บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ปอสาหรือปอกระสา (paper mulberry) เป็นไม้ยืนต้นอยู่ในตระกูล Moraceae ตระกูลเดียวกับหม่อน (mulberry tree) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Broussonetia papyrifera* Vent. (เนาวรัตน์, 2523) พบทั่วไปในป่าเบญจพรรณ และขึ้นกระจายตามแหล่งชุ่มชื้นทั่วไป มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียแถบประเทศจีน พม่า และไทย (ไชยยศ, 2534 ; ประเทืองศรี, 2534)

ลักษณะทางสันฐานวิทยา

ปอสาเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ทรงต้นเป็นพุ่มค่อนข้างใหญ่ (เนาวรัตน์, 2523) มีระบบรากแก้วไม่ลึกนัก จะมีการแตกไหล (stolon) กระจายรอบ ๆ ต้น ซึ่งสามารถนำไปขยายพันธุ์ได้ (ไชยยศ, 2534) ลำต้นมีสีเขียวจนถึงสีน้ำตาลเข้ม (เพิ่มศักดิ์, 2536)

ใบมี 2 ลักษณะ คือ ใบมน และใบแฉก อยู่ในต้นเดียวกันหรืออาจอยู่แยกต้นกัน (เนาวรัตน์, 2523 ; ไชยยศ, 2534 ; เพิ่มศักดิ์, 2535ก) ใบที่มีลักษณะแฉกจะมีตั้งแต่ 1-9 แฉก หรือมากกว่าซึ่งปอสาแต่ละสายพันธุ์จะมีเปอร์เซ็นต์ใบมนและใบแฉกแตกต่างกัน (เพิ่มศักดิ์, 2535ก) ขนาดของใบกว้าง 6-12 เซนติเมตร ยาว 8-18 เซนติเมตร (ไชยยศ, 2534) ลักษณะของแผ่นใบเป็นแบบรูปไข่ (ovate) ปลายใบแหลม (acuminate) ฐานของแผ่นใบเป็นแบบรูปหัวใจ (cordate) และเกือบตรง (trundate) ขอบใบเป็นแบบ serrate, double-serrate, dentate, crenate, serrulate หรือลักษณะเหล่านี้ปนกัน การเรียงของใบเป็นแบบสลับ (alternate) แบบเกลียว (spiral) แบบตรงข้าม (opposite) หรือแบบตรงข้ามตั้งฉากกัน (decussate) หูใบส่วนใหญ่จะเป็น สีเขียว น้ำตาล หรือม่วง โดยจะมีสีใดสีหนึ่งเป็นสีพื้น แล้วมีอีกสีปนมาเล็กน้อย (เพิ่มศักดิ์, 2535ก) หลังใบมีสีเขียวแก่ ท้องใบสีเขียวอ่อน ก้านใบยาว 3-10 เซนติเมตร (ไชยยศ, 2534)

ปอสาเป็นพืชผสมข้ามที่มีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียแยกอยู่กันคนละต้น (ไชยยศ, 2534 ; เพิ่มศักดิ์, 2535ก) ต้นเพศเมียจะมีดอกลักษณะกลมหรือกึ่งกลม มีก้านชูเกสรตัวเมีย (style) คล้ายขน ปกคลุมอยู่รอบฐานดอก ซึ่งมีลักษณะคล้ายผลเงาะ การเจริญของก้านชูเกสร

ตัวเมียจะแตกต่างกันไปตามการเจริญของดอก บริเวณก้านชูยอดเกสรตัวเมียจะมียอดเกสรตัวเมีย อยู่รอบ ๆ จำนวนมากมาย รังไข่อยู่ที่โคนของก้านชูเกสรตัวเมีย ที่ฐานดอกจะมีก้านชูดอก 1 อัน ดอกจะเจริญติดอยู่ที่ซอกใบ 1 ก้านใบจะมี 1 ดอก การเกิดดอกจะเริ่มเกิดออกจากโคนกิ่งไปสู่ส่วนปลายกิ่ง

