

การผสมผสานงานด้านสรีรวิทยา

โดย

สุชาวดี นาคะทัต

กรมวิชาการเกษตร

การผสมผสานงานด้านสรีรวิทยา และปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับปรุงงานวิจัยด้วยตัวเอง

Integrating Physiological Understanding and Plant breeding for
Soybean Improvement Programs

วิระศักดิ์ เทพจันทร์¹ สุภชัย แก้วมีชัย² Mark Cooper³
Virasak Tepjun,¹ Supachai Kaewmeechai,² Mark Cooper,³

ABSTRACT

Developing an understanding of the physiological and genetic basis of plant adaptation is discussed from the perspective of how this can assist the plant breeder to make informed selection decisions which contribute to crop improvement. The main opportunities for exploiting physiological understanding in crop improvement derive from the ability to interpret genotype-by-environment (G×E) interactions and make predictive inferences. The data collected from multi-environment soybean trials were analyzed by using two complementary ordination and clustering procedures, three-way principal component analysis and three-way mixture approach to clustering. The application of these techniques enhance the researcher's ability to make decisions in crop improvement programs where several attributes are important and must be considered simultaneously when evaluating the impact of selection strategies.

Physiological understanding can be used to provide a framework for identifying biological and environmental constraints to adaptation, productivity and for assessing the relative magnitude of the effects of individual genotype and/or environmental factors. However, the main constraint to exploiting physiological understanding remains the complexity of the processes of plant growth and development, and of the dynamics of their interrelationships, of genotypic differences, and of differential interactions with elements of the physical environment.

Key words: physiological understanding, plant breeding, soybean, 3-way clustering analysis, 3-way principal component analysis

1/ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เชียงใหม่ 2/ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรุงเทพฯ

3/ School of Land and Food, The University of QLD, Australia.

1/ Chiangmai Field Crops Research Center, Chiangmai

2/ Field Crops Research Institute, Bangkok

3/ School of Land and Food, The University of QLD, Australia.

บทคัดย่อ

แนวทางการปรับปรุงพันธุ์พืช จะมีความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ถ้าหากนักปรับปรุงพันธุ์มีความเข้าใจทางด้านสรีรวิทยา นอกเหนือจากพันธุกรรมและการปรับตัวของพันธุ์ที่ศึกษา โดยใช้เป็นตัวชี้แนะหรือชี้แนะในการตัดสินใจในขบวนการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งความเข้าใจทางด้านสรีรวิทยา ส่วนใหญ่ได้มาจากการแปลผลเกี่ยวกับปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม และสามารถใช้เป็นเครื่องชี้แนะหรือทำนายเปรียบเทียบในพันธุ์ หรือ/และ สิ่งแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากแปลงทดสอบผลผลิตในหลายๆ ท้องที่ นำมาวิเคราะห์แบบสามทางทั้งทางด้านพันธุ์ สภาพแวดล้อมหรือท้องที่ที่ปลูก และลักษณะทางด้านสรีรวิทยา ซึ่งรวมทั้งผลผลิตในเวลาเดียวกัน

พบว่าความรู้ความเข้าใจทางด้านสรีรวิทยา สามารถใช้เป็นแนวทางอธิบายหาเหตุผลในการปรับตัวของแต่ละพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการวิจัยและคัดเลือกพันธุ์ตลอดจนวิธีการจัดการที่เหมาะสม ในแต่ละท้องที่หรือสภาพแวดล้อมนั้นๆ อย่างไรก็ตามแนวทางวิจัยด้านนี้ยังคงต้องการศึกษาต่ออีกมาก เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง ทั้งทางด้านขบวนการของตัวพืชเองและสิ่งแวดล้อม ที่มักจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

คำนำ

โดยทั่วไปการพัฒนาการปลูกพืช จะเกี่ยวข้องทั้งในด้านพันธุ์ที่ใช้และสภาพแวดล้อมที่ใช้เป็นแหล่งปลูกพืชนั้นๆ การที่จะเพิ่มผลผลิตของพืชให้สูงขึ้นทางหนึ่งก็คือ แนวทางการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์โดยเอาลักษณะทางสรีรวิทยามาร่วมพิจารณา เพื่อให้พันธุ์พืชนั้นมีการแสดงออกอย่างเต็มศักยภาพ แต่ในทางปฏิบัติทั่วไปแล้ว งานวิจัยทางด้านพันธุ์ก็จะศึกษาในส่วนของการผสม คัดเลือกพันธุ์จนถึงขั้นตอนท้ายๆ ที่จะเตรียมออกเป็นพันธุ์ใหม่ จึงจะมาพิจารณาลักษณะทางสรีรวิทยา หรือทางด้านเขตกรรมหรือการจัดการ ซึ่งจริงๆ แล้วอย่างน้อยที่สุดก็ควรจะมีการพิจารณา การแสดงของพันธุ์ร่วมกับลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช หรือวิธีการจัดการทางด้านเขตกรรม อันจะเป็นทางนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาพันธุ์ใหม่ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เมื่อมีการปรับแต่งวิธีการจัดการที่เหมาะสม (e.g. Cooper, 1985)

Hammer et al. (1996) ได้ศึกษาโดยใช้โมเดลของพืชร่วมกับความรู้ทางด้านสรีรวิทยา ตรวจสอบการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช และพบว่าการแสดงออกของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งทางด้านพันธุกรรม สิ่งแวดล้อม และการจัดการ นอกจากการศึกษาโดยใช้โมเดลแล้ว Basford et al. (1996) ได้ใช้โปรแกรมการวิเคราะห์แบบ 3 ทาง (Three-way pattern analysis) ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีพันธุ์ต่างๆ ในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยใช้ผลผลิตและอายุวันสุกแก่ เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่าวิธีการวิเคราะห์แบบนี้สามารถช่วยทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถสรุปและแปลผลออกมาได้ง่ายขึ้น และเป็นเครื่องช่วยชี้แนะหรือช่วยในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ ได้ถูกต้องและมั่นใจยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการวิเคราะห์เหล่านี้จะนำมาศึกษาในครั้งต่อไป โดยใช้ข้อมูลจากแปลงทดสอบ

พันธุ์ถั่วเหลืองในหลายท้องที่ (สุภชัย และคณะ, 2534) โดยมีการวิเคราะห์ลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นๆ นอกเหนือจากผลผลิต

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากแปลงทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองในหลายท้องที่ (สุภชัย และคณะ, 2534) ซึ่งมีพันธุ์ที่ใช้ทดสอบอยู่ 15 พันธุ์/สายพันธุ์ (Table 1) เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสามทาง ขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงมีข้อจำกัดบางตัวอยู่ ดังนั้นจำนวนสถานที่หรือท้องที่จึงคัดเลือกมาเพียง 6 สถานที่ (Table 2) โดยให้กระจายครอบคลุมทุกภาคที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ โดยมีลักษณะทางสรีรวิทยาที่ศึกษา 4 ลักษณะ (Table 3)

วิธีการ

การเปรียบเทียบหรือทดสอบพันธุ์ มักจะมีหลายพันธุ์/สายพันธุ์ และทำกันในหลายๆ สถานที่ ซึ่งก็มักจะมีการเก็บข้อมูลทางด้านอื่นๆ นอกเหนือจากผลผลิต โดยทั่วไปก็จะมี การวิเคราะห์แบบความแปรปรวนร่วม (Combined analysis) ซึ่งก็จะเป็นการวิเคราะห์ทุกพันธุ์ร่วมกับทุกสถานที่ โดยมีลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ผลผลิต จำนวนฝัก/ต้น เป็นตัวแปร และวิเคราะห์ได้ทีละลักษณะ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อม (Genotype-by-environment interactions) ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มีความสับสนหรือยุ่งยากในการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์ และนำไปสู่ให้มีการคัดเลือกแบบปรับตัวได้เฉพาะแห่ง (Specific adaptation) หรือแบบปรับตัวได้ทั่วไป (Broad adaptation) วิธีการหนึ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ นำมาใช้คือการวิเคราะห์แบบการตอบสนองของพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อม (Pattern analysis) (William, 1976) ซึ่งประกอบด้วย Classification หรือ Clustering technique และ Ordination ซึ่งวิธีการแรกเป็นวิธีการในการจัดกลุ่มพันธุ์กรรม (พันธุ์/สายพันธุ์) ที่มีการตอบสนองของลักษณะทางสรีรวิทยา ลักษณะใด ลักษณะหนึ่ง ที่คล้ายคลึงกันทุก ๆ สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการศึกษา โดยใช้หลักการเพิ่มค่าของผลรวมยกกำลังสอง (Incremental sum of squares) ของกลุ่มที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ทั้งหมดแล้ว กลุ่มนี้จะรวมกันก่อนแล้วจึงจะรวมกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป จนกว่าจะครบจำนวนพันธุ์ที่นำมาเปรียบเทียบ ในลักษณะเช่นนี้อาจจะเรียกว่า เป็นการวิเคราะห์แบบสองทาง คือมีพันธุ์กับสภาพแวดล้อม โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยามาวิเคราะห์ร่วมเพียง 1 ลักษณะ ต่อการวิเคราะห์ครั้งหนึ่ง ดังเช่นงานของ สุภชัย และคณะ (2535) ส่วนวิธีการของ Ordination เป็นการสรุปผลออกมาให้อยู่ในรูปของกราฟ โดยมีการสร้างแกนขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ง่ายต่อการแปลผล (Kempton, 1984)

ในกรณีที่มีข้อมูลทางสรีรวิทยาหลาย ๆ ลักษณะ และต้องการนำมาวิเคราะห์ในเวลาเดียวกัน หรือเพื่อจุดประสงค์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสรีรวิทยากับพันธุ์ หรือระหว่างตัวของสรีรวิทยาเองก็สามารถใช้วิธีการวิเคราะห์แบบสามทาง (Three-way pattern analysis) ซึ่งแนะนำโดย Basford et al., (1991) ซึ่งจะประกอบด้วยการวิเคราะห์แบบ Three-way clustering analysis โดยใช้โปรแกรม MIXCLUS 3 (McLachlan and Basford, 1988) และการ

วิเคราะห์แบบ Three-way principal component analysis โดยใช้โปรแกรม TUCKALS 3 (Kroonenberg, 1994)

ผลการทดลอง

Cluster analysis

การวิเคราะห์แบบ Three-way clustering analysis จำนวนกลุ่มพันธุ์จากการประเมินค่าความเป็นไปได้ พบว่า 5 กลุ่ม (Table 4) เป็นจำนวนที่เหมาะสม ในการจำแนกและรวบรวมความแปรปรวนของข้อมูล โดยมีตัวเหลือพันธุ์ 5. อยู่รวมกันและเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุด

การตอบสนองของกลุ่มพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อม (สถานที่) ที่ปลูก (Fig 1 a-d) จะเรียงจากค่าเฉลี่ยของผลผลิตของทุกกลุ่ม จากนั้นน้อยไปหามาก โดยค่าสูงสุดจะอยู่ที่สุพรรณบุรี ส่วนที่ชัยนาทขอนแก่น และเพชรบูรณ์จะใกล้เคียงกันโดยอยู่ทางน้อยที่สุด ส่วนลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นก็ใช้ฐานของผลผลิต ในการเรียงลำดับของสถานที่

① พันธุ์ในกลุ่มที่ 3 คือ 8039-42-1 มีความแปรปรวนในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในด้านผลผลิตมากกว่าพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ (Fig. 1 a) ในขณะที่พันธุ์กลุ่มที่ 5 (8207-24-3) มีความแปรปรวนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ ในขณะที่จำนวนฝัก/ต้น ของกลุ่มพันธุ์ ส่วนใหญ่ (Fig. 1 b) มีการตอบสนองไปในทิศทางเดียวกับผลผลิต ถึงแม้ว่าจำนวนฝักที่เพชรบูรณ์ของแต่ละกลุ่มพันธุ์จะมากกว่าที่ชัยนาท และขอนแก่น แต่ผลผลิตโดยเฉลี่ยของกลุ่มพันธุ์ก็ไม่แตกต่างกัน อาจจะเป็นเพราะที่เพชรบูรณ์ทุกกลุ่มพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของเมล็ดเล็กกว่าที่ชัยนาท และขอนแก่น (Fig. 1 c) ส่วนอายุสุกแก่ (Fig. 1 d) โดยเฉลี่ยของทุกๆ กลุ่มพันธุ์ที่เชียงใหม่ จะยาวกว่าที่อื่นๆ แต่โดยส่วนใหญ่กลุ่มพันธุ์ในแต่ละกลุ่ม มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมไปในทิศทางเดียวกัน

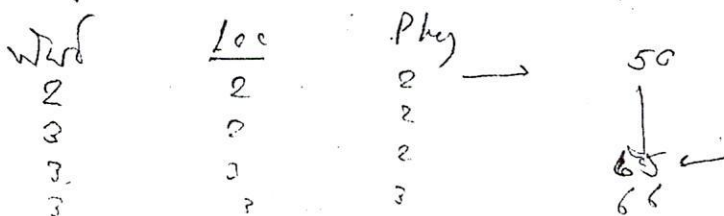
Ordination model fit

หลังจากการวิเคราะห์หลาย ๆ รูปแบบแล้ว พบว่าโมเดล $3 \times 2 \times 3$ ของ Components ของพันธุ์ สถานที่ และลักษณะทางสรีรวิทยา ตามลำดับ คงความแปรปรวนไว้ได้ 65.8 % ซึ่งถือว่าเป็นโมเดลที่เหมาะสมของข้อมูลชุดนี้ (Basford et al., 1990; Tepjun, 1998)

Joint plots

ภาพ 2.

เป็นการแสดงผลในรูปของกราฟ จากการวิเคราะห์ของ Ordination ในรูปแบบของ 3-way principal component analysis โดยในกราฟทิศทางของสิ่งแวดล้อมหรือสถานที่ที่จะแสดงโดยลูกศรที่ออกจากจุดศูนย์กลาง ส่วนพันธุ์ตัวเหลือแสดงโดยจุดในกราฟ กลุ่มของพันธุ์จากตารางที่ 4 พันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะอยู่ในขอบข่ายเส้นทึบหรือจุดไขว้ปลาเดียวกัน สำหรับทิศทางของลูกศรจะบ่งชี้ดังนี้ ถ้าหากทำมุมน้อยกว่า 90° หรือยิ่งแคบก็ยิ่งแสดงว่าสถานที่ทั้งสองแห่งมีความสัมพันธ์หรือมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน ถ้าหากทำมุมมากกว่า 90° แสดงว่าทั้งสองสถานที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน และการตอบสนองของพันธุ์จะเป็นตรงกันข้าม ถ้าหากแกนของสถานที่ทำมุม 180° สำหรับความสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ ทำโดยลากเส้นจากพันธุ์ไปตั้งฉากกับลูกศร



หรือทิศทางของสถานที่ ถ้าออกมาเป็นบวกหรือสูงกว่าจุดศูนย์กลางไปทางเดียวกับลูกศร ก็แสดงว่า สูงกว่าค่าเฉลี่ย ถ้าลบหรือต่ำกว่าจุดศูนย์กลางก็แสดงว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรง กับค่า Inner product (ไม่ได้นำเสนอ)

ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่บนพื้นฐานของลักษณะทางสรีรวิทยา

บนพื้นฐานส่วนใหญ่ของอายุวันสุกแก่ และจำนวนฝัก/ต้น (Component 1) จากตารางที่ 5 ทุกสถานที่ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยพันธุ์ส่วนใหญ่ในกลุ่มที่ 1 จะมีความยาวของวันสุกแก่ และ จำนวนฝักมากกว่าพันธุ์ในกลุ่มอื่น ๆ (Fig. 2a) ยกเว้นพันธุ์นครสวรรค์ 1 (f) ที่มีอายุการสุกแก่สั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ ในทุก ๆ สถานที่ที่ทดสอบ ซึ่งสนับสนุนโดยผลของ Cluster analysis (Fig. 1 b, d)

หากมองในแง่ของขนาดเมล็ดแล้ว (Fig. 2b) พบว่าพันธุ์ในกลุ่มที่ 1 จะมีความแปรปรวนมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ เช่น พันธุ์นครสวรรค์ 1 จะมีขนาดของเมล็ดโตกว่าพันธุ์อื่น ๆ โดยเฉพาะที่ ชัยนาท และเพชรบูรณ์ ส่วนพันธุ์ CM-001 จะมีขนาดของเมล็ดโต ในทุกสถานที่ที่ทดสอบ แต่ พันธุ์ในกลุ่มที่ 4 (7608-25-4 และ KUSL 20004) จะมีขนาดของเมล็ดเล็กไม่ว่าจะปลูกที่ไหนในการทดลองครั้งนี้

สำหรับผลผลิตและจำนวนฝัก (Fig. 2c) พันธุ์ในกลุ่มที่ 4 จะให้ผลผลิตสูงในพื้นที่ สุพรรณบุรี นครสวรรค์ และเชียงใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าพันธุ์ดังกล่าวให้จำนวนฝัก/ต้นสูงในพื้นที่ปลูกดังกล่าวด้วย

ส่วนกลุ่มพันธุ์ที่ 5 (8207-24-3) มีการตอบสนองได้ดี ในทุกแหล่งที่ทดสอบ ซึ่งสนับสนุนโดย Cluster analysis (Fig. 1 a) ส่วนพันธุ์ในกลุ่มที่ 1 มีความแปรปรวนสูง คือบางพันธุ์ เช่น สจ.1 ให้ผลผลิตสูงที่ชัยนาท และเพชรบูรณ์ แต่ให้ผลผลิตต่ำที่สุพรรณบุรี เชียงใหม่ นครสวรรค์ ส่วนพันธุ์ KKU-1001 แสดงออกมาในทางตรงข้ามกับพันธุ์ สจ.1 ซึ่งชักนำไปสู่การคัดเลือกแบบ เฉพาะแห่งหรือเฉพาะที่

ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับลักษณะทางสรีรวิทยา บนพื้นฐานของสิ่งแวดล้อมหรือสถานที่

ผลการวิเคราะห์จาก Ordination ให้ผลสนับสนุน Cluster analysis กล่าวคือในทุกสถานที่ที่ใช้ทดสอบ (see component 1 - Table 6) พันธุ์กลุ่มที่ 4 (7608-25-4 และ KUSL 20004) มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ในกลุ่มที่ 3 (8039-42-1) และกลุ่มที่ 5 (8207-24-3) (Fig. 3a) ซึ่งก็ให้ผลเช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ของ Cluster analysis (Fig. 1 c)

ถ้าหากพิจารณาเฉพาะที่ชัยนาท และพระพุทธรบาท (Fig. 3c) พันธุ์กลุ่มที่ 1 จะมีผลผลิตโดยเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์กลุ่มอื่น ๆ ซึ่งสนับสนุนโดยผลจากการวิเคราะห์แบบ Cluster analysis (Fig. 1a) เช่นเดียวกับพันธุ์ในกลุ่มที่ 5 (8207-24-3) จะมีขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ (Fig. 3c cf. Fig. 1c)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี 3-way clustering analysis และ 3-way principal component analysis ให้ผลออกมาในทางที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ทำให้ง่ายต่อการแปลผล และ

นักปรับปรุงพันธุ์ สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยต่อไป การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ก็ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ และคัดเลือกพันธุ์ เมื่อพิจารณาร่วมกับ Joint plots ก็จะทำให้ง่ายต่อการพิจารณาทั้งระหว่างกลุ่มพันธุ์และระหว่างพันธุ์เดี่ยว ๆ ทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยเฉพาะเมื่อนำเอาลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นมาพิจารณาร่วมกับผลผลิต จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ของนักปรับปรุงพันธุ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถที่จะศึกษาต่อไปถึงลักษณะที่ใช้เป็นตัวคัดเลือกรนอกเหนือจากที่ใช้ แต่ผลผลิตเป็นตัววัด สำหรับผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ผลแตกต่างจากผลของ สุภชัย และคณะ (2535) อาจเป็นเพราะว่าในครั้งนี้ได้นำสถานที่มาวิเคราะห์เพียง 6 แห่ง จากทั้งหมด 11 แห่ง แต่เพิ่มลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นเข้ามาวิเคราะห์พร้อมกับผลผลิตคือ จำนวนฝัก/ต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และอายุวันสุกแก่ แต่ที่น่าสังเกตคือขาดข้อมูลทางด้านอนุกรมวิธาน และข้อมูลทางด้านดินที่ควรอย่างยิ่งที่จะนำมาพิจารณา เพราะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชเช่นดังจะเห็นได้จากที่เชียงใหม่ อายุวันสุกแก่จะยาวกว่าแหล่งอื่น ๆ ซึ่งอาจจะคาดคิดจากประสบการณ์ว่าในฤดูแล้ง ที่เชียงใหม่อากาศจะหนาวเย็น ทำให้อายุวันสุกแก่ของพืชยืดยาวขึ้น ซึ่งการศึกษาครั้งต่อไปควรจะนำมาประกอบการพิจารณา

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์แบบ 3 ทาง (Three-way pattern analysis) เหมาะสำหรันำมาใช้วิเคราะห์งานปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะในงานเปรียบเทียบพันธุ์หรือทดสอบพันธุ์ในหลายๆ ท้องที่ และมีข้อมูลทางด้านสรีรวิทยาอื่นๆ นอกเหนือจากผลผลิต เพราะทำให้สามารถทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ปลูก ตลอดจนลักษณะทางสรีรวิทยา ที่นักปรับปรุงพันธุ์ใช้เป็นเครื่องตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์ หรือแม้จะเป็นนักปรับปรุงการผลิต ก็จะจัดพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ปลูก อาจจะมีการเพิ่มการจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต หรือเพื่อเหมาะสมกับระบบปลูกพืช

การวิเคราะห์แบบจัดกลุ่ม นอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพและง่ายต่อการคัดเลือกของนักปรับปรุงพันธุ์ การจัดกลุ่มของสถานที่ถ้าทำบนพื้นฐานที่เป็นตัวแทนของประชากรที่ดี ต่อไปก็จะสามารถลดจำนวนแปลงทดสอบลงได้ โดยผลการทดลองยังคงอยู่ในระดับที่เชื่อถือได้

การเชื่อมประสานระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์กับนักสรีรวิทยา สามารถนำไปสู่การพัฒนาพันธุ์ที่เหมาะสมเฉพาะแห่ง หรือพันธุ์ที่ปรับตัวได้ทั่วไป โดยมีการพิจารณาสภาพแวดล้อมอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังนำไปสู่การคัดพันธุ์เพื่อนำไปผสมพันธุ์ เช่น นำพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงบ้างแล้วไปผสมพันธุ์กับพันธุ์ที่มีจำนวนฝัก/ต้นสูง ก็อาจจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงยิ่งขึ้น ทั้งนี้ควรจะอยู่ภายใต้การดูแลของนักสรีรวิทยาหรือนักปรับปรุงการผลิตด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณสุภชัย แก้วมีชัย และคณะ (2534) ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลจากแปลงทดสอบพันธุ์ตัวเหลืองในหลายท้องที่ เพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

Table 1 Names and codes of the fifteen soybean varieties/lines in yield trials in the dry season, 1992

No.	Name	Code
1.	SJ.1	a
2.	SJ.2	b
3.	SJ.4	c
4.	SJ.5	d
5.	CM.60	e
6.	NS.1	f
7.	ST.1	g
8.	7608-25-4	h
9.	8207-24-3	i
10.	8039-42-1	j
11.	Doikum	k
12.	KUSL 20004	l
13.	CM-001	m
14.	KKU-1001	n
15.	LN-14	o

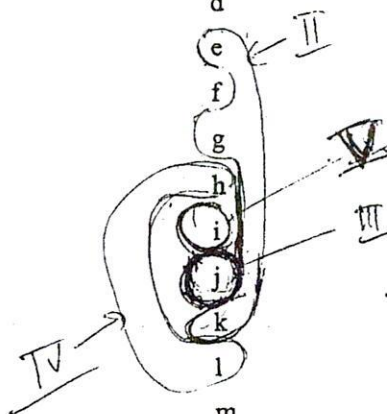


Table 2 Names of sites and their abbreviations of yield trials in the dry season, 1992

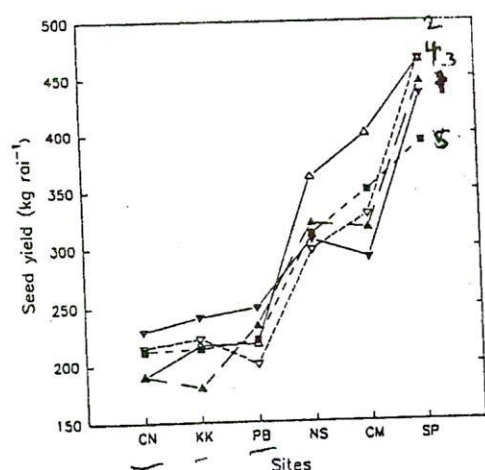
No.	Name	Abbreviation
1.	Chiangmai	CM
2.	Nakhonsawan	NS
3.	Khonkaen	KK
4.	Phetchabun	PB
5.	Chainat	CN
6.	Suphanburi	SP

Table 3 Soybean attributes, their abbreviations and unit measured in yield trials in the dry season, 1992

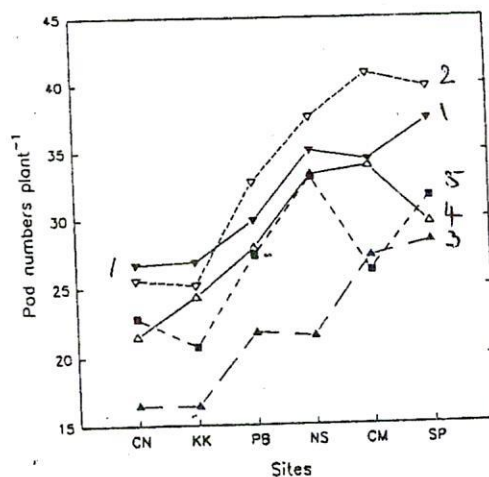
No.	Name	Abbreviation	Unit
1.	Seed yield	SY	Seed yield (kg/rai)
2.	Pod number	PD	Pod number/plant
3.	Seed weight	SW	100 seed weight (g)
4.	Day to maturity	MA	Day to maturity (d)

Three way cluster Analysis.

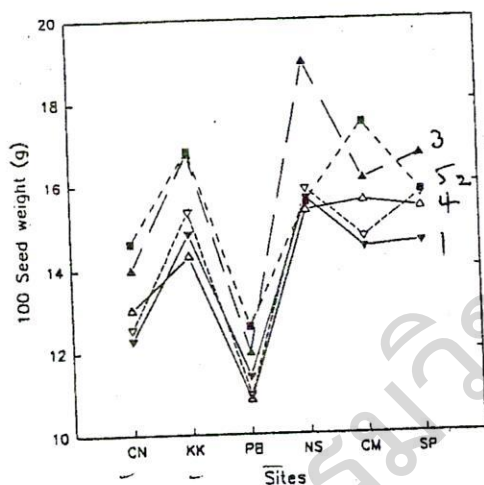
8



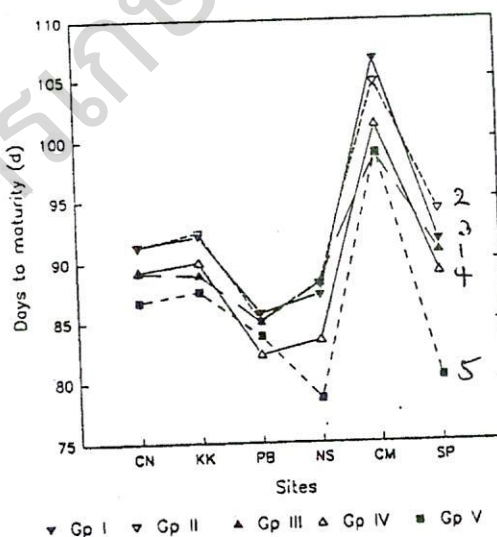
a. Seed yield



b. Pod numbers



c. 100 Seed weight



d. Days to maturity

Fig. 1 Performance plots for the group line mean on (a) seed yield, (b) pod numbers, (c) 100 seed weight and (d) days to maturity across six sites (CN is Chainat; KK is Khon Kaen; PB is Phra Phutthabat; NS is Nakhon Sawan; CM is Chiangmai and SP is Suphanburi) sown in Dry season. Lines in each group are listed in Table 4.

Table 4 Five groups of soybean varieties/lines identified by the clustering of fifteen varieties/lines based on seed yield, pod number, seed weight and days to maturity in the dry season 1992

Group	Varieties/Lines
I	SJ.1, SJ.2, SJ.4, SJ.5, NS.1, CM-001, KCU-1001, LN-14
II	CM.60, ST.1, Doikum
III	8039-42-1
IV	7608-25-4, KUSL 20004
V	8207-24-3

Table 5 Attribute components for the 3x2x3 solution obtained from the three-way ordination analysis of four attribute data for 15 soybean varieties/lines tested at six sites in the dry season, 1992.

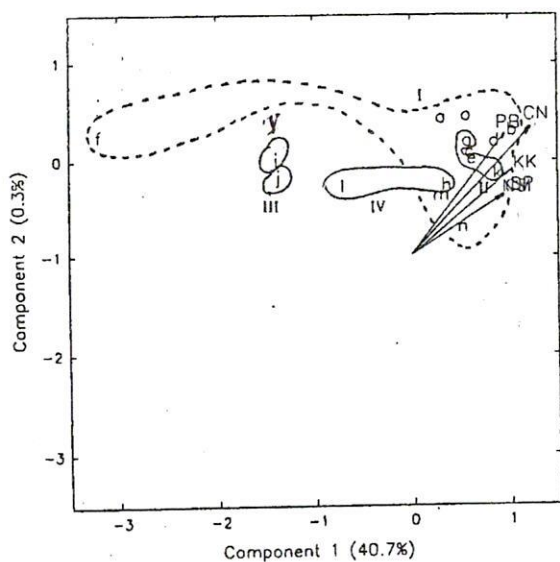
Attributes	Abbreviations	Components			Proportion of sums of squares explained
		A1	A2	A3	
Seed yield	SY	0.45*	0.19	0.56	0.55
Pod number	PD	0.70	0.22	-0.26	0.61
Seed weight	SW	-0.51	0.74	-0.05	0.75
Days to maturity	MA	0.83	0.14	-0.11	0.72
Percentage variation accounted for		40.9	15.0	9.9	

* attributes which have bold numbers are those that have the major effects for that component

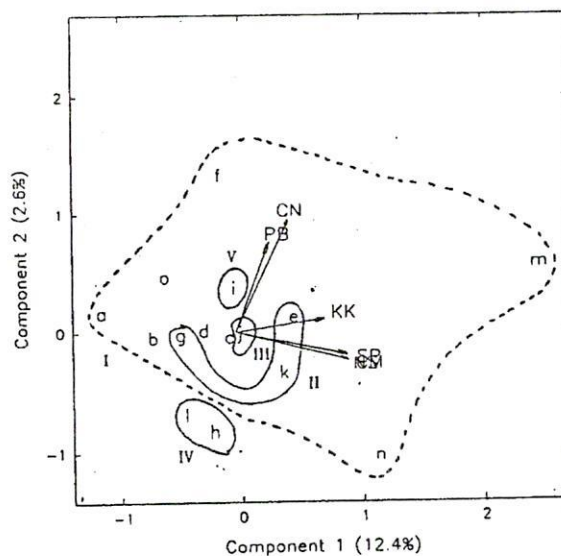
Table 6 Site components for the 3x2x3 solution obtained from the three-way ordination analysis of six site data for 15 soybean varieties/lines tested at six sites in the dry season, 1992.

Sites	Abbreviations	Components		Proportion of sums of squares explained
		A1	A2	
Chiangmai	CM	0.82*	-0.23	0.73
Nakhonsawan	NS	0.79	-0.23	0.68
Khonkaen	KK	0.79	0.01	0.62
Phetchabun	PB	0.55	0.38	0.44
Chainat	CN	0.71	0.48	0.73
Suphanburi	SP	0.84	-0.21	0.74
Percentage variation accounted for		57.0	8.8	

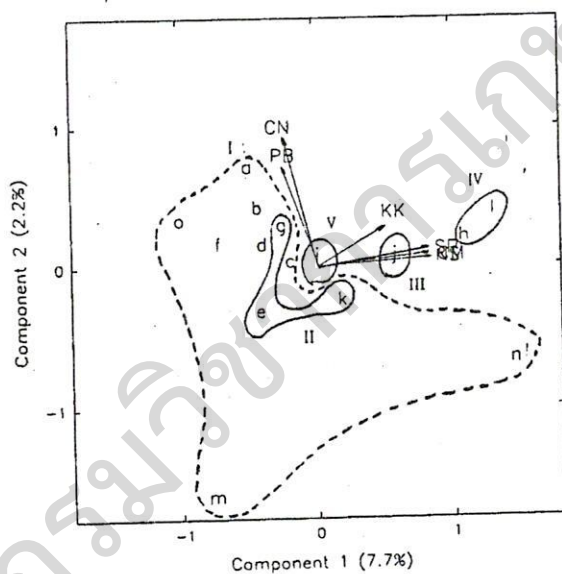
* sites which have bold numbers are those that have the major effects for that component



a. First attribute component

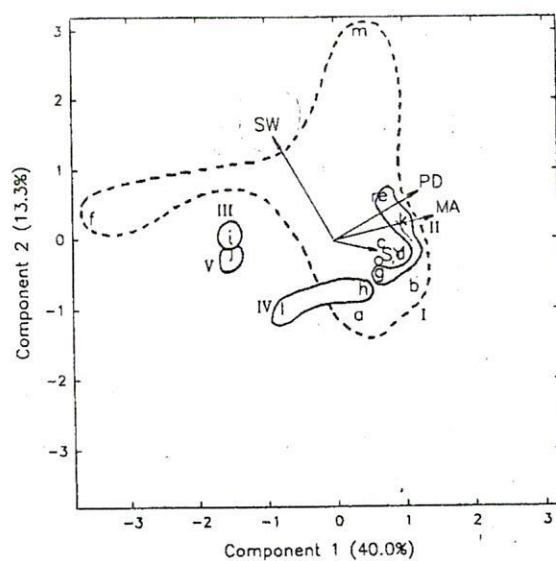


b. Second attribute component

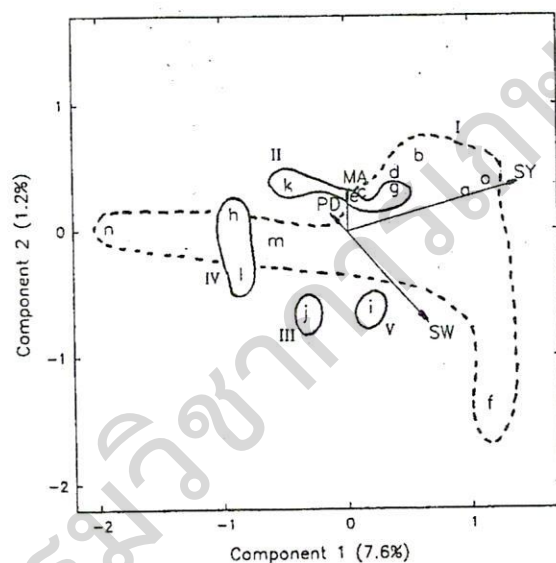


c. Third attribute component

Fig. 2 Joint plot of the first and second components of varieties/lines and sites for the (a) first (b) second and (c) third attributes component from a Three-way PCA $3 \times 2 \times 3$ solution in the dry season, 1992. Abbreviation/code for the varieties/lines and sites are listed in Table 1 and 2, respectively. Roman numerals refer to the clusters (see Table 4).



a. First site component



b. Second site component

Fig. 3 Joint plot of the first and second components of varieties/lines and attributes for (a) the first and (b) the second site component from a Three-way PCA 3x2x3 solution in the dry season, 1992. Abbreviation/code for the varieties/lines and attributes are listed in Table 1 and 3, respectively. Roman numerals refer to the clusters (see Table 4).

เอกสารอ้างอิง

- ศุภชัย แก้วมีชัย และคณะ. 2534. การทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อความเหมาะสมต่อท้องถิ่นหรือฤดูปลูก. รายงานประจำปี 2534 (เล่ม 1) ถั่วเหลือง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. น. 202-231.
- ศุภชัย แก้วมีชัย และคณะ. 2535. การทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อความเหมาะสมต่อท้องถิ่นหรือฤดูปลูก รายงานประจำปี 2535 (เล่ม 1) ถั่วเหลือง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. น. 106-127.
- Basford, K.E., Kroonenberg, P.M. and Cooper, M. 1996. Three-mode Analytical Methods for Crop Improvement Programs. In 'Plant Adaptation and Crop Improvement' Eds. M. Cooper and G.L. Hammer. CAB International, Wallingford UK, pp.291-305.
- Basford, K.E., Kroonenberg, P.M. and DeLacy, I.H. 1991. Three-way methods for multi-attribute genotype x environment data; an illustrated partial survey, Field Crops Research 27, 131-157.
- Basford, K.E., Kroonenberg, P.M., DeLacy, I.H. and Lawrence, P.K. 1990. Multi-attribute evaluation of regional cotton variety trials. Theoretical and Applied Genetics 79, 225-234.
- Cooper, R.L. 1985. Breeding semi-dwarf soybeans. In 'Plant Breeding Reviews.' Ed. J. Janick. pp. 289-309 (AVI Publishing: Westport, CT).
- Hammer, G.L., Butter, D.G., Muchow, R.C. and Meinke, H. 1996. Integrating Physiological Understanding and Plant Breeding via Crop Modelling and Optimisation. In 'Plant Adaptation and Crop Improvement'. Eds. M. Cooper and G.L. Hammer. CAB International, Wallingford UK, pp. 419-441.
- Kempton, R.A. 1984. The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. Journal of Agricultural Science, Camb., 103, 123-135.
- Kroonenberg, P.M. 1994. The TUCKALS line: A suite of programs for three-way data analysis. Computational Statistics and Data Analysis 18, 73-96.
- McLachlan, G.J. and Basford, K.E. 1988. Mixture Models: Inference and Applications to Clustering. Dekker, New York.
- Tepjun, V. 1998. The physiological and environmental basis of genotype-by-environment interactions for seed yield of soybean in Thailand. PhD Thesis, University of Queensland.
- Williams, W.T. 1976. Pattern analysis in agricultural science. CSIRO: Elsevier, Amsterdam.