บทที่ 2

การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของป่าดิบเขา

ป่าดิบเขา (montan forest) เป็นป่าไม่ผลัดใบชนิดหนึ่งซึ่งพบอยู่ในที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 900 เมตรขึ้นไป มีปริมาณฝนตกรายปีประมาณ 1500 - 2000 มิลลิเมตร พรรณไม้ที่สำคัญได้แก่ไม้ตระกูลก่อ (Fagaceae) พรรณไม้ที่รองลงมาได้แก่ เหมือด มณฑา ทะโล้ สำหรับไม้พื้นล่างที่พบมักเป็นพวกเฟิร์น กล้วยไม้ดิน มอส กุหลาบป่า (เทียม คมกฤส, 2515)

Willium (1965) ได้แบ่งป่าดิบเขาในประเทศไทยออกเป็น 2 ประเภท คือ lower montane forest มีระดับความสูง 950 - 1400 เมตร เช่น ป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พรรณไม้เด่นที่พบคือพวก oak (Quercus) อีกประเภทหนึ่งคือ upper montane forest ส่วนมากพบอยู่ทางภาคเหนือของประเทศบริเวณพื้นที่ลาดชันและภูเขาสูง เช่น ป่าดอยสุเทพ อินทนนท์ ประกอบด้วยพรรณไม้ oak และ chestnut

จากการศึกษาของชุมพล งามผ่องใส (2521) พบว่าป่าดิบเขาหรือป่าดิบเขาบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่ มีพรรณไม้ทั้งสิ้น 159 ชนิด ไม่รวมพืชน้ำอีก 21 ชนิดและพรรณไม้ที่มีมากที่สุดคือ ไม้ตระกูลก่อ รองลงมาเป็นพวกไม้ทะโล้ อรุณ เหลียววนวัฒน์ (2525) พบว่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของป่าดิบเขา ดอยปุย ที่ระดับความสูง 1100 เมตร มีค่าประมาณ 67 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ในขณะที่ Bunyavejchewin (1979) ศึกษาพื้นที่หน้าตัดของป่าดิบเขาบริเวณลุ่มน้ำพอง พบว่ามีค่าประมาณ 35.04 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ส่วนค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้นบริเวณป่าดิบเขา ดอยปุย มีค่าเฉลี่ย 164.87 ตันต่อเฮกแตร์ (อรุณ เหลียววนวัฒน์, 2525)

ความสำคัญของป่าดิบเขาอีกประการหนึ่งนอกจากมีผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary production) ค่อนข้างสูงดังที่กล่าวในข้างต้นแล้ว จากการศึกษาของ TDRI (1989) กล่าวไว้ว่าปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าดิบในประเทศไทยในปี 2532 สูงถึง 1,974 ล้านตัน ในขณะที่ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าชายเลน เท่ากับ 830, 571 และ 77 ล้านตัน ตามลำดับ ป่าดิบเขาหรือป่าดิบเขาซึ่งจัดว่าเป็นป่าดิบชนิดหนึ่งจึงมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูงเช่นกัน

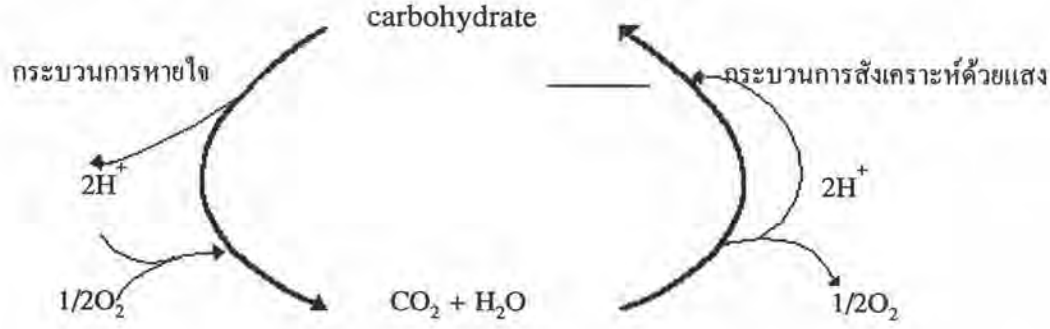
การสังเคราะห์ด้วยแสงของไม้ยืนต้น

การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้แก่คาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน ส่วนวัตถุดิบคือกาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีแสงและคลอโรฟิลด์เป็นตัวร่วมที่สำคัญ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสะสมพลังงานอย่างหนึ่ง ซึ่งพลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีสะสมอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรต นอกจากสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตแล้วกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงยังมีส่วนสำคัญในการผลิตให้กาซออกซิเจนแก่บรรยากาศ (Bidwell, 1979)

ปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นปฏิกริยารีดอกซ์ (Beadle et.al, 1985) ซึ่งปฏิกริยาโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสงคือ

$$nCO_2 + 2nH_2O + \text{light} \longrightarrow (CH_2O)n + nO_2 + nH_2O$$

สารจำพวกคาร์โบไฮเดรตที่ได้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ (respiration) ต่อไป (Salisbury and Ross, 1991) โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกระบวนการหายใจเป็นดังนี้



ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงขั้นแรกจะเป็นปฏิกริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction) เพื่อใช้ในการแตกตัวของน้ำในกระบวนการเคลื่อนย้ายอิเลกตรอน (electron transport) หรือ Hill reaction ส่วนขั้นที่สองจะเป็นปฏิกริยาที่ไม่ใช้แสง (dark reaction) เป็นปฏิกริยาที่จะเปลี่ยนคาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรตโดยใช้เอนไซม์ต่างๆ (Bidwell, 1979)

ในเวลากลางวันขณะที่พืชดูดซับกาซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น พืชก็ต้องปลดปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลจากการหายใจออกมาด้วย ส่วนในเวลากลางคืน พืชปกติไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงปลดปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลจากการหายใจแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะมีแสงจึงจัดเป็นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (net photosynthesis) (รวี เสรษฐภักดี และคณะ, 2538)

Raghavendra (1991) เสนอว่าการศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของไม้ยืนต้นมีน้อย และยังไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องจากมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดใหญ่ทำให้ยากแก่การเก็บและวัดตัวอย่าง นอกจากนี้การศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงในพื้นที่ป่ามีความยากลำบากมากกว่าในเรือนทดลอง อีกประการหนึ่งคือพรรณไม้ในป่ามีความผันแปรในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยทางด้านการสังเคราะห์ด้วยแสงของไม้ยืนต้นเท่าที่สามารถรวบรวมได้มีดังนี้

Wong และ Dunin (1987) ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของยูคาลิปตัส (Eucalyptus spp.) ในป่าบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของนิวเซาท์เวล พบว่าเมื่อความเข้มแสงสูงสุดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงบริเวณเรือนยอดมีค่าเท่ากับ 28 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$

Davis, Arkebauer, Norman และ Brandle (1987) ศึกษาความสัมพันธ์ของ Internal CO_2 concentration และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้น green ash (Fraxinus pennsylvanica Marsh.) ที่มีอายุ 5 ปี วัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้เครื่อง portable photosynthesis system (LICOR 6200) พบว่า Internal CO_2 concentration และ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

Ishizuka และ Puangchit (1995) ศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพันธุ์ไม้ในป่าเขตร้อนชื้น (Tropical Monsoon Forest) จังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้เครื่อง Portable gas analysis system LCA-4 วัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นสัก (Tectona grandis), กระท่อมหมู (Mitragyna brunonis), แดง (Xylia kerrii), มะค่าโมง (Afzelia xylocarpa), คูณ (Cassia fistula), ซ้อ (Gmelina arborea) และไผ่ผากมัน (Gigantochloa hasskariana) พบว่าไม้แดง สัก และกระท่อมหมู จะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในช่วงเช้า (9.30-12.00 น.) สูงกว่าในช่วงบ่าย (13.00-15.30 น.) โดยอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีปริมาณแสงเพิ่มมากขึ้น และเริ่มคงที่เมื่อถึงจุดอิ่มตัว เมื่อเปรียบเทียบการสังเคราะห์ด้วยแสงของไม้ทั้ง 7 ชนิด โดยพิจารณาเฉพาะในช่วง 9.30-12.00 น. พบว่าไม้กระท่อมหมู จะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงในช่วงเวลาดังกล่าวสูงกว่าไม้ชนิดอื่นๆ

รวี เสรษฐภักดี และคณะ (2538) ทำการศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของไม้ยืนต้นและไม้ดอกไม้ประดับบริเวณที่มีมลสารทางอากาศสูงในกรุงเทพมหานคร พบว่าพืชกลุ่มไม้ยืนต้นที่มีค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงที่สุด คือไม้เสม็ดแดง เท่ากับ 15.7 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ส่วนพิกุล สักทอง และกระดังงาไทย มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับ 10.4, 9.1 และ 8.8

μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มไม้ดอกคือดาวเรือง มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงถึง 24.7 μmol m^{-2} s^{-1} และในต้นชบาเท่ากับ 14.6 μmol m^{-2} s^{-1}

Rundel และคณะ (1995) ได้ศึกษาการตอบสนองการสังเคราะห์ด้วยแสง ของไม้ตะเคียนหิน (Hopea ferrea) ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าตะเคียนหินมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 6.4 μmol m^{-2} s^{-1} ที่ความเข้มแสง 700 μmol m^{-2} s^{-1}

Puangchit (1995) ศึกษาการแลกเปลี่ยนกาซของพรรณไม้ 5 ชนิด ในเขตร้อน คือ ยางนา (Dipterocarpus alatus), ยางแดง (D. turbinatus), พะยอม (Shorea floribunda), มะค่าแต้ (Sindora siamensis) และ แดง (Xylia xylocarpa var. kerri) โดยใช้เครื่องมือ portable photosynthesis system (LICOR 6200) พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและค่าความนำของปากใบ (stomatal conductance) จะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาเช้า 8.00-10.00 น. โดยอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น และเริ่มลดลงในช่วงเที่ยงวัน นอกจากนี้ได้เสนอว่าการที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงในขณะที่ความเข้มแสงเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำมากเกินไป ปากใบจึงปิดด้วยเหตุนี้ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง

Eamus, Duff และ Berryman (1995) ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของ Eucalyptus tetrodonta พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพปกติอยู่ระหว่าง 15.86 ± 0.48 μmol m^{-2} s^{-1} แต่เมื่อวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพที่มีกาซคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ระหว่าง 24.3 ± 0.85 μmol m^{-2} s^{-1}

การที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมีค่าต่างๆ กันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ ปัจจัยภายในและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัจจัยภายใน

1.1 ชนิดของพืช

พืชชนิดต่างๆ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่างกัน เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน (Salisbury and Ross, 1991) นอกจากนี้ความแตกต่างระหว่างพืชที่เป็น C_3 C_4 และ CAM ยังทำให้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงต่างกันด้วย กล่าวคือในพืช C_3 จะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดประมาณ 1.1 ถึง 2.9 มิลลิกรัม CO_2 ต่อตารางเมตร ส่วนพืช C_4

และ CAM โดยทั่วไปอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะอยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 1.1 และน้อยกว่า 0.4 มิลลิกรัม CO_2 ต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Beadle et. al, 1985)

1.2 อายุของใบ

อายุของใบมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากใบที่มีอายุน้อยจะมีพื้นที่ผิวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) ต่ำ การสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุของใบเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งและลดลงเมื่อใบอายุมากขึ้น

1.3 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของใบ

ผลของการจัดเรียงตัวของใบที่มีต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง คือใบที่ได้รับแสงเต็มที่ (sun leaf) มักจะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าใบที่อยู่ในที่ร่ม (shade leaf) นอกจากนี้โครงสร้างของใบในส่วนของการจัดเรียงและความหนาของเซลชั้นพาลิเสด (palisade cell) ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบก็มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเช่นกัน

1.4 การเปิด - ปิดของปากใบ

เนื่องจากกาซต่างๆ จะผ่านเข้าไปสู่พืชทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ทำให้การเปิด - ปิด ปากใบมีส่วนสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งการเปิด - ปิด ปากใบเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เช่น สภาวะที่ลมพัดแรง ปากใบจะปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ทำให้กาซผ่านเข้าไปได้น้อยลง อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลง

2. <u>ปัจจัยเนื่องจากสภาพแวดล้อม</u>

2.1 แสง แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

2.1.1 ความเข้มแสง

ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงสูงหรือต่ำกว่าปริมาณที่ต้องการจะทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ระดับความเข้มแสงที่มากที่สุดที่ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นเรียกว่า จุดอิ่มตัวของแสง (light saturation point) (Salisbury and Ross, 1991)

Takayoshi Koike (1986) ได้ศึกษาจุดอิ่มตัวของแสงในพืช 4 ชนิด คือ <u>Quercus mongolica</u> , <u>Betula platyphylla</u> , <u>Acer mono</u> และ <u>Fraxinus lanuginosa</u> พบว่าจุดอิ่มตัวแสงของพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากัน แต่พืชทั้ง 4 ชนิดมีแนวโน้มที่จะเป็นพืชประเภท shading plant

เหมือนกัน กล่าวคือช่วงแรกที่ได้รับแสงมีอัตราการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าพืชที่เป็น sunny plant และเมื่อปริมาณแสงสูงขึ้นกลับมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงในขณะที่ sunny plant มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้นเรื่อยๆ

จิตต์ คงแสงไชย (2534) ทำการศึกษาในโกงกางใบเล็กพบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะสูงสุดที่ความเข้มของแสงมากกว่า 600 μmol m^{-2} s^{-1} แต่จะลดลงเมื่อความเข้มแสงมากกว่า 1800 μmol m^{-2} s^{-1}

2.1.2 ความยาวช่วงแสง

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความยาวของช่วงวันเมื่อสภาพแวดล้อมอื่นๆ คงที่ (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2538)

2.1.3 คุณภาพของแสง

แสงที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetically active radiation , PAR) มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400 ถึง 700 นาโนเมตร ความเข้มแสง 400 ถึง 500 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงมีค่าสูงสุดในช่วงบ่าย เนื่องจาก PAR ค่อนข้างสูง (Salisbury and Ross, 1991) Wong และ Dennin (1987) พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของยูคา-ลิปตัสมีค่าสูงสุดเวลา 10.00 - 12.00 น.

2.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง (Kawashima, 1980) Kramer และ Kozloski (1960) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงตลอดจนกระบวนการหายใจและกระบวนการคายน้ำ จากการศึกษาของ ลดาวัลย์ พวงจิตร (2534) พบว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้าไม้กระถินเทพามีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะเริ่มคงที่หรือลดลงเล็กน้อยและในสภาพธรรมชาติกระถินเทพาไม่อาจมีการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงเต็มประสิทธิภาพได้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปเป็นปัจจัยจำกัด

2.3 ความชื้นในดินหรือปริมาณน้ำในดิน

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชั้นสูงเกือบทั้งหมด ถูกจำกัดด้วยระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avialable water) พืชในเขตป่าดิบชื้นมีผลผลิตขั้นปฐมภูมิประมาณ 2,200 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี ในขณะที่พืชเขตทะเลทรายประมาณ 90 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี (Salisbury and Ross, 1991)

Ushijima และ Tazaki (1978) รายงานว่าสภาวะขาดน้ำทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดต่ำลง โดยทำการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและอัตราการคายน้ำในรอบวันของข้าวโพด ทานตะวัน และหม่อน ภายใต้ field condition พบว่าปริมาณน้ำในดินลดลงมากที่สุดในฤดูร้อน ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทั้ง 3 ชนิดลดลง และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดเกิดขึ้นในเวลาเช้ากว่าในเดือนอื่นๆ

จากการศึกษาในโกงกางใบเล็กของ จิตต์ คงแสงไชย (2534) พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในช่วงฤดูฝนมีมากกว่าในฤดูแล้ง การที่ความชื้นในดินมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเนื่องจากถ้าความชื้นในดินต่ำทำให้ค่าพลังงานน้ำในพืชมีค่าเป็นลบสูงมาก การขยายตัวของเซลจึงถูกจำกัด นอกจากนี้ปากใบจะปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำอันเนื่องมาจากการคายน้ำ มีผลให้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าไปในใบได้น้อยลง อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลง

2.4 กาซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide, CO_2)

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว พืชจะไม่เพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอีก (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2538)

2.5 ธาตุอาหารในดิน (mineral and nutrient)

ปริมาณธาตุอาหารมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อม กล่าวคือธาตุบางชนิดเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น แมกนีเซียม ไนโตรเจน หรือบางชนิดจำเป็นต่อกระบวนการแตกตัวของน้ำในปฏิกริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง ถ้าขาดธาตุเหล่านี้จะทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง

ประสิทธิภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carboxylation efficiency)

ปฏิกิริยาคาร์บอกซิเลชัน (carboxylation reaction) เป็นปฏิกิริยาที่รับคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ คือการรวมตัวของคาร์บอนไดออกไซด์กับ Ribulose Diphosphate ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 5 อะตอม กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์,2538) ดังนั้นประสิทธิภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ จึงหมายถึงอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่รอบๆ ปากใบ (stomata) (Bidwell, 1979)

ปริมาณน้ำในดิน (soil water content)

ปริมาณน้ำในดินจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำฝน คุณสมบัติของดิน การไหลบ่า (run off) การคายระเหย (evapotranspiration) ตลอดจนลักษณะทางธรณีของพื้นที่และสภาพภูมิประเทศ (Lutz and Chandler, 1957) ซึ่งการเก็บน้ำของดินจะเก็บได้ 3 ลักษณะ คือ

1. เป็นส่วนประกอบของแร่ธาตุในดินในรูป chemical - combine water

2. เป็นส่วนที่ห่อหุ้มผิวหน้าเม็ดดินในรูปของน้ำที่เป็น film หรือ coat

3. ส่วนของน้ำที่ถูกเก็บไว้ตามช่องว่างในดิน (pore) น้ำในดินส่วนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด

Hewlett และ Futter (1969) ได้เสนอว่าน้ำในดินจะมี 3 ลักษณะด้วยกัน กล่าวคือ

1. hygroscopic water เป็นน้ำที่อยู่ในดินหลังจากที่ผึ่งดินให้แห้งโดยอากาศ(air dry)

2. capillary water เป็นน้ำในดินที่จะถูกกำจัดออกไปโดยวิธีทำ air dry หรือด้วย plant absorption เป็นน้ำที่สามารถเคลื่อนที่ในดินได้อยู่ในลักษณะของ film หรือใน micropore ซึ่งเป็นน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3. gravitational water น้ำในดินที่ถูกระบายออกด้วยแรงดึงดูดของโลกอยู่ในระหว่าง micropore

สมพร ไชยจรัส และเกษม จันทร์แก้ว (2516) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่ พบว่าปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำในดิน กล่าวคือ ในปริมาณน้ำฝนทั้งหมดเฉลี่ยตลอดปี 2,097.25 มิลลิเมตร ทำให้ดินมีความชื้นเฉลี่ยทั้งปีสูงถึง 2,548.375 มิลลิเมตร นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นเดิมในดินขึ้นอยู่กับอิทธิพลของคุณสมบัติของเนื้อดินและสภาพภูมิประเทศ เช่น การที่เนื้อหยาบของเม็ดดินจะเก็บน้ำได้น้อยกว่าดินเนื้อละเอียด หรือการที่พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงทำให้น้ำไหลใต้ผิวดิน ไหลสู่ที่ต่ำได้ดี เป็นต้น อย่างไรก็ดีผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าระดับความชื้นป่าดิบเขาไม่แตกต่างกันมากนัก

ปริมาณน้ำในดินมีความสัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เนื่องจากพืชได้รับน้ำจากดินผ่านทางขนราก (root hair) เพื่ออาศัยอิออนที่ได้จากการแตกตัวของน้ำเป็นตัวเคลื่อนย้ายอิเลกตรอนในขั้นตอนปฏิกิริยาใช้แสงของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำจากดินเคลื่อนที่สู่รากได้เกิดจากความแตกต่างของค่าพลังงานน้ำระหว่างรากและพลังงานน้ำในดิน โดยที่น้ำจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีค่าพลังงานน้ำสูงไปยังที่ที่มีค่าพลังงานน้ำต่ำเสมอ เมื่อดินมีปริมาณน้ำที่สูงพอทำให้ค่าพลังงานน้ำในดินสูงกว่าในราก ดังนั้นน้ำจึงเคลื่อนที่เข้าสู่รากเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไปได้ ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณน้ำในดินมีน้อยมีผลให้ค่าพลังงานน้ำใน

ดินต่ำลงไปด้วย รากจึงไม่สามารถนำน้ำจากดินมาใช้ได้และใบพืชต้องปรับตัวโดยปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งปากใบเป็นทางผ่านเข้าออกของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อปากใบปิดพืชจึงมีวัตถุดิบที่จะใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยลงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลงด้วย (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2538)

ปริมาณน้ำในดินในป่าเขตต่างๆ มีผลรวมไปถึงผลผลิตขั้นปฐมภูมิเช่นกัน ดังจะเห็นได้ว่าพืชในเขตป่าดิบชื้นมีผลผลิตขั้นปฐมภูมิประมาณ 2,200 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี ในขณะที่พืชเขตทะเลทรายมีเพียงประมาณ 90 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี (Salisbury and Ross, 1991)