การตรวจเอกสาร

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของถั่วเหลืองกับสภาพแวดล้อม

การเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลืองตั้งแต่งอกโผล่พ้นผิวดินขึ้นมา (emergence) จนกระทั่งสุกแก่ และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นั้นแบ่งออกเป็น 2 ระยะหลักใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ ระยะการเจริญเติบโต และพัฒนาการทางลำต้น และใบ (vegetative phase) และระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการติดดอกออกผล (reproductive phase) การเจริญเติบโตทั้งสองระยะดังกล่าวยังถูกแบ่งออกเป็นระยะย่อย ๆ อีกหลายระยะ และได้มีการกำหนดวิธีการในการวัดระยะต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้เข้าใจตรงกันในระหว่างผู้ที่ทำการศึกษา และสนใจในเรื่องถั่วเหลือง วิธีการในการวัดการเจริญเติบโตและพัฒนาการดังกล่าวเรียกว่า ขั้นการเจริญเติบโต (growth stage) สำหรับขั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน เป็นขั้นการเจริญเติบโตที่กำหนดโดย Fehr and Caviness (1971) โดยให้ยึดหลักเกณฑ์การวัดการเจริญเติบโต และพัฒนาการของถั่วเหลืองในแปลงนั้นเข้าสู่ขั้นการเจริญเติบโตนั้น ๆ 50 เปอร์เซนต์ของถั่วเหลืองทั้งแปลง จากการศึกษา Fehr and Caviness (1980) พบว่าจำนวนวันสำหรับพัฒนาการของถั่วเหลืองจากขั้นการเจริญเติบโตหนึ่งไปยังอีกขั้นการเจริญเติบโตหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมเป็นประการสำคัญ และได้กำหนดออกมาเป็นช่วงของวันอีกด้วย (Fehr et al., 1971)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของถั่วเหลือง โดยอุณหภูมิต่ำจะมีผลทำให้การงอกโผล่พ้นผิวดิน และพัฒนาการของใบถั่วเหลืองล่าช้า ขณะที่อุณหภูมิสูงจะมีส่วนเร่งพัฒนาการทั้งสองอย่าง และเมื่อถั่วเหลืองมีพัฒนาการจนถึงระยะ V_5 แล้วผลกระทบของอุณหภูมิจะลดน้อยถอยลง และในสภาพอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้พัฒนาการในระยะการเจริญทางติดดอกออกผลล่าช้า ส่วนอุณหภูมิสูงมีส่วนทำให้พัฒนาการในช่วงนี้เร็วขึ้น (Fehr and Caviness, 1980) Shibles et al., (1975) กล่าวว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางด้านลำต้น และใบของถั่วเหลือง โดยอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะมีผลทำให้การงอกโผล่พ้นผิวดิน และพัฒนาการของใบถั่วเหลืองล่าช้า ส่วนอุณหภูมิสูงจะมีส่วนทำให้พัฒนาการของพืชในช่วงนี้เร็วขึ้น ทำนองเดียวกัน Whigham (1983) ได้สรุปว่า ทั้งอุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของดินมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลือง และยังมีผลกระทบไปถึงกระบวนการทางสรีรวิทยา การตรึงไนโตรเจน และคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองอีกด้วย กล่าวคือ การเจริญเติบโตและกระบวนการต่าง ๆ ในต้นถั่วเหลือง จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 10 องศาเซลเซียส ไปจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกประมาณ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเกิดปม พัฒนาการของปม และการตรึงไนโตรเจนประมาณ 27 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกินกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้การเจริญเติบโต และกระบวนการต่าง ๆ ลดลง Abel (1970) รายงานว่าเมื่อปลูกถั่วเหลืองในช่วงที่มีอุณหภูมิระหว่าง 13 ถึง 18 องศาเซลเซียส เมล็ดจะงอกภายใน 10 วัน แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเป็น 26 ถึง 32 องศาเซลเซียส เมล็ดจะงอกภายในเวลา 5 วัน Howell (1960) พบว่าถั่วเหลืองเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 37.7 องศาเซลเซียสจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองชงักลง Hartwig (1971) พบว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส จะทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองช้าลง Mann and Jaworski (1970) พบว่าอุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้จำนวนฝักของถั่วเหลืองลดลงไปตั้งแต่ 57 ถึง 71 เปอร์เซนต์ พฤกษ์ และคณะ (2526) ได้กล่าวไว้ว่า การปลูกถั่วเหลืองกลางเดือนมกราคม ถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์นั้น โอกาสที่ขาดน้ำในระยะติดฝักสร้างเมล็ด และอุณหภูมิค่อนข้างสูงในช่วงปลายเดือนมีนาคม ถึงต้นเดือนเมษายน จะมีผลกระทบต่อผลผลิตอย่างมาก

การรับพลังงานแสงและการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองจะผันแปรไปตามความเข้มของแสง ลักษณะพันธุกรรมและดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI.) ภายใต้สภาพความเข้มของแสงสูง ถั่วเหลืองจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดได้เมื่อ LAI เท่ากับ 5-6 แต่ถ้าสภาพที่ความเข้มของแสงต่ำการสังเคราะห์แสงจะมากที่สุดเมื่อ LAI เท่ากับ 3-4 (Shibles et al., 1975, Whigham 1983) Watson (1958) พบว่าพืชแต่ละพันธุ์แต่ละชนิดที่มีพื้นที่ใบแตกต่างกันจะมีผลผลิตไม่เท่ากัน Brougham (1960)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานว่าพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดก็ต่อเมื่อมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งดัชนีพื้นที่ใบที่ระดับนี้จะสามารถรับแสงได้ประมาณ 95 เปอร์เซนต์ และค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืชสภาพแวดล้อมตลอดจนความเข้มของแสง ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพื้นที่ใบกับน้ำหนักแห้งของพืชนั้นเป็นไปได้หลายลักษณะ กล่าวคือ เมื่อดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นน้ำหนักแห้ง หรืออัตราการเจริญเติบโตของพืชจะเพิ่มขึ้น และเมื่อดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มถึงจุด ๆ หนึ่งจะทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด แต่ถ้าหากเพิ่มค่าดัชนีพื้นที่ใบให้สูงกว่าค่าดังกล่าวแล้ว อัตราการเจริญเติบโตของพืชก็ยังจะมีค่าคงที่ต่อไปในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า critical LAI ซึ่งพบในถั่วเหลือง สำหรับพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่อดัชนีพื้นที่ใบถึงจุดสูงสุดแล้ว และถ้าหากมีการเพิ่มค่าดัชนีพื้นที่ใบอีก อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโต และดัชนีพื้นที่ใบในลักษณะนี้เรียกว่า optimum LAI ซึ่งจะพบในพืชพวกข้าวโพด และข้าวสาลี นอกจากนี้ยังมีพืชบางชนิดเช่น คะน้า ที่มีความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตและดัชนีพื้นที่ใบไม่เป็นทั้งแบบ critical LAI และ optimum LAI โดยที่อัตราการเจริญเติบโตหรืออัตราการสะสมน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ค่าของ LAI ก็เพิ่มตามไปด้วย (อภิพรรณ, 2523) Shibles and Weber (1965) พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ Hawkeye มีค่า LAI เท่ากับ 3.2 จะทำให้มีน้ำหนักแห้งสูงสุด และเมื่อค่าของ LAI เพิ่มขึ้นไปอีกน้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองจะไม่ลดลงแต่อย่างใด เทวา (2531) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบดัชนีพื้นที่ใบของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในฤดูฝน และฤดูแล้ง พบว่า ในฤดูฝนจะมีค่า LAI สูงสุด เท่ากับ 4.5 เมื่ออายุ 49 วันหลังงอก ส่วนในฤดูแล้งจะให้ค่า LAI สูงสุดเท่ากับ 1.8 เมื่ออายุ 70 วันหลังงอก และยังได้สรุปว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งมีค่าของ LAI ต่ำกว่า 3 จึงมีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตต่ำกว่าในฤดูฝน ทำนองเดียวกัน Loomis and William (1969) ได้อธิบายว่า หากพืชพัฒนาพื้นที่ใบไม่ถึงค่าวิกฤตดัชนีพื้นที่ใบแล้ว พลังงานแสงจะสูญเปล่า พืชจะให้ผลผลิตไม่เต็มที่ อย่างไรก็ตาม Monteith (1981) ได้อธิบายว่าการรับแสงของพืชจะผันแปรไปตามดัชนีพื้นที่ใบในระยะแรกของการเจริญเติบโตของพืชเท่านั้น Shibles et al. (1975) กล่าวว่าถั่วเหลืองเป็นพืชวันสั้น ความยาวของชั่วโมงกลางวันจะมีอิทธิพลต่อการออกดอกของถั่วเหลือง ทำนองเดียวกันชั่วโมงกลางวันสั้นจะกระตุ้นให้พัฒนาการของการติดดอกออกผลรวดเร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขณะที่ชั่วโมง กลางวันยาวจะมีผลยับยั้งพัฒนาการนี้ให้ช้าลง (Fehr and Caviness, 1980) ชั่วโมง กลางวันที่ยาวกว่าจุดวิกฤตจะทำให้จำนวนวันจากการโผล่พ้นผิวดินถึงวันออกดอกของถั่วเหลืองยิ่งนานขึ้น ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับพันธุ์ของถั่วเหลืองนั้นด้วย (Cregan and Hartwig, 1984) Whigham (1983) ได้สรุปว่า ในสภาพที่ชั่วโมงกลางวันที่ยาวและอุณหภูมิต่ำยิ่งจะทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองล่าช้ามากขึ้น แต่ถ้าในสภาพชั่วโมงกลางวันยาวและอุณหภูมิสูงจะทำให้การออกดอก การติดฝัก อัตราการเจริญเติบโตและความสูงของถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น แต่สภาพดังกล่าวจะมีอุณหภูมิกลางคืนสูงซึ่งจะเป็นตัวจำกัดการออกดอก และเป็นตัวเร่งการสุกแก่ของถั่วเหลืองให้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม ความยาวของชั่วโมง กลางวันที่สั้นจะมีผลกระทบต่อการพัฒนาการการออกดอกของถั่วเหลืองมากกว่าอุณหภูมิ พฤกษ์และคณะ (2526) ได้สรุปว่าความแตกต่างของช่วงแสงในประเทศไทยที่จะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโต อายุการออกดอก และการเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองไม่เด่นชัดเหมือนกับสหรัฐอเมริกา พันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้รับการปรับปรุงโดยกรมวิชาการเกษตร ได้ผ่านการคัดเลือกทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง จนไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง

การตรึงไนโตรเจนที่ปมรากถั่วเหลืองกับสภาพแวดล้อม

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุไนโตรเจนสูง แหล่งไนโตรเจนที่ต้นถั่วเหลืองได้รับมีอยู่ 3 ทางคือ จากในดิน ปุ๋ยที่ใส่ลงไปและจากอากาศ โดยการผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจน ดินที่ปลูกพืชติดต่อกันนาน ๆ โดยไม่ใส่ปุ๋ยมักจะขาดธาตุไนโตเจน วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับถั่วเหลือง โดยตรงมักจะไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน เนื่องจากปัจจุบันปุ๋ยมีราคาแพงประกอบกับเกษตรกรนิยมใส่ปุ๋ยให้ถั่วเหลือง โดยวิธีหว่านลงไปบนผิวดิน ซึ่งเป็นวิธีการใส่ปุ๋ยไม่ถูกต้อง เพราะมีโอกาสสูญเสียความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมาก จึงเป็นผลทำให้ถั่วเหลืองไม่สามารถจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้เท่าที่ควร (มรกต 2531) ดังนั้น กระบวนการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมที่ปมรากถั่วจึงเป็นแหล่งไนโตร-เจนที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของถั่วเหลือง อย่างไรก็ดีเนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งสายพันธุ์ (strain) ของไรโซเบียมพันธุ์ถั่วเหลือง และสภาพแวดล้อม (สมศักดิ์, 2525) Snitwongse et al., (1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ศึกษาการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 5 สายพันธุ์ในประเทศไทย พบว่าความสามารถในการตรึงไนโตรเจนร่วมระหว่างเชื้อไรโซเบียมกับถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน โดยเฉลี่ยแล้วถั่วเหลืองจะได้รับไนโตรเจนจากกระบวนการตรึงไนโตรเจนอยู่ในช่วง 62.8 - 91.8 Kg N/ha กระบวนการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นบริเวณปมรากถั่ว ซึ่งเป็นผลจากการทำงานของเอนไซม์ไนโตรจีเนส และการทำงานของเอนไซม์ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมอีกด้วย (Marschner, 1986) Weber and Miller (1972) ได้ทดลองถึงอิทธิพลของอุณหภูมิดิน โดยการปลูกถั่วเหลืองที่คลุกเชื้อไรโซเบียมที่ อุณหภูมิดินในระดับ 10 20 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ความสูงของต้นถั่วเหลือง น้ำหนักปมต่อต้น จำนวนปมต่อต้น และขนาดของปม จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ ทำนองเดียวกัน อุณหภูมิของดินที่สูงหรือต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้กระบวนการตรึงไนโตรเจนลดลง และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสจะทำให้กระบวนการตรึง ไนโตรเจนหยุดชะงักลง (Reddell et al., 1985; Waughman, 1977) นอกจากอุณหภูมิดินแล้ว Robin and Silsbury (1987) ยังพบว่าถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นจาก 10 ไปจนถึง 20 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้มีการตรึงไนโตรเจนสูงขึ้น

แสงและอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชกล่าวคือ ในสภาพที่มีความเข้มของแสงไม่เพียงพอจะมีผลกระทบถึงการเจริญเติบโตของระบบรากพืช ทำให้พืชมีระบบรากที่ไม่สมบูรณ์ทำให้โอกาสที่จะเกิดกระบวนการเข้าสู่รากพืชของเชื้อไรโซเบียมลดลง จึงมีผลต่อเนื่องไปถึงกระบวนการตรึงไนโตรเจนลดลงด้วย (Farnham, 1986) Haystead and Sprent (1981) ได้กล่าวว่ากระบวนการตรึงไนโตรเจนจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการรับแสง และความเข้มของแสง การปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำติดต่อกันหลาย ๆ วันไม่เฉพาะที่จะทำให้อัตราการตรึงไนโตรเจนลดลงอย่างเดียว แต่จะมีผลทำให้ปมรากถั่วเปลี่ยนเป็นสีเขียว และไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในที่สุด Ryle et al. (1979) กล่าวว่าการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันนั้น ต้นถั่วจะเป็นผู้ให้คาร์โบไฮเดรตสำหรับการเจริญเติบโตและการหายใจของเชื้อไรโซเบียมที่ปมรากถั่ว อัตราการหายใจที่บริเวณปมรากถั่วจะมีมากเป็น 2 เท่าของบริเวณรากถั่วที่ไม่มีปม Minchin and Pate (1974) พบว่าอัตรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรึงไนโตรเจนในแต่ละวันจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการส่งผ่านของคาร์โบไฮเดรตไปที่ราก Ryle et al. (1979) รายงานว่าความต้องการคาร์โบไฮเดรตของปมรากถั่วเพื่อที่จะเปลี่ยนไนโตรเจน เพื่อการสะสมนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของพืช Herridge and Pate (1977) พบว่าในถั่ว cowpea สารประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสงประมาณร้อยละ 10 จะถูกส่งผ่านไปที่ปม ซึ่งในส่วนที่ส่งผ่านมานี้ ประมาณครึ่งหนึ่งจะถูกใช้ในการหายใจของปม ที่เหลือส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบพวกอะมิโนเพื่อส่งกลับไปที่ส่วนยอด Pate and Herridge (1978) พบว่าสารประกอบที่เป็นผลลัพธ์ของการสังเคราะห์แสงของพืชในช่วงที่มีอัตราการตรึงไนโตรเจนสูงสุดนั้นประมาณร้อยละ 50 จะถูกส่งไปที่ราก ในจำนวนที่ถูกส่งมานี้จะถูกใช้ในการหายใจร้อยละ 78 ใช้ในการเจริญเติบโตของปมร้อยละ 10 และอีกร้อยละ 12 จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบพวกอะมิโน และส่งกลับคืนสู่ส่วนยอดของพืช Pate et al. (1979) พบว่าการตรึงไนโตรเจนของปมรากถั่วจะใช้คาร์โบไฮเดรต ประมาณ 4-10 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิกรัมไนโตรเจน ถ้าคิดค่าเฉลี่ย 7 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิกรัมไนโตรเจน ถ้าจะให้ปมรากถั่วตรึงไนโตรเจนได้ 150 กิโลกรัมไนโตรเจนจะต้องใช้สารประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ประมาณ 1 ตัน Peoples et al. (1983) พบว่าอัตราการตรึงไนโตรเจนหลังจากช่วงออกดอก หรือสร้างฝักจะลดลงเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของพืชเช่นใน Cowpea อัตราการตรึงไนโตรเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่าถั่วเหลือง Marschner (1986) ได้สรุปว่าการหายใจในอัตราที่สูงของพืชเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตในส่วนยอดของพืช ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง sink - source ทำนองเดียวกันขณะที่พืชตระกูลถั่วอยู่ในช่วงกำลังออกดอก ความต้องการคาร์โบไฮเดรตสำหรับการตรึงไนโตรเจนก็จะมีเพิ่มมากขึ้นและถือเป็นจุดวิกฤตในช่วงที่จะเข้าระยะการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ ในช่วงท้ายของขั้นการเจริญเติบโตนี้อัตราการตรึงไนโตรเจนจะลดลงอย่างรวดเร็ว และก่อนอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการแก่งแย่งของ sink ในต้นพืชคือ สาร-ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจะเคลื่อนที่ไปสู่การสร้างดอกออกผลได้ดีกว่าไปสู่รากพืช Wahua and Miller (1978) สรุปว่า การบังแสงจะมีผลทำให้กระบวนการตรึงไนโตรเจน การสังเคราะห์แสง และการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลง Lawn and Brun

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(1974) พบว่าถ้าถั่วเหลืองสูญเสียใบ 60 เปอร์เซนต์ จะทำให้การตรึงไนโตรเจนลดลง โปรตีนลดลง จำนวนปมลดลง ขนาดของปมเล็กลง ในทำนองเดียวกันนันทกรและคณะ (2520) ได้ศึกษาถึงผลของการสูญเสียใบของถั่วเหลืองพบว่า หากถั่วเหลืองมีการสูญเสียใบมาก จะทำให้การเจริญของปมหยุดชงัก และถ้าสูญเสียใบมาก ๆ จะทำให้ปมเน่ายังผลให้ปริมาณการตรึงไนโตรเจนลดลง โดยเฉพาะช่วงออกดอก และติดฝักอ่อน จะกระทบต่อผลผลิต และขนาดของเมล็ดเล็กลงเป็นอย่างมาก และยังได้อธิบายถึงประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน หลังจากการติดฝักสร้างเมล็ดจะเริ่มลดลง เนื่องจากปมรากแก้วหมดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน แต่ปมที่รากแขนงยังสามารถทำการตรึงไนโตรเจนได้อยู่ แต่ประสิทธิภาพจะต่ำกว่าที่ปมรากแก้ว

การเจริญเติบโตและความสามารถในการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

การเจริญเติบโตและความสามารถในการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองจะแตกต่างกันไปโดยมีทั้งพันธุ์และสภาพแวดล้อมเป็นตัวกำหนดอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชต่อหน่วยพื้นที่ที่พืชนั้นขึ้นอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง Mc. Cluod (1977) ได้วิเคราะห์การเจริญเติบโต โดยการหาน้ำหนักแห้งของพืชที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ พบว่าถ้าหากมีน้ำหนักแห้งสะสมอยู่ในส่วนที่มีการเจริญเติบโตมากก็สามารถวิเคราะห์ได้ว่าพืชชนิดนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ถ้าพืชชนิดเดียวกันนั้นมีน้ำหนักแห้งสะสมอยู่ในส่วนที่เป็นผลผลิต เช่น เมล็ด หรือฝักน้อยก็สามารถวิเคราะห์ได้ว่าพืชชนิดนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด หรือฝักต่ำ มีผลทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไปด้วย เพราะว่าพืชชนิดนั้นมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่ส่วนที่มีการเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้มีสารสังเคราะห์ส่วนที่เหลืออยู่ถ่ายเทไปยังส่วนของเมล็ดน้อยลง Hanway and Weber (1971) ได้ศึกษาถึงการสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วเหลือง 8 พันธุ์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตมีค่าตั้งแต่ 8.8 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ถึง 14.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด (seed growth rate) ของทุก ๆ พันธุ์ มีค่าประมาณ 9.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Milthrop and Moorby (1974) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมีค่าประมาณ 16 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Dancen et al. (1978) พบว่าอัตราการเจริญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ bragg มีค่า 12.5 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของฝัก (fruit growth rate) มีค่า 6.75 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Egli and Leggett (1979) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าตั้งแต่ 8-13 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งแตกต่างกันไปตามพันธุ์และฤดูปลูก (Egli (1975) พบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดของถั่วเหลืองจะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และวันปลูก Scott and Aldrich (1970) พบว่าการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว และคงที่ภายใน 30-40 วันหลังออกดอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งผลผลิตของแต่ละพันธุ์ที่แตกต่างกันนั้นเป็นผลเนื่องมาจากระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่แตกต่างกันด้วย อภิพรรณ (2523) รายงานว่าการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดถั่วเหลือง ประมาณร้อยละ 80 ของน้ำหนักแห้งเมล็ดมาจากการสังเคราะห์แสงในช่วงที่พืชสะสมน้ำหนักเมล็ด และส่วนที่เหลือมาจากสารสังเคราะห์ที่ถูกสะสมไว้ในลำต้นแล้วเคลื่อนย้ายเข้ามาเก็บในเมล็ด ถึงแม้ว่าสารสังเคราะห์ส่วนหลังนี้จะเป็นส่วนน้อยที่พืชสะสมเข้าสู่เมล็ดแต่ก็มีความสำคัญมากในการที่จะให้กระบวนการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดดำเนินไปโดยไม่หยุดชงัก ในกรณีที่ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชในช่วงสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลง Shibles et al. (1975) พบว่าช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด (grain filling period) ของถั่วเหลืองจะมีผลต่อผลผลิตมากกว่าอัตราการเจริญเติบโตในแต่ละวัน Gay et al. (1980) พบว่าช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองเป็นอย่างมาก จากการศึกษาของ Smith (1986) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดกับผลผลิตของถั่วเหลืองในพันธุ์ที่มีช่วงเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดที่ยาวนานกว่า มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ที่มีช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งที่สั้น Reicosky et al. (1982) รายงานว่าระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดถั่วเหลือง จะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ นอกจากนี้ Egli et al. (1978) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาของการเจริญเติบโตของเมล็ดของพันธุ์ถั่วเหลืองที่แตกต่างกันระหว่างปีที่ปลูกนั้นอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละปีที่ปลูกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินความสามารถการตรึงไนโตรเจน

การประเมินความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของถั่วเหลือง อาจจะประเมินได้โดยใช้เทคนิคหลายอย่างเช่น การใช้ ^{15}N Isotope การประเมินประสิทธิภาพของเอนไซม์ไนโตรจีเนส โดย Acetylene Reduction Assay และวิธีการวิเคราะห์ยูรีไอด์ (Herridge 1982) ปฏิภาณ (2532) ได้สรุปวิธีการประเมินการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองในแต่ละวิธีนั้น มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ การใช้ ^{15}N Isotope จะให้ผลการประเมินที่แม่นยำสูงแต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายที่แพงมาก ไม่ว่าทั้งด้านราคาปุ๋ย และเครื่องมือที่ใช้ การใช้ Acetylene Reduction Assay วิธีนี้สะดวก รวดเร็ว แต่ให้ข้อมูลที่ไม่ตรงตามความเป็นจริงนักและมีจุดอ่อนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ส่วนการประเมินการตรึงไนโตรเจนโดยการวิเคราะห์ยูรีไอด์ สามารถใช้วิธีการ Colorimetric ได้ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวทำได้ง่าย และรวดเร็วกว่า

การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างถั่วเหลืองกับไรโซเบียมที่ปมของรากนั้น Marschner (1986) ได้สรุปว่า ถั่วเหลืองจะส่งผ่านสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงไปสู่ปมที่ราก ซึ่งมีไรโซเบียมอาศัยอยู่ สารประกอบคาร์บอนดังกล่าวไรโซเบียมจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต การหายใจ และใช้เป็นพลังงานในการตรึงไนโตรเจน ผลผลิตที่เกิดจากการตรึงไนโตรเจนที่ปมรากถั่วจะถูกส่งไปตามท่อน้ำเลี้ยง (xylem) ขึ้นมายังลำต้น เพื่อใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึมในใบของต้นถั่ว ซึ่งอยู่ในรูปของ เอไมด์ (amine) และยูรีไอด์ (ureide) องค์ประกอบของสารประกอบไนโตรเจนในท่อน้ำเลี้ยงของถั่วเหลืองจะผันแปรไปตามสัดส่วนของไนโตรเจนที่พืชได้รับ (Pate et al., 1980) โดยเฉพาะถั่วในเขตร้อนที่ปลูกในสภาพที่มีไนโตรเจนต่ำ การส่งผ่านผลผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของยูรีไอด์ (Allantoin and Allantoic acid) ประมาณ 80 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีไนโตรเจนในดินสูง การส่งผ่านผลผลิตจะอยู่ในรูปของกรดอัลฟาอะมิโน (α-amino acid) และไนเตรต (nitrate) (Herridge, 1982; Peoples et al., 1988) ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของสารประกอบของไนโตรเจนแต่ละประเภทในท่อน้ำเลี้ยงของถั่วเหลืองกับแหล่งที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาของธาตุไนโตรเจน จึงสามารถที่จะใช้เป็นดัชนีในการประเมินการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมที่ปมรากถั่วเหลืองได้ (Herridge, 1982)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved