บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ผักโขมเมล็ด (Grain Amaranth)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Amaranth* spp.

Family : *Amaranthaceae*

Genus : *Amaranthus* (*A.*)

Speceis : มีมากกว่า 60 ชนิด

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ขจรศรี และคณะ (2533) รายงานว่าผักโขมจัดเป็นพืชวันสั้น เป็นพืชผักที่ปลูกและขึ้นเองตามธรรมชาติอยู่ทั่วไปในเขตร้อนของโลก และสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพที่มีอากาศหนาวเย็น ซึ่งมีถิ่นกำเนิดเป็นพืชพื้นเมืองในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย แอฟริกาและออสเตรเลีย ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบถิ่นกำเนิดได้อย่างแน่นอน เพราะบรรพบุรุษของผักโขม ดังเดิมเป็นวัชพืชที่ขึ้นอยู่ทั่วไปในเขตร้อน ผักโขมเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ง่ายให้ผลผลิตสูง เจริญเติบโตเร็ว ทนต่อสภาพกึ่งแห้งแล้ง และดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์

ผักโขมที่ใช้ในการผลิตเมล็ดปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด

1. *A. hypochondriacus* มีแหล่งกำเนิดอยู่ในแถบทิศเหนือของประเทศเม็กซิโก ซึ่งจัดว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง
2. *A. cruentus* มีแหล่งกำเนิดในแถบประเทศเม็กซิโก
3. *A. caudatus* มีแหล่งกำเนิดในแถบทวีปอเมริกาใต้ และประเทศเปรู อาร์เจนตินา และโบลีเวีย

ผักโขมเป็นพืชล้มลุกอายุสั้นประมาณ 2-4 เดือน หรือเมื่อออกดอกติดเมล็ดแล้วก็จะค่อยๆ เหี่ยวแห้งตาย หรือเรียกว่าพืชที่มีอายุปีเดียว ลำต้น ตั้งตรงแตกกิ่งมาก ความสูงประมาณ 1 เมตร ลำต้นเป็นเหลี่ยมหรือกลมมีร่องละเอียดตามความยาวของลำต้นผิวเรียบ การเกาะติดของใบบนกิ่งแบบสลับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปไข่ หรือรูปไข่แกมใบหอกกว้าง ขนาดประมาณ 7.00 x 4.00 เซนติเมตรปลายใบแหลมโคนสอบแคบ ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบยาวประมาณ 7.00 เซนติเมตร และมีหนามแหลมยาว 2 อันที่โคนก้านใบ ดอก ออกเป็นช่อแบบช่อเชิงลด หรือเป็นช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่ง ซอกใบ ซอกกิ่ง ดอกย่อยมีขนาดเล็ก กลีบดอกเป็นเหมือนกาบปลายแหลมสีขาวและสีเขียวขนาดเล็ก เมล็ดของผักโขมมีขนาดเล็กมาก เล็กกว่าเมล็ดข้าวฟ่าง มีลักษณะรูปร่างกลม (lenticular shape) เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.00–1.50 มิลลิเมตร มีน้ำหนักประมาณ 0.60-1.00 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด เมล็ดผักโขมมีต้นและรากอ่อน (embryo or germ) อยู่ส่วนบนของเมล็ดแตกต่างไปจากธัญญพืชชนิดอื่นทั่วไป โดยธัญญพืชจะสะสมอาหารไว้ในส่วนที่เรียกว่า endosperm และส่วนของต้นและรากอ่อนจะอยู่ส่วนปลาย ด้านใดด้านหนึ่งของ endosperm แต่ผักโขมสะสมอาหารในส่วนต้นอ่อนและรากอ่อนจะติดอยู่หลวมๆ ล้อมรอบ perisperm และส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) จะเป็นเยื่อบางๆ ประกอบด้วยสารสีต่างๆ (Pigment) ทำให้เมล็ดมีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ โดยทั่วไป ต้นอ่อน รากอ่อน และเปลือกหุ้มเมล็ดนี้สามารถแยกออกจาก perisperm ได้ง่าย โดยวิธีการโม่ (milling)

การเจริญเติบโตของผักโขมเมล็ด

การเจริญเติบโตของผักโขมเมล็ด (Amaranth) สามารถแยกออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth)

- ระยะต้นกล้า (seedling stage) นับจากเมล็ดผักโขมเมล็ดเริ่มงอก จนถึงประมาณ 20 วัน การสร้างใบจริงคู่แรก (simple leaves) และใบรวม (compound leaves) ตามลำดับ

2. การเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) เริ่มจากผักโขมเมล็ดเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน จนถึงโผล่ช่อดอกและผสมเกสร

3.การพัฒนาการของเมล็ด (grain development) ได้แก่ระยะภายหลังการผสมเกสร อาหารที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสงจะถูกสะสมในเมล็ดเป็นลำดับ ซึ่งในระยะนี้เมล็ดที่โตเต็มที่เมล็ดจะมีเปลือกสีน้ำตาล ซึ่งสีเปลือกจะขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ผักโขมเมล็ด ถ้าเปลือกผักโขมเมล็ดเป็นสีน้ำตาลหมด ก็สามารถเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

คุณค่าทางโภชนาการของผักโขม

จันทนี (2539) รายงานว่าผักโขมมีคุณค่าทางโภชนาการ คล้ายคลึงกับผักชนิดอื่นๆ แต่เนื่องจากมีมวลแห้ง (biomass) สูง ในน้ำหนักสดที่เท่ากันผักโขมจะให้ธาตุอาหารมากกว่าผักชนิดอื่นๆ 2-3 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรตีน (Protein) ผักโขมเมล็ดมีโปรตีนประมาณ 12-18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าในเมล็ดธัญญพืชทั่วๆไป แต่ถ้าโม่และแยกส่วนของรำออกจากส่วนของแป้งแล้ว จะได้รำของเมล็ดที่มีโปรตีนสูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนจากเมล็ดยังประกอบไปด้วยไลซีน (lysine) สูงกว่า 2 เท่าของไลซีนที่ได้จากโปรตีนของข้าวสาลีและจะมีปริมาณของไลซีนเท่ากับที่ได้รับจากเครื่องดื่มไมโล (NAS, 1984) ซึ่งโปรตีนของผักโขมเมล็ดจะช่วยส่งเสริมสารไลซีนให้กับธัญญพืชอื่นๆที่มีไลซีนอยู่น้อยได้เป็นอย่างดี

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เมล็ดผักโขมมีคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบหลักคือแป้ง (starch) อยู่ประมาณ 48-69 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเมล็ด เมล็ดแห้งมีขนาดเล็กมาก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-3 ไมครอน ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในการทำแป้งฝุ่น แป้งทาหน้า และแป้งปัดขนมปัง (dusting flour) ได้เป็นอย่างเป็นดีนอกจากนี้ยังใช้เป็นสารให้ความหนืดในขนมพุดดิ้ง หรือใช้เป็นส่วนประกอบในน้ำยารีดผ้าเรียบได้

ไขมัน (Fat) เมล็ดผักโขมมีไขมันประมาณ 5.4-17 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันในเมล็ดผักโขมพันธุ์ *A. cruentus* มีสีอ่อนและเหมาะในการบริโภคเพราะมีส่วนประกอบของไขมันคล้ายๆกับไขมันจากเมล็ดข้าวโพดและฝ้าย ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat) ที่มีปริมาณสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในไขมันจะมี squalene ประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติแล้ว squalene จะพบในพืชเพียงไม่กี่ชนิด และมีในปริมาณที่น้อยมากส่วนใหญ่สกัดได้จากตับปลาฉลามจึงหาได้ยากและมีราคาแพง สารชนิดนี้โดยทั่วไปใช้เป็นองค์ประกอบในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอางค์ และสารหล่อลื่นสำหรับแผ่นดิสก์ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์

แร่ธาตุ (Minerals) เมล็ดผักโขมมีแร่ธาตุต่างๆอยู่ในปริมาณที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับแร่ธาตุจากเมล็ดข้าวสาลี โดยพบว่ามีแคลเซียมและเหล็กสูงกว่าถึง 2 และ 4 เท่าตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแป้งจากเมล็ดผักโขมกับแป้งจากข้าวสาลี พบว่ามีปริมาณของธาตุแคลเซียม เหล็กและสังกะสี สูงกว่าจากแป้งข้าวสาลีถึง 3-4 เท่า

กรดอะมิโน (Amino acids) กรดอะมิโนเป็นสารประกอบอินทรีย์ และเป็นหน่วยย่อยที่สุดที่ประกอบกันขึ้นในโมเลกุลของโปรตีน ซึ่งโปรตีนจัดได้ว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุดเนื่องจากในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนแต่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ ในโมเลกุลของโปรตีนกรดอะมิโนจะเรียงตัวต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (peptide bond) ซึ่งอาจประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนหนึ่งชนิดหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับโครงสร้างและชนิดของโปรตีนนั้น ๆ กรดอะมิโนประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นหลัก อาจมีธาตุชนิดอื่นร่วมด้วย เช่น กำมะถัน (Sulfur) ในอาหารทั่วไปจะพบกรดอะมิโนประมาณ 20 ชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยอาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณกรดอะมิโนที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้น ๆ (นิธิยา, 2545; วีนัส และคณะ, 2545 และ รัชฎา, 2544)

เมล็ดผักโขมสามารถใช้ปรุงทำเป็นอาหารได้มากมาย เช่น แป้งทำเป็นขนมปัง แพนเค้ก คุกกี้ ขนมปังกรอบ เมล็ดที่คั่วแล้วสามารถใช้ผสมกับเมล็ดธัญญพืชอื่นๆเป็นอาหารเช้าได้

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช ขึ้นอยู่กับ ศักยภาพของพันธุ์และปัจจัยสภาพแวดล้อม การสะสมน้ำหนักแห้ง (dry weight accumulation) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการเจริญและพัฒนาของพืช น้ำหนักแห้งของพืชทั้งต้น เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงถึงร้อยละ 90-92 ส่วนที่เหลือเป็นแร่ธาตุต่างๆ ที่พืชดูดมาจากดินและปุ๋ยที่ใส่ (เฉลิมพล, 2540)

น้ำหนักแห้งของต้นพืชเป็นผลผลิตที่พืชสร้างขึ้น จากขบวนการสังเคราะห์แสง ปริมาณสารสังเคราะห์ที่พืชสร้างขึ้นมาจะถูกนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตสร้างอวัยวะต่างๆ เช่น ใบ ลำต้น ซึ่งบางส่วนจะถูกเก็บไว้และเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมล็ด (Yoshida, 1972) การวิเคราะห์การเจริญเติบโตเป็นวิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงที่วัดออกมาในรูปผลผลิตของน้ำหนักแห้งที่ได้จากการเก็บตัวอย่างของพืชทุกๆระยะของการเจริญเติบโตแล้วนำมาเขียนเป็นกราฟร่วมกับเวลา ก็จะได้รูปร่างของเส้นกราฟเป็นรูปตัว s (Gardner *et al.* , 1985) ซึ่งสามารถใช้แบ่งระยะของการเจริญเติบโตของพืชออกได้เป็น 3 ระยะ คือ

1. Expansion phase เป็นระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต โดยจะอยู่ในช่วงของการงอกไปจนถึงต้นพืชมีอายุได้ประมาณ 20 วัน พืชจะมีการขยายตัวและเจริญเติบโตในช่วงนี้เร็วมาก โดยมีอัตราการเพิ่มหรือการขยายตัวเป็นสองเท่า ในระยะนี้ใบพืชจะยังอ่อนอยู่ ซึ่งจะต้องการสารสังเคราะห์จากแหล่งอื่นๆ เช่น ลำต้น ราก เพื่อการสร้างตัวใบ แต่เมื่ออายุได้ประมาณ 35-40 วัน ใบจะสามารถสร้างสารสังเคราะห์ได้เอง และก็จะเริ่มถ่ายเทสารสังเคราะห์ให้แก่อวัยวะส่วนอื่นๆได้

