หน่วยที่ 2

ภูมิอากาศกับการเจริญเติบโตของพืชไร่

การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ร่วมระหว่างตัวพืชเอง (พันธุกรรม) กับสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น ถือว่าเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีบทบาทมากต่อการผลิตพืช สภาพภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับมหภาค (Macro-climate) และระดับจุลภาค (Micro-climate) ระดับมหาภาคคือสภาพอากาศในพื้นที่หรือภูมิภาคนั้นโดยรวม ส่วนระดับจุลภาคเป็นสภาพอากาศที่อยู่รอบต้นพืช ซึ่งภูมิอากาศจุลภาคนี้มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของพืชมากว่าระดับมหภาค แต่อย่างไรก็ตามสภาพอากาศจุลภาคก็ถูกกำหนดด้วยสภาพอากาศมหภาคเช่นกัน

แสง

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานแสงของโลก มีบทบาททั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้เช่นพืชสามารถเก็บเกี่ยวพังงานแสงแล้วเปลี่ยนรูปให้อยู่พลังงานเคมีในสารอาการเพื่อการเจริญเติบโตได้โดยตรง ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ก็ได้พลังงานจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นหรือซากสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อการดำรงชีพ

ทฤษฎีของแสง

คุณสมบัติของแสงสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีสองทฤษฎีดังนี้

1. The electromagnetic wave theory : อธิบายว่าแสงมีลักษณะเป็นคลื่น และมีความนาวหรือความถี่ของคลื่นไม่เท่ากัน จำนวนคลื่นแสงที่เดินทางผ่านจุดใดจุดหนึ่งต่อหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่าความถี่ของคลื่นดังสมการ

$V = f\lambda$

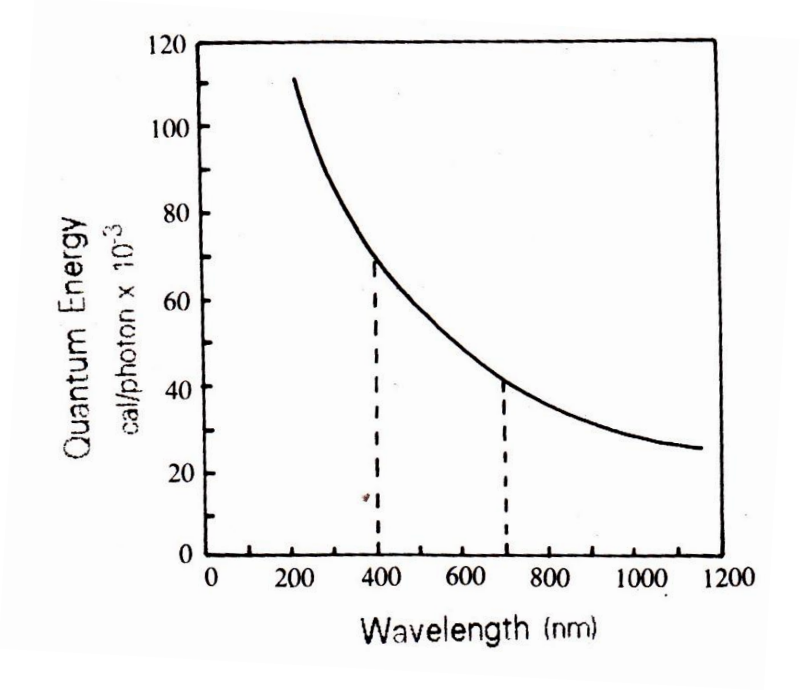
f = ความถี่ของคลื่น (frequency)

V = ความเร็วของแสง (velocity = 3 x 10^{10} cm/sec)

λ = ความยาวของคลื่น (wavelength)

2. The quantum theory : อธิบายว่าแสงมีลักษณะเป็นอนุภาค แต่ละอนุภาคนั้นเรียกว่าโฟตอน (photon) และในแต่ละโฟตอนจะให้พลังงานเรียกว่าควอนตัม (quantum) โฟตอนต่างๆมีพลังงานไม่เท่ากัน พลังงานของโฟตอนเหล่านั้นจะมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นแสง กล่าวคือ โฟตอนจากแสงคลื่นยาวจะมีพลังงานจากแสงคลื่นสั้น (ภาพที่ 2.1) ดังนั้นสามารถอธิบายพลังงานควอนตัมได้ด้วยความยาวของคลื่นแสงโฟตอนจะมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงของพืช โดยพืชจะดูดซับหรือจับโฟตอนด้วย คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในใบแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีก่อนถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีนี้เรียกว่า photochemical process เนื่องจาก chlorophyll เป็นรงควัตถุทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชจึงขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบพืชด้วย ดังนั้นการวัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์สามารถที่จะนำไปสู่การอธิบายถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงได้

ส่วนหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามทุกโฟตอนมิได้เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงทั้งหมด โฟตอนที่อยู่ระหว่างความยาวคลื่นแสง 400-700 nm เท่านั้นที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง สำหรับโฟตอนที่อยู่นอกเหนือไปจากคลื่นแสงนี้จะให้พลังงานสูงและต่ำเกินไปสำหรับการสังเคราะห์แสง



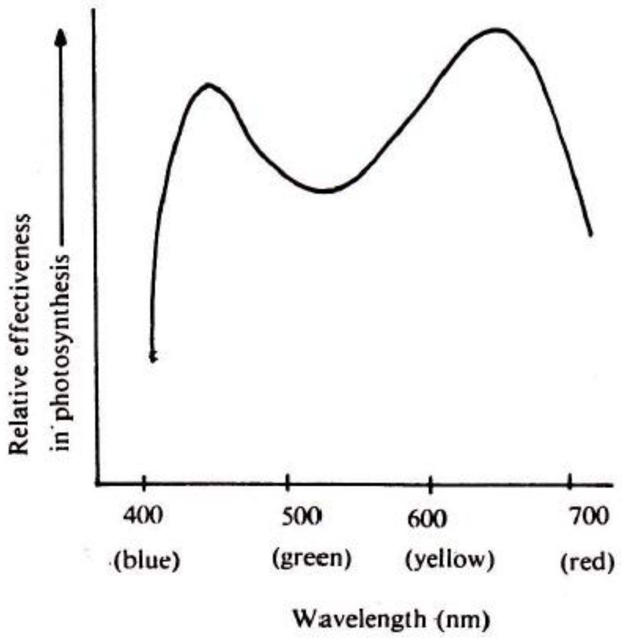
ภาพที่ 2.1 พลังงานโฟตอนจากแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ (Gardner et al., 1985 อ้างโดย เฉลิมพล, 2542)

แสงที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง

แสงส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช หรือต่อการสังเคราะห์แสงมีความยาวคลื่นแสงอยู่ระหว่างประมาณ 400-700 nm ซึ่งเป็นแสงที่สามารถมองเห็นด้วยตา ซึ่งประกอบด้วยแสงสีต่างๆ 6 สี คือ ม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และ แดง ซึ่งมีความแตกต่างกันในความยาวของคลื่นและให้พลังงานไม่เท่ากัน (ตาราง 2.2) แสงสีต่างๆ ดังกล่าวจะถูกดูดซับไว้โดย chlorophyll ของพืชไม่เท่ากัน หรือนัยหนึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงไม่เท่ากัน (ภาพที่ 2.2) แสงสีน้ำเงิน (ประมาณ 420 nm) และสีแดง (ประมาณ 670 nm) เป็นแสงที่พืชสามารถใช้ได้ดีที่สุด ส่วนแสงสีเขียว และแสงสีเหลือง พืชใช้ได้น้อยที่สุดทั้งนี้เนื่องจาก chlorophyll ดูดซับแสงได้ไม่เท่ากัน chlorophyll จะดูดซับสีเขียวและเหลืองได้น้อยที่สุด

ตารางที่ 2.2 แสงที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง (Woodward and Sheehy, 1983 อ้างโดย เฉลิมพล, 2542)

สีของแสง	ความยาวคลื่น (nm)	พลังงาน (J)
ม่วง	410	4.8×10^{-19}
น้ำเงิน	460	$4.3 \times 10_{-19}$
เขียว	520	3.8×10^{-19}
เหลือง	580	3.4×10^{-19}
ส้ม	620	3.2×10^{-19}
แดง	660	3.0×10^{-19}



ภาพที่ 2.2 อิทฺธิพลของแสงสีต่างๆ ที่มีต่อการสังเคราะห์แสง (เฉลิมพล, 2542)

ความต้องการแสงในการสังเคราะห์แสงของพืช

ถ้าเริ่มต้นจากที่พืชไม่ได้รับแสงเลยแล้วเพิ่มความเข้มแสงขึ้นเป็นลำดับอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความเข้มแสงถึงจุดหนึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงจะคงที่การเพิ่มความเข้มแสงมากไปกว่านี้ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ณ ความเข้มแสงจุดนี้เรียกว่าพืชอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation) จุดอิ่มตัวด้วยแสงของพืชแต่ละชนิดอาจแตกต่างกันไป พืช C4 เช่นข้าวโพด อ้อย ข้าวฟ่าง จะมีจุดอิ่มตัวด้วยแสงสูงกว่าพืช C3 เช่นข้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง โยพืช C4 มีจุดอิ่มตัวด้วยแสงที่ 50,000 ถึง 60,000 lux ในขณะที่พืช C3 มีจุดอิ่มตัวด้วยแสงในช่วง 20,000 ถึง 30,000 lux

พืชเมื่อได้รับแสงน้อยกว่าความต้องการ จะไปจำกัดการสะสมน้ำหนักแห้งชีวะมวล (Biomass) และการสร้างผลผลิต (Yield) ดังตัวอย่างการทดลองการจำกัดความเข้มแสงต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวโพดและถั่วเหลืองในตารางที่ 2.3 เมื่อพืชได้รับแสงลงการสะสมน้ำหนักแห้งจะลดลงเป็นลำดับ และการลดแสงลง 60% ทำให้น้ำหนักแห้งลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง

ตาราง 2.3 อิทธิพลของความเข้มแสงต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวโพดและถั่วเหลืองที่อายุ 40 วัน (เฉลิมพล 2542)

พืช	ไม่บังแสง	บังแสง 24%	บังแสง 60%
		น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัมต่อกระถาง)	
ข้าวโพด	264	254	142
ถั่วเหลือง	23	19	12
		น้ำหนักแห้งราก (กรัมต่อกระถาง)	
ข้าวโพด	26	19	11
ถั่วเหลือง	9	6	4

บทบาทของแสงต่อการออกดอกของพืช

เราอาจแบ่งระยะการเจริญเติบโตของพืชแบบคร่าวๆ ได้ 2 ระยะคือ การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative growth) เป็นการแผ่ขยายราก การสร้างต้นสร้างใบ เพื่อสังเคราะห์แสงปรุงอาหารสร้างชีวมวล และการเจริญเติบโตทางแพร่ขยายพันธุ์ (Reproductive growth) เริ่มจากการสร้างตาดอก สร้างละอองเกสร สร้างไข่ การผสมเกสรการปฏิสนธิ การติดเมล็ด การสะสมน้ำหนักเมล็ด ไปจนถึงการสุกแก่ เป็นการเจริญเพื่อสร้างเมล็ดอันเป็นหน่วยแพร่ขยายพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ของพืชดอก พืชหลายชนิดอาศัยความยาววัน หรือช่วงแสง เป็นตัวกระตุ้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจาก vegetative growth ไปเป็น reproductive growth ปรากฏการณ์ที่พืชใช้ความยาวเป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยนระยะการเจริญเติบโตจาก vegetative growth เป็น

reproductive growth นี้เรียกว่า photoperiodism โดยแบ่งพืชตามการตอบสนองต่อช่วงแสงเป็นสามกลุ่มดังนี้

1. พืชวันสั้น (Shot day plant)

หมายถึงพืชที่จะถูกกระต้นให้สร้างตาดอกได้ก็ต่อเมื่อความยาววันสั้นกว่าความยาววันวิกฤติ (critical daylength) ค่าความยาววันวิกฤตินี้จะมีค่าที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดแม้พืชชนิดเดียวกันก็มีค่าความยาววันวิกฤติต่างกันออกไป เช่นข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความยาววันวิกฤติ 11 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อความยาววันสั้นกว่าค่านี้เช่น 10 ชั่วโมงก็จะไปกระตุ้นการสร้างตาดอกได้

2. พืชวันยาว (Long day plant)

หมายถึง พืชที่จะถูกกระตุ้นให้สร้างตาดอกก็ต่อเมื่อความยาววันยาวกว่าความยาววันวิกฤติ (Critical daylength)

แต่อย่างไรก็ตามการที่พืชจะตอบสนองต่อความยาววัน (ช่วงแสง) ได้นั้นจะต้องมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบระยะหนึ่งก่อนการเติบโตในช่วงนี้เรียกว่า Basic vegetative phase (BVP) ในระยะนี้แม้พืชได้รับความยาววันที่เหมาะสมก็ไม่สามารถถูกกระตุ้นให้สร้างตาดอกได้เพราะต้องการการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในช่วงแรก ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีระยะ BVP 23 วัน ระยะที่พืชเริ่มตอบสนองต่อความยาววันเรียกว่า Photoperiod sensitive phase (PSP) เป็นระยะที่พืชตอบสนองต่อความยาววันเมื่อได้รับความยาววันที่เหมาะสมก็จะกระตุ้นให้สร้างตาดอก

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาววันกับการออกดอกของพืชหลายๆ ชนิดได้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ทั้งพืชวันสั้นและพืชวันยาว มีการตอบสนองต่อความยาววันแบ่งย่อยออกเป็นอีก 2 แบบคือ

แบบแรก Absolute response หมายความว่าหากความยาววันไม่เหมาะสมพืชในกลุ่มนี้จะไม่สามารถออกดอกได้เลย

แบบที่สอง Facultative response หมายความว่าถ้าความยาวของวันไม่เหมาะสมพืชก็ยังสามารถออกดอกได้แต่การออกดอกจะหล้าช้าและออกได้ไม่เต็มที่

3. พืชไม่ไวแสง Day neutral plant)

หมายถึงพืชที่การออกดอกไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาววัน แต่ขึ้นอยู่กับอายุของพืช

อุณหภูมิ

แนวทางในการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช

(ก) การทำความรู้จักลักษณะการสนองต่ออุณหภูมิในพืช

ด้วยการบ่งชี้จุดอ้างอิง 3 จุดสำหรับแต่ละขบวนการชีวภาพที่เกี่ยวข้องคือ

- อุณหภูมิต่ำสุดที่ขบวนการนั้นจะดำเนินไปได้ (minimum temperature, base temperature)
- อุณหภูมิสูงสุดที่ขบวนการนั้นจะดำเนินไปได้ (maximum temperature)
- อุณหภูมิที่ขบวนการนั้นจะดำเนินไปได้ในอัตราสูงสุด (optimum temperature)

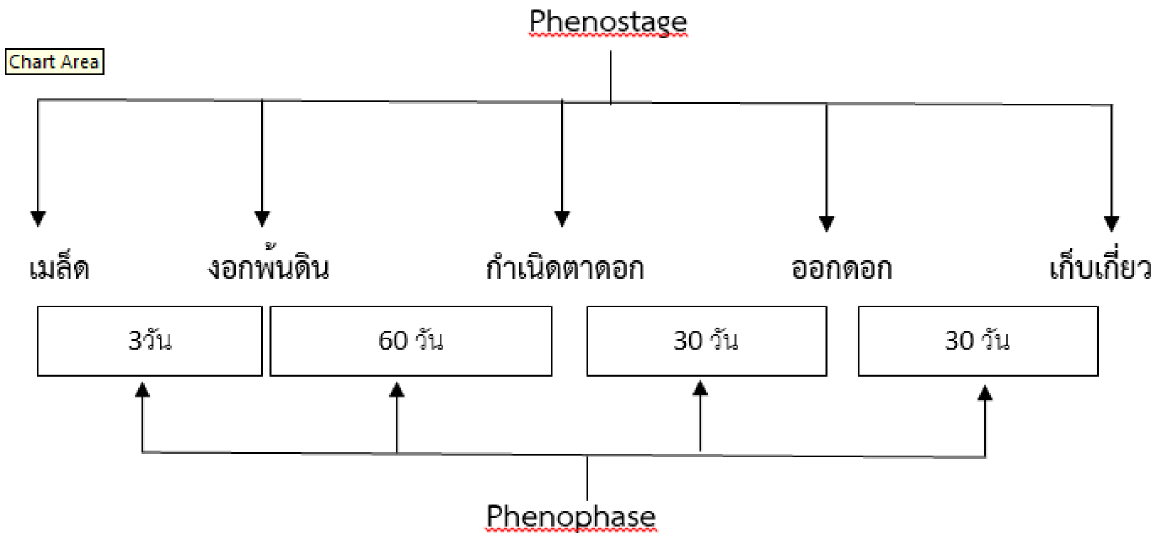
ในช่วงอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิต่ำสุด (Base temperature) และ optimum temperature ขบวนการทางชีวภาพต่างๆจะมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง optimum temperature และอุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ขบวนการทางชีวภาพต่างๆจะมีอัตราลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ข. ทำความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับอุณหภูมิสะสม (THERMAL UNIT หรือ Heat unit หรือ Growing degree day (GDD))

ก่อนอื่นต้องอธิบายความหมายของคำ 2 คำนี้

Phenostage คือจุดอ้าอิงระยะการเจริญเติบโตของพืชเช่น งอกพ้นดิน กำเนิดตาดอก ออกดอก เก็บเกี่ยว เป็นต้น (ภาพที่ 2.3)

Phenophase คือช่วงเวลาระหว่างแต่ละ phenosyage (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 phenophase และ phenostage

ศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องการเจริญเติบโตระยะพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า Phenology

มีพืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่การพัฒนาการแต่ละระยะขึ้นอยู่กับปริมาณอุณหภูมิสะสมที่พืชได้รับในแต่ละวัน หรืออาจกล่าวได้ว่า แต่ละ phenophase จะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศเพราะการเจริญจาก phenostage หนึ่งไปยังอีก phenostage หนึ่งต้องการอุณหภูมิสะสมที่คงที่ อุณหภูมิสะสมหาได้จาก

อุณหภูมิสะสม (GDD) = ∑ (อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน - base temperature)

GDD $=\sum[((T_{max} + T_{min})/2) - T_{base}]$

T_{max} = อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน

T_{min} = อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวัน

T_{base} = base temperatureเป็นค่าคงที่ของแต่ละพืช

ต.ย. การงอกของเมล็ดถั่วเหลือง (ตัวอย่าง base temperature และ thermal unit สำหรับการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ (ดูตารางที่ 1)

มีความต้องการอุณหภูมิสะสม 70.5 day degrees (ตัวเลขนี้ได้มาจากการทดลอง)

มี base temperature 9.9°C (ตัวเลขนี้ได้มาจากการทดลอง)

เมื่อเพาะในสภาพที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย16 °C ถั่วเหลืองจะสะสมอุณหภูมิได้วันละ 16-9.9 = 6.1 day degree

สำหรับการงอกต้องการ GDD 70.5 ℃

ดังนั้น 70.5/6.1 = 11.6

ต้องใช้เวลา 11.6 วันจึงสะสมได้ 70.5 day degrees จึงงอกสำเร็จ(ดูตารางที่ 1)

ที่อุณหภูมิ 25 °C ถั่วเหลืองจะสะสมอุณหภูมิได้วันละ 25-9.9 = 15.1 day degree

ดังนั้น 70.5/15.5 = 4.5

ต้องใช้เวลา 4.5วันจึงสะสมได้ 70.5 day degrees จึงงอกสำเร็จ (ดูตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 BASE TEMPERATURE และ GDD สำหรับการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ

ชนิดพืช	Base temperature (°C)	GDD ที่ต้องการ (℃)	จำนวนวันถึงงอก ที่อุณหภูมิ 16°C	25°C
ถั่วเหลือง	9.9	70.5	11.6	4.5
ถั่วลิสง	13.3	76.3	28.3	6.5
ถั่วเขียว	10.8	49.6	9.5	3.5

การศึกษาเรื่องอุณหภูมิสะสมนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายอายุการเก็บเกี่ยวของพืชปลูกเพื่อการวางแผนเพาะปลูกให้มีประสิทธิภาพ แต่ทั้งนี้ต้องการข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่แม่นยำด้วย

ความชื้น

ความชื้นในอากาศ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสภาพแวดล้อมต่างๆ และน้ำในสภาพแวดล้อมเหล่านั้นจะอยู่ใน 3 สถานะด้วยกันคือ ไอน้ำ ของเหลว และน้ำแข็ง ไอน้ำนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของบรรยากาศซึ่งอยู่ระหว่าง 0.01 – 5 % โดยปริมาตร น้ำในบรรยากาศมีบทบาทสำคัญในการดูดซับแสงคลื่นยาว ส่วนน้ำในรูปของเหลวและน้ำแข็ง ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศที่สูงขึ้นไปมีบทบาทต่อการฟุ้งกระจาย สะท้อน และการดูดซับแสงในวัฏจักรของน้ำบนพื้นโลกจะมีขั้นตอนที่ผ่านบรรยากาศคือ การระเหยของน้ำกลายเป็นไอ ไอน้ำใน

บรรยากาศเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก็จะกลั่นตัวควบแน่นกลายเป็นของเหลวตกลงมาเป็นฝน หรือเมื่อกระทบกับอุณหภูมิที่ต่ำมากในบรรยากาศก็กลายเป็นน้ำแข็งตกลงมาเป็นลูกเห็บ

ไอน้ำหรือความชื้นในอากาศอาจอธิบายได้หลายลักษณะ แต่ที่นิยมใช้อธิบายถึงความชื้นในบรรยากาศกันมากและรู้จักกันดีคือ ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ Relative humidity, RH

หมายถึงปริมาณไอน้ำในอากาศขณะนั้นเปรียบเทียบกับปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรองรับได้ (ถึงจุดอิ่มตัว) รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์

ยกตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อากาศ 1 ลูกบาตรเมตร รองรับไอน้ำได้สูงสุด 30.3 กรัม แต่ในขณะนั้นอากาศ 1 ลูกบาตรเมตรมีไอน้ำอยู่เพียง 20 กรัม จากข้อมูลนี้สามารถหาความชื้นสัมพัทธ์ได้โดย

ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) = 100 x (ปริมาณไอน้ำในอากาศขณะนั้น/ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรองรับได้)

= 100 x (20/30.3)

= 66 %

ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารรองรับได้นั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะนั้นๆ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรองรับได้ในอุณหภูมิอากาศต่างๆกัน

อุณหภูมิอากาศ (°C)	ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรองรับได้ (g/m^{-1})
0	4.8452
10	9.3902
15	12.8122
20	17.2724
25	23.0111
30	30.3212
35	39.5383
40	51.0509
45	65.2722
50	82.7282

ที่มา : http://www.tanapolvanich.com

ปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัว

แหล่งปลูกพืชไร่ในส่วนต่างๆ ของโลกยังต้องอาศัยน้ำฝนที่ตกในพื้นที่นั้น และผลผลิตได้มักจะได้รับความเสียหายจากการขาดน้ำมากกว่าจากน้ำท่วม และมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ได้รับผลกระทบจากแสงและอุณหภูมิ การผลิตพืชไร่ในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยน้ำฝน ดังนั้นการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจึงขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของฝน เมื่อพิจารณาน้ำฝนทั้งหมดที่ตกในรอบปีอาจไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญเพราะมีปริมาณมากพอแก่ความต้องการของพืชตลอดทั้งปี เพียงแต่ว่าปริมาณที่ตกทั้งหมดนั้นมีการกระจายตัวไม่ดี มีการตกเพียงช่วงฤดูหนึ่งหรือช่วงเวลาที่จำกัด ทำให้ไม่สามรถเพาะปลูกได้ทั้งปี และในช่วงที่ฝนตกนั้นก็มีปริมาณมากเกินไปทำให้ไหลบ่าสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ และบางครั้งยังท่วมขังทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย ด้วยเหตุผลเหล่านี้การกระจายตัวของฝนเป็นปัจจัยกำหนดการเพาะปลูกมากกว่าปริมาณฝนโดยรวมตลอดทั้งปี

วิธีการสอนและกิจกรรม	บรรยายโดยให้นักศึกษามีส่วนร่วมถามตอบ	
สื่อการสอน	หนังสืออ้างอิง	1
	เอกสารประกอบ	เอกสารประกอบการสอน รายวิชา สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่
	วัสดุโสตทัศน์	Power point
งานที่มอบหมาย	การบ้าน ตอบคำถามต่อไปนี้ 1. แสงสีใดที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงมากที่สุด 2. อธิบายลักษณะที่การเจริญเติบโตตอบสนองต่ออุณหภูมิแบบ Growing degree day	
การวัดผล	ซัก ถาม-ตอบ ข้อสอบ	
หมายเหตุ		