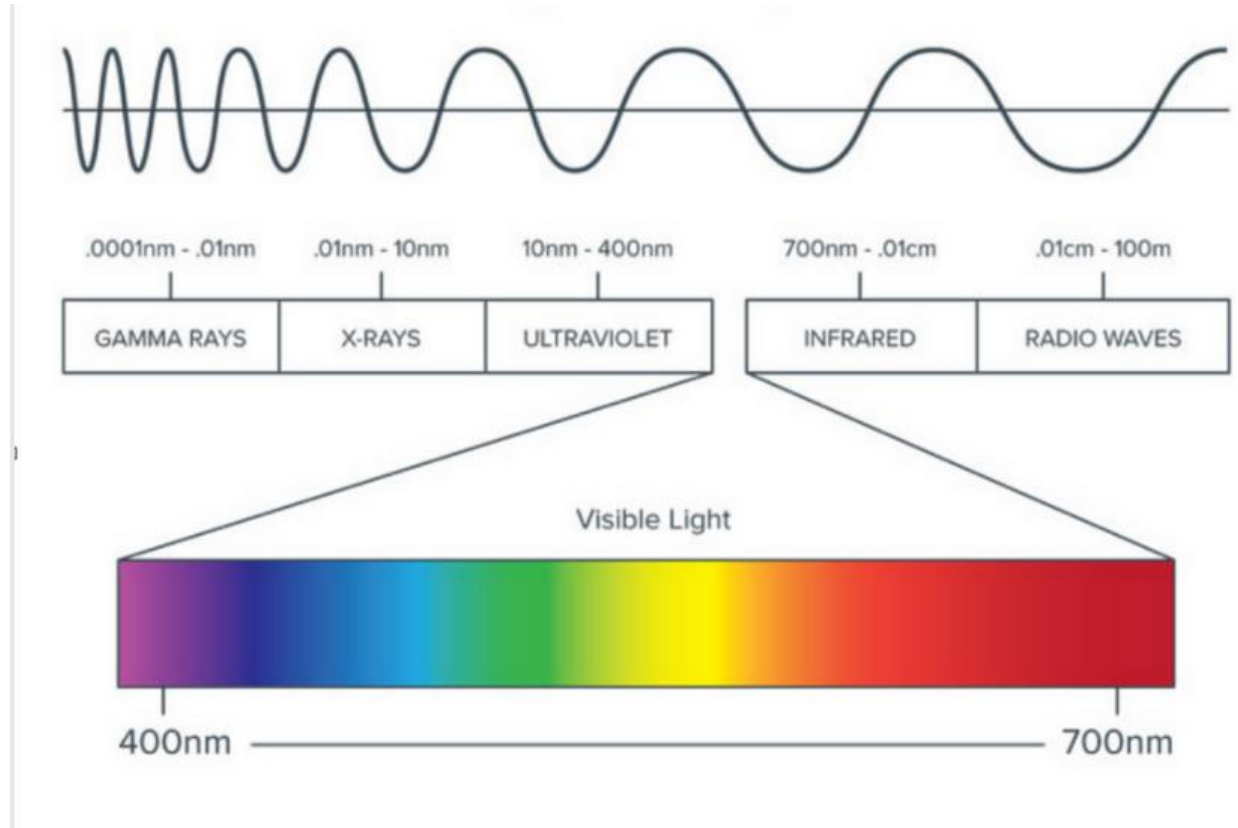


การจัดการแสงที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ปลูกพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ปลูกพืชเรือนกระจก (Greenhouse farming) และผู้ปลูกพืชในร่ม (Indoor Farming) ทุกอย่าง ความเข้มของแสงธรรมชาติอาจผันผวนตลอดทั้งวันและเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลตามธรรมชาติที่เราไม่สามารถจัดการได้ แล้วเราควรทำอย่างไรดีล่ะเพื่อให้มั่นใจว่าพืชของเราได้รับแสงที่ต้องการในการเจริญเติบโตอย่างพอเพียงตลอดทั้งปี กลยุทธ์หนึ่งที่มีประสิทธิภาพคือการจัดการ **Daily Light Integral (DLI)** แล้วทำไม DLI จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช SL เราจะอธิบายอย่างละเอียดในลำดับถัดไป

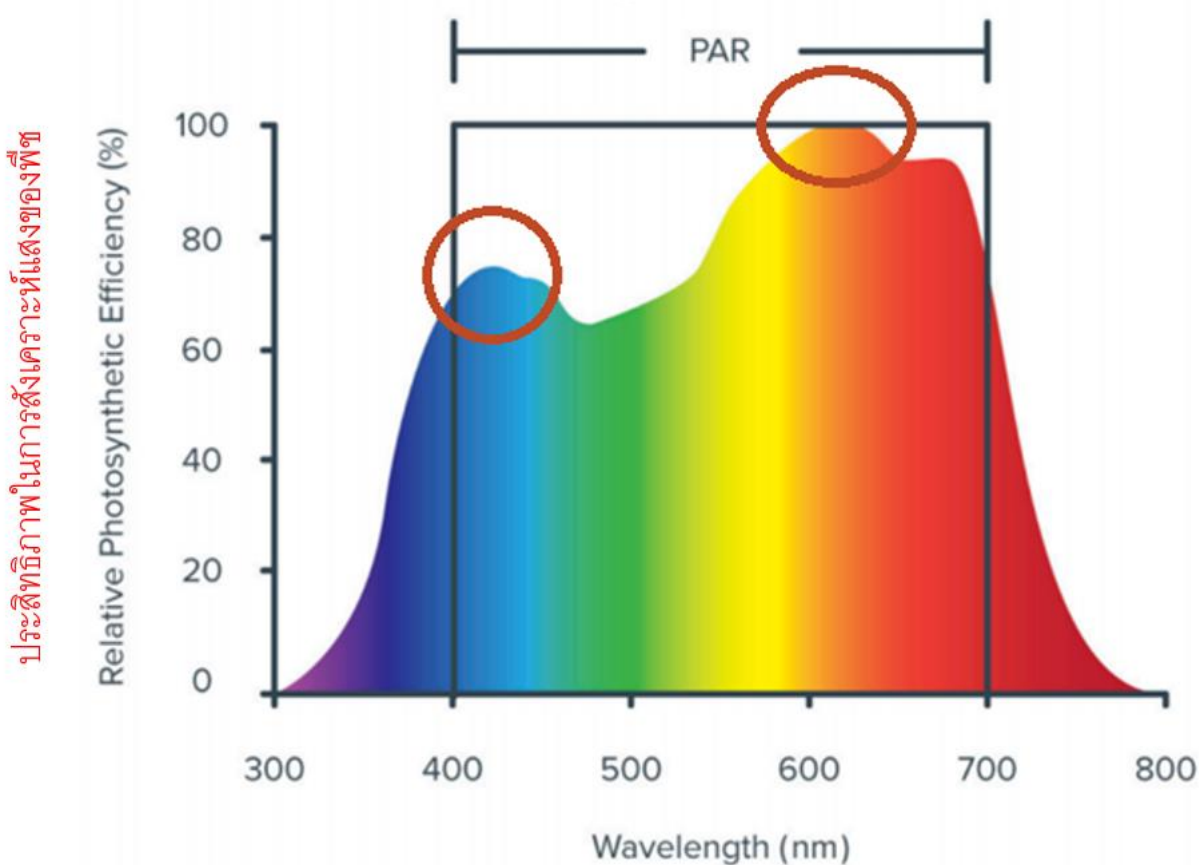
แสงคืออะไร (What is light)

แสงเป็นพลังงานอย่างหนึ่ง หากใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เราสามารถตรวจจับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดเล็กมากนี้ได้ และเราเรียกอนุภาคเล็กๆนี้ว่าโฟตอนแสง และเนื่องจากความยาวคลื่นแสงส่วนใหญ่ไม่อยู่ในช่วงที่สายตามนุษย์จะมองเห็นได้ หรือพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ บทความนี้ SL เราจึงขอกล่าวถึงช่วงคลื่นแสงเฉพาะส่วนที่มองเห็นได้ของสเปกตรัม ซึ่งก็คือช่วงสเปกตรัมความยาวคลื่นระหว่าง 400 นาโนเมตรถึง 700 นาโนเมตร หรือที่เรียกว่า **visible light** (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 The electromagnetic spectrum

แสงที่ตกอยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่ใช้งานได้ระหว่าง 400 - 700 นาโนเมตรจึงนิยมเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า Photosynthetically Active Radiation (PAR) หรือช่วงแสงที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ช่วงแสง 400-700 nm หรือที่เรียกว่า ช่วง Photosynthetically Active Radiation (PAR)

หากพิจารณายอดเขาสีน้ำเงิน (blue peak) และสีแดง (red peak) ของกราฟนี้สะท้อนให้เห็นสิ่งที่น่าสนใจคือ พืชจะดูดใช้งานแสงในส่วนสีน้ำเงินและสีแดงของสเปกตรัมไปใช้งานได้ดีกว่าสีเขียวและสีเหลือง พืชไม่ค่อยใช้แสงสีเขียว ดังนั้นแสงที่สะท้อนออกจากพืชส่วนใหญ่เป็นจึงเป็นสีเขียว และนั่นคือเหตุผลที่ทำให้เรามองเห็นพืชเป็นสีเขียวนั่นเอง

แล้วเราสามารถวัดความเข้มของแสงได้อย่างไร (How should light intensity be measured?)

เราสามารถวัดความเข้มของแสงได้โดยการนับจำนวนโฟตอนที่ตกลงสู่พื้นบนพื้นที่ผิวที่กำหนด และสิ่งสำคัญมากที่เราขอคำแนะนำสำหรับบทความนี้คือ เรากำลังพูดถึงแสงที่เหมาะสมกับการปลูกพืช ดังนั้นช่วงแสงที่เราต้องการวัดนั้นคือ ช่วง PAR

อย่างที่เคยมียกกันมาแล้วในบทความอื่นของ SL LED คือเราสามารถวัดความเข้มแสงในหน่วยอื่นเช่น foot candles และ ลูเมน (lumen) แต่การวัดเหล่านี้ไม่ได้ช่วยในแง่ของการกำหนดคุณภาพแสงสำหรับพืช การวัดลูเมนที่ใช้กันนั้นเป็นการวัดความสว่างของหลอดไฟทั่วไปที่ใช้กันกับมนุษย์เป็นหลัก เช่น หลอด bulb หลอด T8 โคมไฟ floodlight โคมไฟ highbay ทั่วๆไป ซึ่งการวัดลูเมนนั้นจะรวมไปถึงปริมาณแสงในช่วงเขียวและสีเหลืองของสเปกตรัมด้วย ไม่ได้สนใจเฉพาะสีน้ำเงินและสีแดงที่สำคัญต่อพืช การวัดค่าลูเมนนี้จึงมีความเหมาะสมต่อสายตากการใช้งานของมนุษย์ แต่อาจไม่เพียงพอต่อพืช พืชจะตอบสนองต่อช่วงคลื่นสีน้ำเงินและแดงได้มากกว่าสีเหลือง

ตัวอย่างเช่น หากเรานำโคมไฟ LED GROW LIGHT 2 โคม มาเปรียบเทียบกันดังตัวอย่างข้างล่าง

โคม LED GROW LIGHT #1	โคม LED GROW LIGHT #2
<ul style="list-style-type: none"> - มีค่าลูเมน ที่ 1500 ลูเมน - หรือ ค่า LUX ที่ 500 LUX <p>มีแสงในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินมาก</p>	<ul style="list-style-type: none"> - มีค่าลูเมน ที่ 2500 ลูเมน - หรือ ค่า LUX ที่ 800 LUX <p>มีแสงในช่วงคลื่นแสงสีเหลืองมาก</p>

แน่นอนว่า เราต้องให้โคม LED GROW LIGHT # 2 ชนอย่างไสสะอาด แต่สำหรับพืชแล้วเราอาจใช้สิ่งที่ตาเราเห็นมาตัดสินไม่ได้เลย

ข้อควรระวัง: จากที่กล่าวข้างต้นนี้คือเหตุผลหลักที่คุณต้องปรับเปลี่ยนความเชื่อใหม่ว่า คุณสามารถตัดสินความสว่างของไฟ GROW LIGHT ได้ด้วยตาของตนเอง ด้วยเหตุผล 2 ข้อคือ

1. ข้อแรกที่เราเพิ่งพูดถึงไปคือ ดวงตามนุษย์ของเราไม่ไวต่อ PAR แบบเต็มช่วง ดังนั้นแสงที่มีแสงสีน้ำเงินและสีแดงมากนั้นจะไม่ดูสว่างกว่าในสายตาคุณนัก เพราะสายตามนุษย์ไม่ตอบสนองช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีแดง
2. ข้อถัดมาคือรูม่านตาของมนุษย์ปิดและเปิดอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้แสงเข้าตาในปริมาณที่เหมาะสม ทันทีที่คุณละสายตาจากแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งไปยังอีกแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง รูม่านตาของคุณจะเปลี่ยน และคุณจะสามารถสูญเสียจุดอ้างอิงระหว่างแหล่งแสงที่หนึ่งและสองทันที นั่นเป็นเหตุผลที่ว่าเราไม่ควรมั่นใจในความคิดของเรามากนัก เพราะความคิดอาจไม่ใช่ข้อเท็จจริงทั้งหมดเนื่องด้วยคนเรามีข้อจำกัดอยู่นั่นเอง

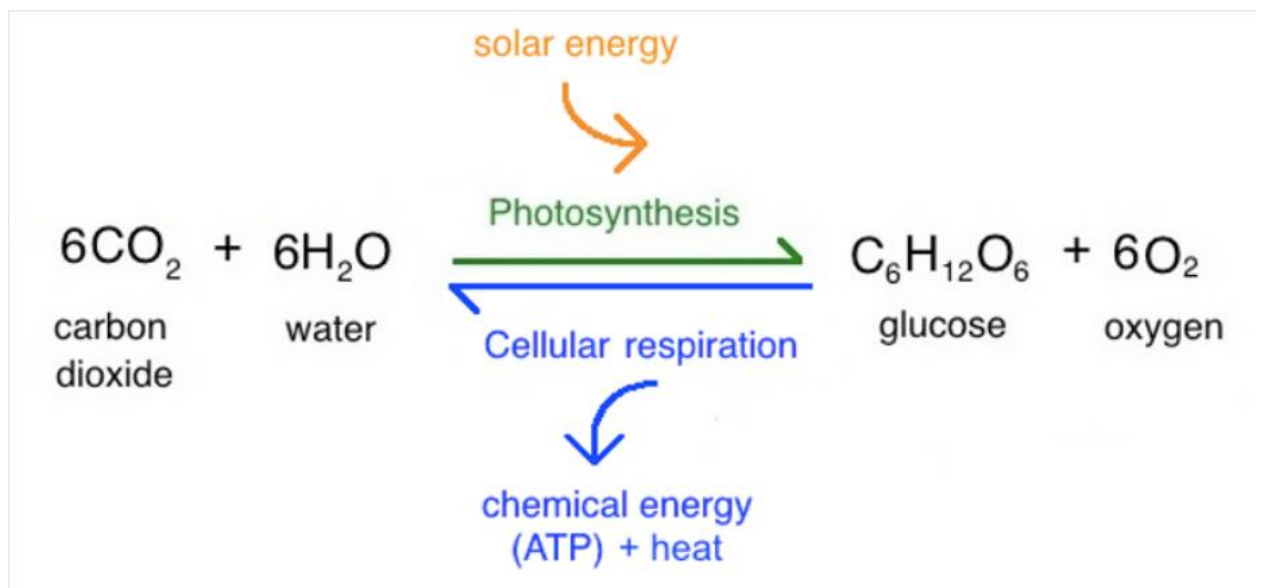
ดังนั้นแล้วเราควรจะวัดความเข้มแสงที่เหมาะสมกับพืชได้อย่างไร?

ด้วยอุปกรณ์เรียกว่า quantum flux sensor และออกแบบมาเพื่อนับจำนวนโฟตอนที่ตกลงบนพื้นผิวในแต่ละวินาที เครื่องวัดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อวัดค่า PAR แบบเต็มช่วง ดังนั้นจึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับจุดประสงค์ของเรา เมื่อนำเครื่อง quantum flux sensor นี้ไปวางใต้แหล่งกำเนิดแสงใดๆ เครื่องจะเริ่มวัดอัตราโฟตอนที่กระทบพื้นผิว sensor

ค่าที่อ่านได้ μmol ของโฟตอน / ตร.ม / วินาที ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) เราเรียกกาวัดเหล่านี้ว่า **Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD)** หรือที่เรียกว่าความเข้มแสงตกกระทบ การอ่านค่าความเข้มแสงตกกระทบโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 200 ถึง 2000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

แล้วความเข้มแสงเท่าไรที่พืชต้องการ (What intensity of light do plants need?)

เราจะพยายามวัดความเข้มแสงไปทำไมกันหากเราไม่ทราบว่าพืชของเราต้องการแสงมากน้อยเพียงใด พืชใช้แสงในการขับเคลื่อนกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นพลังงานรูปแบบที่พืชนำไปใช้ได้ ปฏิกิริยาหลักของการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อธิบายไว้ด้านล่าง

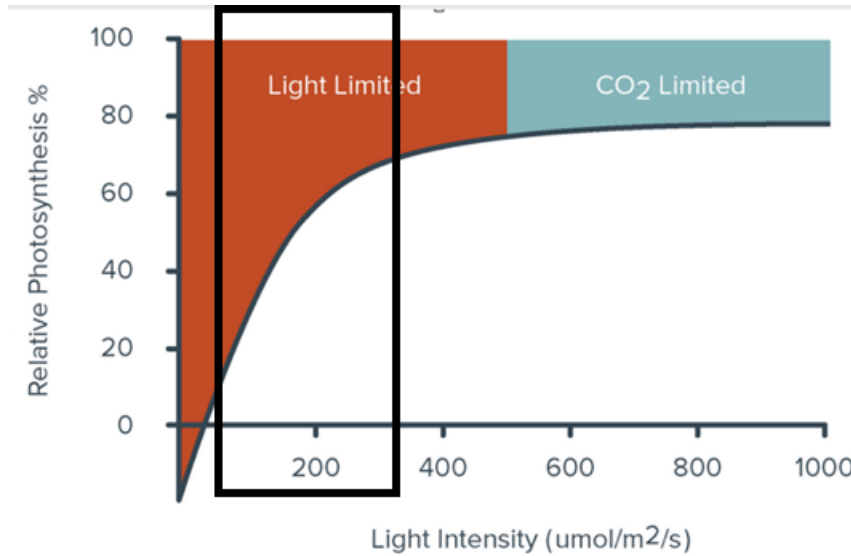


รูปที่ 3 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงที่เปลี่ยนน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลและออกซิเจนที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืช

ดังนั้นหากเราต้องการช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เราต้องเพิ่มแสงเข้าไปช่วยอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ในระดับไหนล่ะถึงจะพอ

กราฟด้านล่างแสดงความสัมพันธ์ เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นบนแกน X เส้นบนกราฟจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในตอนแรก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตามสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตาม อัตราการสังเคราะห์แสง

เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงต้นเท่านั้น หลังจากนั้นแม้เราจะเพิ่มแสงสว่างเข้าไปอีก การเจริญเติบโตของพืชก็จะไม่มากเท่าไรนัก ทำให้เราเห็นว่า เราแค่ต้องเพิ่มแสงสว่างให้เพียงพอเพียงให้เกิดการเติบโตในช่วงหนึ่งเท่านั้น



ตอนนี้ผู้ปลูกพืชคงมีคำถามในใจว่า PPFD ในช่วงไหนที่พืชสามารถใช้ได้ดีที่สุด จากข้อมูลสถิติต่างๆ ช่วงที่ดีสำหรับช่วงเพาะเมล็ดคือ 150 - 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ และระดับที่ดีสำหรับการเพาะต้นอ่อนคือ 300-600 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ และมากกว่า 600 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ สำหรับการออกดอกและออกผล

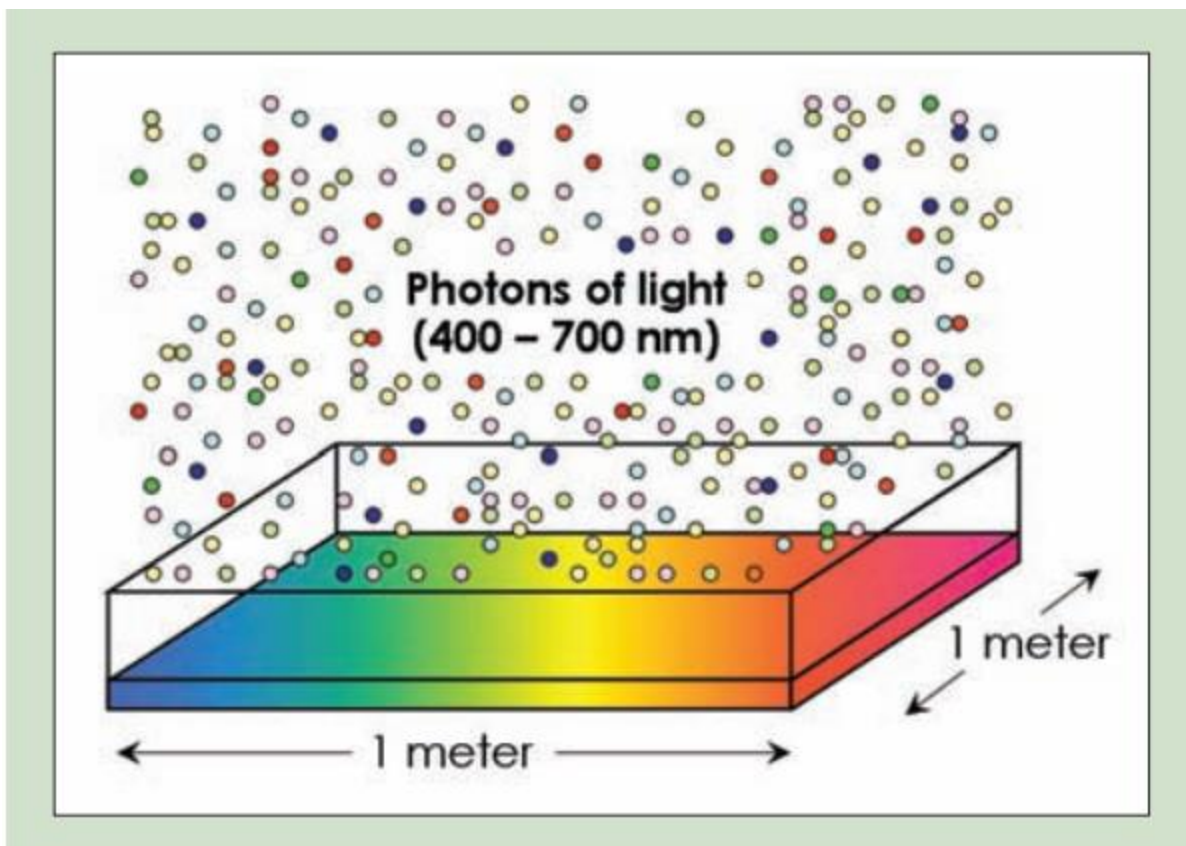
RECOMMENDED PPFD ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)				
Species	Establishment		Vegetative	Reproductive
	Seed	Vegetative Cutting		
Cannabis	100-300	75-150	300-600	600+
Tomatoes	150-350	75-150	350-600	600+
Cucumbers	100-300	--	300-600	600+
Peppers	150-350	--	300-600	600+

Daily light integral (DLI)

ด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับ PPFD ตามที่กล่าวมาแล้ว คุณสามารถมอง DLI ว่าเป็นการสะสมของ PPFD ตลอดทั้งวัน นั่นเอง DLI คือปริมาณ PAR ที่ตกลงบนพื้นผิวดารางเมตรตลอด 24 ชั่วโมง วัดเป็นโมล (1 mole = 1,000,000 μmol)

- PPFD มีหน่วยเป็น $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- DLI มีหน่วยเป็น $\text{mol}/\text{m}^2/\text{day}$
- ดังนั้นเราอาจหาค่าความสัมพันธ์ของ PPFD – DLI ได้จาก
 - o $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (PPFD) x (3600 x จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสง) / 1,000,000 = DLI (moles/ m^2/day)

DLI สูงสุดที่เราอาจได้รับคือประมาณ $60 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ที่เกิดขึ้นในวันฟ้าโปร่งไม่มีเมฆบังและมีช่วงกลางวันยาว DLI ต่ำสุดที่อาจเกิดขึ้น คือน้อยกว่า $5 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ในวันที่ฟ้าปิดมีเมฆมากและช่วงกลางวันสั้น นอกจากนั้นโครงสร้างและวัสดุกระจกของเรือนกระจกจะมีส่วนลดการส่องผ่านของแสงไปอีก 35-50% และสิ่งกีดขวางอื่นๆ เช่น ท่อลม ท่อพ่นน้ำ ตะกร้าแขวนพืชต่างๆภายในเรือนกระจกก็จะลด DLI ลงไปอีก ดังนั้น DLI เฉลี่ยภายในเรือนกระจกก็จะน้อยกว่า DLI กลางแจ้งภายนอกเรือนกระจกอีกด้วย



DLI And Plant Growing

ตอนนี้คงมีคำถามในใจว่า แล้วค่า DLI ที่เท่าไรถึงจะเหมาะสมเพียงพอต่อการปลูกพืช ตั้งแต่ช่วงเพาะไปจนถึงช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ คำตอบคือขึ้นอยู่กับพืชผลนั้นๆ พืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการแสงที่ไม่เท่ากัน

Crop type	Target DLI ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)
Vegetative cuttings (liners) — early	4-6
Vegetative cuttings (liners) — late	6-10
Seedlings (plugs) — early	6-10
Seedlings (plugs) — late	10-15
Shade plants (annuals and perennials)	6-10
Foliage plants	6-10
Potted bulbs	6-15
Stock plants (for cuttings)	10-20
Annual bedding plants	10+
Leafy greens and herbs	12+
Potted flowering plants	12+
Herbaceous perennials	12+
Shrubs	12+
Cut flowers	15+
Fruiting vegetables	15+

แต่ DLI ขั้นต่ำที่ **greenhouse** ทั่วไปควรทำได้อคือ คือ $10-12 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ โดยทั่วไปคุณภาพของพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อ DLI เฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อ DLI เพิ่มขึ้น การแตกกิ่ง (branching) การหยั่งราก (rooting) ความหนาของลำต้น และออกดอกก็จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการควบคุม DLI ที่เหมาะสมก็จะสามารถช่วยให้ผู้ปลูกได้ผลผลิตที่ดีขึ้นได้เป็นอย่างมาก ผู้ปลูกควรที่จะเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติให้ถึงพืชผลให้ได้มากที่สุด เช่น ควรเอาสิ่งกีดขวางต่างๆออกให้ได้มากที่สุด หมั่นเช็ดกระจกให้แดดส่องได้มากที่สุด และลดจำนวนตะกร้าแขวนเหนือศีรษะ หรือผู้ปลูกสามารถเพิ่ม DLI ได้ด้วยการเสริม LED Grow Light ให้กับ **greenhouse** ของคุณ ซึ่งทำให้ผู้ปลูกควบคุมค่า DLI ได้ทั้งความเข้มแสงและจำนวนชั่วโมงที่ต้องการให้มีความสว่าง

สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม LED Grow Light ได้ที่ 02 348 0524 หรือ line official @SL