ดอกเพศผู้มีดอกเป็นแบบ spike ลักษณะเป็นช่อยาว มีก้านดอกอยู่ที่ซอกใบ ที่ซอกใบจะมีดอกรวม 1-3 ดอก หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ แต่ละดอกเป็นดอกรวม บนดอกรวมจะมีดอกย่อยอยู่จำนวนมากมาย แต่ละดอกย่อยจะมีอับละอองเกสร 4 อัน แต่ละอับละอองเกสรจะมีก้านชูอับละอองเกสร 1 อัน แต่ละดอกย่อยจะมีกลีบหุ้มดอก (กลีบเลี้ยง) 4 กลีบ ดอกปอสาที่ได้รับการผสมแล้วส่วนของเมล็ดจะถูกดันออกมาอยู่นอกผล โดยมีส่วนของเมล็ดอยู่ส่วนปลายของรังไข่ ในสภาพธรรมชาติเมล็ดแก่ประมาณเดือน เมษายน-พฤษภาคม ช่วงเวลาที่ปอสาออกดอกจะลอกเปลือกยากกว่าระยะไม่ออกดอก เมล็ดปอสาจะมีขนาดเล็ก (1,000 เมล็ดมีน้ำหนักแห้ง 1.2 กรัม) สีน้ำตาลแดงติดที่ปลายรังไข่ (เพิ่มศักดิ์, 2535ข)

การจำแนกพันธุกรรม โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซีส

วิธีการอิเล็กโทรโฟรีซีส เป็นวิธีแยกโมเลกุลที่มีความแตกต่างของประจุและน้ำหนักของโมเลกุลโดยอาศัยการเคลื่อนย้ายของโมเลกุลนั้นในตัวกลางที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ตัวกลางที่ใช้มีทั้งกระดาษแข็ง แป้ง และ polyacrylamide gel ซึ่ง polyacrylamide gel จะมีบทบาทมากที่สุดในการใช้ในการทดลองต่างๆ เพราะมีคุณสมบัติในการแยกโมเลกุลหลายขนาด ตามแต่ความเข้มข้นของเจล (พิสวรรณ, 2531) เพิ่มพงษ์ (2531) รายงานว่าการใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซีส ในการแยกวิเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ ซึ่งเป็น primary และ secondary product ซึ่งเกิดจากการแสดงออกของยีนจะมีความคงตัวของรูปแบบเสมอจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นที่ nucleotide sequence ของยีน หรือ coding base sequence ซึ่งจะมีผลต่อการสร้างโปรตีนหรือ polypeptide ที่มีโครงสร้างทางโมเลกุลของกรดอะมิโนที่เรียงลำดับแตกต่างกัน และส่งผลไปถึงการมีประจุไฟฟ้ารวม ขนาดและรูปร่างของโมเลกุลที่ไม่เหมือนกัน เมื่อนำมาแยกในตัวกลางที่เหมาะสมตามวิธีทางอิเล็กโทรโฟรีซีส โมเลกุลต่างๆ ก็จะเคลื่อนที่ในอัตราที่ต่างๆ กัน เมื่อนำมาย้อมสีก็จะเกิดเป็นแถบสีของโปรตีนที่เรียกว่า zymogram ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์หรือสายพันธุ์พืชนั้นๆ ได้

ในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยทั่วไปประชากรที่จะนำมาปรับปรุงพันธุ์จะต้องมีความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรมในลักษณะที่ต้องการปรับปรุง จึงจะทำให้การปรับปรุงพันธุ์มีความก้าวหน้า (ไพศาล, 2535) เช่นเดียวกับไอโซไซม์ในการที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชหรือนำมาจำแนกพันธุ์ประชากรนั้นจะต้องมีความแปรปรวนในลักษณะของไอโซไซม์จึงจะสามารถนำประโยชน์ของไอโซไซม์มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ Jinn (1982) ได้ศึกษารูปแบบไอโซไซม์ peroxidase จากใบสด ในการจำแนกความแตกต่างของปอสา (*Broussonetia papyrifera*) ในไต้หวัน จำนวน 60 ตัวอย่าง พบว่ามีรูปแบบแถบสีของ zymogram ที่โดดเด่นอยู่ 9 รูปแบบ (zymogram pattern) ซึ่งแต่ละรูปแบบจะใช้เป็นตัวแทนประชากรปอสาแต่ละชนิดได้

