บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วอะซูกิ

ถั่วอะซูกิ (*Vigna angularis* [Wild.] Ohwi and Ohshi มีชื่อสามัญว่า adzuki bean, azuki bean, small red bean, small bean, atsuki เป็นพืชตระกูลเดียวกับถั่วเขียวผิวมัน (mung bean) ถั่วเขียวผิวดำ (blackgram) และถั่วนางแดง (rice bean) มีจำนวนโครโมโซม 2n=22 (Egawa *et al.,* 1996) ลักษณะทั่วไป ถั่วอะซูกิมีรูปแบบการงอกแบบ hypogeal ใบเลี้ยง (cotyledon) และใบจริงคู่แรก (primary leaves) จะจัดเรียงตัวแบบตรงกันข้าม (opposite) ใบจริงประกอบด้วย 3 ใบย่อยเรียกว่า trifoliate leaves เรียงตัวแบบ alternate มีข้อบนต้นหลัก (main stem) ประมาณ 10-15 ข้อ มีความสูงประมาณ 30-70 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลือง เป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollination) และเป็นพืชที่ตอบสนองต่อวันสั้น (short day plant) (Yoshida, 1998)

ใบมีหลายลักษณะ เช่น รูปหอก รูปหัวใจและรูปทรงกลม ต้นเป็นทรงพุ่ม ลำต้นตั้งตรง มีความสูง 27-90 เซนติเมตร การเจริญเติบโตเป็นแบบกึ่งทอดยอด บางพันธุ์มีความสูงถึง 1-3 เมตร ลำต้นสีเขียว แต่มีบางพันธุ์มีลำต้นสีม่วง มี 13.6-20 ข้อต่อต้น แตกกิ่ง 2.7-9 กิ่งต่อต้น (Chiba, 1980; Hu, 1981; Hoshigawa, 1985; Duan, 1989) Nakaseko (1983) ได้ทำการทดลองปลูกถั่วอะซูกิจำนวน 6 สายพันธุ์ที่ Hokkaido รายงานว่า ถั่วอะซูกิมี 53.4-81.2 ฝักต่อต้น 1.0-1.67 ฝักต่อข้อ 5.1-7.5 เมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดต่อต้น 31.8-74.8 กรัม ถั่วอะซูกิมีอายุตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน

ฝักของถั่วอะซูกิมีผิวเรียบ เป็นรูปทรงกระบอก มีผนังเปลือกบาง เปลี่ยนสีฝักจากสีเขียวเป็นสีขาวหรือสีน้ำตาลเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว มีความยาวฝัก 6-13 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มี 2-14 เมล็ดต่อฝักและมี 5-40 ฝักต่อต้น (Hoshigawa, 1985) Dobhal and Rana (1997) รายงานว่า ถั่วอะซูกิมีความสูงต้น 20-70 เซนติเมตร อายุออกดอก 55-65 วัน อายุสุกแก่ 85-100 วัน มีจำนวน 20-70 ฝักต่อต้น ฝักยาว 6.3-10.8 เซนติเมตร มี 5-10.3 เมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด 15.8-20 กรัม และมีผลผลิตต่อต้น 15.5-40.6 กรัม

เมล็ดถั่วอะซูกิมีรูปทรงรี มีความยาว 5.0-9.1 มิลลิเมตร กว้าง 4.0-6.3 มิลลิเมตร หนา 4.1-6.04 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 50-250 มิลลิกรัม/เมล็ด (McClary, 1990) โดยแต่ละพันธุ์จะมีขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ดแตกต่างกันไป แต่ในความต้องการของตลาดญี่ปุ่นแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดปกติ (ความยาวเมล็ด >4.2 มิลลิเมตร) และขนาดใหญ่ (ความยาวเมล็ด> 4.8 มิลลิเมตร) (Hoshigawa, 1985) สีของเมล็ดมีหลายสี เช่น ดำ เทา น้ำตาล ขาว แดง แดงเข้มและสีผสม (Piper and Morse, 1914)

2.2 การผลิตถั่วอะซูกิ

ถั่วอะซูกิสามารถเจริญเติบโตและสามารถขึ้นปรับตัวได้ดี ในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณน้ำฝน 530-1,730 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิ 7.8-27.8 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่าง 5.0-7.5 (Duke, 1981) ถั่วอะซูกิมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลีใต้ และบางส่วนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Yeong, 1990) และยังมีการผลิตในประเทศต่างๆ ทั่วโลก เช่น อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย บราซิล คองโก อินเดีย นิวซีแลนด์ ฟิลิปปินส์ อิตาลี ฯลฯ (Duan, 1989) โดยเฉพาะที่ญี่ปุ่นเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ แต่ละปีสามารถผลิตได้ถึง 90,000 ตัน ใช้พื้นที่ประมาณ 64,000 เฮกตาร์ ซึ่งที่เกาะ Hokkaido สามารถผลิตได้ถึง ร้อยละ 60 ของปริมาณถั่วอะซูกิทั้งหมดที่ผลิตได้ภายในประเทศ และมีผลผลิตเฉลี่ยสูงถึง 1,500 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (McClary, 1990) ประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ถั่วอะซูกิในการบริโภคประมาณ 120,000 ตันต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 32.43 ของปริมาณแป้งถั่วที่ใช้บริโภคทั้งหมด (Chikamori, 1997) ถือว่าเป็นประเทศที่มีการนำเข้าถั่วอะซูกิมากที่สุดในโลก โดย Japan Bean Fund Assosiation (1987) ชี้ว่ามี 15 ประเทศที่ส่งออกถั่วอะซูกิ เพื่อนำเข้าประเทศญี่ปุ่น และมี 5 ประเทศคือ จีน ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา ไทย และแคนาดา ที่มีการส่งออกถั่วอะซูกิมากที่สุด

เมล็ดถั่วอะซูกิ (dry seeds) 100 กรัม จะให้พลังงาน 339 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 54.4 กรัม โปรตีน 20.3 กรัม ไขมัน 2.2 กรัม เส้นใยอาหาร 4.3 กรัม ไม่มีคลอเรสเตอรอล ในส่วนของแร่ธาตุ (minerals) ประกอบด้วยธาตุต่างๆ หลายชนิด เช่น โซเดียม 5 มิลลิกรัม แคลเซียม 66 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 127 กรัม ฟอสฟอรัส 350 มิลลิกรัม โปแตสเซียม 1,500 มิลลิกรัม อีกทั้งในเมล็ดถั่วอะซูกิยังอุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิด ได้แก่ A , B6, B12, D,K และอื่นๆ (Harukawa, 1990)

ถั่วอะซูกินิยมนำเมล็ดมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแป้งถั่ว (bean paste) ซึ่งแป้งถั่วที่มีคุณภาพดีและเป็นที่นิยมรับประทานของคนญี่ปุ่น เรียกว่า “อาน” (an) มี 2 ชนิดคือ โคชิอาน (koshi an) และซุบุอาน (tsubu an) (สุทัศน์, 2542) ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคแป้งถั่วในรูปของอาหารและขนมประเภทต่างๆ เช่น an-fill bun (manju [Japanese], baozi[Chinese] ซุป (sweet soupe: zenzai, sarashi ame) ลูกอม (amanatto) ไส้ขนมไหว้พระจันทร์ โดนัท เค้ก ครีมเทียมใส่กาแฟ ผสมกับแป้งข้าวสาลีทำเส้นก๋วยเตี๋ยวและยังสามารถดัดแปลงทำเป็นอาหารคาวหวานได้อีกมากมาย (สุทัศน์และคณะ,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2543; สุมินทร์และคณะ, 2543; Lumpkin and McClary, 1994) อีกทั้งยังนำมาทำเป็นเครื่องสำอาง แชมพู สบู่ และครีมล้างหน้าอีกด้วย ทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา และทางตะวันออกของรัสเซียมีการปลูกถั่วอะซูกิเพื่อเป็นพืชอาหารสัตว์ (forage crops) และใช้เป็นปุ๋ยพืชสด (Yeong, 1990)

2.3 การปลูกถั่วอะซูกิในประเทศไทย

งานวิจัยถั่วอะซูกิในประเทศไทย เริ่มปี พ.ศ. 2517 โดยนักวิชาการเกษตร จากโครงการสหประชาชาติ ได้ทดสอบผลผลิตพืชไร่ชนิดต่างๆ ที่สถานีทดลองช่างเคี่ยน ซึ่งมีถั่วอะซูกิรวมอยู่ด้วย 4 พันธุ์ ต้นถั่วอะซูกิเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิต 232-327 กิโลกรัมต่อไร่ (สุมินทร์และคณะ, 2542) ต่อมา Tiyawalee (1978) ได้ทดสอบผลผลิตถั่วอะซูกิ 3 พันธุ์บนที่สูง พบว่าถั่วอะซูกิสามารถปรับตัวได้ดีและให้ผลผลิต 196-215 กิโลกรัมต่อไร่

