนย้ายโมเลกุล ของสารประกอบที่ถูกย่อยเหล่านี้ จากส่วนหนึ่งของดอกไปยังอีกส่วนหนึ่งโดยเฉพาะรังไข่ ในกรณีที่มีการถ่ายเรณูกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อสงวนพลังงานที่พืชสังเคราะห์ขึ้นได้ กระบวนการย่อยต่างๆ นี้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในกรณีที่เกิดหรือไม่เกิดการถ่ายเรณู (จริงแท้, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา

ภายหลังจากการนำยอดของหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียไปฉายรังสีแกมมา ที่ระดับ 0,5,10,15 และ 20 Gy พบว่าเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าจะลดลงและพบต้นที่ปรากฏลักษณะแตกต่างจากปกติเพิ่มขึ้น โดยมีการเจริญเติบโตของลำต้นและใบลดลง มีข้อปล้องสั้นและมีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้อาจเป็นผลจากรังสีไปทำให้การทำงานและการแบ่งเซลล์ที่จุดเจริญผิดปกติ เมื่อเซลล์พืชได้รับรังสีและมีการถ่ายพลังงานจากรังสีให้กับโมเลกุลต่างๆ ของเซลล์ ทำให้น้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบของโมเลกุลแตกตัวเป็นไอออนและฟรี

เรดิคอล ซึ่งมีผลต่อการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่ทำให้มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม กระบวนการที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตโดยไปยังยั้งการแบ่งเซลล์รวมไปถึงการขยายขนาดของเซลล์และถ้ารุ่นแรงมากทำให้เซลล์ไม่สามรถแบ่งตัวได้และตายในที่สุด (สิรนุช, 2540) และรังสีมีผลต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตโดยพบว่า endrogenus IAA สามารถเสื่อมสภาพลงได้ด้วยรังสี เนื่องจากปฏิกิริยา oxidation โดยการเกิด peroxide หรือ oxidizing agent ที่รุนแรงจากผลของรังสี (อดิศร, 2539) ลักษณะที่แตกต่างจากปกติที่พบ นอกจากความสูงและความยาวปล้องแล้วยังพบใบที่มีรูปร่างต่างไปจากเดิมได้แก่ ใบเรียวแหลม ใบแคบและสั้นลง รวมทั้งมีความแตกต่างของสีใบ และสังเกตเห็นว่าความแตกต่างเหล่านี้จะลดลง เมื่อพืชเจริญเติบโต และใบที่เจริญขึ้นมาใหม่จะมีลักษณะปกติ เช่นเดียวกับการทดลองการฉายรังสีเอ็กซ์ กับกิ่งชำอังกาบ ซึ่งพบต้นที่มีรูปร่างใบผิดปกติ ขอบใบเว้าลึกเส้นกลางใบมี 2 แฉก ลักษณะดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นในใบที่เกิดขึ้นมาใหม่ในภายหลังและใบที่ผิดปกตินั้นจะหลุดร่วงไปในที่สุด (มนต์ระวี, 2544) ซึ่งเป็นเพราะภายหลังจากพืชได้รับรังสีแล้วจะมีการแข่งขันระหว่างเซลล์ที่กลายพันธุ์และเซลล์ปกติซึ่งในที่สุดเซลล์ที่เกิดการกลายพันธุ์จะถูกกำจัดออกไป (อดิศร, 2539)

ทวีสุข (2535) ได้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม (rate of turf establishment) 14 ชนิดพบว่าหญ้ามาเลเซียอยู่ในลำดับที่ 5 ในขณะที่หญ้านวลน้อยอยู่ในลำดับที่ 14 ซึ่งในการเจริญเติบโตที่มากกว่าของหญ้ามาเลเซียเนื่องมาจากมีความสามารถในการเพิ่มจำนวนเซลล์มากกว่าเป็นผลให้ตอบสนองต่อรังสีได้ดีและพบการกลายพันธุ์มากกว่าหญ้านวลน้อย

ภายหลังการย้ายปลูกลงถุงดำภายใต้สภาพแสงปกติพบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของหญ้าทั้งสองชนิดลดลงเพิ่มขึ้นอีก โดยหญ้านวลน้อยมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง 7 เปอร์เซ็นต์และหญ้ามาเลเซียลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่พบในการฉายรังสีแกมมากับการขยายพันธุ์กุหลาบในสภาพปลอดเชื้อพบว่าต้นที่ได้รับการฉายรังสีมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (พัชรินทร์, 2530) และการทดลองฉายรังสีแกมมาให้กับเมล็ดลำไยเมื่อปลูกในถุงพลาสติกดำเป็นเวลา 2 เดือนพบว่าต้นที่ได้รับการฉายรังสีมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงและเมื่อย้ายลงปลูกในแปลงก็มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง (ประภาพร, 2538) เหตุผลที่การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทำให้ต้นตายเพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากในสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรือน หญ้าจะได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรงและมีอุณหภูมิของ microclimate สูงในเวลากลางวันจึงจำเป็นต้องคายน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในให้อยู่ในระดับที่เซลล์ยังสามารถทำงานได้ตามปกติและในเวลากลางคืน อุณหภูมิยังคงสูงอยู่ในวัสดุปลูกนอกจากนี้การเคลื่อนที่ของอากาศยังทำให้ความชื้นบริเวณ boundery layer ลดลง (Madison,1970) โดยปกติหญ้าสามารถอยู่ในสภาพดังกล่าวได้เพราะมีการเจริญเติบโตของรากและใบที่สมดุลกัน (Beard, 1973) แต่รังสีอาจมีผลทำให้เซลล์ไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมบูรณ์ เนื่องจากเกิดความเสียหายและไม่สามารถซ่อมแซมได้พืชจึงมีความอ่อนแอมากกว่าปกติ (สิรนุช, 2540) เมื่อยู่ช่วงการย้ายปลูกซึ่งเป็นช่วงที่มีความเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสภาพปลูกและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากถาดเพาะชำในโรงเรือนหญ้าจึงมีการรอดชีวิตที่น้อยลง

ภายหลังจากการย้ายปลูกพบต้นที่มีลักษณะต่างจากปกติของหญ้านวลน้อยเพิ่มขึ้น ส่วนหญ้ามาเลเซียต้นที่มีลักษณะต่างจากปกติ ที่พบในโรงเรือนส่วนใหญ่ตายไป และต้นที่รอดชีวิตบางต้นมีการเจริญเติบโตขึ้นกว่าต้นปกติในภายหลัง

เมื่อย้ายปลูกได้ 4 สัปดาห์ ความยาวไหลของหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียที่ได้รับการฉายรังสีน้อยกว่าต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับการฉายรังสีแกมมาให้กับข้าวฟ่างอาหารสัตว์ พบว่า รังสีที่ระดับ 15-30 krad ทำให้เกิดความแปรปรวนในความสูงของต้นโดยต้นที่ได้รับรังสีส่วนใหญ่จะมีความสูงน้อยกว่าต้นที่ควบคุม (คมสันต์, 2542) และในการฉายรังสีแกมมาให้กับไทรย้อยใบแหลมด่าง พบว่า ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นมีผลไปลดการเจริญเติบโตในด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่ม (ธัญญะ และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังพบว่า ในหญ้ามาเลเซียจำนวนใบของต้นที่ได้การฉายรังสีมีความแตกต่างจากต้นปกติโดยปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความยาวไหลลดลงซึ่งความยาวไหลลดลง มีความสัมพันธ์กับจำนวนใบโดยจำนวนใบก็น้อยลงตามไปด้วยซึ่งเนื่องจากการสร้างใบนั้นจะเกิดที่ตำแหน่งข้อแต่ละข้อ โดยจะเจริญเติบโตจากจุดกำเนิดใบในข้อนั้น Madison (1971) แสดงให้เห็นว่ารังสีแกมมามีผลในการทำให้ปล้องของหญ้าสนามนั้นสั้นลงสามารถชะลอการเจริญเติบโตของหญ้าได้ ซึ่งผลของรังสีแกมมาต่อการชะลอการเจริญเติบโตนี้พบเช่นเดียวกันในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ปทุมมาโดยใช้รังสีแกมมา พบว่าปริมาณรังสีในแต่ละระดับจะมีผลต่อการเจริญและการพัฒนาของต้นแตกต่างกันออกไปโดยพบว่าต้นที่พัฒนาจากเหง้าที่ได้รับรังสีจะใช้เวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงเมื่อมีใบสูงสุดต่อต้นนานกว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี รวมทั้งมีการเกิดดอกที่ช้าและช้ามากขึ้นในหัวพันธุ์ปริมาณรังสีมาก ซึ่งผลของรังสีในการยับยั้งในการเจริญเติบโตนี้เนื่องจากรังสีมีผลทำให้เกิดความผิดปกติของการแบ่งเซลล์ทั้งแบบไมโอซิสและไมโตซิส (Harten, 1998) นอกจากนี้รังสียังมีผลเกี่ยวกับพัฒนาด้านอื่นๆ โดยเกี่ยวข้องกับระบบฮอร์โมนของพืชเช่น IAA และ GA (อดิศร, 2539) ซึ่งฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลง และพัฒนาของเนื้อเยื่อในอวัยวะที่ได้รับฮอร์โมนนั้นๆ (ดนัย, 2539) โดยฮอร์โมนในกลุ่มดังกล่าวมีผลรวมกันในการพัฒนาของเซลล์จนพืชสามารถแตกกิ่งก้านในกรณีที่ขาดสารกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งก็จะมีผลให้พืชนั้นเจริญเติบโตได้ไม่เป็นปกติ พืชแคระหลายชนิดมีปริมาณฮอร์โมน จิบเบอร์เรลลิน ภายในต้นต่ำกว่าปกติเมื่อมีการเพิ่มจิบเบอร์เรลลินให้แก่พืชเหล่านี้จะทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นจนเทียบเท่ากับต้นปกติ เนื่องจากจิบเบอร์เรลลิน มีผลต่อการยืดตัวของเซลล์ (พีรเดช, 2537) ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้จำนวนต้นต่อกอของหญ้าสนามทั้งสอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดลดลง โดยในปริมาณรังสี 20 Gy หญ้านวลน้อยมีจำนวนต้นกอเท่ากับ 11.92 ต้นในขณะที่ต้นควบคุมมีจำนวนต้นต่อกอเท่ากับ 13.72 ต้น สอดคล้องกับการทดลองของ Cheema and Atta (2003) ทีฉายรังสีแกมมาให้กับข้าว Basmati และพบว่าเมื่อฉายรังสีแกมมาในระดับ 0-300 Gy พบว่าจำนวนต่อกอที่เกิดขึ้นในต้นที่ได้รับการฉายรังสี น้อยกว่าที่ไม่ได้รับการฉายรังสีและในการทดลองฉายรังสีแกมมาร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของหญ้าเนเปียร์โดยฉายรังสีในระดับ 0-30 Gy แล้วนำไปปลูกในสภาพแปลง จำนวนต้นต่อกอของต้นที่ได้รับการฉายรังสีก็น้อยลงเช่นกัน(ดำรงรักษ์, 2546) ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าสนามมีการเจริญเติบโตภายในยอดแบบ complex shoot ซึ่งมีจุดกำเนิดยอด (phytomer) อยู่หลายจุดรวมกันภายใต้กาบใบที่หุ้มเอาไว้ จุดกำเนิดยอดดังกล่าวเป็นกลุ่มเซลล์เพียงไม่กี่เซลล์ ซึ่งสามารถแบ่งตัวและพัฒนาไปเป็นตาข้างและเจริญเติบโตพร้อมๆ กันหลายจุดในยอดเดียวทำให้ยอดนั้นกลายเป็นกอในที่สุด (Madison, 1971) รังสีมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของเซลล์และทำให้เซลล์มีการเจริญเติบโตแตกต่างออกไปจากต้นปกติ หรือหากรุนแรงมากเซลล์ก็จะตายในที่สุด (สิรินุช, 2540) ซึ่งจุดกำเนิดของยอดหญ้าสนามที่ได้รับรังสีอาจมีการแบ่งตัวที่ช้า เนื่องจากเกิดความเสียหายและมีการซ่อมแซม หรือบางเซลล์ตาย จึงเป็นผลให้เกิดการแตกกอในต้นที่ได้รับรังสีน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี

4. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นที่ปรากฏลักษณะแตกต่างจากปกติ

ในลักษณะของปล้องและความยาวใบและความกว้างใบ พบว่าลักษณะดังกล่าวลดลงในทุกระดับรังสี และในหญ้ามาเซียพบลักษณะผิวใบเป็นคลื่น สอดคล้องกับการทดลองในไผ่ฟิลิปปินส์ (สุธนา, 2550) โดยพบว่ารังสีแกมมามีผลต่อไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Bangkok beauty ในด้านลักษณะลำต้นและรูปร่างใบโดยทำให้ลำต้นแคระแกร็นและใบสั้นลง กรณีดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงผลของการยับยั้งหรือหยุดยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์ ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต นิสัยการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาดังเช่นการแสดงออกในด้านความสูงของต้น ความกว้างของใบ รูปร่างใบที่ผิดปกติ (อรุณี, 2550) โดยเมื่อเซลล์ที่กำลังจะเจริญไปเป็นใบนั้นเมื่อได้รับรังสีจะทำให้เกิดความเสียหายทางสรีรวิทยาแก่เซลล์และเมื่อเซลล์ดังกล่าวแบ่งตัวออกไปและพัฒนาไปเป็นส่วนต่างๆ ของพืชก็จะทำให้ส่วนนั้นๆ มีลักษณะแตกต่างจากปกติได้ นอกจากนี้ ในหญ้ามาเลเซียพบต้นที่มีความยาวปล้องมากกว่าต้นควบคุม 1 ต้น โดยเป็นต้นที่ได้รับการฉายรังสี 5 Gy แสดงให้เห็นว่าผลอีกด้านหนึ่งของรังสีคือสามารถกระตุ้นการเจริญของพืชอย่างผิดปกติ โดยไปมีผลต่อการเพิ่มการแบ่งเซลล์และการเจริญของพืชโดยรังสีปริมาณต่ำสามารถเร่งการเจริญเติบโตของพืช (อดิศร, 2539)

การแสดงออกถึงการเร่งการเจริญเติบโตอาจแสดงออกมาในลักษณะต่างๆ เช่น ต้นพืชสูงขึ้น มีรากยาว งอกเร็ว ออกดอกเร็ว ผลผลิตสูงหรืออายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง โดยพบในการศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสม โดยเจียมใจและวนิดา (2517) ซึ่งใช้ปริมาณรังสี 5, 10, 15 และ 20 Gy พบว่ารังสีปริมาณต่ำคือ 5 Gy สามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้นและรากดีกว่าชุดควบคุมใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขณะที่ปริมาณรังสีสูงขึ้นจะไปยังยั้งการเจริญเติบโต และมีการตายเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ ธนะ (2547) นำเมล็ดของกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสม *D. tuangpink* X (*D.thailand* X *D.madamudomsri*) มาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ปริมาณ 0, 20, 40, 60 และ 80 Gy พบว่าต้นกล้าอายุ 8 เดือนที่ได้จากเมล็ดที่ผ่านการฉายรังสี 20 และ 40 Gy มีน้ำหนักสดและจำนวนรากมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี

ในการทดลองนี้ยังพบรูปแบบการด่างของใบในหญ้ามาเลเซียภายหลังจากการฉายรังสีและพบว่ามีความคงตัวสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการตัดออกมาปักชำซึ่งลักษณะดังกล่าวจัดได้ว่าเป็นพันธุ์กลายจากการเปลี่ยนแปลงสารพันธุ์กรรมของเซลล์ซึ่งจะสามารถที่จะถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ (สิรนุช, 2540) โดยการด่างของใบเกิดจากรังสีไปมีผลทำให้การกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เกิดลักษณะการด่าง (chimera) ขึ้น (อรุณี, 2550) สอดคล้องกับการทดลองของ Mandal *et al*. (2000) ซึ่งพบว่าภายหลังการฉายรังสีแกมมาให้กับเบญจมาศ เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีดอกและเกิดลักษณะการด่างของใบขึ้น โดยยังพบการเกิดลักษณะใบด่างหลังจากได้รับการฉายรังสีเช่นกันใน Begonia rex พันธุ์ Winter Queen (Shiematsu and Matsubara, 1972) คาร์เนชั่น พันธุ์ Espana (Singh *et al*, 1999)

5. การคลุมพื้นที่ภายใต้สภาพแสงปกติและพรางแสง

ในหญ้านวลน้อย การคลุมพื้นที่ของต้นที่ได้รับแสงปกติสูงกว่าในสภาพพรางแสง โดย Casler and Duncan (2003) อธิบายว่าหญ้านวลน้อยเป็นหญ้าที่เจริญเติบโตในสภาพกลางแจ้งได้ดีและทนทานต่อความแห้งแล้ง ซึ่งสุทัศน์ (2536) กล่าวว่า ในพืชที่เจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาพแสงจัดนั้นจะมีผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) และผนังเซลล์หนาเพื่อป้องกันการคายน้ำและป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากการรับแสงมากเกินไป รวมไปถึงมีอัตราส่วนของใบต่อต้นน้อย รากมีความยาวและมีปริมาณมากเพื่อรองรับปริมาณคายน้ำที่สูง จากลักษณะดังกล่าวหากพืชได้รับแสงในปริมาณที่ไม่เพียงพอ อาจทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก โดยผิวเคลือบคิวทินหนามีผลในการสะท้อนแสงของใบหญ้าที่สูงทำให้พืชได้รับแสงในปริมาณน้อยลง และความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลง มีผลต่อการสร้างคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นปัจจัยในการพัฒนาราก ยอด และใบ รวมไปถึงทำให้ระบบท่อลำเลียงมีการพัฒนาไม่ดีนัก ซึ่งเป็นผลให้การเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ของหญ้านวลน้อยในสภาพพรางแสงไม่ดีเท่ากับในสภาพแสงปกติ (Beard, 1973) การเจริญเติบโตที่ลดลงในสภาพความเข้มแสงต่ำนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับ Fukuoka *et al.* (1997) โดยการศึกษาผลของร่มเงาต่อการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสง การหายใจและปริมาณคาร์โบไฮเดรตของกะหล่ำปลี พบว่า เมื่อต้นกล้าได้รับความเข้มแสงต่ำ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง ส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและการหายใจของรากน้อยลงกว่าในสภาพที่ได้รับแสง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้อัตราการหายใจของรากต้นที่ปลูกในร่มลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากปริมาณของสารละลายซูโครสส่วนใหญ่จะถูกเก็บมากว่าการนำมาใช้ในกิจกรรมของราก ในสภาพแสงต่ำพืชจะสร้างคาร์โบไฮเดรตได้น้อย จึงส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจลดลง

ในหญ้ามาเลเซีย ต้นที่ได้รับการพรางแสง มีการเจริญเติบโตคลุมพื้นที่มากกว่าในสภาพแสงปกติ หญ้ามาเลเซียมีถิ่นกำเนิดอยู่ในชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย บริเวณทะเลจีนใต้ รวมไปถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เจริญเติบโตได้ดีในร่มเงาของสวนมะพร้าว และสวนยางพารา (Mannetje and Jones, 1992) การปรับตัวของพืชเขตร้อนบางชนิด สามารถขึ้นและทนต่อสภาพแสงที่มีความเข้มต่ำได้ โดยพืชดังกล่าวจะมีความสามารถในการเพิ่มจำนวนคลอโรฟิลล์ของตัวเองและเมื่อขึ้นในสภาพที่มีแสงแดดจัด อาจได้รับอันตรายเนื่องจากมีการคายน้ำมากทำให้พืชปิดปากใบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง เป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดลองของจารุฉัตร (2547) ที่ศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของออนิโธกาลัมพบว่าในสภาพความเข้มแสงต่ำทำให้ต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นรวมทั้งใบมีความกว้างและความยาวมากกว่าต้นที่ได้รับแสงในสภาพปกติ ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตน้อย ใบแคบและสั้น หลังจากนั้นจะมีอาการเหลืองซีดและตายลงเมื่อระยะการปลูกเลี้ยงนานขึ้นและรำจวน (2546) พบว่าการปลูกเลี้ยงต้นมังกรคาบแก้วในสภาพกลางแจ้งมีแนวโน้มการเจริญเติบโตน้อยที่สุดในต้นที่กลายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกการปลูกเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคลุมพื้นที่ของหญ้าทั้ง 2 ชนิดในสภาพความเข้มแสงที่แตกต่างกันนี้พบว่าต้นกลายพันธุ์ที่คัดเลือกมาส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้น้อยกว่าต้นควบคุม ซึ่งอาจเป็นผลจากลักษณะใบและปล้องที่สั้นของต้นกลายพันธุ์ โดยใบของหญ้านวลน้อยกลายพันธุ์มีความยาวระหว่าง 0.90–1.90 ซม. ความยาวปล้องระหว่าง 0.9–1.80 ซม. ในขณะที่ต้นควบคุมมีความยาวใบระหว่าง 2.33 ซม. ความยาวปล้อง 2.06–2.04 ซม. และในหญ้ามาเลเซียต้นกลายพันธุ์ มีความยาวใบระหว่าง 1.76–3.46 ซม. ซม. ในขณะที่ต้นควบคุมมีความยาวใบระหว่าง 5.13–5.30 ซม. ความยาวปล้อง 3.24–3.40 ซม. จึงทำให้การคลุมพื้นที่น้อยกว่าต้นควบคุมที่มีใบและปล้องสั้นกว่า เหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือรังสีแกมมาไปมีผลต่อการแบ่งเซลล์ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ช้าลงนอกจากนี้ยังพบต้นกลายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้มากกว่าต้นปกติในหญ้าทั้ง 2 ชนิด เช่นเดียวกับการทดลองของคมสัน (2542) ที่พบว่าข้าวฟ่างอาหารสัตว์ที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาระดับ 0-45 krad ทำให้หญ้าซูดานมีความสูงจำนวนใบและน้ำหนักลดต่อต้นมากกว่าต้นควบคุม นอกจากขนาดของใบและความยาวของไหลจะมีผลต่อการคลุมพื้นที่แล้วการแตกกอก็มีผลในการคลุมพื้นที่มากขึ้นเช่นกัน โดยเมื่อต้นมีการแตกกอมากขึ้นจุดเจริญที่จะสร้างใบใหม่ก็มีมากขึ้น ถึงแม้ว่าใบที่เกิดกับต้นกลายพันธุ์จะมีขนาดเล็กกว่าก็ตามแต่เมื่อมีการแตกกอมากกว่าจำนวนใบก็มากกว่ามีผลให้การคลุมพื้นที่มากว่าด้วย ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของรังสีแกมมาที่กระตุ้นการแตกกอของหญ้าพบเช่นเดียวกับในงานทดลองของสรายุทธ์ (2551) ที่ได้ฉายรังสีแกมมากับเมล็ดหญ้ากินนีสีม่วงพบว่ามี 3 โคลนที่คัดเลือกที่มีจำนวนหน่อต่อต้นมากกว่าโคลนที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในการทดลองครั้งนี้พบว่าต้นกลายพันธุ์ของหญ้านวลน้อยหมายเลข Zo 203 และ Zo 402 เจริญเติบโตได้เฉพาะในสภาพร่างแสงแต่ในสภาพแสงปกติไม่สามารถรอดชีวิตได้อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตในสภาพพร่างแสงของหญ้านวลน้อยกลายพันธุ์ทั้ง 2 ต้นนี้เป็นการเจริญเติบโตที่น้อยมากเมื่อเทียบกับต้นควบคุม

เมื่อพืชได้รับแสงจะเกิดการกระตุ้นให้เซลล์คุมเปิดและเพิ่มการซึมน้ำของเยื่อหุ้มพลาสมาทำให้อัตราการคายน้ำเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่สามารถดูดขึ้นมาได้ (สุทัศน์, 2536) พืชที่ได้รับรังสีแกมมามีผลทำให้รากมีการเจริญเติบโตช้ารากสั้นมีผิวสัมผัสน้อย ซึ่งอาจส่งผลให้การดูดน้ำทำได้ไม่ดีนักผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญเติบโตของรากนี้ปรียานันท์ (2537) ได้ฉายรังสีแกมมาให้กับต้นอ่อนของกล้วยมะลิอ่องในสภาพปลอดเชื้อและพบว่าปริมาณรังสีที่สูงขึ้นทำให้จำนวนรากลดลงและมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยมะลิอ่องที่ทำการทดลอง ธนะและคณะ (2548) ได้ฉายรังสีแกมมาให้กับกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเอียสกุล พบว่าต้นกล้ามีความยาวรากลดลงเมื่อได้รับรังสีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อจำนวนรากลดลงความสามารถในการดูดซึมน้ำน้อยลงเมื่ออยู่ในสภาพที่มีแสงมากอาจทำให้พืชมีอัตราการสูญเสียน้ำมากกว่าที่พืชจะสามารถดูดน้ำได้จึงทำให้พืชตายในที่สุด ในสภาพที่พืชอยู่กลางแจ้ง พืชจำเป็นต้องคายน้ำเพื่อลดอุณหภูมิภายในใบพืช ซึ่งหากพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอพืชจะมีกลไกควบคุมการคายน้ำด้วยการปิดปากใบโดยการสร้าง ABA (Absissic acid) และน้ำเข้าสู่เซลล์คุมปากใบทำให้มีการชักนำให้ปิดปากใบขึ้น (สมบุญ , 2548)

รังสีแกมมาอาจไปมีผลต่อกระบวนการทนแล้งของพืชโดยการลดความสามารถในการสังเคราะห์ ABA ของพืช ซึ่ง ABA ของพืชนี้สร้างจากรากและจากส่วนที่มีคลอโรพลาสท์ (พูนพิภพ , 2549) รังสีแกมมาทำให้รากสั้นลงและมีจำนวนน้อยลง จึงเป็นไปได้ว่าพืชจะสร้าง ABA ได้น้อยลงด้วยในส่วนของคลอโรพลาสท์ รังสีแกมมามีผลต่อปริมาณคลอโรพลาสท์ในพืชโดย ธนวัฒน์และเตือนใจ (2549) พบว่าต้นกล็อกซิเนียที่ได้รับการฉายรังสีแกมมามีการเกิดใบด่างและเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน สีเหลืองและสีแดง ธัญญะและคณะ (2550) ได้พบความเปลี่ยนแปลงของสีใบไทรย้อยใบแหลมด่าง ภายหลังการฉายรังสีแกมมา โดยพบว่าสีใบเปลี่ยนจากปกติที่มีสีเขียวขาวไปเป็นสีขาวทั้งใบได้ จากความเปลี่ยนแปลงของรากและคลอโรพลาสท์ดังกล่าวจึงอาจเป็นผลให้พืชสร้าง ABA ได้น้อยส่งผลให้พืชควบคุมการปิดเปิดปากใบในสภาพขาดน้ำเป็นไปได้ไม่ดีนักพืชจึงอ่อนแอต่อสภาพกลางแจ้งและตายในที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้การเคลื่อนย้าย ABA ในต้นหญ้าที่กลายพันธุ์อาจทำได้ไม่สะดวกนักโดย ABA จะถูกลำเลียงผ่านทางท่อน้ำและท่ออาหาร รังสีมีผลในการเกิดความเสียหายทางสรีรวิทยาโดยไปทำอันตรายต่อเซลล์ที่จะพัฒนาไปเป็นท่อลำเลียง

6. สัณฐานวิทยาของต้นกลายพันธุ์ในสภาพแสงที่แตกต่างกัน

ทั้งหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียมีความเปลี่ยนแปลงในด้านสัณฐานวิทยาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่าอิทธิพลของโคลนที่คัดเลือกมีผลต่อความกว้างใบ และความยาวปล้อง โดยต้นกลายพันธุ์มีลักษณะดังกล่าวน้อยกว่าต้นควบคุมทั้งในสภาพปกติและสภาพพรางแสง ลักษณะที่ส่วนต่าง ๆ ของพืชมีขนาดเล็กลงภายหลังจากการได้รับรังสีแกมมานี้เป็นผลมาจากรังสีมีผลทำให้การแบ่งเซลล์ที่จุดเจริญผิดปกติ ซึ่งอรุณีและนวลฉวี (2536) กล่าวว่ารังสีสามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณยอดส่งผลให้การยืดตัวของปล้องน้อยลง ข้อปล้องสั้น ต้นจึงเตี้ยและแคระแกร็น Bajaj (1970) กล่าวว่ารังสีในปริมาณสูงจะทำให้ส่วนของตาหรือเนื้อเยื่อเจริญเกิดความเสียหายมาก ดังนั้นการซ่อมแซมต้องใช้เวลามากจึงทำให้การเจริญเติบโตช้าลง

ถึงแม้ว่าผลการทดลองในสภาพแสงแตกต่างกันนี้พบว่าผลของแสงไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาได้ชัดเจนและทำให้เกิดความแตกต่างทางสถิติได้แต่สังเกตเห็นว่าเมื่อความเข้มแสงน้อยลงทำให้ใบกว้างขึ้น ใบยาวขึ้น กาบใบยาว ปล้องยืดยาวขึ้นและมีเส้นผ่าศูนย์กลางปล้องเล็กลง Beard (1973) กล่าวว่าเมื่อหญ้าสนามอยู่ในสภาพแสงน้อยจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำลงทำให้การพัฒนาของเนื้อเยื่อด้อยลง เนื้อเยื่อที่สร้างใหม่บางลงประกอบกับผลของฮอร์โมนออกซินที่ทำให้เกิดการยืดเข้าหาทิศทางที่มีแสง ซึ่งเกิดจากการสะสมออกซินในแต่ละบริเวณต่างกัน โดยออกซินมีผลต่อการแบ่งเซลล์หากมีการสะสมออกซินในบริเวณใด ๆ แล้วก็จะมีการกระตุ้นให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์มากขึ้น (ลิลลี่, 2546) นอกจากนี้การแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตในสภาพที่พืชขาดปัจจัยในด้านต่างๆ ที่พอเพียงก็จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ผิดรูปร่างและไม่แข็งแรงนัก

ในต้นกลายพันธุ์พบว่าการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมไม่มากเท่ากับต้นควบคุมซึ่งอาจเกิดจากรังสีทำให้ต้นมีการเจริญเติบโตที่ช้าลงทำให้การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานช้าลงไปด้วย ในขณะที่ต้นควบคุมตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าต้นกลายพันธุ์โดยสังเกตจากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่วัดจากแต่ละส่วนที่ทำการศึกษาปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมให้ต้นควบคุมปรับตัวตามสภาพแวดล้อมได้อย่างรวดเร็วก็คือ ความสามารถในการแบ่งเซลล์ที่รวดเร็วกว่าในขณะที่ต้นกลายพันธุ์มีการแบ่งเซลล์ที่ล่าช้าอันเนื่องมาจากความเสียหายซึ่งเกิดจากรังสีเช่นเดียวกับการทดลองของนวลจันทร์และคณะ (2550) ที่ได้ฉายรังสีแกมมากับเมล็ดผักกาดเขียวปลีพบว่ารังสีในแต่ละระดับไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงแต่มีผลต่อการเจริญของรากอ่อนและยอดอ่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยทำให้การเจริญของลักษณะดังกล่าวช้าลง นอกจากนี้สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการควบคุมกระบวนการเมทาบอลิซึมในการเจริญเติบโตและพัฒนาให้เกิดอวัยวะที่มีหน้าที่เฉพาะของเซลล์พืชชั้นสูงได้แก่ ฮอร์โมน ซึ่งจะไปมีผลต่อการกำหนดความเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาเมื่ออยู่ภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกันออกไปในต้นกลายพันธุ์การสร้างฮอร์โมนอาจเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์โดย อดิศร (2539) กล่าวว่า endogenous IAA ถูกทำให้เสื่อมสภาพได้ด้วยรังสี นอกจากนี้ผลของรังสีที่ทำให้เกิดข้อปล้องสั้นลงลำต้นแคระแกร็นอาจเป็นผลให้ท่อลำเลียงภายในเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทำให้การเคลื่อนย้ายฮอร์โมนภายในพืชทำได้ยากขึ้น โดยออกซินและจิบเบอเรลลินเคลื่อนย้ายในโฟลเอมส่วนไซโตไคนินเคลื่อนย้ายในไซเลม (พูนพิภพ, 2549) เมื่อการเคลื่อนย้ายฮอร์โมนภายในต้นพืชทำได้ยากขึ้นจึงส่งผลให้พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้ช้าลง

7. ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นที่คัดเลือกในสภาพแสงปกติและสภาพพรางแสง

ผลของการพรางแสงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงลดลงสอดคล้องกับการทดลองของรำจวน (2546) ซึ่งพบว่ามังกรคาบแก้วพันธุ์สีส้มและสีชมพูมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงลดลงซึ่งเกิดจากการปรับตัวของพืชในที่ร่มโดยการเพิ่มระบบแสง II ต่อระบบแสง I หรือเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ attenna ของระบบแสง II เพื่อความสามารถในการดูดรับแสงและปรับสมดุลระหว่างระบบแสงในธรรมชาติ แสงที่ผ่านเรือนพุ่มลงมาจะมีความเข้มแสงน้อยและมีแสง far-red อยู่ในสัดส่วนที่มากกว่าแสงปกติเพราะใบพืชที่อยู่ด้านบนเรือนพุ่มจะดูดแสงสีแดงไปมากกว่าแสง far-red และระบบแสง I จะดูดแสง far-red ในขณะที่ระบบแสง II จะดูดแสงสีแดงมากกว่า (พูนพิภพ, 2549) จากคำอธิบายดังกล่าวปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะเกิดจากต้นหญ้าที่ปลูกภายใต้ร่มเงามีการสร้างคลอโรฟิลล์มีมากขึ้นกว่าพืชที่อยู่กลางแจ้งเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับเอาพลังงานแสงที่ถูกลดพลังงานลงด้วยตาข่ายพรางแสง ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์โดยรวมของหญ้าที่อยู่ในสภาพพรางแสงมีมากกว่าในสภาพแสงปกติ ในต้นกลายพันธุ์ของหญ้าทั้ง 2 ชนิดพบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่าต้นควบคุมทั้งในสภาพแสงปกติและสภาพพรางแสงเช่นเดียวกับการทดลองของ Alikamanoglu (2007) ที่พบว่าเมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณที่สูงขึ้นแก่เมล็ดของต้นเพาว์โลเนียทำให้ต้นที่ได้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงสาเหตุของปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ลดลงอาจเนื่องมาจากรังสีมีผลให้เกิดความผิดปกติภายในเซลล์โดยเฉพาะในส่วนของกรานาซึ่งเป็นที่อยู่ของคลอโรฟิลล์และรงค์วัตถุ ส่งผลให้เซลล์มีการสร้างคลอโรพลาสท์น้อยลงและกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์เปลี่ยนไปจากเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดลองนี้พบว่าต้นที่มีลักษณะใบด่างในสภาพพรางแสงจะแสดงออกได้ชัดเจนกว่าสภาพแสงปกติโดยใบจะเป็นแถบสีขาวสาเหตุดังกล่าวอาจเนื่องมาจากส่วนที่ด่างนั้นมีรงควัตถุที่อยู่ในกระบวนการสังเคราะห์ (pathway) เดียวกันกับคลอโรฟิลล์บี แต่ในส่วนนั้นอาจได้รับผลของรังสีในการที่ทำให้เอนไซม์หรือสารประกอบในกระบวนการสร้างรงควัตถุสีเขียวถูกขัดขวางกระบวนการดังกล่าวจึงไม่สมบูรณ์ส่วนที่เป็นสีเขียวจึงเป็นสีขาวและเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพแสงน้อย

8. ขนาดและลักษณะปากใบของต้นที่กลายพันธุ์

ปากใบของต้นที่กลายพันธุ์ของหญ้าทั้ง 2 ชนิด มีขนาดใหญ่กว่าต้นควบคุมซึ่งเป็นผลของรังสีแกมมาที่ทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ที่มีลักษณะแตกต่างกันไปเกิดเซลล์ขนาดไม่แน่นอน (อรุณี, 2550) โดยปากใบเกิดจากเนื้อเยื่อกำเนิดผิว (protoderm) ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งตัวได้เซลล์แม่ (mother cell) ของเซลล์คุม และจะเริ่มแบ่งเซลล์คุม โดยเซลล์คุมที่แบ่งได้ในตอนแรกยังมีขนาดและรูปร่างเหมือนเซลล์ธรรมดาเมื่อมีการเจริญมากขึ้นเซลล์จะขยายใหญ่และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป (เทียมใจ, 2549) ความผิดปกติที่เกิดขึ้นอาจเกิดได้ตั้งแต่เซลล์เนื้อเยื่อกำเนิดผิวหรือเซลล์แม่หรือเกิดในกระบวนการขยายขนาดของเซลล์คุมในช่วงหลัง ซึ่งผลของรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปากใบนี้พบเช่นเดียวกันในการทดลองฉายรังสีแกมมาให้กับหน้าวัวพันธุ์จักรพรรดิโดยหน้าวัวที่ได้รับรังสีแกมมาระดับ 0 และ 0.5 krad จะมีลักษณะปากใบแบบ paracytic แต่ต้นที่ได้รับรังสี 1 krad พบว่ามีปากใบลักษณะ cycloytic โดยใบหน้าวัวที่พบว่าปากใบมีรูปร่างต่างไปจากเดิมนี้มีรูปร่างของแผ่นใบต่างจากต้นควบคุมด้วย โดยมีลักษณะใบยาวและข้อปล้องถี่ (กัญญดา, 2549) นอกจากนี้ยังพบว่าผลของรังสีแกมมาทำให้ผนังเซลล์บางลงจากการทดลองฉายรังสีแกมมากับเมล็ดบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกพบว่าต้นที่เกิดขึ้นมีอาการบวมและฉ่ำน้ำ (ไชนียะและคณะ, 2005) จากลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์ต่อรูปร่างของปากใบ กล่าวคือเมื่อเซลล์บางลง ปากใบที่มีลักษณะดังกล่าวอาจมีความสามารถในการซึมน้ำและพองตัวมากกว่าปากและใบของต้นปกติ จึงเป็นสาเหตุให้ปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้นได้และเนื่องจากปากใบอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นผิวซึ่งมีการสะสมลิกนินหรือสารคิวทินซึ่งเป็นสารจำพวกไขมันมีหน้าที่เคลือบผิวเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ (เทียมใจ, 2549) ความผิดปกติอันเนื่องมาจากรังสีอาจทำให้การสะสมสารดังกล่าวน้อยลงทำให้การขยายตัวของปากใบเป็นไปได้ง่ายขึ้น

นอกจากนี้ต้นหญ้าที่กลายพันธุ์ยังมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นควบคุม สัมฤทธิ์และคณะ (2532) ได้อธิบายว่าความหนาแน่นของปากใบน้อยมีความสัมพันธ์กับทรงพุ่มเตี้ย ซึ่งต้นหญ้ากลายพันธุ์ดังกล่าวมีลำต้นเตี้ยแคระ ข้อปล้องสั้นเช่นเดียวกัน Majumdar *et al.* (1972) ได้ใช้ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หนาแน่นของปากใบในการจำแนกต้นตอมะม่วงตามความแข็งแรงและ Banker and Prasad (1992) ใช้ความหนาแน่นของปากใบในการจำแนกต้นตอพุทราอินเดีย (*Zizyphus muaritiana*) 4 ชนิด พบว่าต้นตอที่มีความหนาแน่นของปากใบมากจะมีความแข็งแรงมากและต้นที่มีความหนาแน่นของปากใบน้อยเป็นต้นตอที่แคระ

9. ความยาวรากและจำนวนรากของหญ้าสนามกลายพันธุ์

พบว่าทั้งหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียต้นที่กลายพันธุ์มีรากสั้นและจำนวนรากน้อยกว่าต้นควบคุมซึ่งผลต่อความยาวรากและจำนวนรากที่ลดลงในต้นที่ได้รับการฉายรังสีแกมมานี้พบเช่นกันในอนูเบียส (*Anubius* sp.) โดยพบว่าจำนวนรากและความยาวรากของ *A.nana* และ *A.cougensis* ลดลงเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง *A.nana* ที่ได้รับรังสี 30 และ 40 krad ไม่มีรากเกิดขึ้นเลย (กาญจนรีและคณะ, 2550) และในการทดลองของ Chema and Atta (2003) ในการฉายรังสีแกมมากับข้าวบาสมาติพบว่าข้าวบาสมาติทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ทำการทดลองมีรากสั้นลง ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวรากนี้น่าจะเกี่ยวกับปริมาณฮอร์โมนออกซินในต้นพืชโดยรังสีสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของ tryptophane ได้ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ IAA และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ปริมาณ IAA ที่ได้ลดลงอย่างมาก (อดิศร, 2539) ซึ่งรากต้องการออกซินในปริมาณที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต (สมบุญ, 2548) ในการทดลองครั้งนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับความยาวไหลโดยต้นที่มีรากยาวก็จะมีไหลยาวตามไปด้วย ซึ่งพูนพิภพ (2549) อธิบายว่าการเจริญเติบโตของระบบรากพืชมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับการเจริญเติบโตของส่วนต้นโดยมีการรักษาสัดส่วนของรากต่อต้นเพื่อการทำงานของพืช โดยรวมความสัมพันธ์นี้อาจถูกควบคุมด้วยสัดส่วนของการส่งอาหารพลังงานสารประกอบหลายชนิดจากต้นไปยังรากและการดูดน้ำและแร่ธาตุจากรากไปยังต้น ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยพบว่าแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ที่มีรากยาวที่สุดจะมีความสูงของต้นมากที่สุด ส่วนพันธุ์จากแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความยาวรากน้อยที่สุด และมีต้นที่เตี้ยที่สุดเช่นกัน (ธีระและคณะ, 2548)

ความยาวของรากหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียมีความยาวแตกต่างกันอย่างชัดเจนซึ่งใช้เป็นข้อพิจารณาในการประเมินคุณภาพของหญ้าสนามอย่างหนึ่งโดยรากคือส่วนหลักในการดูดธาตุอาหารเข้ามายังพืช หญ้าสนามที่มีรากยาวจะมีความสามารถในการนำธาตุอาหารและน้ำในระดับลึกกว่าหน้าดินไปใช้ได้และเมื่อเกิดสภาวะเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลัน เช่น แล้ง ร้อนจัด หรือน้ำท่วมหญ้าสนามที่มีรากยาวจะยังคงคุณภาพของสนามหญ้าที่ดีไว้ได้ (Bunderson, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10. การศึกษาทางกายวิภาควิทยา

หญ้านวลน้อยต้นกลายพันธุ์ที่นำมาศึกษา พบว่า ปลายรากมีลักษณะบวมพองในขณะที่ต้นปกติมีรากเป็นทรงกระบอก โดยเมื่อพิจารณาลักษณะของเซลล์จากภาพตัดเนื้อเยื่อตามของราก พบว่าเซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะส่วนปลายรากที่พองออก ซึ่งสิรินุช (2540) อธิบายว่า ภายในเซลล์มีกระบวนการซึ่งทำหน้าที่ลดอันตรายจากรังสีให้น้อยลง โดยทำการซ่อมแซม DNA ที่ได้รับความเสียหายจากรังสีให้กลับคืนเป็นปกติ จึงอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อเซลล์ต้นกำเนิดของรากได้รับรังสีแกมมา เซลล์ดังกล่าวมีการแบ่งตัวอย่างผิดปกติในช่วงแรกและเมื่อเวลาผ่านไป ได้มีการซ่อมแซมตัวเองให้กลับมาสู่สภาพปกติ จึงทำให้เซลล์ที่แบ่งได้มีขนาดเล็กลง นอกจากนี้อาจเกิดจากผลของรังสีแกมม่าต่อผนังเซลล์ โดยอดิศร (2539) อธิบายว่า รังสีระดับ krad ขึ้นไปจะทำให้การแลกเปลี่ยนสารละลายลดลง เซลล์รากพืชมีหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินไปเลี้ยงส่วนของลำต้นโดยกระบวนการออสโมซิสและการแพร่จากดิน และส่งต่อไปยังเซลล์อื่นด้วยกลไกการแพร่ (สมบุญ, 2548) เมื่อเซลล์พืชบางเซลล์มีความผิดปกติของผนังเซลล์ ทำให้การแพร่ของน้ำและธาตุอาหารทำได้ช้าลง ทั้งในการรับเข้าและส่งออกจากเซลล์ และเซลล์ในสิ่งมีชีวิตเมื่อดูดไอออนเข้าไปแล้วจะไม่ไหลย้อนกลับเนื่องจากมีเมมเบรนควบคุมการเข้าออก และหากเมมเบรนได้รับอันตรายจากรังสี เซลล์ไม่สามารถส่งต่อธาตุอาหารได้ทำให้เซลล์ดังกล่าวมีการสะสมธาตุอาหารไว้มากกว่าเซลล์ทั่วไปจึงเป็นผลให้เกิดการขยายตัวของเซลล์ได้อีกเช่นกัน ในหญ้ามาเลเซีย พบว่า ภาพตัดตามขวางของรากต้นควบคุมมีรูปร่างตามเซลล์ชั้นผิว (epidermis) ราบเรียบ สม่ำเสมอ ในขณะที่ต้นกลายพันธุ์ภาพตัดขวางแสดงให้เห็นว่ารากมีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งเกิดจากเนื้อเยื่อชั้นผิว และชั้นคอร์เทกซ์มีขนาดเซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอ อาจเนื่องมาจากรังสีไปมีผลทำให้การแบ่งตัวของเซลล์ต้นกำเนิดราก มีขนาดแตกแต่งกัน โดยเซลล์ต้นกำเนิดราก มีลักษณะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญโดยในข้าวโพดมีเซลล์กลุ่มนี้ประมาณ 12 เซลล์ (ลิลลี่, 2546) เมื่อได้รับรังสี เซลล์แต่ละเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มและเป็นอิสระต่อกันทำให้เมื่อแบ่งเซลล์และพัฒนาไปเป็นรากแล้ว ในรากจะมีเซลล์ที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอกัน และมีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ซึ่งการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ และขนาดเซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอเช่นนี้ ยังพบทั้งในส่วนของใบและลำต้นอีกด้วย และยังพบว่าในภาพตัดตามขวางของรากต้นกลายพันธุ์มีโพรง (lacuna) ใหญ่กว่าต้นควบคุม ซึ่งโพรงดังกล่าว เกิดจากการแตกของคอร์เทกซ์ และเปลี่ยนรูปไปเป็นเซลล์ขนาดใหญ่ที่ทำหน้าที่เก็บออกซิเจนเพื่อการหายใจของราก (เทียมใจ, 2549) ซึ่งการที่ต้นกลายพันธุ์มีการแตกของเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ซึ่งทำให้มีโพรงขนาดใหญ่นั้น อาจเนื่องมาจากผลของรังสีทำให้ผนังเซลล์บางลง ในลำต้นของหญ้านวลน้อยพบว่าการเรียงตัวของเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ในต้นกลายพันธุ์ มีจำนวนชั้นเซลล์น้อยกว่าต้นควบคุม โดยต้นควบคุมมีจำนวน 5–6 ชั้น แต่ในต้นกลายพันธุ์มีเพียง 3–4 ชั้น รังสีอาจไปมีผลต่อการควบคุมการกำหนดปริมาณใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การแบ่งเซลล์ ซึ่งการกำหนดปริมาณการแบ่งเซลล์ต่างๆ และการพัฒนาเซลล์ต่างๆ ไปเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะนั้นขึ้นอยู่กับยีนบนโครโมโซม (อมรา, 2546)

เมื่อรังสีผ่านเข้าสู่เซลล์อาจทำให้เกิดการแตกหักของโครมาติดการแตกหักของโครโมโซมหรือเพียงทำให้บางส่วนของสาย DNA บนโครโมโซมนั้นเปลี่ยนแปลงไป (อดิศร, 2539) ซึ่งส่งผลให้การควบคุมการแบ่งเซลล์ต่างไปจากเดิม ทั้งในปริมาณที่น้อยลงเช่นเดียวกับที่พบในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นหญ้านวลน้อย และในปริมาณมากขึ้นเหมือนในเซลล์เนื้อเยื่อผิวด้านใต้ใบของหญ้ามาเลเซีย ซึ่งพบว่าในบางจุดมีจำนวนเซลล์หนากว่า 1 ชั้น ในขณะที่ต้นควบคุมมีเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านใต้ใบซึ่งประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียว

ในการทดลองพบว่า เมื่อบางตำแหน่งของพืชเกิดเซลล์มีขนาดเล็กลงอาจเป็นผลให้การเจริญเติบโตโดยรวมลดลง โดยในใบของต้นกลายพันธุ์นี้มีเซลล์ขนาดเล็กลง ซึ่งในเซลล์ใบจะมีออร์แกเนลล์ โดยเฉพาะไมโทคอนเดรีย ไมโครบอดี และคลอโรพลาสท์จำนวนมาก (เทียมใจ, 2549) เมื่อเซลล์มีขนาดเล็กลงออร์แกเนลล์ ดังกล่าวก็มีปริมาณลดลง ทำให้ความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลงตามไปด้วย จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง

นอกจากนี้ยังพบว่า เซลล์ในทุก ๆ ส่วนของต้นกลายพันธุ์ มีการเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบ ในขณะที่ต้นควบคุมมีการเรียงตัวของเซลล์อย่างหนาแน่น และเป็นชั้นอย่างชัดเจน นอกจากสาเหตุทางด้านความผิดปกติของยีนใดการควบคุมการแบ่งเซลล์แล้ว สาเหตุหนึ่งที่น่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องคือ ต้นหญ้าที่กลายพันธุ์มีปัจจัยในการสร้างเซลล์ใหม่ไม่เพียงพอ ปัจจัยที่ควบคุมการแบ่งเซลล์ของพืชให้กลายไปเป็นเนื้อเยื่อที่สมบูรณ์นั้น ได้แก่ ฮอร์โมน แสง อุณหภูมิ และธาตุอาหารพืช (คำนูญ, 2542) ซึ่งการที่ต้นกลายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานแตกต่างไปในบางส่วนก็เป็นผลให้การได้มาซึ่งปัจจัยดังกล่าวไม่สมบูรณ์ด้วย และส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาชัดเจนยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

11. การศึกษาจำนวนโครโมโซม

จำนวนโคโมโซมที่ได้จากปลายรากของหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซียต้นปกติและต้นที่กลายพันธุ์ มีจำนวนเท่ากันคือ หญ้านวลน้อย ทั้งต้นปกติ และต้นกลายพันธุ์ มีจำนวนโครโมโซม 2n = 40 หญ้ามาเลเซีย ทั้งต้นปกติและต้นกลายพันธุ์ก็มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2n = 40 เช่นกัน เช่นเดียวกับการทดลองของกัญญ์ดา (2549) ที่พบว่า โครโมโซมจากปลายรากหน้าวัวพันธุ์จักรพรรดิที่นำไปฉายรังสีแกมมา และพบการหลายพันธุ์โดยมีลักษณะใบหงิกเล็ก ใบด่าง และข้อถี่นั้น มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับต้นปกติ คือ 2n = 30 และการทดลองของนงลักษณ์ (2541) ที่ฉายรังสีให้กับบีโกเนียเร็กซ์ และได้นำมาศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่า

ไม่แตกต่างจากต้นปกติ โดยทั้งต้นกลายพันธุ์และต้นควบคุมมีโครโมโซม 2n = 32 เท่ากัน อรุณี (2550) กล่าวว่า ในการกลายพันธุ์อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับสารพันธุกรรม ซึ่งเกิดขึ้นเพียงบางจุดไม่สามรถมองเห็นได้จากการหาจำนวนโครโมโซม จึงพบว่าจำนวนโครโมโซมของต้นควบคุม และต้นกลายพันธุ์มีจำนวนเท่ากัน นอกจากนี้ ประภาพร (2538) ได้อ้างถึง Coggle (1983) ว่า รังสีแกมมาที่ปริมาณสูงมีผลทำให้โครโมโซมแตกหักได้ แต่ความผิดปกติของโครโมโซมจะลดลงเมื่อเวลาหลังการฉายรังสีนานขึ้นประมาณ 120 ชั่วโมง เนื่องจากเซลล์มีโอกาสซ่อมแซมส่วนที่แตกหักของโครโมโซมได้มากขึ้น ซึ่งการทดลองครั้งนี้การนำรากของหญ้าทั้ง 2 ชนิดมาศึกษาจำนวนโครโมโซมนั้น นำมาจากต้นที่ผ่านการปลูกและคัดเลือกมาเป็นเวลากว่า 90 วัน หรือประมาณ 2,160 ชั่วโมง เซลล์อาจซ่อมแซมส่วนที่แตกหักเรียบร้อยแล้ว จึงไม่พบความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมในต้นที่กลายพันธุ์กับต้นควบคุม ในการทดลองครั้งนี้พบว่า โครโมโซมของหญ้านวลน้อย มีขนาดเล็กกว่าโครโมโซมของหญ้ามาเลเซีย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้พบจำนวนต้นที่กลายพันธุ์ในหญ้ามาเลเซียมากกว่าหญ้านวลน้อยโดย อดิศร (2539) อธิบายว่า เนื่องจากโครโมโซมเป็นส่วนประกอบใหญ่ของนิวเคลียส จึงเป็นเป้าสำคัญของรังสีที่ถ่ายเทพลังงานได้มากว่าโครโมโซมที่มีขนาดเล็ก โดยเมื่อโครโมโซมได้รับพลังงานจากรังสีแล้วโครโมโซมก็จะแตกหักหรือมีความเปลี่ยนแปลงในบางส่วนเป็นสาเหตุให้เกิดการกลายพันธุ์ได้

12. การจำแนกความแตกต่างแบบโมเลกุลโดยใช้เทคนิค HAT-RAPD

จากการใช้ไพรเมอร์ จำนวน 5 ไพรเมอร์ ในการจำแนก ความแตกต่างของหญ้าสนามกลายพันธุ์ทั้ง 2 ชนิด พบว่ามีจำนวน 1 ไพรเมอร์ที่แสดงความแตกต่างของลายพิมพ์ดีเอ็นเอระหว่างต้นควบคุมกับต้นที่กลายพันธุ์ ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงนี้ สอดคล้องกับสรายุทธ์ (2551) ที่พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาทำให้เกิดรูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เปลี่ยนไป 2 รูปแบบ คือ มีแถบที่หายไป และมีแถบที่ปรากฏโดยในหญ้านวลน้อยต้นควบคุมมีแถบดีเอ็นเอ 1 แถบที่ไม่ปรากฏในต้นกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นไปได้ว่า รังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอของต้นกลายพันธุ์ ทำให้ไพรเมอร์ไม่สามรถเข้าเกาะและนำมาเพิ่มปริมาณได้ และในต้นกลายพันธุ์ พบการเพิ่มขึ้นของแถบดีเอ็นเอทั้งในหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลเซีย ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอ หลังได้รับรังสีแกมมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไปตรงกับลำดับเบสคู่สมของไพรเมอร์ จึงสามารถนำมาเพิ่มจำนวนและทำเป็นลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ ในขณะที่ต้นควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวจึงไม่พบการปรากฏขึ้นของแถบในลักษณะเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในหญ้ามาเลเซียกลายพันธุ์หมายเลข Ax 201 ไม่พบความแตกต่างของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เมื่อเทียบกับต้นควบคุม แต่อย่างไรก็ตามพบแถบจางๆ เกิดขึ้นในบางตำแหน่งในขณะที่ต้นควบคุมเกิดแถบชัดเจนแถบที่มีความเข้มน้อยกว่านี้ อาจเกิดจากปริมาณดีเอนเอ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่เท่ากันซึ่งสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางเป็นระยะทางที่เท่ากันได้ในต้นกลายพันธุ์มีปริมาณน้อยกว่าในต้นควบคุม ซึ่งก็เป็นลักษณะหนึ่งของการกลายพันธุ์เช่นกัน แต่ก็ยังไม่สามารถบ่งชี้ว่าเป็นแถบดีเอ็นเอได้อย่างชัดเจนนัก ซึ่งสามารถศึกษาให้ละเอียดมากขึ้นได้ด้วยการใช้ไพรเมอร์หลายๆ ชนิด หรือใช้เทคนิค RFLPs ซึ่งมีความละเอียดกว่า เพื่อทำการจำแนกความแตกต่างของหญ้ากลายพันธุ์ต้นดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved