บทที่ 4
การเจริญเติบโตของต้นไม้

บทที่ 4
การเจริญเติบโตของต้นไม้
(Plant Growth)

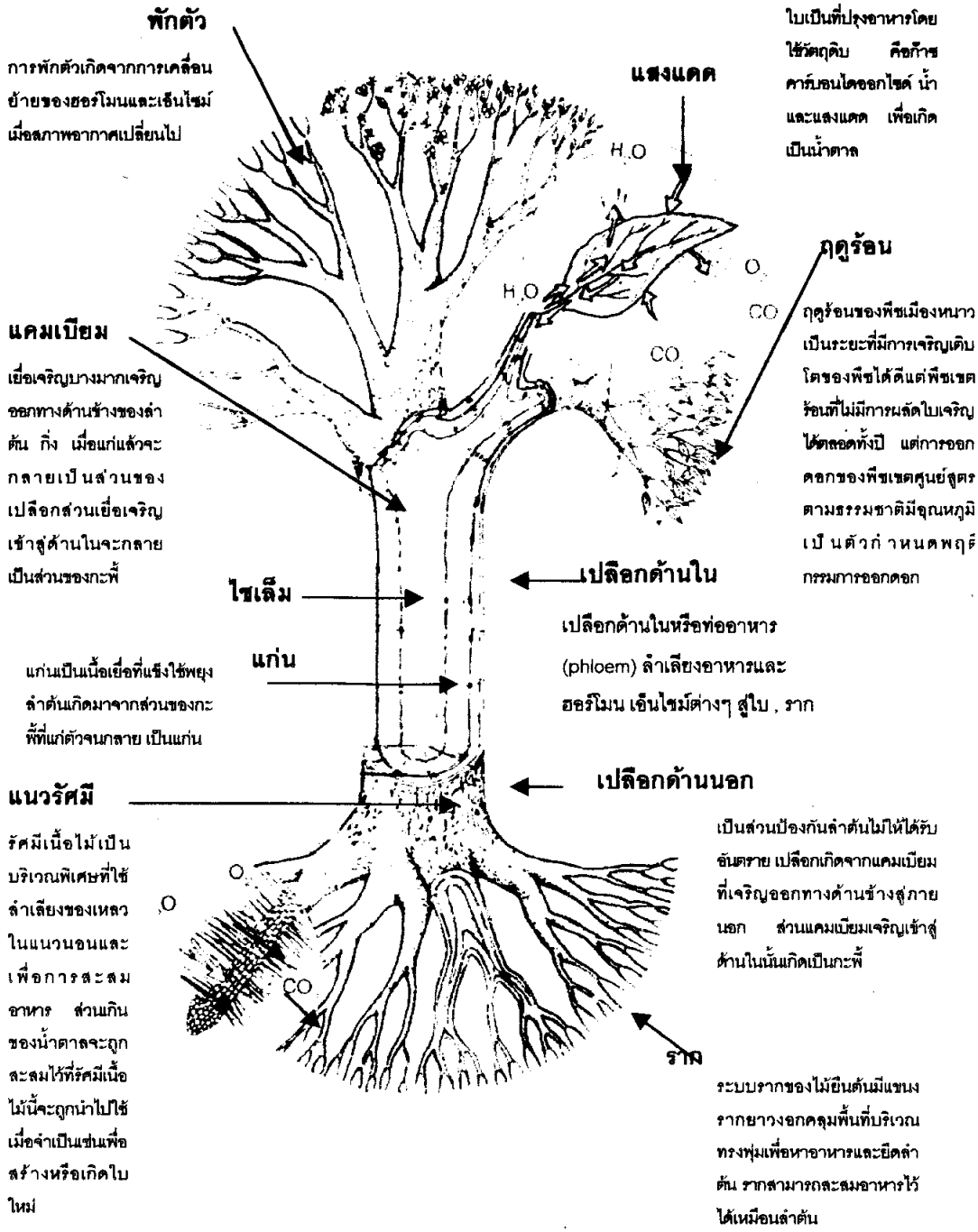
ต้นไม้ทุกชนิดที่มีชีวิต จะเจริญเติบโตมาจากเมล็ด เป็นต้นกล้า (seedling) ตามพันธุกรรมที่ได้รับการถ่ายทอดสารพันธุกรรม (DNA) จากต้นพ่อแม่ของพืชชนิดนั้นมาเป็นลำดับ และจากหลักการ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) ซึ่งเป็นปัจจัยภายใน ที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของต้นไม้ เพราะการจับคู่ของโครโมโซมถูกถ่ายทอดเป็นลักษณะ ที่เรียกว่า จีโนไทป์ (genotype) และลักษณะของต้นไม้ที่มองเห็น ก็ถูกถ่ายทอดเป็นลักษณะที่เรียกว่า ฟีโนไทป์ (phenotype)

ความอยู่รอดของรุ่นลูกนั้น บางครั้งสามารถมีชีวิตอยู่รอด หรือเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่ง ซึ่งอาจจะกินเวลานานมาก หรือนานจนกระทั่งมันสามารถผลิดอกออกผลได้ แล้วจึงแสดงความอ่อนแอออกมาให้ปรากฏและตายในที่สุด ตายโดยไม่ทราบสาเหตุ หรือตายเพราะไม่สามารถต่อสู้กับสภาพธรรมชาติ ที่พืชชนิดนั้นขึ้นอยู่ต่อไปได้

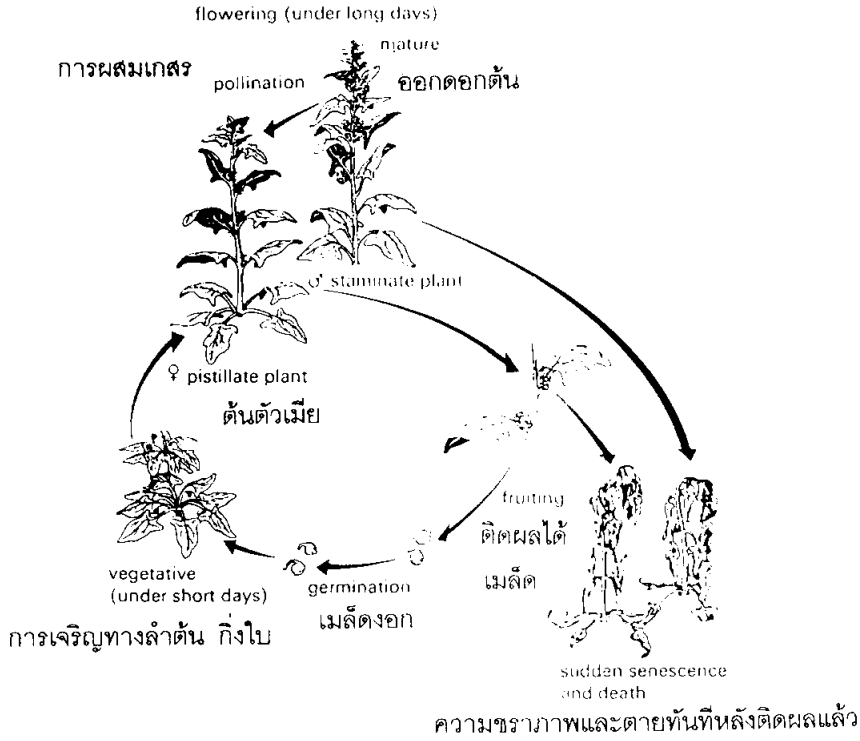
ในขณะเดียวกัน จะมีต้นกล้าอีกจำนวนหนึ่ง ที่เกิดมาจากแหล่งพันธุกรรมเดียวกัน แต่การจับคู่ของโครโมโซมแตกต่างกันส่งผลให้ต้นกล้านั้น เจริญเติบโต แข็งแรงและสามารถอยู่รอดในสภาพธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกับต้นกล้าที่ตายในเวลาต่อๆมาได้ แต่ไม่ใช่ตายเพราะหมดอายุขัย หรือการเสื่อมตามอายุ (senescence)

แต่การที่พืชมีอายุขัยที่สั้นนั้น สาเหตุหนึ่งมาจากผลของพันธุกรรม หมายความว่าการทรุดโทรมของต้นไม้ ความอ่อนแอ หรือความไม่แข็งแรงของต้นไม้นั้น ไม่ได้เกิดมาจากการถูกกระทำจากปัจจัยภายนอก เช่นการให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การมีโรคหรือแมลงรบกวนของต้นไม้เท่านั้น อาจจะเกิดมาจากพันธุกรรมของต้นไม้ต้นนั้นได้รับการถ่ายทอด ลักษณะด้อยมาจากพ่อแม่

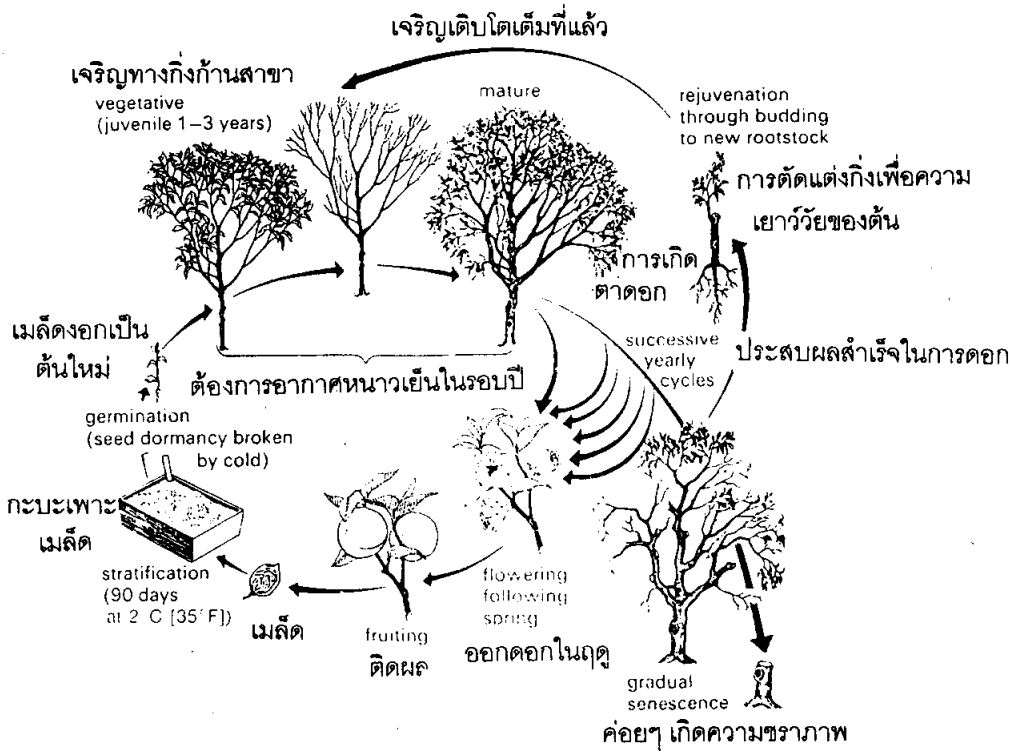
การดูแลรักษาต้นไม้หรืองานรุกขชาติวิทยา เป็นงานที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานของพืชด้านต่างๆพอสมควร เช่น ความรู้เกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืช ปฐพีวิทยา กีฏวิทยา โรคพืชวิทยา พฤกษศาสตร์ และภูมิสถาปัตย์ ซึ่งความรู้พื้นฐานเหล่านั้น จะช่วยให้การวินิจฉัย เกี่ยวกับการเจ็บไข้ได้ป่วยของต้นไม้ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น เรียกว่าเป็น หมอต้นไม้ ได้



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของต้นไม้ รายละเอียดระบบราก ลำต้น ใบ การใช้น้ำออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ การปล่อยน้ำออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ รากใช้ น้ำและออกซิเจน ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ใบใช้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ(Bernatzky , 1980)



รูปที่ 4.2 วงจรการเจริญเติบโตของพืชล้มลุก (Janick et. al.,1974)



รูปที่ 4.3 วงจรการเจริญเติบโตของพืชยืนต้น (Janick et.al,1974)

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นไม้

สามารถแบ่งเป็นการศึกษาต้นไม้เป็นระบบต่าง ๆ ได้ 3 ระบบ คือ

1. ระบบราก (root system)

2. ระบบลำต้น (stem system)

3. ระบบ ใบ และ ดอก (leaf and flower system)

ขั้นตอนการเจริญเติบโตของต้นไม้

การเจริญเติบโตของพืชหรือต้นไม้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1. การแบ่งเซลล์แบบ mitosis เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มากขึ้น (cell formation)

ขั้นที่ 2. เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่จะมีการยืดขยายตัว (cell enlargement)

ขั้นที่ 3. เมื่อเซลล์เหล่านั้นเติบโตเต็มที่แล้ว มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ชนิดต่าง ๆ ตามตำแหน่งที่อยู่และหน้าที่ (cell differentiation) เพื่อการเจริญเติบโตต่อไป

การเจริญเติบโตของต้นไม้ หรือพืชส่วนมากเจริญเป็นปกติได้สัดส่วน มีบ้างที่เซลล์เจริญผิดปกติ เกิดเป็น gall และ tumor เมื่อมีโรค และแมลงเข้าทำลาย ทำให้เซลล์ผิดปกติไปจากธรรมชาติได้

เนื้อเยื่อที่มีการเจริญ เป็นเนื้อเยื่อเจริญ ซึ่งเจริญอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่

1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนยอด จะเจริญอยู่ที่ส่วนปลายของยอด ราก

2. เนื้อเยื่อเจริญทางด้านข้าง จะเจริญอยู่ทางด้านข้างของพืช เช่น vascular cambium ซึ่งแบ่งตัวให้ secondary xylem และ secondary phloem ทำให้ลำต้นเพิ่มขนาดขึ้น ส่วน cork cambium ให้กำเนิดพวก cork cell

3. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ จะเจริญอยู่ตรงบริเวณเหนือข้อของลำต้นใบเลี้ยงเดี่ยว ทำให้ข้อปล้องยืดยาวขึ้น

การวัดผลการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช นั้น เกิดขึ้นในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่ได้รับสารอาหาร เกิดการแบ่งเซลล์ สร้างเนื้อเยื่อ จึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

และสันฐานวิทยาของพืช ที่กำลังเจริญเติบโตและพัฒนา สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลง ทางสรีร-วิทยา และสันฐานวิทยา ซึ่งสามารถวัดและวิเคราะห์ เพื่อพิสูจน์ทราบว่า พืชนั้นมีการเจริญเติบโต

วิธีการวิเคราะห์มีดังนี้

1. การเพิ่มน้ำหนักแห้ง โดยมีหลักการที่ว่า ถ้าพืชนั้นมีการเจริญเติบโตจริง ต้นพืชนั้น จะต้องมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม การที่ใช้น้ำหนักแห้งของพืชเป็นตัววัด เพื่อหลีกเลี่ยงเรื่องน้ำ ที่ทำให้เซลล์ของพืชดูดซับไว้

2. การเพิ่มปริมาณโปรโตพลาซึม โดยมีหลักการที่ว่า ถ้าเซลล์มีการเจริญเติบโตด้วยวิธีการแบ่งเซลล์ ซึ่งเซลล์นั้นจะต้องได้รับสารอาหาร เช่น โปรตีน ไขมันและสารอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแบ่งเซลล์ และสารเหล่านั้น ประกอบอยู่ในโปรโตพลาซึม แต่การวิเคราะห์โปรโต-พลาซึม ทำได้ค่อนข้างยาก

3. การเพิ่มจำนวนเซลล์ เซลล์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่เล็กที่สุดของพืช การเพิ่มจำนวนเซลล์จึงเป็นการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้ง และเป็นการเพิ่มของโปรโตพลาซึมด้วย

4. การเพิ่มขนาดอย่างถาวร การพิสูจน์ทราบว่าพืชนั้นมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์ จะไม่มีปัญหาในการวัดการเจริญเติบโต แต่การเพิ่มขนาดของเซลล์ โดยการที่เซลล์ได้รับน้ำมากขึ้นผนังเซลล์ขยายตัวใหญ่ขึ้น ทำให้น้ำหนักของพืชเพิ่มขึ้น และเมื่อเซลล์ขาดน้ำ น้ำหนักของพืชก็ลดลง จึงไม่นับว่าเป็นการเพิ่มขนาดอย่างถาวร ถือว่าพืชนั้นไม่มีการเจริญเติบโต

ดังนั้นการวัดการเจริญเติบโตของพืช ควรนำวิธีการวัดทั้ง 4 วิธี มาพิจารณาร่วมกัน จะทำให้ทราบแน่ชัดว่า พืชนั้นมีการเจริญเติบโตหรือไม่

ส่วนการพัฒนา (development) ของพืชนั้น หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างโครงสร้าง หรือส่วนประกอบของเซลล์ เพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่ จึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทาง สันฐานวิทยาของเซลล์ (differentiation) และการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของเซลล์และเนื้อเยื่อเพื่อความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของพืช (specialization) เช่น การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเจริญ ไปเป็นเนื้อเยื่อ epidermis , cortex , phloem , xylem และ pith เป็นต้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการที่พืชเจริญเติบโตได้นั้น ทราบได้โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทาง สันฐานวิทยา แต่การวัดหาค่าต่างๆของพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น ควรจะมีค่าออกมาเป็นตัวเลขที่ทำให้ทราบผลได้ว่าพืชนั้นมีการเจริญเติบโตหรือไม่ เช่น การวัดความสูงหรือความยาว ปริมาตร น้ำหนัก หรือพื้นที่ใบ หน่วยวัดดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช

ได้มีผู้คิดสมการ เพื่อหาการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

$$\log Y = k \log X + \log b$$

Y = หน่วยปริมาณหรือหน่วยน้ำหนัก

X = หน่วยความยาว

b = ค่าคงที่

k = ค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ร่วม

หรือหาได้จากอีกสมการหนึ่ง ดังนี้

$$A = k . L . w$$

A = พื้นที่ของใบ

L = ความยาวของใบ

w = ความกว้างของใบ

k = ค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ร่วม

หรือใช้สูตรหาน้ำหนักแห้ง ดังนี้

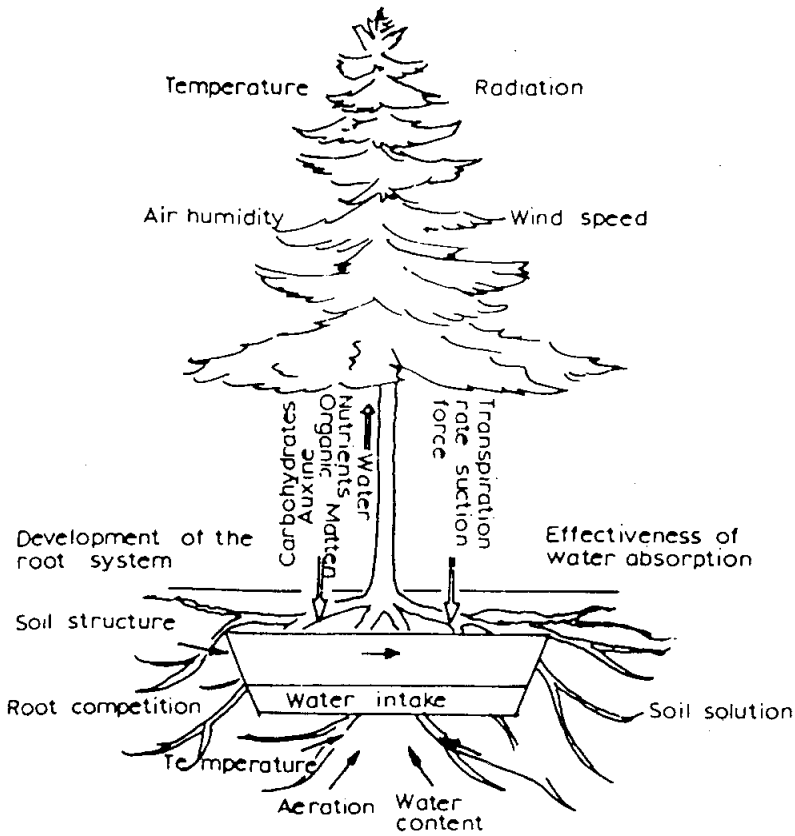
$$Pn = B - L$$

Pn = น้ำหนักแห้งสุทธิในช่วงเวลากำหนด

B = น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นจริงในช่วงเวลากำหนด

L = น้ำหนักที่เสียไปในช่วงเวลากำหนด เช่น ใบร่วง การหายใจของใบ

การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ มักจะมีการเจริญเติบโตแบบ Sigmoid curve หรือ S - shaped การเจริญเติบโตของพืชก็เช่นกัน พืชจะมีการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆ เช่น ใบ ผล และ เมล็ด โดยในระยะแรกจะเจริญเติบโตอย่างช้าๆ และถัดมาจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และสุดท้ายการเจริญเติบโตจะช้าลง เมื่อนำค่าของการเจริญเติบโตเป็นตัวเลข มาเขียนกราฟ จะได้รูป ตัว S หรือ Sigmoid curve



รูปที่ 4.4 การดูดน้ำของพืช ที่มีปัจจัยควบคุม (Bernatzky ,1978)

การเจริญเติบโตที่มีลักษณะเป็น Sigmoid curve สามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโต เป็น 3 ระยะ คือ

1. **lag phase** คือ ระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ หรือ exponential phase

2. **log phase** คือ ระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือ linear phase

3. **stationary phase** คือ ระยะการเจริญเติบโตที่ช้าลง หรือหยุดการเจริญเติบโต หรือระยะ senescence

โดยมีข้อแม้ว่า ถ้าพืชนั้นอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แต่ถ้าไม่เหมาะสม การเจริญเติบโตก็ไม่เป็นแบบ Sigmoid curve หรือ S - shaped

การกรณีที่จะวัดการเจริญเติบโตของพืช ที่ไม่ทราบที่มา หรือ จะวัดการเจริญเติบของพืชที่มีอายุแล้ว สามารถใช้สมการข้างล่างนี้ มาคำนวณหาค่าการเจริญเติบโตได้ ดังนี้

$$PIw = n + \frac{\log Ln - \log 10}{\log Ln - \log L_{(n+1)}}$$

และ

$$PIp = PIw - N$$

n = ตำแหน่งของใบหรือปล้องที่ยาวเกิน 10 มม.

Ln = ความยาวของใบหรือปล้องที่ตำแหน่ง n

$L_{(n+1)}$ = ความยาวของใบหรือปล้องที่อ่อนกว่าและอยู่ถัดไป

PIp = ดัชนีพลาสโตครอนของใบ หรือปล้องที่ต้องการ

PIw = ดัชนีพลาสโตครอนของพืชทั้งต้น

N = ตำแหน่งของใบหรือปล้องที่ต้องการหาค่าดัชนีพลาสโตครอน

ดัชนีพลาสโตครอน (Plastochron Indices หรือ Plastochron age) คือ ดัชนีที่ได้จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชสองจุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับพืชทั้งต้น และส่วนประกอบเฉพาะของพืชเช่น ปล้อง และ ใบ เป็นต้น

สรุปได้ว่า การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เป็นขบวนการที่สลับซับซ้อน และการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆของพืช ไม่เท่ากัน เช่น การที่พืชแตกใบอ่อน เจริญอยู่นั้น ส่วน

ของรากไม่ได้เจริญหรือแตกแขนงของรากแต่อย่างใด ทั้งนี้เป็นเพราะ การเกิดตาใบ และใบสามารถสังเคราะห์แสง ได้สารอาหารเฉพาะที่ส่วนยอดเกิด เท่านั้นที่มีการเจริญเติบโต

รูปทรงของต้นไม้

รูปทรงของต้นไม้ ถูกกำหนดโดยสารพันธุ์กรรม (DNA) และการเปลี่ยนแปลงสารพันธุ์กรรมตามธรรมชาตินั้น เกิดมาจากการผสมพันธุ์ แต่มีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุ์กรรมแบบค่อยเป็นค่อยไป ทีละเล็กทีละน้อย สิ่งนั้นคือ สิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสารพันธุกรรม ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม บางครั้งสิ่งแวดล้อมนั้นถูกเรียกว่า เป็นการวิวัฒนาการของพืชนั่นเอง

มนุษย์หรือนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษา และเรียนรู้พฤติกรรมของพืช รวมทั้งการศึกษาพันธุกรรมของพืช จนในที่สุด สามารถผสมพันธุ์พืช ได้พืชที่มีลักษณะตามต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์มากมาย เช่นได้สีสันของดอก ใบ ตลอดจนคุณภาพของผล ซึ่งลักษณะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยนักปรับพันธุ์ ขั้นสูง ระดับโมเลกุล (molecular genetic) ดังกล่าว มักถูกควบคุมโดยสารพันธุกรรมเพียงกลุ่มเดียว จึงสามารถกระทำการเปลี่ยนแปลงได้

แต่รูปทรงของต้นไม้ โดยเฉพาะไม้ยืนต้น ซึ่งส่วนใหญ่มีวิวัฒนาการน้อยกว่าไม้ล้มลุก และไม้พุ่ม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงรูปทรง (form) จึงเป็นไปได้ค่อนข้างลำบากเพราะสารพันธุ์กรรมที่ควบคุมลักษณะ รูปทรงของต้นไม้มีมากกว่า ใน ดอก ใบ ผล นั่นเอง จะเห็นได้ว่ารูปทรงของต้นไม้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษของมันแต่อย่างใด

มนุษย์ พยายามเปลี่ยนรูปทรงของต้นไม้ ด้วยการบังคับหรือกระทำการบางอย่างต่อต้นไม้ ให้ขึ้นหรือเจริญเติบโต ในที่จำกัด โดยมนุษย์พยายามควบคุม ปัจจัยจำกัดที่ทีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อส่งผลให้ รูปทรงของต้นไม้เปลี่ยนแปลงไปตามความประสงค์ของมนุษย์

รูปทรงของต้นไม้แต่ละชนิด จะมีรูปร่างลักษณะเฉพาะของพืชแต่ละชนิด ทำให้ง่ายและเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานด้าน ภูมิสถาปัตย์ (landscape architecture) เพราะต้นไม้แต่ละชนิด ให้ความรู้สึกที่แตกต่างกัน หรือบางชนิดคล้ายกัน ในด้านต่าง ๆ เช่นรูปทรง (form) ผิวสัมผัส (texture) สี (color) ขนาด (size) และ ความสูง (height) เป็นต้น ทำให้การรังสรรค์งานภูมิสถาปัตย์ มีความหลากหลาย มากขึ้น

คำถามบทที่ 4

1. ระบบ ราก ลำต้น และใบ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร อธิบาย
2. พืชล้มลุกกับพืชยืนต้นมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไร อธิบาย
3. จะรู้ได้อย่างไรว่าพืชมีการเจริญเติบโต
4. วิธีวัดการเจริญเติบโตของพืชที่ดีที่สุดนั้นใช้วิธีใด
5. มีคำพูดที่ว่า การเจริญเติบโตของต้นไม้ต้องใช้เวลา แต่ต้นไม้ชนิดเดียวกัน มีอายุกล้าเท่ากันแต่ต้นหนึ่งปลูกในกระถาง อีกต้นหนึ่งปลูกลงดิน มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ท่านมีเหตุผลพอที่จะอธิบายเรื่องการเจริญเติบโตของไม้สองต้นนี้ได้หรือไม่อย่างไร