มีการทดลองปลูกถั่วอะซูกิบนที่สูงอีกครั้ง เพื่อปลูกขยายพันธุ์และทดสอบผลผลิตถั่วอะซูกิขั้นต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา ปีพ.ศ. 2539 มูลนิธิโครงการหลวงได้รับความร่วมมือจากบริษัท Ueno Fine Chemicals Industry, Ltd. แห่งประเทศญี่ปุ่น โดยมีวัตถุประสงค์ผลิตถั่วอะซูกิให้ได้ปริมาณและคุณภาพเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอุตสาหกรรมแป้งถั่ว ซึ่งบริษัทจะรับซื้อเมล็ดเพื่อนำไปผลิตแป้งถั่วในโรงงานที่จะจัดตั้งในประเทศไทยสำหรับการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น (สุมินทร์และคณะ, 2543) ซึ่งในปี 2541 ได้มีการให้เกษตรกรบนที่สูงมีการปลูกถั่วอะซูกิเพิ่มมากขึ้นและในปี 2543 บริษัท Ueno Fine Chemicals Industry, Ltd. มีความต้องการถั่วอะซูกิมากถึง 3,300 เมตริกตันต่อปี เพื่อผลผลิตแป้งถั่วปริมาณ 10,000 เมตริกตัน (สุทัศน์และคณะ, 2543)

สุทัศน์ (2543) ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วอะซูกิ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกถั่วอะซูกิสายพันธุ์ Erimo ให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ที่สามารถปรับตัวได้ดีให้ผลผลิตสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ให้คุณภาพเมล็ดดียิ่งขึ้นและเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์หลักถั่วอะซูกิสายพันธุ์ Erimo ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว สำหรับใช้ปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ส่งเสริมที่มีคุณภาพดีให้เกษตรกรได้ใช้ปลูก พบว่า ถั่วอะซูกิหลายสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูง เมล็ดมีขนาดใหญ่และสีของเมล็ดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นำมาใช้สำหรับแปรรูปถั่วได้ดี

สริตา (2543) วิเคราะห์ปฏิกิริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมของถั่วอะซูกิบนที่สูง โดยทดสอบในสภาพแวดล้อม 4 แห่ง ปลูกบนที่สูง 3 แห่งที่มีความสูงต่างกันตั้งแต่ 800-1,200 เมตร และบนที่ราบ 1 แห่ง ซึ่งใช้สายพันธุ์ถั่วอะซูกิที่คัดเลือกมาจากพันธุ์ Erimo จำนวน 18 สาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ถั่วอะซูกิที่ได้ปลูกทำการศึกษาส่วนใหญ่จะมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตและมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแบบทั่วไป (general adaptation)

วีรพันธ์และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาเสถียรภาพผลผลิตของถั่วอะซูกิภายใต้สภาพการเพาะปลูกบนที่สูง ไม่พบปฏิกริยาระหว่างพันธุ์กับสถาพแวดล้อมและพบว่าถั่วอะซูกิพันธุ์ KS7 สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมทั่วไปได้ดีอย่างมีเสถียรภาพ

นงเยาว์ (2545) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของถั่วอะซูกิจำนวน 10 สายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมได้พบว่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของถั่วอะซูกิพันธุ์ต่างๆ ทางประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่ฝักและยังพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลผลิตกับจำนวนฝักต่อต้นและอัตราการเจริญเติบโตของฝักด้วยเช่นกัน

2.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิต

การศึกษาความสัมพันธ์โดยวิธีการ correlation และ regression นั้น ผลที่วัดได้บอกถึงอิทธิพลรวม (total effect) ว่าปัจจัยคู่ใดมีความสัมพันธ์กันอย่างไรหรือขนาดไหน ซึ่งไม่สามารถอธิบายผลได้กระจ่างเนื่องจากในสภาพความเป็นจริงอาจมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้องด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าอิทธิพลรวมนั้นมีอิทธิพลที่เป็นอิทธิพลทางตรง (direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ผ่านลักษณะอื่นๆ ด้วย (สุรพล ,2536) เช่น ผลผลิตเป็นลักษณะที่มีความซับซ้อนมีความสัมพันธ์กับลักษณะอื่นๆ หลายลักษณะมีทั้งความสัมพันธ์ทางบวกและทางลบ ส่วนลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตก็ยังมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามามีอิทธิพลอีกด้วย ซึ่งการใช้การวิเคราะห์แบบ path coefficient จะทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ดียิ่งขึ้น (ดำเนิน, 2545)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะต่าง ๆ (correlation) และการวิเคราะห์แบบ path coefficient เพื่อที่จะหาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลผลิตมากที่สุดและนำมาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกหรือปรับปรุงผลผลิตทางอ้อมนั้น ได้มีรายงานการศึกษาในพืชต่างๆ หลายชนิดดังนี้

Chaudhary and Anand (1993) รายงานว่าผลผลิตของทานตะวันมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนใบต่อต้น ความสูงต้น ขนาดของจานดอกและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด การศึกษาในงาของ Karuppaiyan and Ramasamy (2001) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญกับจำนวนฝัก ความสูงต้น จำนวนกิ่ง อายุออกดอก 50% อายุสุกแก่ และ oil content โดยผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ความสูงต้น (Backiyarani *et al*., 1999; โสภิตาและประสิทธิ, 2546) จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนข้อต่อต้น และอายุวันเก็บเกี่ยวโดยจำนวนฝักต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมากที่สุด แต่ผลผลิตมีความสหสัมพันธ์ทางลบกับอายุวันออกดอก 50% (โสภิตาและประสิทธิ, 2546) และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน (Karuppaiyan and Ramasamy, 2001) เมื่อทำการวิเคราะห์ path coefficient แล้วพบว่า จำนวนฝักมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดต่อผลผลิต แต่จำนวนกิ่ง ความสูงต้น อายุสุกแก่ อายุออกดอก มีผลกระทบทางอ้อมแบบบวกสูงต่อผลผลิตโดยผ่านทางจำนวนฝัก (Karuppaiyan and Ramasamy, 2001) จำนวนฝักต่อต้นจึงมีความสำคัญต่อผลผลิต (Sankar and Kumar, 2003) Backiyarani *et al.* (1999) รายงานว่าจำนวนกิ่งแขนงมีความสำคัญต่อผลผลิตของงา

การศึกษาความสัมพันธ์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในกลุ่มของธัญพืชมีรายงานไว้ดังนี้ การศึกษาในข้าวสาลี พบว่า หน่อที่ให้ผลผลิตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อผลผลิต (Kumar and Hunshal, 1998) จำนวนหน่อที่ให้รวงต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อต้น (Kant and Prasad, 2003) path coefficient analysis พบว่าจำนวนหน่อที่ให้รวงต่อต้นมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดต่อผลผลิต (Lad *et al*., 2003) Singh and Diwived (1999) รายงานว่าจำนวนหน่อต่อกอ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญและมีความสำคัญต่อการปรับปรุงผลผลิตของข้าวสาลี

การศึกษาในข้าวและข้าวบาร์เลย์ มีรายงานที่สอดคล้องกับข้าวสาลี กล่าวคือจำนวนหน่อที่ให้รวงของข้าว มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต (Mishra and Verma, 2002) และจำนวนหน่อที่ให้รวง มีผลกระทบทางตรงสูงที่สุดต่อผลผลิตต่อต้นของข้าวบาร์เลย์ (Prasad *et al*., 1979)

Lad *et al.* (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ (correlation) และ path coefficient analysis ในข้าวสาลี 24 พันธุ์ 9 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต พบว่าผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวง ซึ่ง Ashfaq *et al*. (2003) พบว่าการคัดเลือกทางอ้อมโดยใช้จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาผลผลิตของข้าวสาลี Jizeng (1984) พบว่า ขนาดของก้านดอก (รวง) มีผลกระทบทางบวกต่อน้ำหนักเมล็ด Kumar *et al*. (2004) รายงานว่าจำนวนดอกย่อยต่อรวงของข้าวโอ๊ต มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญและมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตต่อรวง Mishra and Verma (2002) รายงานการศึกษาในข้าวพบว่า ความหนาแน่นของดอกย่อย ความยาวของก้านรวงมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดต่อผลผลิต พิมพ์นภา (2547) พบว่าผลผลิตเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนรวงต่อกอ และผลการศึกษา path coefficient analysis พบว่า จำนวนรวงต่อกอ มีผลกระทบทางตรงในทิศทางที่เป็นบวกสูงต่อผลผลิตเมล็ดต่อกอ แต่รายงานการศึกษาของ Allahgholipour *et al.* (2003) พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบบวกกับจำนวนรวงต่อกอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Virmani *et al*. (1981) ทำการศึกษาในข้าวพบว่า ผลผลิตไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนรวงต่อตารางเมตร แต่ Knott and Talukdar (1971) รายงานว่า จำนวนรวงต่อพื้นที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนเมล็ดต่อรวง การทดลองของ Hsu and Walton (1971) พบว่า จำนวนรวงต่อต้นเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญที่สุดต่อผลผลิต ศันสนีย์ (2531) ได้รายงานสอดคล้องกันว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนรวงต่อต้น และผลการศึกษา path coefficient analysis พบว่าจำนวนรวงต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อผลผลิตมากที่สุด Cheng *et al*. (2002) รายงานว่าจำนวนรวงที่ให้ผลผลิตต่อต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อผลผลิตต่อต้นใน upland rice varieties

จากการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมข้าวบาร์เลย์ของพรรณธิภา (2542) โดยวิเคราะห์ path coefficient ของลูกผสมชั่วที่ 5 พบว่า จำนวนรวงต่อกอจะมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงสุดรองลงมาได้แก่จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละวิธีการคัดเลือกของแต่ละคู่ผสม

ความสัมพันธ์ของจำนวนเมล็ดกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้น พบว่า จำนวนเมล็ดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากต่อผลผลิตข้าวสาลี จากการศึกษาพบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต (Singh and Diwivedi, 1999; Lad *et al*., 2003; Kumar and Hunshal, 1998; Kant and Prasad, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับ Altinbas and Bilgen (1993) ที่รายงานว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงในลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมชั่วที่ 3 จำนวนเมล็ดต่อช่อดอกย่อยในลูกผสมชั่วที่ 4 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต จากการวิเคราะห์ path coefficient พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงมีผลกระทบทางตรงสูงที่สุดต่อผลผลิต (Ashfag *et at*., 2003) การศึกษาของ Lad *et al*. (2003) พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลผลิตต่อต้นสูงเป็นอันดับสองรองจาก จำนวนหน่อที่ให้ผลผลิตต่อต้น Singh and Diwivedi (1999) กล่าวว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสำคัญต่อการปรับปรุงผลผลิตเมล็ดในข้าวสาลี

การศึกษาในข้าวและข้าวบาร์เลย์นั้นสอดคล้องกับงานทดลองในข้าวสาลีเช่นกัน Virmani *et al*. (1981) ทำการศึกษาในข้าวพบว่า จำนวนเมล็ดต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต Cheng *et al*. (2002) รายงานว่าจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวมีผลกระทบทางบวกต่อผลผลิต ภัทรา (2538) รายงานว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนเมล็ดต่อรวง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Kim and Rutger (1988) ที่รายงานว่า จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตมากกว่าจำนวนรวงต่อกอ และในข้าวบาร์เลย์ของ Prasad *et al*. (1979) ก็พบว่า จำนวนเมล็ดดีต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อต้น สำหรับการศึกษาในข้าวโพดนั้น Gautam *et al.* (1999) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนเมล็ดต่อแถวสูงที่สุด โดยจำนวนเมล็ดต่อแถวมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตและยังมีผลกระทบแบบบวกผ่านทางความสูงอีกด้วย

สำหรับความสัมพันธ์ของน้ำหนักเมล็ดกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้นพบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงผลผลิตของข้าวสาลี จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต (Singh and Diwivedi, 1999; Kumar and Hunshal, 1998) Lad *et al*. (2003) รายงานว่า ผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักเมล็ดต่อรวง ผลการศึกษาวิเคราะห์ path coefficient พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อรวงมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตสูงเป็นอันดับ 3 รองจาก จำนวนหน่อที่ให้รวงและจำนวนเมล็ดต่อรวง Ashfag *et al*. (2003) กล่าวว่า การคัดเลือกทางอ้อมโดยพิจารณาจาก จำนวนรวงและน้ำหนักเมล็ดต่อรวง มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาผลผลิตของข้าวสาลี

จากการศึกษาของ Kant and Prasad (2003) พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อต้น Joshi and Rana (1995) รายงานผลการวิเคราะห์ path coefficient พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตสูงเป็นอันดับสองรองจากความกว้างของใบ ซึ่งลักษณะความกว้างของใบและน้ำหนักเมล็ดนี้เป็นลักษณะที่ดีที่สุดที่ใช้คัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะพันธุกรรม (genetic improvement)

การศึกษาในธัญพืชอื่น ๆ เช่น ข้าว ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต ก็ให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวสาลี กล่าวคือ ผลผลิตของข้าวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีผลกระทบสูงที่สุดต่อผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพ cold stress (Gupta *et al*., 1998) และยังพบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อดัชนีเก็บเกี่ยวอีกด้วย (Mishra and Verma, 2002) สำหรับในข้าวบาร์เลย์ Paroda (1972) ได้รายงานว่าผลผลิตต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อรวง มีความสำคัญต่อการปรับปรุงผลผลิตใน spring barley การศึกษาในข้าวโอ๊ตของ Kumar *et al*. (2004) พบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตต่อรวงและ Gautam *et al*. (1999) ทำการศึกษาในข้าวโพดพบว่า จำนวนเมล็ดต่อแถว ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักเมล็ดมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิต

การศึกษาความสัมพันธ์ของความสูงกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้น Gupta *et al*. (1998) รายงานว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางลบกับความสูงต้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Prasad *et al*. (1979) ที่ศึกษาข้าวบาร์เลย์พันธุ์ท้องถิ่นและพันธุ์ต่างประเทศที่ปลูกในดิน saline-alkali (pH 8.5) พบว่า ผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนหน่อที่ให้รวงและดัชนีเก็บเกี่ยว แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับความสูงต้น path coefficient analysis พบว่าลักษณะที่มีผลกระทบทางตรงสูงที่สุดต่อผลผลิตต่อต้นได้แก่ จำนวนหน่อที่ให้รวงและดัชนีเก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกี่ยวตามลำดับ แต่การศึกษาในข้าวของ Mishra and Verma (2002) พบว่า ความสูงต้น มีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิต เช่นเดียวกับ Babu *et al.,* (2002) ที่รายงานว่าลักษณะความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดต่อกอ และมีผลกระทบทางอ้อมผ่านทางความยาวรวงจำนวนเมล็ดต่อรวงและดอกที่สมบูรณ์ (spikelit fertility) การศึกษาของพิมพ์นภา (2547) พบว่า ความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด path coefficient analysis พบว่าลักษณะความสูงมีผลกระทบทางตรงในทิศทางที่เป็นบวกสูงต่อผลผลิตเมล็ดต่อกอ รองลงมาจากจำนวนเมล็ดดีต่อรวง การศึกษา buckwheat ของ Joshi and Rana (1995) พบว่า ความสูงต้น มีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงต่อผลผลิตเช่นเดียวกันและยังได้มีการศึกษาในข้าวโพด พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญกับความสูงฝัก (Utkhede and Shukla, 1976) และมีความสัมพันธ์กับความสูงต้น ผลการวิเคราะห์ path coefficient analysis พบว่าความสูงต้น มีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตมากเป็นอันดับสองรองจากจำนวนเมล็ดต่อแถว (Gautam *et al*.,1999)

สำหรับความสัมพันธ์ของอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้น การศึกษาของ Mehetre *et al*., (1996) รายงานว่า อายุออกดอกมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตเมล็ด Allahgholipour *et al*., (2003) พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบบวกกับวันออกดอก Gupta *et al.* (1998) พบว่าอายุออกดอกมีผลกระทบทางอ้อมแบบบวกอย่างสูงผ่านทางเมล็ดต่อรวง และความยาวของรวง ตามลำดับ พิมพ์นภา (2547) พบว่า ผลผลิตเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอายุวันออกดอก และ เมื่อวิเคราะห์ path coefficient analysis พบว่า อายุออกดอก มีผลกระทบทางตรงในทิศทางที่เป็นบวกต่อผลผลิตเมล็ดต่อกอ Cheng *et al*. (2002) กล่าวว่า ลักษณะที่สำคัญของ upland rice ได้แก่ การมีจำนวนรวงที่ให้ผลผลิตต่อต้น มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากและ มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น Mehetre *et al.* (1996) พบว่า อายุเก็บเกี่ยวมีผลทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตเมล็ด Kumar *et al.* (2004) รายงานว่า อายุสุกแก่ของข้าวโอ๊ตมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตต่อรวง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะต่าง ๆ ในกลุ่มของพืชตระกูลถั่วนั้นมีดังนี้ จำนวนกิ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตของถั่วเหลือง (พิชัย, 2533; Malhotra *et al*., 1972) Raika *et al.* (2002) รายงานการศึกษาในถั่วเขียวว่า ผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Krishna (2001) ที่รายงานว่าผลผลิตของ chick pea มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนกิ่งแขนงและกิ่งแขนงย่อย El-Atta (1991) กล่าวว่า จำนวนกิ่งต่อต้นมีความสัมพันธ์กับผลผลิตสูงที่สุดของ chick pea