การใช้วิธีอิเล็กโทรโฟรีซีสและการนำรูปแบบของไอโซไซม์มาใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์จะต้องนำตัวอย่างของสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และลูกผสม ศึกษาลักษณะของไอโซไซม์ที่เกิดขึ้น มงคล (2531) ใช้ความแตกต่างของจำนวนแถบโปรตีนของพันธุ์พ่อ แม่ และแถบโปรตีนที่เกิดขึ้นใหม่ของลูกผสม ในการจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจากพันธุ์พ่อและแม่ได้ Kim and Park (1984) ใช้รูปแบบไอโซไซม์ malate dehydrogenase และ acid phosphatase ของใบเลี้ยงผักกาดหัวที่มีอายุเพียง 2-3 วัน จำแนกความแตกต่างของพันธุ์แท้ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ Dong *et al.* (1986) ใช้รูปแบบไอโซไซม์ phosphoglucomutase ของใบเลี้ยงฟักทองอายุ 3 วัน จำแนกความแตกต่างของลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 3 ลำดับ และสายพันธุ์แท้อีก 6 ลำดับได้

อย่างไรก็ตาม การนำเอาเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซีสมาใช้ยังมีข้อจำกัดเพราะไอโซ-ไซม์บางชนิดที่นำมาใช้อาจจะไม่สามารถจำแนกความแตกต่างรูปแบบไอโซไซม์ ดังเช่นการศึกษาของ Bringhurst *et al.* (1981) ใช้ความแตกต่างของรูปแบบไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ phosphoglucoisomerase, leucine aminopeptidase และ phosphoglucomutase ในการจำแนกความแตกต่างของสตรอเบอรี่ 22 พันธุ์ พบว่าการใช้ความแตกต่างของแบบแผนเอนไซม์ทั้ง 3 แบบ จำแนกได้เพียง 14 พันธุ์เท่านั้น และมงคล (2531) ใช้วิธีทางอิเล็กโทรโฟรีซีสในการจำแนกความแตกต่างของพันธุ์พริกลูกผสมข้ามพันธุ์ และข้ามชนิด พบว่าไม่สามารถใช้วิธีอิเล็กโทรโฟรีซีสในการจำแนกความแตกต่างของพริกทั้งหมดได้ แต่สามารถใช้ความแตกต่าง

ของจำนวนแถบโปรตีนของพันธุ์พ่อแม่ และแถบโปรตีนที่เกิดขึ้นใหม่ของลูกผสมในการจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจากพันธุ์พ่อและแม่ได้

ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและน้ำ

1. บทบาทและหน้าที่ของน้ำต่อพืช

น้ำเป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์พืชที่กำลังเจริญเติบโต พบว่าเซลล์พืชล้มลุกหรือไม้เนื้ออ่อนจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 80-90 % น้ำมีบทบาทและหน้าที่ต่าง ๆ ภายในต้นพืชมากมาย เช่น เป็นตัวละลาย (solvent), เป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ (reactant), รักษาความเต่งของเซลล์ (turgidity) เพื่อการขยายขนาดของเซล หรือรักษารูปทรงของพืชไว้ (Kramer, 1983) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการมีชีวิต ต่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของพืช ซึ่ง เฉลิมพล (2535) สรุปบทบาทและหน้าที่ของน้ำได้ดังนี้

1.) เป็นส่วนประกอบของเซลล์

2.) เป็นตัวทำละลาย และเป็นตัวกลางของปฏิกิริยาเคมี

3.) เป็นตัวกลางการเคลื่อนย้ายสารพวกอินทรีย์ และอนินทรีย์วัตถุ

4.) เป็นตัวกลางรักษาความเต่ง และรูปทรงของเซลล์

5.) เป็นวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์แสง

6.) เป็นตัวระบายความร้อนของพืชโดยผ่านทางกระบวนการคายน้ำ และรักษาอุณหภูมิภายในต้นไม้ ไม่ให้ร้อนเกินไป

2. ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

รากพืชจะเจริญไปในดินบริเวณที่มีความชื้น และดูดน้ำจนกระทั่งศักยภาพของน้ำในดินนั้นลดลงถึงระดับวิกฤติ จากนั้นรากจะไม่สามารถดูดน้ำได้อีกต่อไป ส่วนของน้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้เรียกว่า น้ำที่เป็นประโยชน์ (available water) ซึ่งจะมีอยู่ระหว่างระดับความชื้นในดินที่จุดอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน (field capacity, FC) และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point, PWP)

ปริมาณของน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินที่มีเนื้อดินเหนียวมากกว่าจะสามารถอุ้มน้ำส่วนนี้ไว้ได้มากกว่า เช่น ดิน clay loam จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับดินทรายละเอียดจะมีอยู่เพียงประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เท่านั้น

3. พืชกับการเกิดความเครียดน้ำ (Plant and Water Stress)

พืชเกิดความเครียดน้ำ (water stress) เป็นสภาวะที่พืชมีน้ำในระบบในลำต้นไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณีด้วยกันคือ เกิดจากการที่พืชขาดน้ำ (water deficit) หรือเกิดจากการที่พืชได้รับน้ำมากเกินไป (water excess) ความเครียดน้ำจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ระดับความรุนแรง และเวลาที่เกิดความเครียดน้ำ (Turner and Kramer, 1980) พืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อการเกิดความเครียดน้ำไม่เหมือนกัน แม้แต่พืชต้นเดียวกันแต่อวัยวะคนละส่วนกันก็มีความทนทานต่อความเครียดน้ำไม่เท่ากัน การเจริญของเซลล์จะไวต่อความเครียดน้ำมากที่สุด นั่นคือเมื่อพืชขาดน้ำการเจริญของเซลล์จะได้รับผลกระทบก่อน เมื่อการขาดน้ำรุนแรงขึ้นอีกจะนำไปสู่การสังเคราะห์โปรตีนปฏิกิริยาของเอนไซม์ การสร้างคลอโรฟิลล์ และการแบ่งและขยายตัวของเซลล์ลดลง (เฉลิมพล, 2535)

การเคลื่อนที่ของน้ำจากดินขึ้นสู่ต้นพืชได้ก็เนื่องมาจาก มีความแตกต่างกันในศักยภาพของน้ำ พืชจะพยายามปรับให้ศักยภาพของน้ำระหว่างต้นพืชและดินให้อยู่ในสภาวะที่ได้สมดุลกันอยู่เสมอ เมื่อใดก็ตามที่พืชมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าการดูดน้ำความสมดุลดังกล่าวก็จะเสียไปและก่อให้เกิดความเครียดน้ำขึ้นกับพืช ซึ่งการเกิดความเครียดจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ร่วมระหว่างความชื้นในดิน สภาพบรรยากาศ และตัวพืชเอง โดยพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองและความทนทานต่อการขาดน้ำไม่เหมือนกัน

4. ผลกระทบของความเครียดน้ำที่มีต่อพืช

การเกิดความเครียดน้ำของพืช ก่อให้เกิดผลกระทบกับต้นพืชในขบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การติดดอกออกผล การ

สังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ และผลกระทบต่อผลผลิต เป็นต้น (เฉลิมพล, 2535) ซึ่งผลกระทบในด้านต่างๆ เหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันด้วย

การเกิดความเครียดน้ำมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง อันเป็นผลมาจากพืชมีแรงต้านของปากใบเพิ่มขึ้น และเซลล์ชั้นมีโซฟิลมีแรงต้านต่อการไหลผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นด้วย จึงส่งผลให้มีคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ศูนย์กลางการสังเคราะห์แสงลดลง ปากใบเป็นช่องทางผ่านเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ และเป็นช่องทางผ่านออกของน้ำ การที่ปากใบปิดหรือลดขนาดลงเมื่อเกิดความเครียดน้ำ ก็เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ สำหรับการหายใจพบว่า มีอัตราลดลงเมื่อพืชเกิดความเครียดน้ำ แต่การลดลงของอัตราการหายใจมีน้อยกว่าการลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสง Lange *et al.* (1982) พบว่าเมื่อพืชขาดน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนต่างๆ ภายในพืช เช่น ปริมาณ GA ลดลงในขณะที่ ABA เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณโปตัสเซียมอิออน (K^+) ในเซลล์ปากใบลดลง ทำให้ปากใบปิด แม้ในบรรยากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ก็ไม่ทำให้ปากใบเปิด ซึ่งการปิดหรือลดขนาดของปากใบ เป็นกลไกอันดับแรกที่จะทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง และพฤติกรรมของปากใบนี้อยู่ภายใต้อิทธิพลของกระบวนการทางเคมีของเซลล์เป็นสำคัญ ซึ่งกระบวนการทางเคมีนั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยน้ำ ดังนั้นเมื่อความเครียดน้ำเกิดขึ้น กระบวนการชีวเคมีดังกล่าวย่อมได้รับผลกระทบตามไปด้วย และนอกจากนี้ เมื่อปากใบปิดยังจะทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบไม่ทางตรงก็ทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (Slatyer, 1969)

ผลกระทบของการขาดน้ำต่อการสังเคราะห์แสงของพืช โดยทั่วไปพบว่าพืชต่างชนิดกัน หรือแม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างกันในบางลักษณะก็จะได้รับผลกระทบแตกต่างกันไป Cox and Jolliff (1986) รายงานว่าที่ระดับความชื้นของดินเดียวกัน ทานตะวันสามารถสร้างอาหารได้ดีกว่าถั่วเหลือง เนื่องจากทานตะวันจะมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่า ในขณะที่ Matthews and Boyer (1984) รายงานว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของทานตะวันจะเริ่มลดลงเมื่อศักยภาพน้ำในใบ -4 บาร์ แต่อย่างไรก็ตามทานตะวันที่เคยผ่านการขาดน้ำมาก่อน อัตราการสังเคราะห์แสงจะเริ่มลดลงเมื่อศักยภาพน้ำในใบต่ำกว่า -4 บาร์ ทั้งนี้เพราะการปรับตัวของทานตะวัน ทั้งกิจกรรมของปากใบและคลอโรพลาส ซึ่งในลักษณะเช่นนี้ก็พบในพืชอื่นเหมือนกัน เช่น ฝ้าย (Ackerson and Hebert, 1981) ข้าวฟ่าง (Krieg and Hutmacher, 1986) เป็นต้น

ผลกระทบของความเครียดน้ำที่เกิดขึ้นในระยะการเจริญทางลำต้นและใบจะพบว่าต้นพืชมีขนาดเล็กลง ใบสั้นและแคบกว่าปกติ ลำต้นเตี้ยและเล็ก และส่งผลกระทบถึงขนาดของผลหรือเมล็ดโดยทำให้มีขนาดเล็กลง Gehrmann (1985) ได้ศึกษาการให้น้ำกับสตรอเบอรี่พันธุ์ Korona 4 ระดับ คือ 100 75 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของ Etc (Crop evapotranspiration) พบว่าการให้น้ำที่ 75 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้พื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งลดลง เมื่อเทียบกับการให้น้ำที่ 100 เปอร์เซ็นต์

5. ความทนทานต่อความแห้งแล้ง

ความต้านทานต่อความแห้งแล้ง (drought resistance) แสดงถึงความสามารถของพืชที่จะมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพที่แห้งแล้ง ซึ่ง เฉลิมพล (2535) ได้สรุปความต้านทานต่อความแห้งแล้งของพืชออกเป็น 2 ลักษณะคือ

5.1 Drought tolerance เป็นลักษณะที่ตัวพืชเองมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของพืช เช่น พืชอาจมีเซลล์หรือเนื้อเยื่อมีความอดทนต่อสภาพที่ขาดน้ำ

5.2 Drought avoidance เป็นลักษณะที่พืชเองไม่มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง แต่พืชก็ยังมีชีวิต และยังแพร่ขยายพันธุ์ได้ภายใต้สภาพที่ขาดน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากพืชมีกลไกบางอย่างหลีกเลี่ยงหรือป้องกัน ทำให้รอดพ้นจากสภาพดังกล่าวได้ พืชแต่ละชนิดมีกลไกแตกต่างกันสรุปได้ดังนี้

- พืชมีวงจรชีวิตสิ้นสุดลงอย่างสมบูรณ์ก่อนฤดูแล้งจะมาถึง
- พืชอาจมีระบบรากลึก
- พืชอาจมีการปิด-เปิดปากใบอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มขาดน้ำ หรือมีปากใบฝังลึกเพื่อลดการคายน้ำ
- ใบมีขนมาก ขนช่วยลดการคายน้ำ
- ใบอาจมีสารบางอย่างเคลือบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ
- พืชอาจมีเนื้อเยื่อพิเศษบางอย่างเก็บสะสมน้ำไว้ในต้น

ในการตรวจวัดความต้านทานต่อความแห้งแล้งของพืช อาจทำได้โดยนับจำนวนต้นที่ยังมีชีวิตรอดอยู่ได้ ภายหลังที่ได้ผ่านความแห้งแล้งที่ระดับต่างๆ ที่กำหนดขึ้นมา ซึ่งในการศึกษาทางด้าน drought tolerance โดยทั่วไปจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างการมีชีวิตรอดอยู่กับศักยภาพของน้ำในใบ ส่วน drought avoidance จะพิจารณาสัมพันธ์กับความชื้นในดิน

บทบาทและหน้าที่ของคลอโรฟิลล์ต่อพืช (ดนัย, 2533 และ Gross, 1987)

เป็นรงควัตถุที่ปรากฏอยู่ในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง ในพืชส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์อยู่ 2 ชนิด ได้แก่

1. คลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a) จัดว่าเป็น primary pigment ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง ส่วนรงควัตถุชนิดอื่นๆ ต้องรับแสงแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ เรียกว่าเป็น accessory pigment คลอโรฟิลล์ เอ มีช่วงการดูดกลืนแสงที่ช่วง 420, 660 นาโนเมตร โดยคลอโรฟิลล์ เอ พบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด และสาหร่ายสีเขียว สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ แสดงในภาพที่ 1

2. คลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) เป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเหลืองอมเขียว ช่วงในการดูดกลืนแสง 435-643 นาโนเมตร พบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด และสาหร่ายสีเขียว

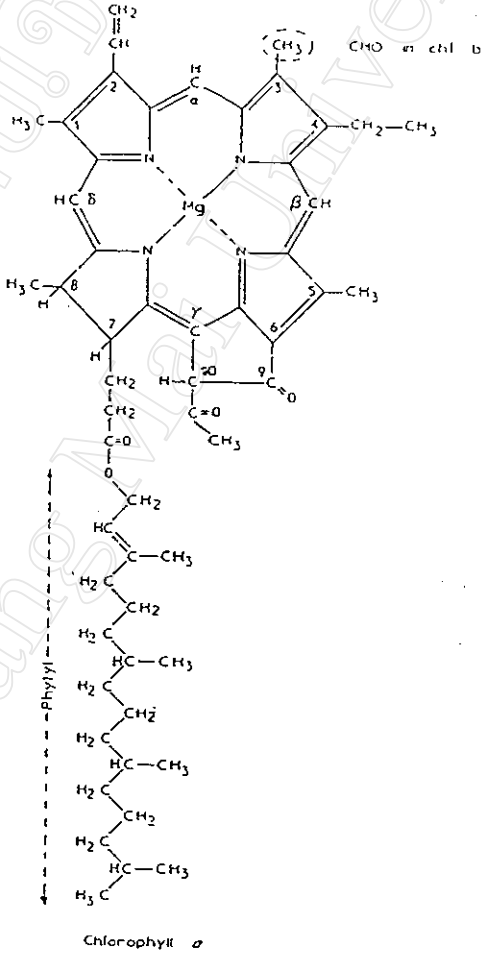
การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) (สายชล, 2528)

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จะสลายตัวไปเป็นสารที่ไม่มีสี คลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงได้ง่ายในสภาพของความเป็นกรด ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายแมกนิเซียม (Mg) จากศูนย์กลางโครงสร้าง tetrapyrrole และเกิดสารใหม่คือ pheophytin เป็นสารสีเขียวมะกอก มี chlorophyllase ทำหน้าที่เป็น catalyst ของปฏิกริยาการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังสมการ

$$\text{chlorophyll} + H_2O \xrightarrow{\text{chlorophyllase enzyme}} \text{phytol} + \text{chlorophyllide}$$

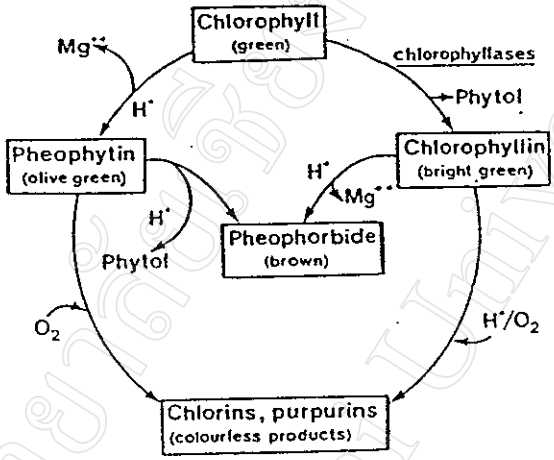
การสลายตัวของคลอโรฟิลล์สามารถเร่งให้เกิดขึ้นเร็วได้โดยเอธิลีน lipo-protein ที่คลอโรฟิลล์เกาะติดอยู่ จะทำหน้าที่ป้องกันคลอโรฟิลล์จากกรดซึ่งมีอยู่โดยธรรมชาติใน

เนื้อเยื่อของพืช โปรตีนเมื่อถูกความร้อนจะรวมตัวกัน และทำให้คลอโรฟิลล์ทำปฏิกิริยากับกรดทำให้เกิดการเคลื่อนย้าย Mg ออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ และเกิดสาร pheophytin กลไกที่สำคัญในการทำลายคลอโรฟิลล์ คือ photochemical oxidation ซึ่งควบคุมโดย pH และอุณหภูมิขั้นตอนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอ (Gross, 1987)

นอกจากเอธิลิน ที่สามารถเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ยังพบว่าแอบซิสสิก แอซิด (abscisic acid) มีผลกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เหมือนเอธิลีน โดย Pirie and Mullins (1976) กล่าวว่า แอบซิสสิก แอซิด มีผลคล้ายเอธิลีน แต่แอบซิสสิก แอซิดมีผลทางอ้อมโดยชักนำการสร้างเอธิลีน และชักนำให้เซลล์เจริญเต็มที่ (cell mature) เร็วขึ้น ซึ่งจะตอบสนองต่อเอธิลีนง่ายกว่าเซลล์ที่เจริญยังไม่เต็มที่



ภาพที่ 2 การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Wills *et al.*, 1981)