2. Linear phase เป็นระยะที่พืชมีอัตราของการเจริญเติบโตสูงที่สุด มีการสร้างใบปกคลุมได้เต็มพื้นที่ (100% ground cover) ซึ่งจะสามารถรับแสงได้มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และจะมีพื้นที่ใบมากที่สุดและในระยะนี้เองเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดของการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีการถ่ายเทสารสังเคราะห์สูงสุด มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด ตลอดจนมีความสามารถที่จะถ่ายเทสารสังเคราะห์หรือน้ำหนักแห้งไปยังส่วนเจริญอื่นๆ หรือส่วนที่จะสร้างเป็นผลผลิตได้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. Maturity phase การเจริญเติบโตช่วงนี้จะได้เส้นกราฟที่คงที่ ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อพืชเจริญถึงระยะเก็บเกี่ยว และตายไปก็จะสิ้นสุดของเส้น plateau (เส้นคงที่) พืชจะมีน้ำหนักแห้งลดลง อัตราของการเจริญเติบโตจะลดต่ำลง ใบจะเริ่มเหลืองและร่วงหล่นไป เนื่องจากการสูญเสียไปของสารสังเคราะห์ เมื่อใบเริ่มร่วงหล่น ก็จะมีผลทำให้ดัชนีของพื้นที่ใบ (LAI) ลดต่ำลงไปด้วย เนื่องจากในระยะนี้ใบจะแก่ และมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงน้อยลงการเจริญเติบโตในช่วงนี้พืชจะเริ่มมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ด (pod and seed filling) ซึ่งจะมีผลทำให้เส้นกราฟในช่วงนี้ลดระดับลงไป เนื่องจากมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์จากใบไปสู่ฝักและเมล็ดมากขึ้น

การเจริญเติบโตของพืชส่วนมากเป็นลักษณะ S-shaped curve (Milthrop and Moorby, 1974) และความแตกต่างระหว่างจุดภายในเส้นกราฟในช่วงเป็น linear growth phase นั้น สามารถนำมาคำนวณหาค่า Crop Growth Rate (CGR) ได้ซึ่งหลักการนี้สามารถที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโตของพืช (Growth analysis) โดยทั่วไปแล้ว ถ้าพืชมีการสะสมน้ำหนักแห้งที่ส่วนเจริญเติบโตมาก พืชชนิดนั้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูง และในขณะเดียวกันถ้าพืชชนิดนั้นมีน้ำหนักเมล็ดน้อย ก็แสดงว่ามีการถ่ายเทสารสังเคราะห์เข้าสู่ส่วนเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้การถ่ายเทสารสังเคราะห์ที่เหลืออยู่ไปสู่เมล็ดน้อยลง (จักรี, 2528 ; Duncan *et al*., 1978) Sueep *et al*., (1979) พบว่าในสภาวะมีน้ำขังและแสงที่เหมาะสม ข้าวสาลีมี CGR 16 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในถั่วเหลืองมี CGR 8.8-14.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งในบางพันธุ์จะมีค่า CGR สูงถึง 17.20 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในข้าวมี CGR ประมาณ 30-36 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Yoshida and Cock, 1971) สำหรับถั่วลิสงมี CGR ประมาณ 19.10 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Duncan *et al*., 1978) จากการศึกษาของจักรี (2528) พบว่า CGR ของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ ใกล้เคียงกัน แต่ Pod Growth Rate (PGR) มีค่าแตกต่างกัน ในพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจะมี PGR สูงกว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ ด้วยสาเหตุดังกล่าวในการพิจารณาศักยภาพการผลิตของพันธุ์จึงต้องอาศัยประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่ฝักหรือสู่เมล็ดด้วย

พื้นที่ใบกับการเจริญเติบโต

พื้นที่ใบเป็นส่วนตัวที่สำคัญในการสร้างสารอาหารจากขบวนการสังเคราะห์แสง การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบ จึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตของพืช พื้นที่ใบจึงผลต่ออัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของพืช ซึ่งพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์จะมีพื้นที่ใบแตกต่างกันและให้ผลผลิตไม่เท่ากัน โดยพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม (Hunt, 1978) พื้นที่ใบยังมีความสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางบวกกับน้ำหนักแห้ง และผลผลิตต่อต้น (ดำเนินและเฉลิมพล, 2539; Fujita *et al*., 1995) และ CGR (Montajos and Maggalhaes, 1971) ค่าของในถั่วเขียว LAI จะลดลงเมื่อมีการขาดน้ำมากขึ้น (สมชายและคณะ, 2537) Pandey *et al*., (1984) รายงานว่า ในพืชตระกูลถั่วจะหลีกเลี่ยงการขาดน้ำโดยการลดพื้นที่ใบเพื่อการลดการคายน้ำลง โดยดัชนีพื้นที่ใบนี้ เป็นวิธีที่สำคัญในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่บ่งชี้กลไกการทำงาน ของการสังเคราะห์แสงของพืช ที่ทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ ระหว่างพืชกับสิ่งแวดล้อม (Goudriaan and Vanlaar, 1994; Waggoner and Berger, 1987) ซึ่งการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ นี้ก็เป็นประโยชน์ที่ใช้วิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชได้ (Redford, 1967; Hunt, 1978; Yusuf *et al*., 1999) ความสัมพันธ์ของดัชนีพื้นที่ใบเป็นไปได้หลายลักษณะมีความสัมพันธ์แบบ Critical LAI ซึ่งพบในถั่วเหลือง เมื่อพื้นมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดแล้วเมื่อเพิ่มค่าดัชนีพื้นที่ใบให้สูงขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะยังคงที่ต่อไปในระยะเวลาหนึ่ง และความสัมพันธ์แบบ Optimum LAI พบในข้าวโพดและข้าวสาลี เมื่อพืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อเพิ่มค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงขึ้นอีก อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง (เฉลิมพล, 2542) ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมแตกต่างกัน

Net Assimilation Rate (NAR), Leaf Area Ratio (LAR) และ Specific Leaf Weight (SLW)

Net Assimilation Rate (NAR) เป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยของพื้นที่ใบ ซึ่งจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบพืชแต่ละใบ ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของพืช พืชจะมีค่า NAR สูงมาก เนื่องจากพืชยังมีใบน้อยจึงไม่มีการบังแสงกัน แต่ค่า NAR นี้จะลดลงเป็นลำดับตามอายุของพืช เนื่องจากพืชมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นก่อให้เกิดการบังแสงระหว่างใบมากขึ้น

Leaf Area Ratio (LAR) เป็นอัตราของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของพืช ค่า LAR นี้จะบ่งบอกถึงความมีใบมาก หรือใบน้อย พืชที่มีค่า LAR สูงจะมีการเจริญหรืออัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงด้วย

Specific Leaf Weight (SLW) เป็นดัชนีบ่งบอกถึงลักษณะการเรียงตัว หรือความหนาแน่นของใบต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักใบ หรือ เป็นการบ่งบอกถึงความหนาบาง และความหนาแน่นของใบที่มีผลต่อการกระจายและการส่องผ่านของแสงในทรงพุ่มของพืช

การศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตและการถ่ายเทสารสังเคราะห์

อัตราการเจริญเติบโตของพืช (crop growth rate) เป็นอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชต่อหน่วยของพื้นที่ ที่พืชนั้นขึ้นอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง Mc Cloud (1974) ได้ใช้วิธีวิเคราะห์การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เจริญเติบโต โดยการหาน้ำหนักแห้งของพืชที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ พบว่าถ้าหากมีน้ำหนักแห้งสะสมอยู่ ในส่วนเจริญเติบโตมากก็สามารถวิเคราะห์ได้ว่าพืชชนิดนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตสูงถ้าพืชชนิดเดียวกันนั้นมีน้ำหนักแห้งในส่วนที่เป็นผลผลิต เช่น เมล็ดหรือฝักน้อย ก็สามารถวิเคราะห์ได้ว่าพืชชนิดนั้นมีอัตราการเจริญของเมล็ดหรือฝักต่ำมีผลทำให้ได้ผลผลิตน้อยเพราะว่าพืชชนิดนั้นมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่ส่วนเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้มีสารสังเคราะห์ที่เหลืออยู่ถ่ายเทไปยังส่วนของเมล็ดน้อยลง Duncan *et al.* , (1978) ได้ให้ความหมายของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ว่า เป็นส่วนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วถ่ายเทไปสู่ส่วนเจริญเติบโต และส่วนที่สร้างเป็นผลผลิตซึ่งได้แก่ผลและเมล็ดซึ่ง Duncan *et al.* , (1978) ได้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตในถั่วลิสง พบว่าถึงแม้อัตราการเจริญเติบโตของถั่วลิสงทั้ง 4 พันธุ์ ที่ทำการศึกษาจะไม่แตกต่างกันแต่ประสิทธิภาพในการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปยังเมล็ด ของแต่ละพันธุ์ไม่เท่ากัน Senthong (1979) ได้ทำการศึกษาและพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ ใกล้เคียงกันแต่ประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ ไปสู่ฝักจะแตกต่างกัน ซึ่ง Williams *et al.* , (1975) ได้ศึกษาถึงการเจริญของถั่วลิสง 4 พันธุ์พบว่าการเจริญเติบโตในระยะก่อนออกดอกไม่แตกต่างกัน แต่ในระยะหลังออกดอกการเจริญเติบโตของเมล็ดและของลำต้นจะแตกต่างกัน Hanway and Weber (1971) ศึกษาการสะสมน้ำหนักแห้งในถั่วเหลือง 8 พันธุ์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate) มีค่าตั้งแต่ 8.8 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ถึง 14.90 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนอัตราการเจริญของเมล็ด (seed growth rate) ของทุกพันธุ์มีค่าประมาณ 9.90 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน แต่ Egli (1975) พบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดถั่วเหลือง จะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และวันปลูก ซึ่งแสดงว่าการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมในช่วงฤดูปลูกด้วย Milthrop and Moorby (1974) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมีค่าประมาณ 1 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Duncan *et al.* , (1978) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ Bragg มีค่า 12.50 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่อัตราการเจริญของฝัก (fruit growth rate) มีค่า 6.75 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Egli and Leggett (1973) พบว่าอัตราการเจริญของเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าตั้งแต่ 8-13 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งแตกต่างกันไปตามพันธุ์และฤดูปลูก Scott and Aldrich (1973) พบว่าการสะสมน้ำแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองจะเป็นไปอย่างรวดเร็วและคงที่ภายใน 30-40 วันหลังออกดอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งผลผลิตของแต่ละพันธุ์ที่แตกต่างกันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งที่แตกต่างกันด้วย สำหรับถั่วลิสง Senthong (1979) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ Florunner ที่ทำการทดลองในปี 1976 มีค่า 12.50 กรัมต่อตารางเมตรต่อวันแต่ในปี 1977 พบว่าถั่วลิสงพันธุ์เดียวกันนี้มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 21.10 กรัมต่อตารางเมตรต่อวันซึ่งแสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตนั้นจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม แต่สำหรับอัตราการเจริญของฝัก (pod growth rate) นั้นพบว่าค่อนข้างคงที่ในระหว่างฤดูกาลปลูก อภิพรรณ (2523) รายงานว่าการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดเกิดจากสารสังเคราะห์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในช่วงที่พืชสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และ อีก 20 เปอร์เซ็นต์นั้นได้จากการสังเคราะห์ที่ถูกสะสมไว้ในลำต้น แล้วเคลื่อนย้ายเข้ามาเก็บไว้ในลำต้น แล้วเคลื่อนย้ายเข้ามาเก็บไว้ในเมล็ดถึงแม้สารสังเคราะห์ส่วนหลังนี้จะเป็นส่วนน้อยที่พืชสะสมเข้าสู่เมล็ด แต่ก็มีความสำคัญในการที่จะทำให้ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในช่วงระยะสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลง Synder and Carison (1984) รายงานว่าการถ่ายเทสารสังเคราะห์ มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเช่นเดียวกับที่ Thorne (1979) พบว่าเปลือกถั่วเหลืองสามารถที่จะถ่ายเทสารสังเคราะห์ที่สะสมไว้ไปยังเมล็ดได้อีกด้วย ซึ่ง Mc Cloud *et al.* , (1980) พบว่าพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 ตันต่อเฮกตาร์นั้น มีประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ (partitioning of assimilate) ไปสู่ฝักได้ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่พันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิต 2.40 ตันต่อเฮกตาร์มีประสิทธิภาพเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ทั้งๆที่อัตราการเจริญเติบโต (CGR) ของถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์นั้นไม่แตกต่างกันแสดงว่าการถ่ายเทสารสังเคราะห์เป็นขบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่สามารถทำให้ผลผลิตถั่วลิสงเพิ่มสูงขึ้นได้ และจากการศึกษาของ Senthong (1979) พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ Florunner และพันธุ์ Apollo มีอัตราการเจริญเติบโต (CGR) ไม่แตกต่างกันแต่ประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่ฝักของพันธุ์ Florunner จะสูงกว่าพันธุ์ Apollo จึงทำให้พันธุ์ Florunner มีผลผลิตมากกว่า Williams *et al*., (1976) รายงานว่าสารสังเคราะห์ที่สะสมในลำต้นของถั่วลิสงอาจจะเป็นแหล่งของสารสังเคราะห์ที่สำคัญ ในการที่จะทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ จากการศึกษาของ Enyi (1977) พบว่าการเจริญเติบโตของลำต้นถั่วมีความสัมพันธ์กับการสะสมน้ำหนักแห้งของฝัก จะเห็นได้ว่าการถ่ายเทสารสังเคราะห์ระหว่างส่วนเจริญเติบโต (vegetative part) กับส่วนที่สร้างเป็นผลผลิต (reproductive part) นั้น เป็นกลไกที่สำคัญทางสรีรวิทยาพืชที่มีความสำคัญกับการสร้างผลผลิตเป็นอย่างยิ่งนอกจากนี้จากการศึกษาของ Shibles *et al*., (1975) พบว่าช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด (grain filling period) ของถั่วเหลืองจะมีผลต่อผลผลิตมากกว่าอัตราการเจริญเติบโตในแต่ละวัน Gay *et al*., (1980) พบว่าช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด จะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองเป็นอย่างมากจากการศึกษาของ Smith (1986) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดกับผลผลิตของถั่วเหลือง ในพันธุ์ที่มีช่วงเวลาของการสะสมน้ำแห้งในเมล็ดยาวนานกว่า มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ที่มีช่วงเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งที่สั้น Reicosky *et al*., (1982) รายงานว่าระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดถั่วเหลือง จะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ นอกจากนี้ Egli *et al*., (1978) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตและระยะเวลาการเจริญของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างกัน ระหว่างปีที่ปลูกนั้นอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของอณุหภูมิในแต่ละปีที่ปลูกด้วย ในถั่วลิสง จากการศึกษาของ Senthong (1979) พบว่าในสายพันธุ์ถั่วลิสง 22 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจะมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปยังฝักมากกว่า และมีช่วงเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่ยาวนานกว่าสายพันธุ์ที่มีผลผลิตต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved