การตรวจเอกสาร

อิทธิพลของอุณหภูมิและความเข้มของแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน

1) การงอก (seed germination)

ทานตะวันสามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และค่อนข้างจะทนต่อสภาพอุณหภูมิสูงและต่ำได้ดี เมล็ดทานตะวันสามารถงอกได้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกไม่ควรต่ำกว่า 8-10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เมล็ดทานตะวันจะงอกได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Robinson, 1978)

2) การเจริญเติบโตและผลผลิต (growth and yield)

Rajan et al. (1973) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มแสงและอุณหภูมิที่มีต่อ net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) และ relative growth rate (RGR) ของทานตะวัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น NAR จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น แต่ค่อนข้างจะคงที่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สำหรับ LAR จะมีค่าลดลงเมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น RGR ซึ่งได้จากผลคูณของ NAR และ LAR แสงและอุณหภูมิ จึงมีผลต่อ RGR ด้วย ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส การเพิ่มความเข้มของแสงจาก 32,400 ถึง 54,000 lux ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงไปอย่างเด่นชัด แต่การเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงจาก 10,800-21,600 lux มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของทานตะวันค่อนข้างชัดเจน ส่วนอัตราการเพิ่มพื้นที่ใบ (rate of leaf area expansion) โดยปกติจะขึ้นอยู่กับอัตราของใบใหม่ที่พืชสร้างขึ้น ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาของพืช ที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงจะมีผลต่อการเปลี่ยน LAR ของพื้นที่น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงด้านน้ำหนักของพืชทั้งต้น นอกจากนี้ แสงและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิยังมีอิทธิพลร่วมกันต่ออายุการเจริญเติบโต ความสูง จำนวนใบและดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ของทานตะวัน (Goyne and Hammer, 1982 ; Rawson et al., 1984) โดย Rawson et al. (1984) พบว่า พลังงานแสงในช่วงฤดูร้อน จะมีผลทำให้พื้นที่ใบต่อต้นของทานตะวันเพิ่มขึ้นได้รวดเร็วกว่าพลังงานแสงในช่วงฤดูหนาว ขณะที่ Robinson (1978) พบว่าใบทานตะวันมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และช่วงที่เหมาะสมสำหรับการสร้างผลผลิตเมล็ดทานตะวันอยู่ระหว่าง 21-24 องศาเซลเซียส

การผลิตเมล็ดของทานตะวันจะลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 18/13 องศาเซลเซียส(อุณหภูมิกลางวัน/อุณหภูมิกลางคืน) ในสภาพที่มีพลังงานแสง 25.5 เมกกะจูลย์ต่อวัน ในช่วงฤดูร้อน และ 24/19 องศาเซลเซียส ในสภาพที่มีพลังงานแสง 9.5 เมกกะจูลย์ต่อวัน ในช่วงฤดูหนาวในเขต Canberra ของประเทศออสเตรเลีย น้ำหนักทานตะวันต่อต้นในระยะที่ทานตะวันเจริญเติบโตเต็มที่ มีความสัมพันธ์กับพลังงานแสงที่พืชได้รับตั้งแต่ระยะผสมเกสรเป็นต้นมา สำหรับจำนวนเมล็ดมีความสัมพันธ์กับพลังงานแสงและจำนวนอุณหภูมิสะสม (degree day) ตั้งแต่ระยะออกดอกถึงระยะผสมเกสร ส่วนผลผลิตจะขึ้นอยู่กับจำนวนเมล็ด พื้นที่ใบในระยะผสมเกสร อุณหภูมิเฉลี่ย และพลังงานแสงที่ทานตะวันได้รับในช่วงที่ผสมเกสรถึงช่วงที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ อย่างไรก็ตามมากกว่า 97 เปอร์เซนต์ของความแปรปรวนของผลผลิตสามารถอธิบายได้ โดยอาศัยปัจจัยอุณหภูมิและพลังงานแสง (Rawson et al., 1984)

3) เปอร์เซนต์น้ำมันและคุณภาพของน้ำมันในเมล็ด (percent oil and oil quality)

อุณหภูมิในระยะที่เมล็ดกำลังมีการพัฒนาและเจริญเติบโตเต็มที่ มีผลต่อเปอร์เซนต์น้ำมันและองค์ประกอบหลักในเมล็ดทานตะวัน (Unger and Thomson, 1982) ทานตะวันที่มีระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ในช่วงที่มีอากาศเย็น จะมีเปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ดต่ำกว่าทานตะวันที่มีระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ตรงกับช่วงที่มีอากาศอบอุ่นกว่า (Johnson and Jellum, 1972 ;

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Unger, 1980) แต่ Harris et al.(1978) พบว่าอุณหภูมิสูงในช่วงที่ทานตะวันมีการพัฒนาเมล็ดจะมีผลทำให้เปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ดลดลง และ Dompert and Beringer (1976 อ้างโดย Robinson, 1978) พบว่า เปอร์เซนต์น้ำมัน จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของ oleic และ linoleic acid ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำมันในเมล็ด การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระหว่างที่พืชมีการพัฒนาเมล็ด จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของ oleic acid เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของ linoleic acid จะลดลง (Johnson and Jellum, 1972 ; Keefer et al.,1976 ; Harris et al., 1978 ; Unger, 1980 ; Owen, 1983 ; Rawson et al.,1984)

อิทธิพลของอุณหภูมิและช่วงเวลาการรับแสงที่มีต่อการพัฒนาการ (phenology) ของทานตะวัน

ทานตะวันมักถูกจัดให้เป็นพืชที่ไม่ตอบสนองต่อความยาวนานของช่วงแสง (Robinson, 1978) อย่างไรก็ตาม Dyer et al.(1959) (อ้างโดย Goyne and Hammer, 1982) รายงานว่าทานตะวันเป็นพืชที่ตอบสนองต่อวันสั้น (short day plant) ส่วน Goyne et al. (1977) เสนอว่าทานตะวันพันธุ์ผสมเปิด Sunfola 68-2 มีลักษณะที่ไม่ตอบสนองต่อความยาวนานของวัน หรือ อาจตอบสนองต่อวันสั้นอย่างใดอย่างหนึ่ง ในขณะที่พันธุ์ลูกผสม Hysun 30 แสดงลักษณะที่ตอบสนองต่อวันยาว (long day plant) ส่วน Anderson et al. (1978) รายงานว่าทานตะวันพันธุ์ Peredovik มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเร็วขึ้น เมื่อปลูกในสภาพวันยาว ข้อมูลดังกล่าวได้จากการปลูกพืชในสภาพไร่ ซึ่งความยาวนานของวันและอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์กันมาก และไม่สามารถแยกลักษณะการตอบสนองของพืช (Goyne and Hammer, 1982)

Goyne and Hammer (1982) ได้ใช้ phytotron ศึกษาผลของช่วงแสงและอุณหภูมิที่มีต่อการพัฒนาการของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิด Sunfola 68-2 และพันธุ์ลูกผสม Hysun 30 พบว่าความยาวนานของช่วงแสง และอุณหภูมิมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของทานตะวันในระยะตั้งแต่งอก (emergence) ถึงระยะที่เห็นจานดอก (head visible)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคาดคะเนการพัฒนาการ (phenology) ของทานตะวันโดยใช้อุณหภูมิสะสม (GDD)

โดยปกติระยะการเจริญเติบโตของพืช มีความแตกต่างกันในระหว่าง genotype แต่จะมีค่าคงที่ในพืชพันธุ์เดียวกัน เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน แต่ในความเป็นจริงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิจะมีความแปรปรวนมาก ซึ่งทำให้คาดคะเนอายุการเจริญเติบโตของพืชโดยนับจำนวนวันมีความแปรปรวนไปด้วย การใช้ผลรวมของอุณหภูมิ (growing degree day summation, GDD) คาดคะเนอายุการเจริญเติบโตของพืชอาจจะมีความแปรปรวนน้อยกว่าการใช้ผลรวมของวัน (Robinson, 1971 ; Goyne et al.,1977) และหากระยะการเจริญเติบโตของพืชนั้นถูกควบคุมด้วยอุณหภูมิอย่างแท้จริงแล้ว ผลรวมของอุณหภูมิที่วัดได้ในแต่ละ ระยะการเจริญเติบโตของพืชควรจะมีค่าคงที่หรือมีความแปรปรวนน้อยถึงแม้จะปลูกพืชในวันปลูกที่แตกต่างกัน (Major et al., 1975) GDD คำนวนได้จากอุณหภูมิประจำวันซึ่งเขียนในรูปสมการได้ ดังนี้คือ $GDD = (T_{max} + T_{min})/2 - T_{base}$ เมื่อ T_{max} เป็นอุณหภูมิสูงสุดประจำวัน T_{min} เป็นอุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและ T_{base} เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติ (Russelle et al.,1984)

มีการใช้ GDD ในการคาดคะเนการสุกแก่ของพืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด (Gilmore and Roger, 1958 ; Major et al., 1975) สำหรับทานตะวัน Robinson (1971) ได้ศึกษาอายุการเจริญเติบโตของทานตะวัน ตั้งแต่ปลูกถึงระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่าผลรวมของ GDD ในทุกระยะการเจริญเติบโตของทานตะวันจะมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างปีปลูกของวันปลูกเดียวกัน ยกเว้นในระยะ first anther ถึง last anther ส่วนการปลูกทานตะวันในวันปลูกที่ต่างกันในปีเดียวกัน พบว่า ในระยะ emergence ถึง head visible และระยะ first anther ถึง last anther ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวันปลูก Doyne (1975) รายงานว่าผลรวมของ GDD สามารถใช้คาดคะเนช่วงเวลาตั้งแต่ปลูกถึงระยะแรกที่มีการผสมเกสร Keefer et al.(1976) ได้ศึกษาดัชนีต่าง ๆ ที่จะคาดคะเนการออกดอกของทานตะวันพันธุ์ Polestar และ Sunfola 68 พบว่าดัชนีที่ใช้อุณหภูมิ (GDD) มีค่าสัมประสิทธิของความแปรปรวนน้อยที่สุดโดยที่พันธุ์ Sunfola 68 เริ่มออกดอก เมื่อ GDD (ใช้ $T_{base} = 0$) มีค่าเท่ากับ 1331 $\pm$ 76 นับจากวันปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยวิธี path analysis

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์ของผลผลิตจำนวนฝัก น้ำหนักฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และความสูงของต้น อาจศึกษาดูความใกล้ชิดโดยใช้วิธีสหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งไม่คำนึงถึงว่าตัวแปรจะเป็นแบบอิสระหรือแบบตัวแปรตามหรือดูความสัมพันธ์ในแง่เหตุและผลโดยวิธีรีเกรสชั่น (regression) ผลที่วัดได้จากสหสัมพันธ์นั้นบอกถึงอิทธิพลรวม (total effect) ซึ่งอิทธิพลรวมจะประกอบไปด้วยอิทธิพลทางตรง(direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ผ่านลักษณะอื่น ๆ การใช้ path analysis ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์รีเกรสชั่นเส้นตรง ที่มีตัวแปรปรวนอิสระหลายตัว (multiple linear regression analysis) จะช่วยให้ทราบถึงอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมของตัวแปรปรวนอิสระที่มีต่อตัวแปรปรวนตาม (Wright, 1921) มีผู้ทำการศึกษาความสัมพันธ์โดยวิธีวิเคราะห์ path coefficient กับพืชหลายชนิด และส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของผลผลิตกับผลผลิตเช่น Sidwel et al(1976) ใช้ศึกษากับข้าวสาลี พบว่าจำนวนรวงต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตมากที่สุด Stafford and Seiler (1986) ศึกษากับพืช Guar พบว่าจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลต่อผลผลิตสูงกว่าจำนวนเมล็ดต่อฝัก Pathak et al.(1983) ศึกษากับทานตะวัน พบว่า จำนวนเมล็ดต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตมากที่สุด Fakorede and Opeke (1985) ใช้ path analysis ศึกษาอิทธิพลของสภาวะอากาศที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพด พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุด (maximum and minimum relative humidity) ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางตรง ในทางลบกับผลผลิต ให้ค่าที่เชื่อถือได้มากที่สุด ในการคาดคะเนผลผลิต ส่วนตัวแปรอื่นมีอิทธิพลโดยตรงที่ต่ำมาก ยกเว้นศักยภาพในการระเหยของน้ำ (potential evaporation)

การศึกษาถึงวันปลูกที่เหมาะสมของทานตะวัน

วันปลูกเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดและเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดทานตะวัน และมีผลต่ออายุการเจริญเติบโตของพืช ในช่วงตั้งแต่ปลูกถึงออกดอก (Robinson, 1970 ; Johnson and Jellum, 1972 ; Unger, 1980)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับประเทศไทยนั้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ได้ทดลองศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับปลูกทานตะวันตั้งแต่เดือนกันยายนไปจนถึงเดือนพฤษภาคม ผลปรากฏว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับปลูกทานตะวันในภาคกลาง คือเดือนธันวาคม (จุฑามาศ, 2530) ส่วนในเขตภาคเหนือของประเทศไทยนั้น กนกพร และ ธนิต (2523) อ้างถึงผลการทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ซึ่งปลูกทานตะวันในวันที่ 17 ของทุกเดือน พบว่าถ้าจะปลูกทาน-ตะวันปีละ 2 ครั้ง การปลูกเดือนพฤษภาคมในฤดูฝน และปลูกเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมในฤดูแล้ง จะให้ผลผลิตสูง แต่ผลผลิตในฤดูแล้งจะสูงกว่าฤดูฝน Rerkasem (1983) ได้ทดสอบทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจำนวน 4 พันธุ์โดยปลูกทุกวันที่ 15 ของเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคมปี 1982 และมกราคมปี 1983 ที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระยะเวลาของการพัฒนาการของทานตะวันแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับวันปลูกกล่าวคือ ทานตะวันจะใช้เวลาในการออกดอก และเจริญเติบโตเต็มที่นานขึ้น ถ้าหากปลูกล่าออกไปถึงช่วงปลายปี ส่วนผลผลิตเมล็ด ขนาดของเมล็ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละวันปลูก

แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (Crop growth model)

แบบจำลอง (simulation model) หมายถึง การจำลองหรือแสดงพฤติกรรมของระบบโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบาย เพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและปัจจัยต่าง ๆ ในระบบและสามารถใช้ในการทำนายผลลัพธ์ที่ได้จากระบบนั้น ๆ

แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเป็นการจำลองสถานการณ์การปลูกพืช โดยใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชมาแสดงถึงความสัมพันธ์และอธิบายโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ (de Wit, 1982) ลักษณะหรือองค์ประกอบของพืชในแบบจำลองการเจริญเติบโตจะผันแปรไปตามเวลา เช่น จำนวนฝัก ความสูง จำนวนข้อ ดัชนีพื้นที่ใบ และชีวมวลของต้นและใบพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจุบันได้มีการสร้างและพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชไว้หลายชนิด เช่นแบบจำลอง SOYGRO สำหรับถั่วเหลือง (Wilkerson et al., 1983) เป็นแบบจำลองที่มีความยุ่งยากและมีความแม่นยำสูงในการประมาณการพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง CERES MAIZE สำหรับข้าวโพดและข้าวสาลี (Jones and Kiniry, 1986) และแบบจำลอง SORGF สำหรับข้าวฟ่างและข้าวฟ่างไข่มุก (Huda, 1987)

สำหรับ simulation model ของทางตะวัน Hammer et al. (1982) ได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่อพยากรณ์ระยะการพัฒนาการเท่านั้น อัตราการเจริญเติบโตของทานตะวัน มีความสัมพันธ์กับสองปัจจัย ดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของทานตะวัน} = f_1(T) \times f_2(P)$$

โดยที่ $f_1(T)$ และ $f_2(P)$ เป็น function ของอุณหภูมิและความยาววันภายใต้ constrain $\sum_{s_1}^{s_2} f_1(T) * f_2(P) = 1$ ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างระยะการพัฒนา s_1 และ s_2 ความแตกต่างของพันธุ์ขึ้นอยู่กับ $f_2(P)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved