การตรวจเอกสาร

บทบาทของไนโตรเจนในพืช

ไนโตรเจน นับว่าเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญที่สุดธาตุหนึ่งในจำนวนธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืชทั้งหมด 16 ธาตุ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญของกรดอะมิโนหรือโปรตีน ดังนั้นไนโตรเจนจึงมีบทบาทในการสร้างโปรตีนให้กับพืช โปรตีนที่มีอยู่ในพืชได้แก่ ลิกนินและเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลพืช เอนโซม์และโคเอนไซม์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสะสมอาหารของเซล กรดนิวคลีอิคเกี่ยวข้องกับขบวนการแบ่งเซล และคลอโรฟิลในขบวนการสังเคราะห์แสง (Thompson and Troch, 1975) ด้วยเหตุนี้ไนโตรเจนจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการมีชีวิต การเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช ถึงแม้ว่าพืชจะได้รับปัจจัยอื่น ๆ ที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตแล้วก็ตาม ถ้าหากพืชขาดธาตุไนโตรเจนหรือมีธาตุไนโตรเจนอยู่ในปริมาณที่ไม่เพียงพอแล้ว พืชย่อมจะไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติทั้งนี้เนื่องจากการขาดไนโตรเจนจะทำให้เกิดการเหลืองของใบ (chlorosis) จากใบล่างขึ้นไปยังใบบน ใบแก่มีลักษณะของการแห้งตามขอบใบเข้าสู่กลางใบ สีใบจะซีดจนเกือบขาว (necrosis) และในที่สุดใบจะแห้งและร่วงหล่นไป ลำต้นมีขนาดเล็กและแคระแกรน การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้าและผลผลิตต่ำ ซึ่งอาการเหล่านี้จะแสดงออกมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดธาตุไนโตรเจนของพืช (Blamey et al, 1987) ในทางตรงกันข้าม ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินพอ ก็ย่อมทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชได้เช่นกัน Mitsui (1970)กล่าวว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินไปมักจะเกิดการหักล้ม (lodging) โรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย ยุพดี (2529) รายงานว่าเปอร์เซนต์แป้งในมันสำปะหลังจะลดต่ำลงเมื่ออัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น จินดารัฐและคณะ (2531) พบว่าระดับไนโตรเจนที่สูงเกินไปมีผลให้ระดับของ P, K, Ca และ Mg ในใบส้บปะรดลดลง นอกจากนั้น Gardner and Jackson (1976) ยังพบว่าการใส่ไนโตรเจนในอัตราที่เกินความเหมาะสมมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีลดลงด้วยเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณความต้องการไนโตรเจนของพืช

โดยทั่วไป พืชสามารถขึ้นได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต แต่การที่พืชจะให้ผลผลิตที่ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตที่พืชได้รับ ไนโตรเจนเป็นปัจจัยการผลิตที่พืชส่วนใหญ่ต้องการเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต โดยเฉพาะพืชที่ขึ้นในสภาพที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้นการใส่ไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง แต่จะทราบได้อย่างไรว่าไนโตรเจนที่ใส่ลงไปนั้นจะมีปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิตของพืชหรือไม่ สิ่งที่บ่งบอกถึงปริมาณความต้องการไนโตรเจนของพืชได้ดีคือ ผลผลิต ซึ่งจะต้องรอจนกว่าการเก็บเกี่ยวพืชจะแล้วเสร็จ จึงจะทราบผลซึ่งค่อนข้างจะล่าช้า อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาณไนโตรเจนต่อการสร้างผลผลิตของพืชที่ผ่านมา Cheng and Zubriski (1978), Loubser (1983) และ Reuter (1986) ได้นำเอาปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืชซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโตและตามส่วนต่าง ๆของพืช เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณความต้องการไนโตรเจนต่อการสร้างผลผลิตของพืชและสามารถใช้ในการคาดคะเนผลผลิตล่วงหน้าได้เป็นอย่างดีเช่นกัน

Beauchamp et al (1976) พบว่าเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบและต้นจะลดลง แต่ในเมล็ดจะเพิ่มขึ้น ส่วน Hocking and Steer (1983) รายงานว่า ที่ระยะตาดอก ทานตะวันมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสูงกว่าตาดอก ลำต้นและรากตามลำดับ นอกจากนั้นความเข้มข้นของไนโตรเจนในพืชยังขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับด้วยเช่นกัน Steer et al (1984,1986) ชี้ให้เห็นว่าการใส่ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบและในเมล็ดของทานตะวัน และความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตด้วย Cheng and Zubriski (1978) รายงานว่า ผลผลิตของทานตะวันจะเพิ่มขึ้นอีก 54% เมื่อความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 4.91% เป็น 5.21% เฉลี่ยจากทุกส่วนของพืชที่ระยะตาดอก หรือจาก 1.38% เป็น 2.02% ที่ระยะดอกบาน นอกจากนั้น Loubser (1983) ยังได้รายงานอีกว่าที่ระยะดอกบานในใบแก่ที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน 4.0-5.5% ทานตะวันจะมีผลผลิตสูงสุด ส่วนระยะวิกฤตของการขาดธาตุไนโตรเจนที่ส่งผลต่อผลผลิตนั้น Reuter (1986) พบว่าทานตะวันที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะดอกบาน ในใบอ่อนที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน 3.3% หรือที่ระยะดอกกำลังบาน ในใบที่ 3-4 นับจากยอดที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน 3.2% เป็นระยะวิกฤต และที่ระยะเก็บเกี่ยว เมล็ดที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน 2.4% นับว่าพืชนั้นขาดไนโตรเจน

การสะสมและการกระจายไนโตรเจนในพืช

ไนโตรเจนที่พืชนำมาใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ นั้น ได้มาจาก 3 แหล่งใหญ่คือ ไนโตรเจนจากอากาศ ไนโตรเจนที่มีอยู่ในดิน และไนโตรเจนที่ได้จากการใส่ปุ๋ยในพืชตระกูลถั่ว ไนโตรเจนที่สะสมอยู่ส่วนใหญ่ได้จากอากาศโดยขบวนการตรึงไนโตรเจน (N_2-fixation) ซึ่งเกิดขึ้นภายในปมของราก ส่วนพืชที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ พืชจะได้ไนโตรเจนมาจากดินและปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยผ่านเข้าทางรากสู่ท่อลำเลียงน้ำ (xylem) และไปสะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆของพืช (Pate, 1980) ไนโตรเจนที่ได้จากดินและปุ๋ยนี้พืชสามารถนำไปใช้ได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญ 2 ชนิดคือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรท (NO_3^-) และไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) แต่ส่วนใหญ่พืชใช้ไนโตรเจนในรูปของไนเตรทมากกว่ารูปอื่น ๆ Kaiser and Lewis (1980) รายงานว่าไนโตรเจนที่สะสมอยู่ที่ใบของทานตะวัน 77-94% มาจากไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรท ซึ่งต่อมา Hocking and Steer (1982) ได้ทำการศึกษาทดลองเพิ่มเติมและได้ผลสอดคล้องกัน

ปริมาณความต้องการของไนโตรเจนของพืช แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช Sinclairand Wit (1975) รายงานว่า ข้าวสาลี ทานตะวัน ข้าวโพด และข้าว มีความต้องการไนโตรเจนประมาณ 16, 15, 11 และ 10 มิลลิกรัมของไนโตรเจนต่อกรัมของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าทานตะวันเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนค่อนข้างสูง ส่วนพืชแต่ละชนิดจะนำไนโตรเจนมาใช้และสะสมได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการปุ๋ย Robinson (1973) พบว่าทานตะวันและข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนเหนียว มีการนำไนโตรเจนมาใช้ได้ดีกว่าในดินร่วนทราย และสุชาติ (2530) กล่าวว่า ข้าวในดินนาชุดสันทรายที่ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต มีประสิทธิภาพการนำไนโตรเจนไปใช้ได้สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว่าข้าวที่ใส่ด้วยปุ๋ยยูเรีย คือ อยู่ระหว่าง 45-61% และ 30-56% ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับวิธีการใส่ ข้าวที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแบบแบ่งใส่มีประสิทธิภาพการนำไนโตรเจนไปใช้ได้ดีกว่าการใส่ด้วยวิธีรองพื้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแบบแบ่งใส่จะช่วยให้พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้อย่างเต็มที่และป้องกันการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างได้ดีกว่า ส่วน Steer and Hocking (1984) ชี้ให้เห็นว่า ทานตะวันนำไนโตรเจนมาใช้ได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาของการใส่มีผลกระทบต่อปริมาณการใช้ไนโตรเจนด้วย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองในข้าว (Koyama et al, 1973)

การสะสมไนโตรเจนขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของพืช Mater and Stewart (1982) รายงานว่าทานตะวันมีการสะสมไนโตรเจนเป็นไปอย่างช้า ๆ ในระยะ 6 สัปดาห์แรกหลังจากปลูก จากนั้นการสะสมไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุและระยะการเจริญเติบโตของพืช ให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองในข้าวของ Beverly and Jarrell (1984) นอกจากนั้น การสะสมและการกระจายไนโตรเจน ยังแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืช Yoneyama et al (1980) รายงานว่าไนโตรเจนที่กระจายไปในส่วนต่าง ๆ ของทานตะวันนั้นส่วนใหญ่สะสมอยู่ในใบ โดยเฉพาะใบบนมีการสะสมไนโตรเจนมากกว่า ใบล่าง ลำต้น ราก และดอก ตามลำดับ ส่วน Hocking and Steer (1983) กล่าวว่าตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของทานตะวัน การสะสมไนโตรเจนในใบมีมากกว่าในต้น และที่ระยะดอกบาน ประมาณ 50% ของไนโตรเจนทั้งหมดสะสมอยู่ในใบ ซึ่งไนโตรเจนในส่วนนี้จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่คือเหลือไนโตรเจนที่สะสมในใบเพียง 14% เพราะไนโตรเจนในใบบางส่วนกระจายไปสะสมไว้ในเมล็ด ที่ระยะสุกแก่นี้เมล็ดจะมีไนโตรเจนสะสมอยู่ถึง 68% ของไนโตรเจนทั้งหมดในพืช ซึ่งกระจายมาจากส่วนต่าง ๆของทานตะวันและ Hocking and Steer (1983) พบว่าไนโตรเจนในเมล็ดประมาณ 26.3% มาจากใบ 11.7% มาจากราก 10.2% มาจากฐานรองดอก 7.5% มากจากต้นและก้านใบ และ 3% มาจากดอกย่อยซึ่ง Steer et al (1985a) ได้ทำการทดลองคล้ายกันนี้ในทานตะวัน 7 สายพันธุ์พบว่า ไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในใบและก้านใบกระจายไปได้มากกว่าต้น สอดคล้องกันการทดลองในถั่วเหลืองของ Egli et al (1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อิทธิพลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืช

อิทธิพลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืชที่เห็นได้ชัดอันหนึ่งได้แก่ ใบ Mitsui(1970) รายงานว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนใบจะมีสีเขียวเข้ม เนื่องจากไนโตรเจนจะช่วยเพิ่มปริมาณและกระตุ้นการทำงานของเม็ดคลอโรพลาสในเซลพืช ทำให้พืชสังเคราะห์สารอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มพื้นที่ใบ ตัวอย่างเช่นใบของ Capsicum frutescens ที่ Steer (1973) ชี้ให้เห็นว่ากลไกของการเจริญเติบโตและการสร้างใบของพืช ส่วนหนึ่งได้รับอิทธิพลมาจากไนโตรเจน ส่วนในทานตะวันมีรายงานว่า การใส่ไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มทั้งพื้นที่ใบ (Narwal and Malik ,1985) และจำนวนใบ (Steer and Hocking , 1983) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าไนโตรเจนมีส่วนในการรักษาระดับฮอร์โมนพืชบางชนิดที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาทดลองของ Salama and Wareing (1979) พบว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โปต้สเซียม มีอิทธิพลต่อระดับของ cytokinin ซึ่งเป็นสารควบคุมและกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนลดลง จะส่งผลให้ปริมาณ cytokinin ในใบ ตา และรากของทานตะวันลดลงด้วย แต่ปริมาณ cytokinin สามารถเพิ่มขึ้นได้เมื่อใส่ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่ไนโตรเจนในรูปของไนเตรท จะทำให้ทานตะวันมีปริมาณ cytokinin มากกว่าการใส่ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม นอกจากนั้นไนโตรเจนยังมีอิทธิพลต่อปริมาณ abscisic acid (ABA) ซึ่งเป็นสารที่ขัดขวางการทำงานของขบวนการต่าง ๆภายในพืช Eva et al (1975) กล่าวว่าทานตะวันที่ขาดไนโตรเจนใบจะมีปริมาณ ABA สูงขึ้นส่งผลให้ใบร่วงหล่นได้ง่าย (senescence) เช่นเดียวกับการทดลองในฝ้าย Radin et al (1982) แสดงให้เห็นว่า ฝ้ายที่ขาดไนโตรเจนใบจะมีปริมาณ ABA สูงและส่งผลให้ใบร่วงหล่นเร็วกว่าปกติและการขาดไนโตรเจนของฝ้ายยังทำให้เซลของใบมีขนาดเล็กลงส่งผลให้พื้นที่ใบลดลง นอกจากนั้นยังทำให้ osmotic water potential ของเซล และความยืดหยุ่นของผนังเซลลดลงอีกด้วย ซึ่งดูคล้ายกับเป็นการปรับตัวของพืชทนแล้ง (Radin and Parker , 1979) สอดคล้องกับการทดลองของ Radin and Boyer (1982) ที่พบว่าทานตะวันที่ขาดไนโตรเจนจะมีค่า hydraulic conductivity ของรากต่ำกว่าปกติประมาณ 50% และใบไม่สามารถรักษาความเต่ง(turgor) ในช่วงเวลากลางวันเอาไว้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในอีกด้านหนึ่ง ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชก็สามารถบ่งบอกถึงการเจริญเติบโตของพืชภายใต้อิทธิพลของไนโตรเจนได้เช่นกัน Hocking and Steer (1982) รายงานว่าไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของทานตะวัน การสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปของไนโตรเจนที่ใส่ด้วย ทานตะวันที่ได้รับไนโตรเจนในรูปของไนเตรทมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าในรูปของยูเรีย การสะสมน้ำหนักแห้งจะแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโตและอวัยวะต่าง ๆของพืช ที่ระยะตาดอก การสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของลำต้นมีมากกว่าใบ ราก และตาดอกตามลำดับ แต่หลังจากนั้นปริมาณน้ำหนักแห้งที่สะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆจะเคลื่อนย้ายไปสู่เมล็ด จึงทำให้เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากขึ้น ขณะที่ปริมาณน้ำหนักแห้งในส่วนอื่น ๆลดลงจนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุกแก่ จะพบว่าปริมาณน้ำหนักแห้งที่สะสมในเมล็ด มีมากกว่าส่วนของฐานรองดอก ใบ ต้น และราก ตามลำดับ (Hocking and Steer, 1983)ซึ่งในลักษณะเช่นนี้ก็พบได้ในข้าวโพด (Beauchamp et al,1976) นอกจากปริมาณน้ำหนักแห้งที่สะสมอยู่ในทานตะวันจะแตกต่างกันไปตามอัตราและรูปของไนโตรเจนที่ใส่ในระยะการเจริญเติบโตและตามอวัยวะต่าง ๆ ของพืชแล้ว การสะสมน้ำหนักแห้งยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการใส่ไนโตรเจนอีกด้วย Steer and Hocking (1984) ชี้ให้เห็นว่าลำต้นของทานตะวันที่ได้รับไนโตรเจนหลังจากระยะตาดอก การสะสมน้ำหนักแห้งมีมากกว่าที่ได้รับไนโตรเจน หลังจากระยะดอกบานไปแล้ว สำหรับอิทธิพลของระยะเวลาการใส่ไนโตรเจนต่อการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของเมล็ด เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของลำต้น (Steer et al, 1984)

อิทธิพลของไนโตรเจนต่อผลผลิตของพืช

อิทธิพลของไนโตรเจนต่อผลผลิตของพืชนั้น แตกต่างกันไปตามปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับ และขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของพืช Narwal and Malik (1985) รายงานว่า ผลผลิตของทานตะวันเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับเพิ่มขึ้น คือ 0.98, 1.66, 1.84 และ 1.88 ตันต่อเฮกต้า เมื่อใส่ไนโตรเจนอัตรา 0, 30, 60 และ 90 กิโลกรัมต่อเฮกต้า ตามลำดับ แต่การใส่ไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกินกว่า 90 กิโลกรัมต่อเฮกต้าอาจทำให้ผลผลิตของทานตะวันลดลงได้ ทั้งนี้ Ogunremi (1986) พบว่าทานตะวันที่ได้รับไนโตรเจนในอัตราที่เกินไปกว่านี้ จะมีปริมาณของเมล็ดลีบสูงขึ้น ส่งผลให้เมล็ดดีลดลง สาเหตุหนึ่งเกิดจากปริมาณการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ด Steer et al (1985b) อธิบายว่า การใส่ไนโตรเจนเกินกว่า 90 กิโลกรัมต่อเฮกต้า ส่งผลให้ปริมาณการเคลื่อนย้ายสารอาหารที่มีอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ไปสะสมในเมล็ดลดลง ส่วนองค์ประกอบของผลผลิต Palmer and Steer (1985) รายงานว่าองค์ประกอบของผลผลิตของทานตะวัน ได้แก่ ขนาดของจานดอก จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด เพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Langer and Liew (1973) ที่พบว่า ข้าวสาลีที่ได้รับไนโตรเจนปริมาณสูงให้ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตได้แก่ จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดมากกว่าที่ได้รับไนโตรเจนปริมาณต่ำ อย่างไรก็ตามในพืชน้ำมันเช่น ทานตะวัน การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้เปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ดลดลง (Zubriski and Zimmerman, 1974) แต่เมื่อคิดเทียบเป็นผลผลิตน้ำมันแล้ว Mohammad and Rao (1981) ชี้ให้เห็นว่าผลผลิตน้ำมันของเมล็ดทานตะวันเพิ่มขึ้นได้ตามปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น

นอกจากความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของพืชให้แตกต่างกันแล้ว ยังมีปัจจัยการเจริญเติบโตอื่น ๆ ที่เข้ามามีอิทธิพลร่วมกับอิทธิพลของไนโตรเจนต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตด้วยเช่น ปริมาณน้ำ และธาตุอาหารพืช Robinson (1973) รายงานว่าการใส่ไนโตรเจนร่วมกับการให้น้ำแก่ทานตะวันและข้าวโพด จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิต อย่างไรก็ตาม Cheng and Zubriski (1978) ชี้ให้เห็นว่า การใส่ไนโตรเจนมากเกินไป ในสภาวะของการขาดน้ำ อาจทำให้ผลผลิตของทานตะวันลดลงได้ และ Frank and Bauer (1984) ทำการทดลองคล้ายกันนี้ในข้าวสาลีพบว่าให้ผลเช่นเดียวกัน ในส่วนของธาตุอาหารพืชที่มีอิทธิพลร่วมกับธาตุไนโตรเจนเช่น ธาตุฟอสฟอรัส และโบรอน Blamey and Chapman(1981) รายงานว่าทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่งผลกระทบต่อผลผลิตของทานตะวัน รวมทั้งโปรตีนและน้ำมันในเมล็ดทานตะวันที่ได้รับทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ให้ผลผลิตปริมาณโปรตีนและน้ำมันมากกว่าทานตะวันที่ได้รับเฉพาะไนโตรเจนหรือฟอสฟอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รัสเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของธาตุไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสธาตุใดธาตุหนึ่งต่อปริมาณโปรตีนและน้ำมันแล้ว พบว่าไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณโปรตีน แต่ปริมาณน้ำมันกลับลดลง ตรงกันข้ามกับฟอสฟอรัสที่ส่งเสริมการเพิ่มปริมาณน้ำมัน แต่ต้องทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง และ Singh et al(1973) รายงานถึงผลการทดลองที่คล้ายกันนี้ว่าทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของทานตะวัน แต่ไม่พบว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มีสหสัมพันธ์กัน (interaction) ทั้งในส่วนของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต โบรอนเป็นอีกธาตุหนึ่งที่พบว่าอิทธิพลร่วมกับไนโตรเจนต่อผลผลิตของพืช กล่าวคือการใส่โบรอน จะส่งเสริมประสิทธิภาพของไนโตรเจนต่อการเพิ่มผลผลิตและปริมาณโปรตีนของข้าวโพด แต่ไม่พบว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำมัน (Jellum et al, 1973)

ความหนาแน่นของต้นปลูกกับการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไปตามปัจจัยการเจริญที่พืชได้รับ เช่น ธาตุอาหาร อุณหภูมิและแสง ซึ่งพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีก็ต่อเมื่อพืชได้รับปัจจัยการเจริญเหล่านี้อย่างพอเพียง แต่ในสภาพการปลูกพืชโดยทั่วไปมักจะพบว่า ในบางครั้งพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีเท่าที่ควร สาเหตุหนึ่งมาจากการปลูกพืชด้วยความหนาแน่นที่ไม่เหมาะสมพืชที่ปลูกด้วยความหนาแน่นสูงมักจะเกิดการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญโดยเฉพาะแสง และแสงก็เป็นปัจจัยการเจริญเติบโตที่สำคัญ เนื่องจากพืชต้องใช้แสงในขบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างสารอาหารในการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าพืชได้รับแสงในปริมาณที่ไม่เพียงพอย่อมส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง (Waggornor et al, 1963)

อัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่อขบวนการต่าง ๆในการเจริญเติบโต Rawson and Hindmarsh(1983) รายงานว่าทานตะวันที่ได้รับแสง 50 และ 20% จะมีพื้นที่ใบ น้ำหนักต้นและเมล็ดลดลงเป็นลำดับ เมื่อเทียบกับทานตะวันที่ได้รับแสง 100% ยกเว้นพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อลดปริมาณแสงลงจาก 100% เป็น 50% จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและความเข้มของแสงในมะเขือเทศ Peat

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1970) ชี้ให้เห็นว่าอัตราการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น โดยที่ใบบนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าใบล่าง ทั้งนี้ English et al(1979) ให้เหตุผลว่าใบบนมีพื้นที่ใบมากกว่าใบล่าง อย่างไรก็ตาม Rawson and Woodward(1976) พบว่ายาสูบที่ได้รับแสงระดับต่ำจะมีพื้นที่ใบมากกว่าแสงระดับสูง นอกจากแสงจะส่งผลกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและพื้นที่ใบแล้ว ช่วงแสงยังมีอิทธิพลต่อจำนวนใบ ความสูงและระยะเวลาของการเจริญเติบโตของทานตะวันด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ Goyne and Hammer (1982) รายงานว่า ทานตะวันพันธุ์ Hysun 30 ตอบสนองต่อช่วงแสงวันยาว (14 ชม.) ขณะที่พันธุ์ Sunfola 68-2 ตอบสนองต่อช่วงแสงวันสั้น (10 ชม.)

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับแสง พื้นที่ใบและอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เราสามารถนำมาใช้คาดคะเนอัตราการสังเคราะห์แสงได้ โดยการคำนวณหาพื้นที่ใบต่อพื้นที่ดินที่พืชชั้นปกคลุมอยู่หรือที่เรียกว่า ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) Wichiporovich (1960) รายงานว่าดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงของพืชโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 2.5-5 ซึ่งค่าดัชนีพื้นที่ใบนี้จะแปรปรวนไปตามชนิดของพืชและปริมาณแสงที่ตกกระทบทรงพุ่ม Rawson et al (1984) พบว่าปริมาณแสงที่ตกกระทบลงมายังทรงพุ่มของทานตะวันจะสูงสุด (ประมาณ 95% ของแสงทั้งหมด) เมื่อมีดัชนีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 3.5-5 นั่นหมายถึง ทานตะวันจะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าแสงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณของดัชนีพื้นที่ใบ และความหนาแน่นของพืช Jackson and Palmer (1979) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความหนาแน่นทำให้ปริมาณแสงภายในทรงพุ่มลดลง แต่ดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการปลูกพืชเพื่อให้ได้ความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง Daynard et al (1971) รายงานว่าข้าวโพดที่ปลูกด้วยความหนาแน่นที่สูงจะมีดัชนีพื้นที่ใบสูง ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตสูงตามไปด้วย แต่ระยะเวลาของการออกไหมจะล่าช้าออกไป 2-3 วัน เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น สำหรับในทานตะวัน พบว่าระยะเวลาของการออกดอกจะล่าช้าออกไป 1-4 วัน ตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ (Alessi et al, 1977) สอดคล้องกับการทดลองของ Miller and Fick (1978) ในทานตะวัน 4 พันธุ์ และยังพบอีกว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของทานตะวันเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตาม จากการทดลองของ Vijayalakshmi et al (1975) กลับพบว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความสูงและขนาดของลำต้นทานตะวันลดลง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองในปอแก้ว (Higgins and White,1970) ทั้งนี้ Campbell and White(1982) ให้เหตุผลว่าการปลูกพืชด้วยความหนาแน่นสูงในสภาพที่ปัจจัยการเจริญมีอยู่อย่างจำกัดจะทำให้ความสูงและขนาดของลำต้นลดลงได้ เนื่องจากเกิดการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญระหว่างต้นพืชที่ปลูก นอกจากนั้น Robinson et al (1980)ได้กล่าวว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นยังทำให้การหักล้ม (lodging) ของทานตะวันเพิ่มขึ้นอีกด้วย และที่ระยะเก็บเกี่ยวทานตะวันที่ปลูกด้วยความหนาแน่นสูง จะมีเปอร์เซนต์ความชื้นของจานดอกน้อยกว่าที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่ำ (Robinson et al,1982)

อิทธิพลของความหนาแน่นของต้นปลูกต่อผลผลิตของพืช

สำหรับอิทธิพลของ ความหนาแน่น ต่อผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต Pookpakdiet al (1989) รายงานว่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อต้นของถั่วเหลืองลดลง ขณะที่การสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น แต่ระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ในทานตะวัน เฉลิมพล (2531) ชี้ให้เห็นว่า การสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตด้วย และในส่วนขององค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ ขนาดของจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และ น้ำหนัก 100 เมล็ดลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (Miller and Roath, 1982) นอกจากนั้น Zubriski and Zimmerman (1974) กล่าวว่าผลผลิตทั้งที่เป็นเมล็ดและน้ำมันเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น แต่จากการทดลองของ Prunty (1981, 1983) พบว่า ผลผลิตเมล็ดและน้ำมันไม่แตกต่างกัน แต่เปอร์เซนต์น้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved