การตรวจเอกสาร

ลักษณะการแสดงออกของพืชจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางพันธุกรรมร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พันธุกรรม ดังนั้นลักษณะการแสดงออกของพืชอาจจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างตามสภาพแวดล้อม (Byth 1981) การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จึงเป็นการชักนำให้เกิดความแตกต่างมากในเรื่องการเจริญเติบโต การพัฒนาการและผลผลิตของพืช โดยทั่วไปพันธุ์พืชจะมีความสามารถในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน บางพันธุ์สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง บางพันธุ์ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมเฉพาะ

การปรับตัวของพันธุ์พืชจึงเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและความกดดันของสภาพแวดล้อมที่ชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Allard และ Bradshow (1964) ได้จำแนกการปรับตัวของพันธุ์พืชออกเป็นสองแบบ คือ population buffering ซึ่งหมายถึงการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ลีบเนื่องจากความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากร และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นหลาย ๆ ชั่วเป็นเวลานาน ส่วน individual buffering หมายถึง การปรับตัวของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมในเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตามรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่อการปรับตัวของพันธุ์พืชที่ระดับต่าง ๆ จนยากต่อการจำแนกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะถั่วเหลืองในขบวนการปรับตัว

Shibles (1980) ได้เสนอว่ามี 4 ขบวนการพื้นฐานที่มีผลต่อการปรับตัวของถั่วเหลืองให้เหมาะสมกับสภาพฤดูกาล ซึ่งได้แก่

ก) การพัฒนาการเจริญของกิ่ง ก้าน และใบ

(ข) รูปแบบของการเจริญเติบโตชนิดทอดยอด (indeterminate) และไม่ทอดยอด (determinate) ซึ่งต่างก็ใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมเพื่อการผลิตแตกต่างกัน

ค) การแปรปรวนทางด้านพันธุกรรมเกี่ยวกับการตอบสนองต่อช่วงแสง โดยมีการพัฒนาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบอย่างพอเพียงก่อนจึงจะออกดอก ทำให้ออกดอกช้า

ง) การตอบสนองต่อช่วงแสงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทั้งทางด้านลำต้น และทางด้านเจริญพันธุ์ ได้ทุกระยะตลอดการพัฒนาเป็นต้นพืช

ลักษณะทางเกษตรศาสตร์ของถั่วเหลืองได้แก่ ผลผลิตเมล็ด อายุออกดอก ความสูง พื้นที่ใบ ปริมาณน้ำมันและโปรตีนในเมล็ด คุณภาพเมล็ด และอื่น ๆ เหล่านี้จะแสดงออกแตกต่างกันโดยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล สถานที่และปีที่ปลูก ช่วงแสงจะมีอิทธิพลต่ออายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวโดยตรง และมีอิทธิพลอย่างมากต่อสัณฐานวิทยาของถั่วเหลือง ซึ่งแสดงผลความแตกต่างออกมาในด้าน ความสูง พื้นที่ใบ การล้ม และอื่น ๆ รวมทั้งผลผลิตด้วย ถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ มีการตอบสนองต่อความยาวนานของวัน (day length) ไม่เท่ากัน ความแตกต่างของความยาวนานของวันมีผลการตอบสนองออกมาในรูปของ จำนวนวันออกดอก จำนวนวันเก็บเกี่ยว ความสูง น้ำหนัก จำนวนฝัก จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ และอื่น ๆ ความแตกต่างใน light saturation เกิดขึ้นเสมอระหว่างพันธุ์ต่าง ๆ ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความเข้มของแสงลดลง จำนวนฝัก น้ำหนักเมล็ดลดลง และพบว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการทนต่อการลดความเข้มของแสงได้ไม่เท่ากัน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงและอุณหภูมิมีผลต่อถั่วเหลืองพันธุ์อายุสั้น กล่าวคือ พวกถั่วเหลืองอายุสั้นจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าความยาวนานของวัน ส่วนพวกพันธุ์อายุยาวจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวนานของวันมากกว่าอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตอบสนองของผลผลิตถั่วเหลืองในสภาพการเขตกรรม

การควบคุมและกำจัดวัชพืชเป็นขั้นตอนเขตกรรมที่สำคัญต่อการตอบสนองของผลผลิตถั่วเหลือง การปลูกถั่วเหลืองที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชหลังปลูก ทำให้ผลผลิตลดลงได้ถึงร้อยละ 60 ของผลผลิตที่ควรจะได้รับ (เยาวลักษณ์ และสมศักดิ์, 2526) , พรพรรณ (2530) พบว่าสภาพการแก่งแย่งที่เกิดขึ้นภายใต้สภาพการระบาดของวัชพืชตามธรรมชาติ จะทำให้ผลผลิตลดลงได้ประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ ช่วงวิกฤติของการแข่งขันระหว่างถั่วเหลืองกับวัชพืชคือ ช่วงที่ถั่วเหลืองมีอายุได้ 20-30 วันหลังปลูก ช่วงนี้เป็นช่วงที่ถั่วเหลืองอ่อนแอการไม่กำจัดวัชพืชจึงทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหลังจากนี้แล้ววัชพืชจะไม่มีผลมากนักต่อผลผลิตถั่วเหลือง (มานิสา และคณะ, 2530) ประเทศในเขตร้อนชื้นทุกประเทศ การสูญเสียผลผลิตของถั่วเหลืองเนื่องจากไม่มีการกำจัดวัชพืชอยู่ในช่วงระหว่าง 50-60 เปอร์เซ็นต์ (Bhan, 1975; Hammerton, 1974; Moody, 1973b ; Vega et al, 1970) มีนักวิจัยหลายท่านได้รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองช่วง 30-40 วันหลังงอก ปราศจากวัชพืชจะทำให้ได้ผลผลิตเท่ากับการปลูกในสภาพไม่มีวัชพืชตลอดฤดูปลูก อย่างไรก็ตาม Hammertion (1972b) รายงานว่าทั้ง ๆ ที่กำจัดวัชพืชเป็นเวลาถึง 6 สัปดาห์ นับจากหลังงอกยังปรากฏว่าผลผลิตลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีกำจัดวัชพืชตลอดฤดู

พันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ไม่เท่ากัน Moody (1976) สังเกตว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในสภาพปราศจากวัชพืช อาจให้ผลผลิตต่ำเมื่อไม่กำจัดวัชพืช เช่น พันธุ์ Hardee ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ Kent อย่างมากเมื่อมีการกำจัดวัชพืช แต่ถ้าไม่กำจัดวัชพืชปรากฏว่าพันธุ์ Kent มีผลผลิตสูงกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัชพืชทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลง โดยที่มันทำให้จำนวนฝัก/ต้นลดลง (Bhan et al 1972, 1974) ผลผลิต/ต้นลดลง (Hammerton, 1972b) Bhan et al, 1972), น้ำหนักเมล็ดลดลง (Bajpai et al, 1972; Hammerton, 1972b)

แนวทางการวิเคราะห์การปรับตัวของพันธุ์พืช

ลักษณะของพืชซึ่งแสดงออกมาให้เห็น ตลอดจนความผันแปรของพืชเกิดขึ้นได้โดยสาเหตุ 2 ประการ คือ 1) ความผันแปรทางพันธุกรรมอันเกิดจากการแสดงออกของยีนในลักษณะต่าง ๆ (G) 2) ความผันแปรอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม (E) และยังมีความผันแปรอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G x E)

Finlay and Wilkinson (1963) ได้เสนอการวิเคราะห์การปรับตัวโดยการใช้ regression ค่าเฉลี่ยของพันธุ์กับดัชนีสภาพแวดล้อม ซึ่งดัชนีสภาพแวดล้อมหาได้จากค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ regression (b) ใกล้เคียง 1 ถือว่ามีเสถียรภาพเท่าเสถียรภาพเฉลี่ยของทุกสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีค่า b = 1 และผลผลิตเฉลี่ยมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดถูกพิจารณาว่ามีการปรับตัวได้ทั่วไป ในขณะที่พันธุ์ที่มีค่า b = 1 แต่ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถูกพิจารณาว่ามีการปรับตัวที่ไม่ดีต่อทุกสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีค่า b > 1 เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือมีเสถียรภาพต่ำ ขณะที่พันธุ์ที่มีค่า b < 1 ถูกพิจารณาว่ามีเสถียรภาพสูงกว่าเสถียรภาพเฉลี่ย

Finlay and Wilkinson (1963) ชี้ให้เห็นว่าการแปลงข้อมูลผลผลิตที่วัดได้ไปเป็นค่า log เสียก่อนจะทำให้ค่าของผลผลิตเฉลี่ยแต่ละพันธุ์บนค่าผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น และอีกเหตุผลหนึ่งคือ ทำให้ความแปรปรวนของ experimental error มีเอกภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Eberhart and Russell (1966) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ stability parameter อีกวิธีหนึ่งโดยการวิเคราะห์ regression และคำนวนค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยไปจาก regression สำหรับแต่ละพันธุ์ขึ้นมาใช้พิจารณาเปรียบเทียบ โดย regression ของแต่ละพันธุ์ จะทำกับดัชนีสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีเสถียรภาพจะมีค่า b = 1 และไม่มีค่าเบี่ยงเบนไปจาก regression

Freeman (1973) ได้รวบรวมและเรียบเรียงแนวความคิดเกี่ยวกับ "เสถียรภาพของการแสดงออก" ของพันธุ์และลักษณะต่าง ๆ ที่สามารถวัดได้ โดยการใช้วิธีทางสถิติไว้มากมาย ส่วนมากแนวความคิดของเสถียรภาพจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามการอธิบายถึงความแตกต่างของการตอบสนองของสภาพแวดล้อมย่อมมีประโยชน์มากขึ้น ถ้าสามารถรวบรวมและอธิบายถึงสัดส่วนทั้งหมดของสาเหตุความแตกต่างนั้นได้ Mungomery et al(1974) ให้ความเห็นว่า วิธีการ linear regression นี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า G x E เป็นการตอบสนองต่อดัชนีสภาพแวดล้อมในรูปเส้นตรง ถ้าการตอบสนองของพันธุ์กับดัชนีของสภาพแวดล้อมไม่เป็นเส้นตรง จะทำให้ประสิทธิภาพวิธีนี้ลดน้อยลง แต่ก็มีข้อโต้แย้งจาก Hill (1975) ซึ่งบอกว่าการใช้วิธี linear regression นี้จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการตอบสนองได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม Witcombe and Whitington (1971) พบว่าวิธี linear regression ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองมากนัก และจากการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของพืชหลายชนิดโดย Byth, et al (1976), Shorter (1981) ก็พบว่าความสัมพันธ์ G x E ที่จะอธิบายด้วย linear regression มีโอกาสน้อยมาก

สำหรับการศึกษา G x E โดยใช้การวิเคราะห์แบบ multivariate มีวัตถุประสงค์ที่จะสรุปข้อมูลออกมาในรูปของความสัมพันธ์กัน (ความเหมือนกันและความต่างกัน) ระหว่างรูปแบบการตอบสนองของพันธุ์พืชวิธีการของ multivariate ที่นำมาใช้ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดกลุ่ม (cluster analysis) และ ordination ซึ่งเรียกชื่อรวมว่าการวิเคราะห์รูปแบบ (pattern analysis) การประยุกต์ใช้วิธีการจัดกลุ่มได้รายงานโดย Mungomery et al (1974), Byth et al (1976) ,Brennan, et al (1981), Crossa et al (1989) และวิธีการ ordination ได้รายงานโดย Perkins (1972)

Cluster analysis) ใช้สำหรับการแยกกลุ่มของพันธุ์ที่แสดงออกแตกต่างกันในลักษณะค่าเฉลี่ย หรือในรูปแบบของการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งภายในแต่ละกลุ่มของพันธุ์จะมีค่าเฉลี่ย และการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมคล้ายกัน (DeLacy 1981 b, Lin et al 1986)

รูปแบบของการตอบสนองที่ได้จากการแยกกลุ่ม จะสามารถนำมาเขียนเป็นกราฟได้โดยใช้ตัวแทนการตอบสนองของแต่ละกลุ่มกับดัชนีของสภาพแวดล้อม (Mungomery et al 1974, Byht et al 1976, DeLacy 1981b) วิธีนี้จะสามารถบ่งชี้ความแตกต่างของรูปแบบการตอบสนองของกลุ่มต่อสภาพแวดล้อมว่าเป็นแบบทั่วไป หรือการตอบสนองเฉพาะแห่ง วิธี ordination สามารถใช้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการตอบสนอง G x E ให้อยู่ในรูปพื้นราบที่สามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้ง่าย (Shukla 1972, Mungomery et al 1974) เทคนิคของ multivariate จะช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของพันธุ์หรือสิ่งแวดล้อมกับรูปแบบการตอบสนอง ทำให้สามารถลดปัญหาขนาดและความสลับซับซ้อนลง จนสามารถอธิบายการตอบสนองของกลุ่มพันธุ์ หรือสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น Cooper et al (1988 a & b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม และการปรับตัวในถั่วเหลือง

การเปรียบเทียบขนาดของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม และองค์ประกอบความแปรปรวนของพันธุกรรมในถั่วเหลือง ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ศึกษาและกลุ่มประชากรของพันธุ์ที่นำมาทดสอบ ยิ่งกว่านั้นความสำคัญการเปรียบเทียบพันธุ์กับสถานที่ พันธุ์กับปี และพันธุ์ x สถานที่ x ปี ก็ขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่นำมาศึกษาและตัวแทนของสถานที่และปีที่เฉพาะด้วย

Matzinger (1963) รายงานว่าการทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองใน 4 สถานที่ เป็นเวลา 3 ปี พบว่า $\sigma^2 gl$ ของลักษณะผลผลิตเมล็ดไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่า $\sigma^2 gy$ และ $\sigma^2 gly$ จะมีความแตกต่างกันก็ตามขนาดของ $\sigma^2 gly$ มากกว่า $\sigma^2 gy$ Schutz and Brim (1967) ได้ทำการเปรียบเทียบ G x E interaction ของสายพันธุ์ก้าวหน้าใน 6 กลุ่มอายุ พบว่า $\sigma^2 gly$ มีค่ามากที่สุดในลักษณะผลผลิตเมล็ด แต่ถ้าเฉลี่ยทั้ง 6 กลุ่มอายุ $\sigma^2 gl$ มีค่ามากกว่า $\sigma^2 gly$ อย่างไรก็ตามบางกลุ่มอายุ $\sigma^2 gy$ มีค่ามากกว่า $\sigma^2 gl$ ลักษณะการล้ม องค์ประกอบของปฏิกิริยาสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับ $\sigma^2 g$ แต่ลักษณะอื่น ๆ $\sigma^2 g$ มีขนาดมากกว่าทุกองค์ประกอบของปฏิกิริยาสัมพันธ์อื่น ๆ

การเปรียบเทียบขนาดของความแปรปรวนของพันธุกรรม ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม และรูปแบบการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของสายพันธุ์ถั่วเหลือง 58 สายพันธุ์ ทำการปลูกทดสอบใน 12 สภาพแวดล้อม โดย Mungomery (1978) พบว่าการคาดคะเนองค์ประกอบของความแปรปรวนของ gxe มีค่าเท่ากับ $\sigma^2 g$ สำหรับลักษณะผลผลิตเมล็ดและจำนวนเมล็ด แต่ลักษณะอื่น ๆ องค์ประกอบความแปรปรวนของ gxe มีค่าน้อยกว่า $\sigma^2 g$ การตรวจสอบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความแปรปรวนของพันธุ์ x ปี และพันธุ์ x สถานที่ x ปี ชี้ให้เห็นว่าการสุ่มตัวอย่างของสถานที่มีความสำคัญมากกว่าปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Smith, et al (1967) ใช้เทคนิค regression ของ Eberhart and Russell (1966) แต่กำหนดความมีเสถียรภาพโดยวิธีของ Finlay and Wilkinson (1963) คือพันธุ์ที่มีเสถียรภาพจะต้องมี b = 1, DMS = 0 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตของสายพันธุ์ลูกผสมจากชั่วที่ 4-7 เส้น regression ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจะมี regression coefficient มากกว่า 1 และมีค่า DMS สูง สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำมีค่า b < 1 และ DMS ต่ำด้วย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการศึกษาครั้งนี้คือ

1. เพื่อทราบผลด้านการปรับตัวเพื่อคงไว้ซึ่งความสามารถในการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพื้นเมือง เมื่อสภาพของสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หากพบว่าถั่วเหลืองพื้นเมืองพันธุ์ใดมีคุณลักษณะพิเศษในด้านเสถียรภาพของผลผลิตหรือในด้านอื่น ๆ ก็อาจจะเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

2. การเรียนรู้กลไกของการอยู่รอดและคงไว้ซึ่งความมั่นคงในทางผลผลิตและการปรับตัวของถั่วเหลืองพื้นเมือง อาจถือเป็นหลักการพื้นฐานที่สำคัญต่องานการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved