บทที่ 6

ชีวประวัติของพืช คุณลักษณะทางนิเวศวิทยาของพืช

(ชั่วโมงบรรยายที่ 13 - 16)

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่าชีวประวัติของพืช (life history) พร้อมยกตัวอย่างลักษณะได้
2. อธิบาย และยกตัวอย่างทฤษฎีที่อธิบายพืชตาม life history strategy ได้
3. ยกตัวอย่างของ functional traits ตามการจำแนกแบบต่าง ๆ ได้
4. อธิบายอิทธิพลของ functional traits ต่อกระบวนการทางนิเวศวิทยาได้
5. อธิบายและยกตัวอย่างการศึกษาชีพลักษณ์ และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้

ชีวประวัติของพืช (life history)

ในบทก่อนหน้าเราได้เรียนรู้คำว่า trade-offs ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากพืชไม่สามารถใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดมาสร้างลักษณะที่จะเป็นประโยชน์ที่สุดในการดำรงชีวิตได้ life history ก็ถูกจำกัดด้วย trade-offs เช่นกัน

Life history คำจำกัดความ คือ คุณสมบัติต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ในชีวิตของพืช ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การเกิด เติบโตและตายในที่สุด

ตัวอย่างของลักษณะพืชที่เกี่ยวข้องกับ life history (life history characteristics) เช่น

- อายุเมื่อเริ่มสืบพันธุ์ได้
- ช่วงอายุที่สืบพันธุ์ได้
- ช่วงอายุขัยของพืช
- ขนาดของรุ่นลูก
- จำนวนของรุ่นลูกที่ผลิต เป็นต้น

จะเห็นว่า life history characteristics สัมพันธ์กับ life table (บทเรียนเรื่องประชากร) นั่นเอง

อายุขัยของพืชกับการสืบพันธุ์

นักชีววิทยาบางกลุ่มจะตีความ life history ให้แคบลง กล่าวคือ อายุขัยและพืชมีการผลิตรุ่นลูกกี่ครั้ง ถ้าแบ่งในลักษณะนี้ แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. Semelparous หรือ monocarpic ผลิตรุ่นลูกครั้งเดียวแล้วก็ตายไป พืชสะสมทรัพยากรที่จำเป็นต่อการสืบพันธุ์มาทั้งชีวิตและใช้ทรัพยากรทั้งหมดทีเดียว เช่น พืชล้มลุก 1 ปี หรือหลายปี เช่น ข้าว อกาเว เป็นต้น หรือพบในพืชที่อายุยาวกว่านั้น เช่น ต้นลาน *Trachigali versicolor* ต้นไผ่ เป็นต้น (ตัวอย่างพืชดูภาพที่ 6.1-6.3)
2. Iteroparous หรือ polycarpic ผลิตรุ่นลูกก่อนที่จะตายไป ได้หลายครั้ง พบในพืชอายุหลายปี (ภาพที่ 6.4)

ภาพที่ 6.1 ข้าว (ซ้าย) เป็นตัวอย่างพืชปีเดียว (Annual plant) ที่ผลิตลูกครั้งเดียวแล้วตายไป และ อกาเว (agave) *Agave angustifolia* (ขวา) ตัวอย่างของพืชหลายปีที่ผลิตลูกครั้งเดียวแล้วตายไป
(ที่มา: ซ้าย https://pixabay.com/photo-2853128/
ขวา https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ACaribbean_Agave_(Agave_angustifolia)_with_inflorescence_at_Secunderabad%2C_AP_W_IMG_6676.jpg)

ภาพที่ 6.2 *Trachigali versicolor* ต้นไม้ที่ผลิตลูกครั้งเดียวแล้วตายไป

(ที่มา: https://c1.staticflickr.com/3/2812/9171220700_2539130906_b.jpg)

ภาพที่ 6.3 ต้นไผ่เป็นพืชที่ผลิตลูกครั้งเดียวแล้วตายไป โดยบางชนิดอาจผลิตดอกเมื่ออายุ 65 – 120 ปี

(ที่มา: https://pixabay.com/photo-756805/)

ภาพที่ 6.4 *Macaranga bancana* (ซ้าย) และ กาแฟ *Coffea arabica* (ขวา) เป็นตัวอย่างของพืชที่ผลิตลูกได้หลายครั้งก่อนสิ้นอายุขัย

(ถ่ายภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

ทำไมวิวัฒนาการจึงทำให้เกิดพืชที่ออกดอกออกผลครั้งเดียวแล้วตายไป คำถามนี้มีสมมติฐาน หลายแนวคิด แต่บางครั้งหาหลักฐานในธรรมชาติยาก เช่น growth and reproduction trade-offs, bet-hedging (ในบทเรียนเกี่ยวกับเมล็ด) เป็นต้น แนวคิดที่มีหลักฐานสนับสนุน คือ แนวคิดเชิงประชากร (demographic model) (Young 1981) (ตารางที่ 6.1)

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลสมมติตัวอย่าง พืชที่เป็น semelparous กับ iteroparous เพื่อเปรียบเทียบจำนวนลูกที่ผลิตใน 7 ปี จะเห็นว่าในกรณีที่อัตราการตายสูงในที่นี้ คือ 50% ต่อปี พืชที่เป็น semelparous ผลิตลูกได้มากกว่า iteroparous

ปีที่	Semelparous รอดได้ทั้งหมด	Iteroparous อัตราการตาย 50% ต่อปี ผลิตลูกทุกปี	Iteroparous อัตราการตาย 30% ต่อปี ผลิตลูกทุกปี
1	250	100	100
2	-	50 + 100	70 + 100
3	-	25 + 50 + 100	49 + 70 + 100
4	-	12 + 25 + 50 + ...	34 + 49 + ...
5	-	6 + 12 + 25 +.....	24 + ...
6	-	3 + 6 + ...	17 + ...
7	-	1 + 3 + ...	12 + ...
รวมรุ่นลูกที่เหลือรอดใน 7 ปี	250	197	306

ทฤษฎี และแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา life history

r- vs K- selection theory

เป็นทฤษฎีเสนอโดย Robert MacArthur และ E. O. Wilson (ภาพที่ 6.5) ที่ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากมีหลักฐานขัดแย้ง

ภาพที่ 6.5 Robert MacArthur (ซ้าย) และ E. O. Wilson (ขวา) ผู้เสนอ r- vs K- selection theory

(ที่มา: ซ้าย https://www.nceas.ucsb.edu/~alroy/lefa/MacArthur.jpg

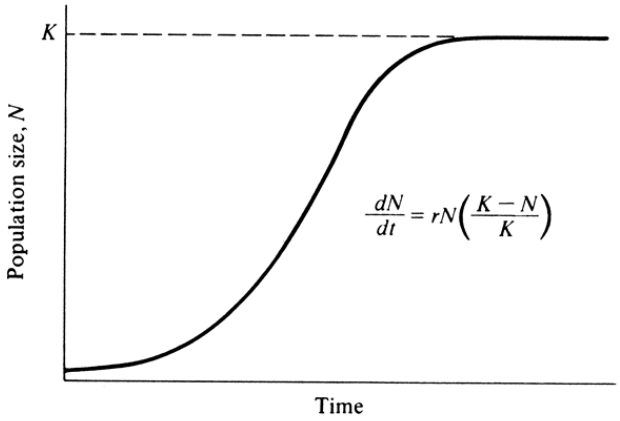
ขวา http://www.nationalbook.org/_images/nba/2014/longlist/nf_wilson_creditjerrybauer.jpg)

ทบทวน Logistic growth curve (ภาพที่ 6.6)

r = อัตราการเติบโตของประชากร intrinsic rate of population growth

N = ขนาดประชากร population size

K = carrying capacity



ภาพที่ 6.6 Logistic growth curve

(ที่มา: http://www.zo.utexas.edu/courses/Thoc/Fig9.3.GIF)

สิ่งมีชีวิตที่มี r-selection (r-selected species) จะผลิตรุ่นลูกออกมาเยอะ เพื่อให้มี การเติบโตของประชากรสูง โดยรุ่นลูกอาจมีโอกาสรอดไปถึงเต็มวัยน้อย (r สูง K ต่ำ)

ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มี K-selection (K-selected species) จะผลิตรุ่นลูกที่มีโอกาสรอดสูง แต่ผลิตจำนวนไม่มาก

งานของ Eric Pianka ศึกษาทฤษฎีนี้ในประชากรสัตว์ โดยสรุปว่า K-selection จะสัมพันธ์กับชนิดที่มีการสืบพันธ์ช้า และมีรุ่นลูกไม่มาก รุ่นพ่อแม่ทุ่มเทกับการดูแลรุ่นลูก ซึ่งตรงข้ามกับ r-selection

ปัญหาในการใช้ทฤษฎีนี้ในประชากรพืช

1. ความแปรผันระหว่างพืชแต่ละตัว (individual) ที่มาจากต่างแหล่งที่อยู่ (ecotypes)
2. การจัดจำแนกอยู่บนพื้นฐานของช่วงต้นของชีวิตแต่ไม่ได้ให้ข้อมูลถึง life history ทั้งชีวิต

Grime's Triangular Model: CSR model

ต่อมา J. Phillip Grime (1977) (ภาพที่ 6.7) ขยายทฤษฎีของ r- and K-selection สร้างเป็น โมเดลสามเหลี่ยม (Grime's Triangular Model: CSR model) (ภาพที่ 6.8)

ภาพที่ 6.7 J. Phillip Grime

(ที่มา: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/John_Philip_Grime.jpg/82px-John_Philip_Grime.jpg)

Grime's Triangular Model (CSR model) พิจารณาปัจจัยสำคัญ 3 ปัจจัยคือ

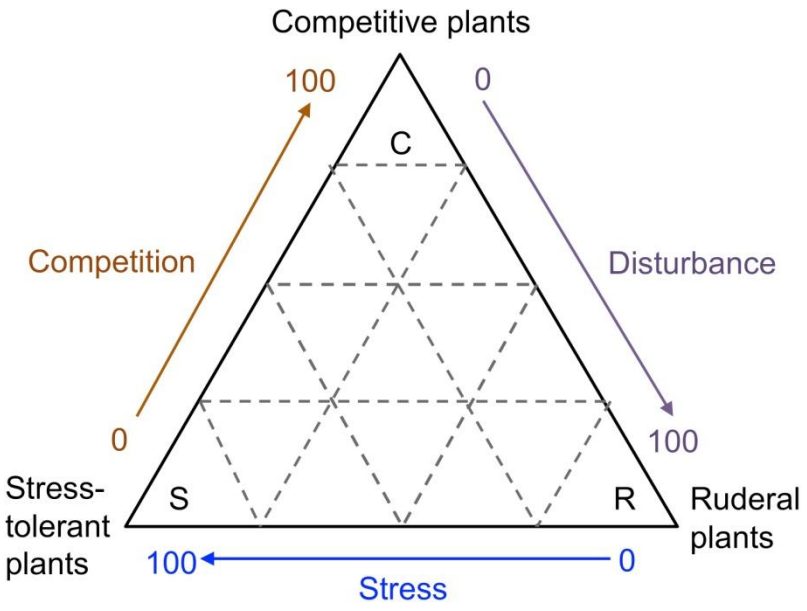
1. สภาพที่เลวร้าย (stress)
2. การแข่งขัน (competition) และ
3. การถูกรบกวน (disturbance)

โดยสภาพของแหล่งที่อยู่ที่เป็นไปได้พิจารณาจากปัจจัย 3 ปัจจัย คือ

1. สภาพเลวร้ายมาก ถูกรบกวนน้อย High stress, low disturbance *
2. สภาพไม่เลวร้าย ถูกรบกวนน้อย Low stress, low disturbance *
3. สภาพไม่เลวร้าย ถูกรบกวนมาก Low stress, high disturbance *
4. สภาพเลวร้ายมาก ถูกรบกวนมาก High stress, high disturbance เป็นสภาพที่พืชอยู่ไม่ได้

*** หมายเหตุ** สภาวะ 1-3 เป็นสภาวะที่พืชอยู่ได้ อยู่ที่ปลายสามเหลี่ยมในโมเดล สภาวะ 4 พืชไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงไม่ปรากฏในแผนภาพโมเดล (ภาพที่ 6.8)

การอ่านโมเดล ใช้แกนเหมือนการอ่านกราฟร้อยละ (ตั้งแต่ 0-100) เช่น พืชหนึ่งมีความสามารถทนการรบกวนได้บ้าง ที่ร้อยละ 50 แต่แก่งแย่งได้ไม่ดี และไม่ทนต่อความเครียด คะแนนอยู่ที่ร้อยละ 10 เมื่อลากเส้นค่าคะแนนแต่ละเส้นแกน แล้วมาตัดกันอยู่บริเวณใด ก็จะสามารถจัดกลุ่มพืชนั้นได้ เมื่อสรุปลักษณะของพืชที่สัมพันธ์กับสภาพแหล่งที่อยู่จะได้ดังตารางที่ 6.2



ภาพที่ 6.8 Grime's CSR Triangular Model

(แผนภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

ตารางที่ 6.2 สรุปลักษณะพืชที่จะพบในสภาวะต่าง ตาม Grime's CSR Triangular Model

สภาวะของแหล่งที่อยู่	พืชเด่น	ลักษณะพืช
สภาพเลวร้ายมาก ถูกรบกวนน้อย	Stress-tolerant plants	ทนต่อสภาพการถูกกิน มี phenotypic plasticity มีการใช้ทรัพยากรอย่างช้า ๆ
สภาพไม่เลวร้าย ถูกรบกวนน้อย	Competitive plants	แก่งแย่งทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ได้ดี เช่น แสง น้ำ
สภาพไม่เลวร้าย ถูกรบกวนมาก	Ruderal plants	อายุสั้น ผลิตรุ่นลูกเมื่ออายุน้อย เมล็ดอยู่ในดินได้นาน รอการรบกวนที่จะทำให้เติบโตเร็ว

คุณลักษณะทางหน้าที่ (functional trait) ที่สัมพันธ์กับบทบาททางนิเวศวิทยา

Functional trait คืออะไร

Functional trait คือ ลักษณะที่สามารถวัดได้ ในทางสัณฐานวิทยา เคมี สรีรวิทยา หรือชีพลักษณ์ของพืช โดยลักษณะนี้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม ทั้งทางชีวภาพและกายภาพรอบ ๆ พืชนั้น ลักษณะที่ถือว่าเป็น functional trait (ภาพที่ 6.9) จะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. การได้มาหรือแปรสภาพทรัพยากรที่พืชนำไปใช้
2. ปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของที่อยู่อาศัย
3. ปรับเปลี่ยนลักษณะทางเคมีของสิ่งแวดล้อม
4. ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น การกระจายเมล็ด

ภาพที่ 6.9 ตัวอย่างของ functional traits

(ที่มา: https://www.try-db.org/TryWeb/Home.php)

การจัดจำแนก functional traits

1. การจัดตามประเภทข้อมูล

1.1. ลักษณะที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data) ข้อมูลประเภทนี้ เป็นค่าที่เกิดจากการวัด มีตัวเลขที่มีทศนิยมได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด (หน่วยเป็นกรัม) ความสูง (หน่วยเป็นเซนติเมตร เมตร) หรือ Specific Leaf Area (อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักของใบ หน่วยเป็น ตารางเมตรต่อกิโลกรัม) เป็นต้น

1.2. ลักษณะที่เป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (discrete data) เป็นข้อมูลที่ไม่ได้วัดเป็นตัวเลข ข้อมูลเป็นประเภท เป็นช่วง เช่น พืชสามารถตรึงไนโตรเจนได้หรือไม่ได้ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือพืชใบเลี้ยงคู่ เป็นต้น

2. การจัดตามความยากง่ายในการวัด

2.1. ลักษณะที่วัดได้ยาก หรือใช้เวลานานในการวัด (hard trait) เช่น

- การเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate: RGR)
- ระยะทางที่เมล็ดกระจายออกไปจากต้นแม่ (dispersal distance) อาจต้องใช้วิธีทาง molecular ในการวัด
- ความสามารถในการแข่งขันกับพืชอื่น (competitive effect and response)

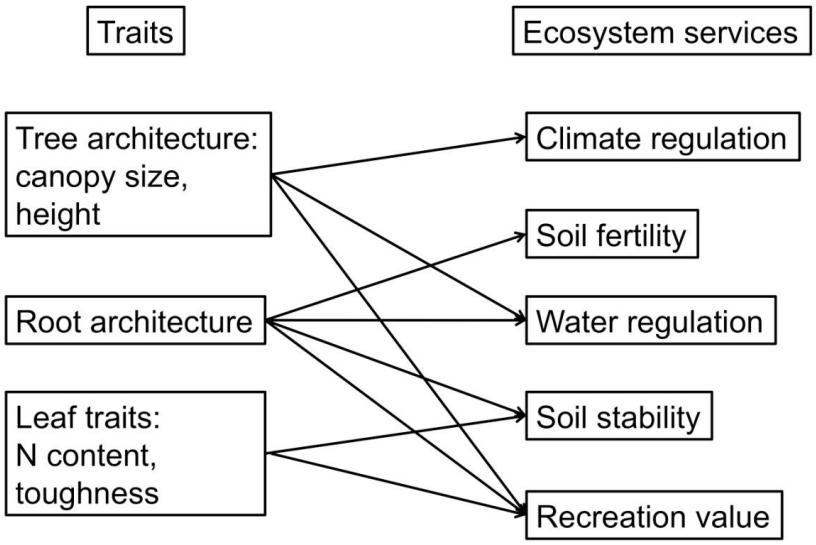
2.2. ลักษณะที่วัดได้ง่าย (soft trait) ไม่ต้องใช้เวลานาน (ตารางที่ 6.3) เช่น ความสูงของพืช ลักษณะใบ ความหนาแน่นของราก เป็นต้น

ตารางที่ 6.3 ลักษณะ soft trait สัมพันธ์กับหน้าที่

หน้าที่ (function)	**ตัวอย่าง soft trait**
การกระจายเมล็ด dispersal การโตเป็นต้นใหม่ recruitment	ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ด
การได้รับแสง light interception ความสามารถในการแข่งขัน competitive ability	ความสูงของต้น
การดูดซึมสารอาหารกลับ nutrient resorption การย่อยสลายสารอินทรีย์ litter decomposition	ลักษณะของใบ ปริมาณเส้นใยในใบ
การดูดซึมสารจากดิน nutrient and water absorption	ความหนาแน่นของราก ขนาดราก
การกักเก็บคาร์บอน carbon storage	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

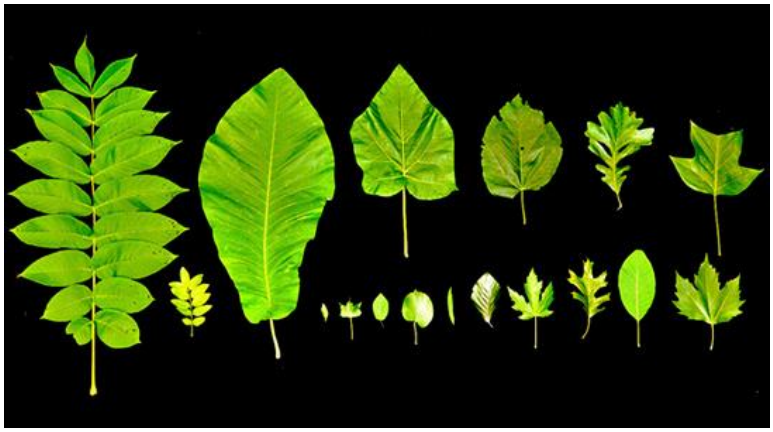
3. การจัดตามความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ (Diaz et al. 2013)

3.1. Effect trait มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะของระบบนิเวศ (ecological properties) และ การบริการจากระบบนิเวศ (ecological services) ในที่นี้จะถือประโยชน์ที่มีต่อมนุษย์ หรือเกี่ยวข้องกับสังคมมนุษย์เป็นหลัก (ภาพที่ 6.11)



ภาพที่ 6.10 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของ functional trait กับ ecological services (แผนภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

3.2. Response trait มีอิทธิพลต่อความสามารถของพืชที่จะอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น ๆ และสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ ในที่นี้จะถือประโยชน์ที่มีต่อพืชเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น น้ำหนักเมล็ด ความหนาของลำต้น รูปร่างใบ เป็นต้น (ภาพที่ 6.11 – 6.13)



ภาพที่ 6.11 รูปร่างของใบ เกี่ยวข้องกับความสมดุลความร้อนของพืช

(ที่มา: http://scitechdaily.com/images/limits-leaf-size-trees.jpg)

ภาพที่ 6.13 ความหนาของเปลือกไม้ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนไฟของต้นไม้

(ที่มา: http://www.firewords.net/BarkThickness.jpg)

ภาพที่ 6.14 ขนาดเมล็ด เกี่ยวข้องกับความสามารถในการงอกและเกิดเป็นต้นใหม่ในสภาพแหล่งที่อยู่ต่างกัน

(ถ่ายภาพโดย ขวัญภิรมณ์ ณะเรืองศรี)

ตัวอย่างคุณลักษณะทางหน้าที่

1. Specific Leaf Area (SLA หน่วยเป็น พื้นที่ใบ ต่อน้ำหนักแห้ง)

การวัด SLA

1. เก็บใบที่คลี่เต็มที่แล้ว ไม่อ่อนหรือแก่เกินไปมา เก็บในสภาพที่ชื้นเพราะใบบางชนิดจะหด หรือเหี่ยวย่นเมื่ออยู่ในที่แห้ง เก็บทั้งกิ่งได้ยิ่งดี
2. วัดพื้นที่ภายใน 24 ชั่วโมง ปัจจุบันสามารถถ่ายภาพและใช้โปรแกรมในการคำนวณพื้นที่ได้
3. นำใบไปอบแห้งเพื่อหาน้ำหนัก แล้วชั่งน้ำหนัก
4. คำนวณโดยใช้ พื้นที่ใบ หารน้ำหนักแห้ง ได้หน่วยเป็น m^2/kg

2.ขนาดเมล็ด (Seed size)

การวัดขนาดเมล็ด

วัดได้จากการวัดความกว้าง ยาว ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ หรือ วัดจากน้ำหนักแห้งของเมล็ด (seed mass) โดย

1. นำเมล็ดออกจากผล และล้างทำความสะอาดเอาเนื้อผลออกจนหมด
2. จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส
3. นำออกมาชั่งเป็นระยะ จนมีน้ำหนักคงที่ และบันทึกน้ำหนักนั้นไว้

ภาพที่ 6.15 ขนาดเมล็ดส่งผลถึงขนาดของต้นกล้าและความสามารถในการแข่งขันที่ต่างกัน สังเกตขนาดใบเลี้ยงของต้นกล้า โดยต้นทางซ้ายมาจากเมล็ดที่ขนาดใหญ่กว่า

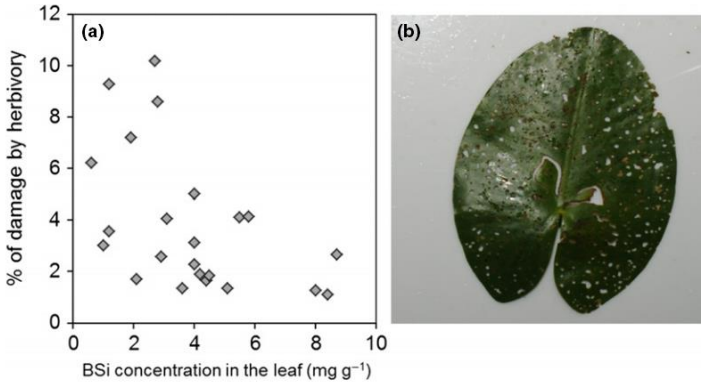
(ถ่ายภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

3.คุณลักษณะทางหน้าที่ของพืชน้ำ

ในพืชน้ำการวัดคุณลักษณะหน้าที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของพืช ตัวอย่างเช่น ลักษณะในตารางที่ 6.4 รวบรวมมาจาก Baattrup-Pedersen *et al.* (2016) และ Schoelynck and Struyf (2015)

ตารางที่ 6.4 แสดงคุณลักษณะบางประการในพืชน้ำ

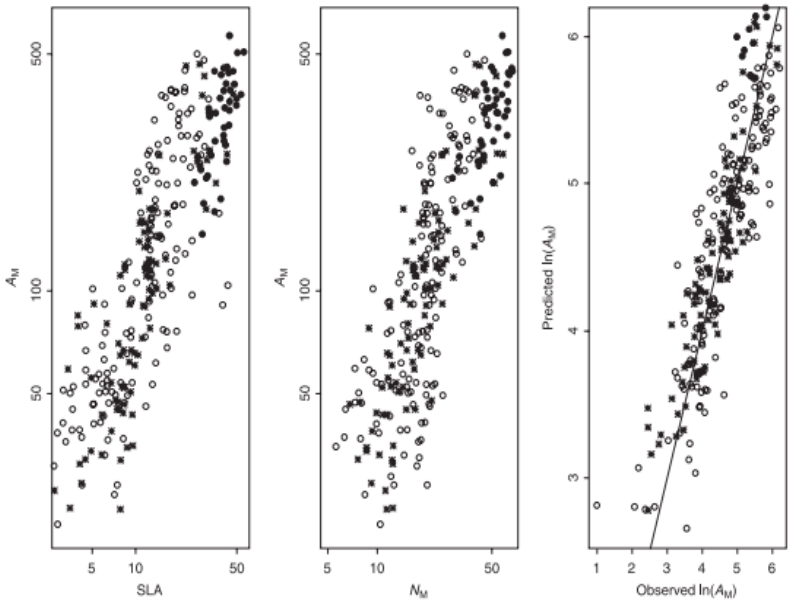
คุณลักษณะเกี่ยวกับ	**คุณลักษณะ (trait)**	**สัมพันธ์กับ**
แสง	ความต้องการแสง	ความต้องการทางนิเวศ (ecological preference)
สารเคมีในใบ	ปริมาณไนโตรเจนในใบ (Leaf nitrogen)	ความต้องการทางนิเวศ (ecological preference)
การยึดเกาะกับพื้นผิวของพืช	ลักษณะการยึดเกาะ เช่น ลอยในน้ำ (free floating) หรือยึดเกาะ (anchored)	รูปแบบชีวิตของพืช (life form)
การอยู่ในน้ำ	ผิวน้ำ (surface), จมอยู่ใต้น้ำ (submerged), ใบลอยน้ำ (floating leaves) หรือ ลักษณะใบที่ต่างกันในหนึ่งต้น (heterophylly)	รูปแบบชีวิตของพืช (life form)
ลักษณะทางสัณฐานวิทยา	เนื้อเยื่อเจริญยอดเดียว หรือมีหลายยอด เจริญจากทางยอด หรือเจริญจากทางฐาน	สัณฐานวิทยา
ขนาดใบ	พื้นที่ใบ	สัณฐานวิทยา
การสืบพันธุ์	เมล็ด ราก หรือท่อนลำต้น	การกระจายพันธุ์
การสืบพันธุ์	จำนวนเมล็ด หรือส่วนขยายพันธุ์	การกระจายพันธุ์
การพักตัว	อวัยวะที่มีอยู่ในช่วงหน้าหนาว	การอยู่รอด
สารเคมีในใบ	ซิลิกา (silica)	ความสัมพันธ์กับสัตว์ในด้านการป้องกันตนเอง (ภาพที่ 6.16)



ภาพที่ 6.16 ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างปริมาณซิลิกาของใบที่ลอยน้ำ *Nuphar letea* (L.) Sm. กับเปอร์เซนต์ใบที่ถูกกินต่อพื้นที่ใบทั้งหมด (a) และภาพตัวอย่างใบที่ถูกทำลาย (b) (ที่มา: Schoelynck and Struyf 2015)

ความสำคัญของคุณลักษณะทางหน้าที่

1. คุณลักษณะทางหน้าที่หลายอย่าง เช่น SLA และ ปริมาณไนโตรเจนในใบพืช มีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสง (ภาพที่ 6.17) ดังนั้นจึงมีผลต่อการสร้างอาหารของพืช



ภาพที่ 6.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SLA (กราฟซ้ายสุด) และ สัดส่วนของไนโตรเจนในใบต่อน้ำหนักใบ (กราฟตรงกลาง) กับอัตราการสังเคราะห์แสง กราฟขวาสุดแสดงอัตราการสังเคราะห์แสงที่สังเกตและที่ทำนายจากการใช้ข้อมูลลักษณะของใบทั้งสอง (ที่มา: Shipley, 2006)

2. คุณลักษณะทางหน้าที่มีส่วนกำหนดความสามารถในการกระจายเมล็ด การงอก และความสามารถในการตั้งตัวของพืช และส่งผลต่อการกระจายตัวเมื่อโตเต็มวัย

3. คุณลักษณะทางหน้าที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของพืชนั้น ๆ ในระบบนิเวศ เช่นเป็นพืชเบิกนำ (pioneer species) เป็นพืชเสถียร (climax species) (ภาพที่ 6.18) หรือเป็นพืชที่ดึงดูดสัตว์ เป็นต้น และเกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ (functional diversity)

ภาพที่ 6.18 *Macaranga winkleri* (ซ้าย – พืชเบิกนำ) *และ Macaranga umbrosa* (ขวา – พืชเสถียร) (ถ่ายภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

4. ในแง่ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เราใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะทางหน้าที่ของพืชด้วยเช่นกัน ประโยชน์ที่เราได้รับจากต้นไม้ป่า (ecological services) เช่น การเป็นแหล่งชะลอการไหลของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้น เป็นแหล่งอาหาร มีส่วนช่วยในการป้องกันการพังทลายของหน้าดิน (ภาพที่ 6.19) เป็นต้น

ภาพที่ 6.19 การชะล้างพังทลายของดินเมื่อขาดรากต้นไม้หรือพืชที่ช่วยยึดหน้าดินไว้ (ที่มา: https://cropgenebank.files.wordpress.com/2009/06/soil-erosion.jpg)

การศึกษาชีพลักษณ์ (phenology)

ชีพลักษณ์ หรือ phenology มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก **φαίνω** (phaino) ซึ่งสัมพันธ์กับคำว่า phenomena ที่แปลว่า สิ่งที่เกิดขึ้น เห็นได้ รวมกับคำว่า -logy ที่แปลว่าวิทยาการ วิชาการ หรือ การศึกษา

ดังนั้น ชีพลักษณ์ จึงหมายความว่า **วิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตตามช่วงชีวิต** เช่น **ลักษณะการเติบโตและการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต** (ภาพที่ 6.20)

ดังนั้นมีคำจำกัดว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการเติบโตและการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในรอบปี สำหรับพืชชีพลักษณ์ ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของส่วนที่ไม่ใช้ในการสืบพันธุ์ vegetative phenology และ
2. การเปลี่ยนแปลงของส่วนสืบพันธุ์ reproductive phenology

ภาพที่ 6.20 ภาพวาดสื่อความหมายของคำว่าชีพลักษณ์

(ที่มา: https://www.uwsp.edu/cnr-ap/leaf/SiteAssets/images/wheelInTime.jpg)

ชีพลักษณ์ของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยของฤดูกาล โดยเฉพาะ อุณหภูมิ ความชื้น และแสง

Vegetation phenology

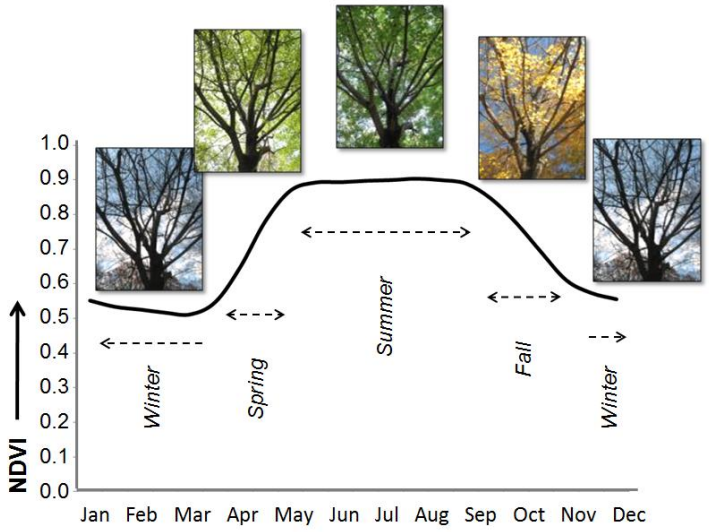
มุ่งเน้นการศึกษาชีพลักษณ์ของการเปลี่ยนแปลงของส่วนใบ การผลัดใบ การเกิดกิ่งว่าง การเกิดใหม่ของใบ

เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงชีพลักษณ์ภายในระบบนิเวศป่าไม้

1.ดาวเทียม (satellite) เซนเซอร์ที่อยู่บนดาวเทียมบันทึกปริมาณของแสงที่มองเห็นและแสงอินฟาเรดที่สะท้อนจากพื้นผิวบนโลก เมื่อได้ข้อมูลแสงมาก็จะถูกนำมาวิเคราะห์แปลงเป็นค่า Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ที่มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าที่ได้นำมาจำแนกชนิดวัตถุได้ (ตารางที่ 6.5) และนำมาศึกษาค่าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (ภาพที่ 6.21)

ตารางที่ 6.5 ค่า NDVI และวัตถุ (U.S. Geological Survey 2016)

ค่า NDVI	สิ่งที่แสดง
< 0.1	หิน ทราย หิมะ
0.2-0.5	ไม้พุ่ม ทุ่งหญ้า พืชเกษตรที่กำลังเหี่ยว
0.6-0.9	พื้นที่ป่า

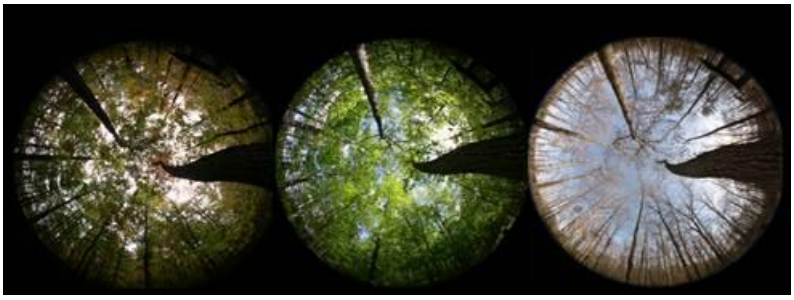


ภาพที่ 6.21 ค่า NDVI ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเดือนต่าง ๆ และภาพแสดงลักษณะ vegetation phenology ศึกษาโดย USDA Forest Service 2017)

(ที่มา: https://forwarn.forestthreats.org/sites/default/files/ndvi1.png)

2. **ภาพถ่ายมุมสูง หรือจากพื้นดิน**

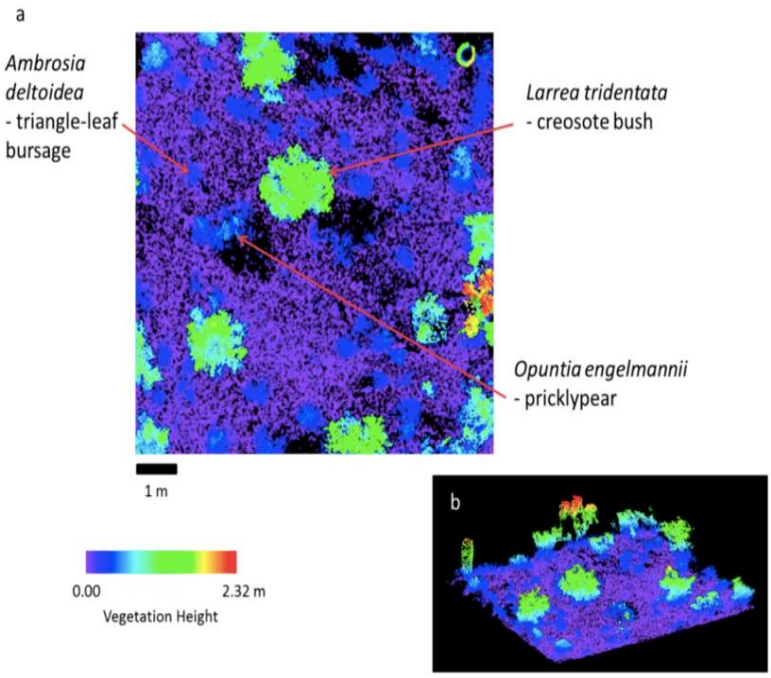
ใช้ภาพจากกล้องที่ติดตั้งเหนือเรือนยอด เพื่อถ่ายภาพเป็นระยะ หรือใช้เลนส์ตาปลา (fish-eye lens) ถ่ายจากใต้เรือนยอด (ภาพที่ 6.22)



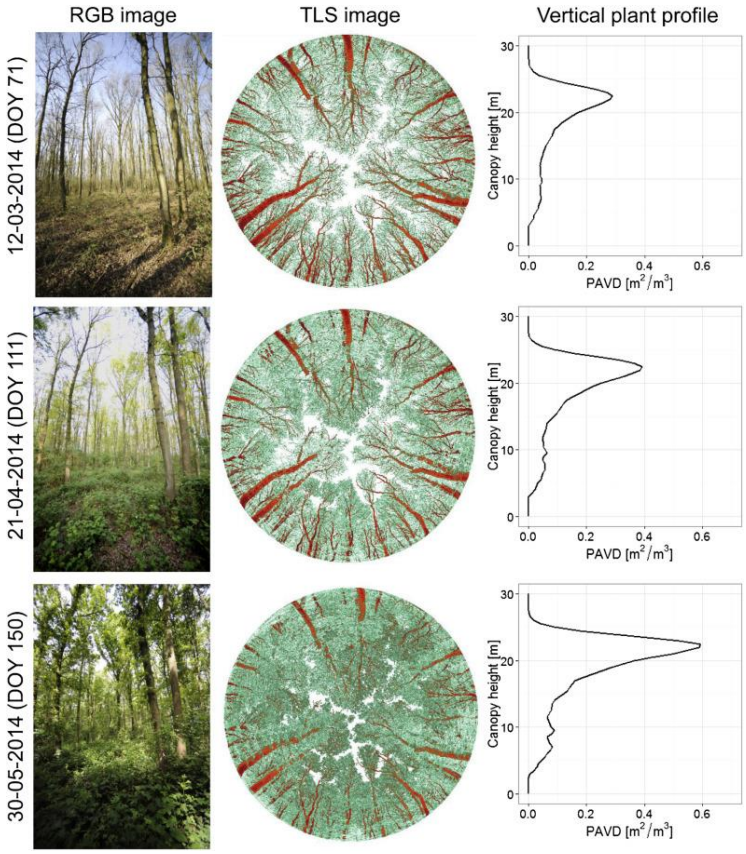
ภาพที่ 6.22 ภาพที่ได้จาก fish-eye lens ถ่ายจากจุดเดียวกันที่เวลาต่างกัน (U.S. Geological Survey) (ที่มา: http://egsc.usgs.gov/images/egsc/fishMar-Oct2012.jpg)

3. ไลดาร์ (LiDAR) มาจาก Light Detection And Ranging เป็นเซนเซอร์ที่สามารถติดตั้งบนเครื่องบิน หรือทำเป็นกระเป๋าสะพายติดตัว หรือติดบนขาตั้งและส่งสัญญาณจากพื้นดิน ตัวเครื่องส่งแสงมายังเป้าหมายและรับสัญญาณและวัดระยะเวลาที่แสงสะท้อนกลับมายังเซ็นเซอร์ พืชแต่ละชนิดสะท้อนแสงที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาทำแผนที่ และวิเคราะห์ชนิดได้ (ภาพที่ 6.23) และนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางชีพลักษณ์ได้ (ภาพที่ 6.24)

ตัวอย่างการใช้ LiDAR ในการศึกษาพืชที่ทะเลทรายโซโนราน Sankey et al. 2015



ภาพที่ 6.23 ภาพที่ได้จาก LiDAR สังเกตสีที่แสดงพืชต่างชนิดกัน (ที่มา: http://www.mdpi.com/2072-4292/7/1/342)

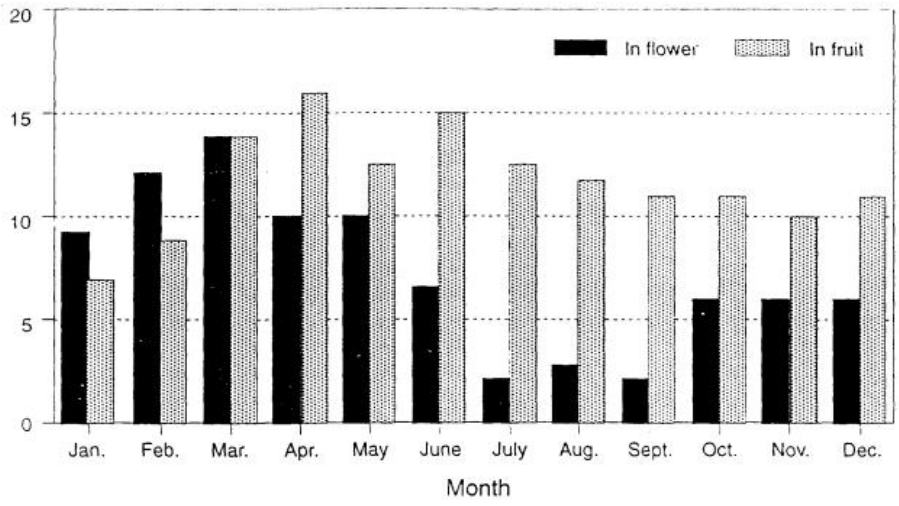


ภาพที่ 6.24 ภาพเปรียบเทียบรูปถ่ายธรรมดา (ซ้าย) ภาพจาก LiDAR (กลาง) และกราฟแสดงวิเคราะห์ค่าพื้นที่และปริมาตรใบ Plant Area Volume Density (PAVD) (ขวา) ที่ถ่ายและวิเคราะห์ที่ช่วงฤดูที่ต่างกัน (จากการศึกษาของ Calder et al. 2015)

(ที่มา: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0168192315000106-gr2.jpg)

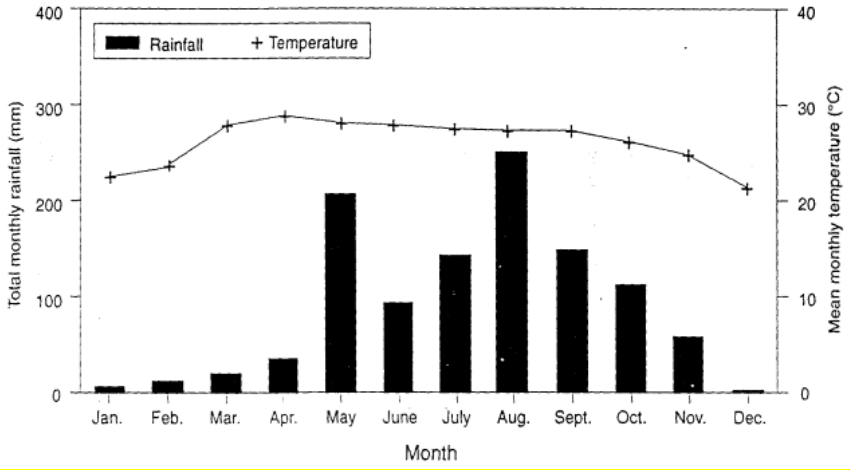
Reproductive phenology

มุ่งเน้นการศึกษาชีพลักษณ์ของการออกดอก ออกผลของพืช ในเชิงระยะเวลา และปริมาณ ตัวอย่างเช่นการศึกษาการออกดอกออกผลของไม้ท้องถิ่นของดอยสุเทพ-ปุย ของ Elliott และคณะ (1994) ที่พบว่าการออกดอกออกผลของต้นไม้ส่วนมากจะสัมพันธ์กับฤดูกาล (ภาพที่ 6.26 และ 6.27)



ภาพที่ 6.25 จำนวนของชนิดที่ออกดอก และออกผล (แกน y) ในแต่ละเดือน ข้อมูลเฉลี่ยมาจาก 3 ปี

(ที่มา: Elliott et al. 1994)

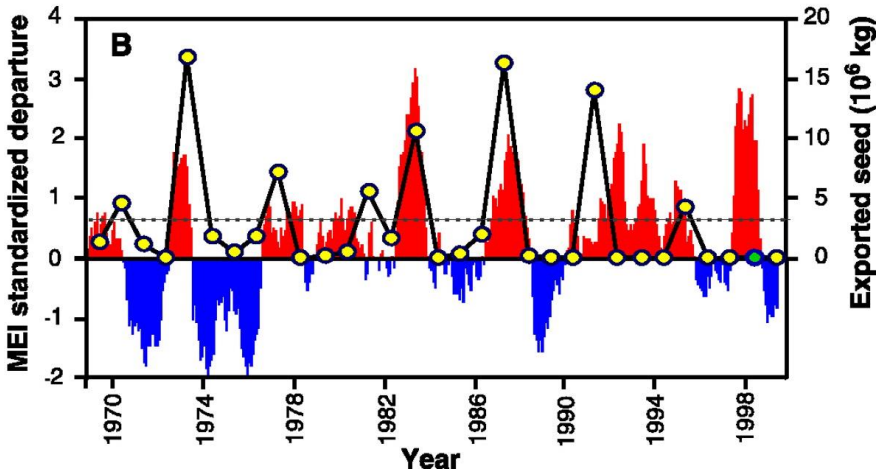


ภาพที่ 6.26 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของปี 1998 – 1991

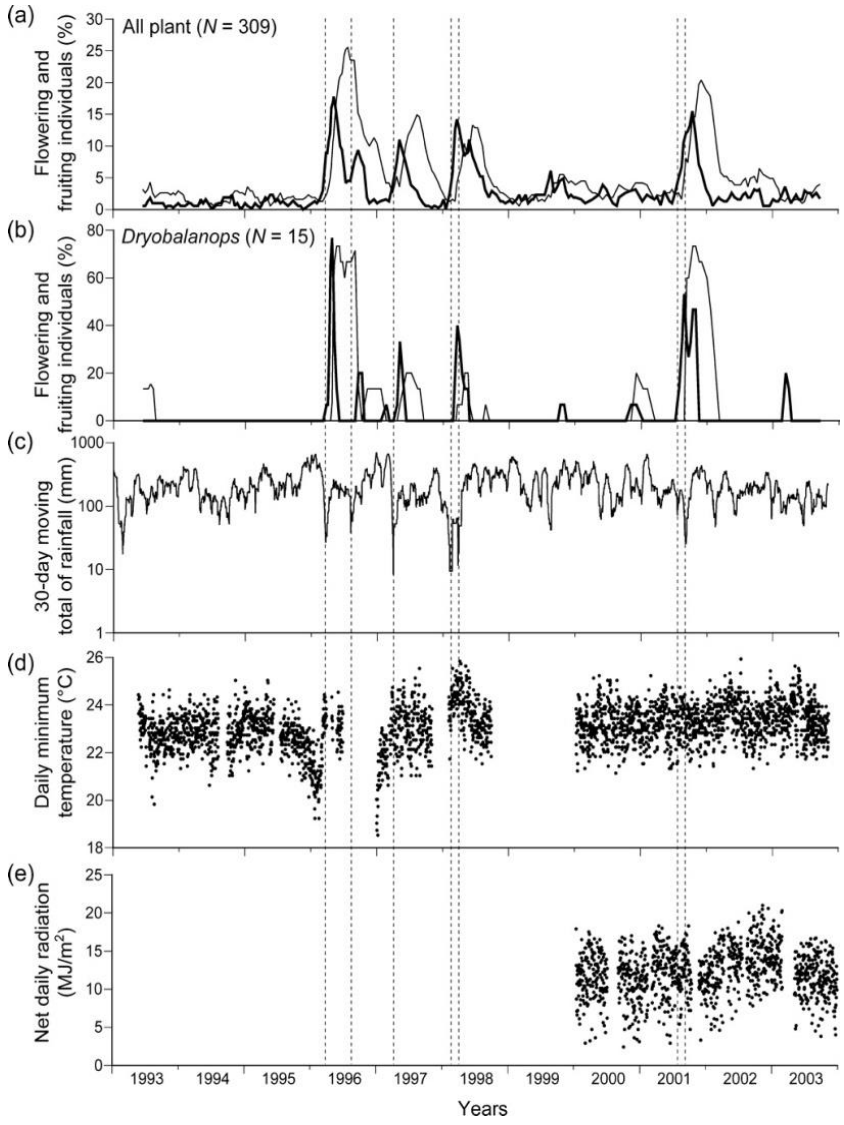
(ที่มา: Elliott et al. 1994)

Masting

อาจเรียกอีกชื่อว่า General flowering เป็นชื่อเรียกการที่พืชออกดอกออกผลพร้อมกันครั้งใหญ่ ซึ่งการออกดอกแต่ละครั้งเว้นช่วงตั้งแต่ 2 ถึง 10 ปี เป็นปรากฏการณ์ที่พบได้ในป่าเขตศูนย์สูตรที่ไม่มีฤดูกาลชัดเจน เช่น ที่เกาะบอร์เนียว มีการศึกษาเพื่อหาคำตอบว่าอะไรเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกดอกแต่ละครั้ง ซึ่งคาดว่าจะเป็นปัจจัยจากความแห้งแล้ง (Curran et al. 1999, Sakai et al. 2006) (ภาพที่ 6.27, 6.28)



ภาพที่ 6.27 การเกิด El Nino (สีแดง) La Nina (สีน้ำเงิน) แสดงร่วมกับการเกิด masting (จุดสีเหลืองและเส้น) อ่านค่าความมากน้อยของการผลิตเมล็ดจากแกนตั้งทางขวา (จากการศึกษาของ Curran et al. 1999) (ที่มา: http://science.sciencemag.org/content/286/5447/2184.full)



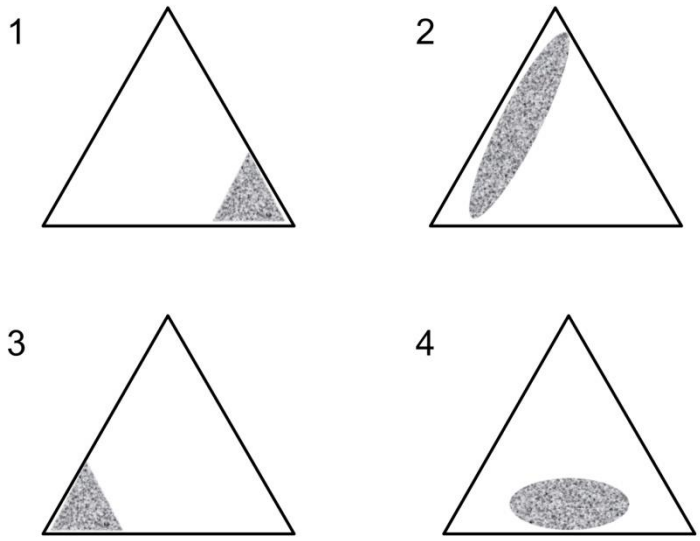
ภาพที่ 6.28 Reproductive phenology และลักษณะทางกายภาพของ Lambir Hills National Park, Malaysia. เส้นประแสดงระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง โดย (a) การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของพืชที่ออกดอก (เส้นหนา) และ พืชที่ออกผล (เส้นบาง) (b) การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของพืชที่ออกดอก (เส้นหนา) และ พืชที่ออกผล (เส้นบาง) ของพืชเด่น *Dryobalanops aromatica* และ *D. lanceolata* (Dipterocarpaceae) (c) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน เส้นขวางแสดงปริมาณที่ 40 mm (ต่ำกว่านี้ถือว่าเกิดความแห้งแล้ง) (d) อุณหภูมิระหว่างวันของเรือนยอด (ที่มา: Sakai et al. 2006)

คำถามท้ายบท

1. ทำไมวิวัฒนาการจึงทำให้เกิดพืชที่ออกดอกออกผลครั้งเดียวแล้วตายไป มีสมมติฐานอะไรที่อาจจะใช้อธิบาย

2. นักศึกษาจับคู่สิ่งมีชีวิต (A - D) กับ ลักษณะตาม Grime's CSR Triangular Model (ภาพที่ 6.29 หมายเลข1 - 4) ที่พืชนั้น ๆ อาจอยู่ได้

A. ต้นไม้ (tree) B. พืชล้มลุกปีเดียว (annual plants) C. ไบรโอไฟท์ (Bryophytes) D. ไลเคน (lichens)

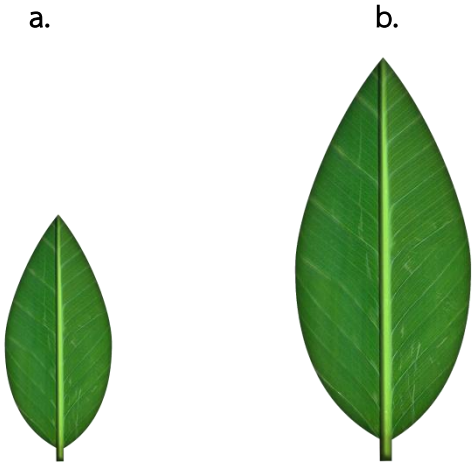


ภาพที่ 6.29 ลักษณะพืชตาม Grime's CSR Triangular Model ใช้กับคำถามท้ายบทข้อที่ 2 (ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

3. นักศึกษานึกถึงลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ในตารางที่ 6.3 ได้อีกหรือไม่ ยกตัวอย่าง

คำถามท้ายบท (ต่อ)

4. ถ้าใบไม้ในภาพด้านล่างนี้มีน้ำหนักเท่ากัน ใบใดจะมีค่า SLA สูง และต่ำกว่า และ แสดงว่าใบใดหนากว่า



ภาพที่ 6.30 สำหรับคำถามท้ายบทข้อที่ 4

(ภาพโดย พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์)

5. นักศึกษาคิดว่าปัจจัยอะไร มีผลต่อชีพลักษณ์ของพืช

6.นักศึกษาคิดว่า ปรากฏการณ์ masting มีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร และทำไมจึงพบในบางพื้นที่ของโลก เช่น ในป่าเขตร้อน

วิดีโอ หรือเอกสารข้อมูลเพื่อศึกษาเพิ่มเติม

เรื่อง	URL	QR Code
ฐานข้อมูลลักษณะพืช	https://www.try-db.org/TryWeb/Home.php	
เมล็ดที่ใหญ่ที่สุดในโลก (articles and VDO)	http://www.arkive.org/coco-de-mer/lodoicea-maldivica/	
How LIDAR works? (VDO)	https://www.youtube.com/watch?v=EYbhNSUnIdU	

บรรณานุกรมท้ายบท

Baattrup-Pedersen, A., Göthe, E., Riis, T., and O'Hare, M. T. 2016. Functional trait composition of aquatic plants can serve to disentangle multiple interacting stressors in lowland streams. Science of The Total Environment, 543, 230-238. Online 14 November 2015.

Calders, K., Schenkels, T., Bartholomeus, H., Armston, J., Verbesselt, J., and Herold, M. 2015. Monitoring spring phenology with high temporal resolution terrestrial LiDAR measurements. Agricultural and Forest Meteorology 203:158-168.

Curran, L. M., Caniago, I., Paoli, G. D., Astianti, D., Kusneti, M., Leighton, M., Nirarita, C. E., and Haeruman, H. 1999.. Science 286:2184-2188.

Díaz, S., Purvis, A., Cornelissen, J. H. C., Mace, G. M., Donoghue, M. J., Ewers, R. M., and Pearse, W. D. 2013. Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. Ecology and Evolution, 3 (9), 2958–2975. http://doi.org/10.1002/ece3.601.

Elliott, S., Promkutkaew, S. and Maxwell, J. F. 1994. Flowering and seed production phenology of dry tropical forest trees in northern Thailand. Proceeding International

Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Project 52-62.

Grime, J. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The American Naturalist, 111(982), 1169-1194. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2460262.

Gurevitch, J., Scheiner, S. M., and Fox, G. A. 2006. The ecology of plants, 2nd edn. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA. 574 pp.

Sankey, J., Munson, S., Webb, R., Wallace, C., and Duran, C. 2015. Remote sensing of sonoran desert vegetation structure and phenology with ground-based LiDAR. Remote Sensing 7:342.

Schoelynck, J. and Struyf, E. 2015. Silicon in aquatic vegetation. Functional Ecology. 30. 10.1111/1365-2435.12614.

Shipley, B. 2006. Net assimilation rate, specific leaf area and leaf mass ratio: which is most closely correlated with relative growth rate? A meta‐analysis. Functional Ecology, 20(4), 565-574.

U.S. Geological Survey 2015. NDVI, the Foundation for Remote Sensing Phenology. http://phenology.cr.usgs.gov/ndvi_foundation.php. Last modified 12 Jan 2015.

U.S. Geological Survey 2015. Phenology. http://egsc.usgs.gov/satellite-measures.html. Last modified. Thursday, 12 Mar 2015.

USDA Forest Service. 2017. ForWarn: satellite-based change recognition and tracking.

Young, T. P. 1981. A general model of comparative fecundity for semelparous and iteroparous life histories. The American Naturalist 1981 118:1, 27-36.

Young, T. P. 2010. Semelparity and iteroparity. Nature Education Knowledge 3(10):2.