พิชัย (2533) รายงานว่า จำนวนข้อที่ระยะออกดอกและจำนวนข้อที่ระยะสุกแก่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่2 ทั้ง 6 คู่ สมศักดิ์และคณะ (2535)พบว่า จำนวนข้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิตและจำนวนฝักต่อต้น นงเยาว์ (2545) รายงานเพิ่มเติมว่า จำนวนข้อต่อต้นของถั่วอะซูกิมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับจำนวนกิ่งต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝัก แต่มีความสัมพันธ์ทางลบสูงแต่ไม่มีนัยสำคัญกับน้ำหนัก 100 เมล็ด

ความสัมพันธ์ของจำนวนฝักกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้น Das *et al.* (1989) รายงานว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนฝัก โดย Malhotra *et al.* (1972) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น Singh and Yadava (2000) ทำการศึกษาวิเคราะห์ path coefficient พบว่า จำนวนฝักต่อต้นมีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต และเป็นไปในทิศทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ขวัญชัย (2540) และวิรศักดิ์และคณะ (2541) ที่พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของกลุ่มพันธุ์ส่วนใหญ่มีการตอบสนองไปในทิศทางเดียวกับผลผลิต สมศักดิ์และคณะ (2535) ศึกษาลักษณะต่างๆ ของถั่วเหลืองต่างประเทศ 206 พันธุ์ซึ่งมีพื้นฐานทางพันธุกรรมกว้างมากร่วมกับถั่วเหลืองพันธุ์ตรวจสอบอีก 15 พันธุ์ พบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงกับจำนวนฝักต่อต้น วันชัยและคณะ (2540) รายงานการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อปัจจัยการให้น้ำเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนฝักต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นเป็นองค์ประกอบผลผลิตหลักของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของการจัดระยะปลูก Malhotra *et al.* (1972) และ Das *et al.* (1989) กล่าวว่า จำนวนฝักต่อต้นเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญที่สุดของถั่วเหลือง

Johnson *et al.* (1955) ได้ศึกษาในประชากรถั่วเหลือง 2 กลุ่มพบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlations) กับจำนวนฝักเป็น 0.28 และ 0.14 Pandey and Terrie (1973) ได้ศึกษาในกลุ่มประชากรถั่วเหลือง 7 พันธุ์ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจำนวนฝักต่อหน่วยพื้นที่ จำนวนเมล็ดต่อฝักและขนาดเมล็ด มีค่า 0.50, 0.35 และ 0.04 ตามลำดับ พิชัย (2533) รายงานว่าผลผลิตของถั่วเหลืองในชั่วที่ 2 จะขึ้นอยู่กับ จำนวนฝักต่อต้นเป็นสำคัญเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจำนวนฝักต่อต้นมีค่าสูงกว่าลักษณะอื่นๆ โดยอยู่ระหว่าง 0.57-0.86

Onemli (2003) พบว่า จำนวนฝักของถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสูงต้น จำนวนกิ่ง ความยาวฝัก น้ำหนักเมล็ด การศึกษาของสมศักดิ์และคณะ(2535) พบว่า จำนวนฝักมีความสำคัญทางบวกอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับจำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนข้อต่อต้น อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยวแต่มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลือง

ศุภชัย (2527) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียว เช่น จำนวนช่อต่อต้นและจำนวนฝักต่อช่อ พบว่าเป็นไปในทิศทางบวก การศึกษาในถั่วเขียวผิวดำ พบว่าผลผลิตต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก และจำนวนช่อต่อต้น (Raika

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

et al., 2002) โดยจำนวนฝักต่อต้นมีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต (Pariya *et al*., 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ path coefficient ของ Banerjee *et al*. (1976) ที่พบว่าจำนวนฝัก ความยาวฝัก และอายุออกดอกมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตและจำนวนฝักเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากที่สุด

นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาในถั่วอื่นๆ ที่ให้ผลสอดคล้องกันได้แก่ Yadaven *et al*. (1981) ศึกษาในถั่วมะแฮะพบว่า ผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น Musaana and Nahdy (1998) รายงานว่าจำนวนฝักต่อต้นเป็นองค์ประกอบหลักที่มีผลโดยตรงต่อผลผลิตแต่ขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนฝักต่อต้น

สำหรับการศึกษาของ Duarte and Adam (1972) พบว่า จำนวนฝักต่อต้นมีผลกระทบต่อผลผลิตมากที่สุด Krishna (2001) รายงานว่า จำนวนฝักมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญและมีผลกระทบทางตรงสูงต่อผลผลิตของchick pae ซึ่งสอดคล้องกับ Singh *et al.* (1999) ที่รายงานว่าจำนวนฝักต่อต้นมีผลกระทบทางตรงสูงที่สุดต่อผลผลิต Petrova (1989) รายงานว่าผลผลิตต่อต้นของ field bean มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกันกับจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักมีผลกระทบทางอ้อมต่อผลผลิตต่อต้นผ่านทางจำนวนเมล็ด

Altinbas and Septoglu (1993) รายงานว่า ผลผลิตต่อต้นของ cowpea มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งแบบบวกกับจำนวนฝักต่อต้น ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนฝักต่อต้น จากการศึกษา path coefficient พบว่า จำนวนฝักต่อต้นเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญที่สุดโดยมีผลกระทบต่อผลผลิต Dimova *et al*. (1991) รายงานว่า จำนวนฝักต่อต้นมีความสัมพันธ์สูงกับน้ำหนักเมล็ด Berhe *et al.* (1998) พบว่าจำนวนฝักต่อต้นมีความสำคัญต่อผลผลิตโดยมีผลกระทบทางอ้อมผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น

โดยทั่วไปการศึกษาในพืชตระกูลถั่วส่วนใหญ่พบว่าจำนวนฝักต่อต้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาผลผลิตและมีความสัมพันธ์กับผลผลิตในทิศทางที่เป็นบวกแต่การศึกษาของ El-Attar (1991) ซึ่งได้ศึกษาใน lentil นั้นพบว่า ผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางลบกับกับจำนวนฝักต่อต้น

การศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนเมล็ดกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้นมีรายงานการศึกษาในถั่วเหลืองว่า จำนวนเมล็ดต่อต้นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต (Das *et al*., 1989) Singh and Yadova (2000) พบว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต Niazi *et al.* (1999) ศึกษาในถั่วเขียวพบว่า จำนวนเมล็ดดีต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูงกับผลผลิตต่อต้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Uddin *et al.* (1995) ที่พบว่า จำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิตต่อต้น Altinbas and Septoglu

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1993) และ El-Atta (1991) รายงานว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิตต่อต้น

จำนวนเมล็ดมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตต่อต้น (Petrova, 1989) โดยจำนวนเมล็ดต่อฝักมีผลกระทบทางตรงสูงเป็นอันดับสองรองจากน้ำหนักเมล็ด (El-Atta, 1991) จำนวนเมล็ดต่อฝักมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักเมล็ด และมีความสำคัญต่อผลผลิตต่อต้นรองจากจำนวนฝักต่อต้น (Altinbas and Septoglu, 1993) จำนวนเมล็ดและขนาดของเมล็ดมีผลทางบวกกับผลผลิต (Board *et al*., 1999) แต่ขนาดของเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนเมล็ดต่อต้น (Egli *et al.,* 1978) ซึ่งความสัมพันธ์ทางลบระหว่างจำนวนเมล็ดกับขนาดของเมล็ดนี้สามารถชดเชยแทนกันได้ (Board *et al*., 1999) ถ้าถั่วเหลืองมีจำนวนเมล็ดมากขึ้น ขนาดของเมล็ดจะเล็กลง (Shible *et al*., 1975) พันธุกรรมของเมล็ดขนาดเล็ก มีแนวโน้มที่ให้จำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 3 เมล็ดต่อฝัก ส่วนพันธุกรรมของเมล็ดขนาดใหญ่ มีแนวโน้มที่ให้จำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 2 เมล็ดต่อฝัก (Frank and Fehr , 1981)

ความสัมพันธ์ของน้ำหนักเมล็ดกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ Raut et al. (2001) และ Ramgiry and Bansal (1997) รายงานว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนัก 100 เมล็ดซึ่งสอดคล้องกับ Singh and Yadova (2000) และ (El-Atta, 1991) ที่พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อต้น การศึกษาของ Pariya *et al.* (1999) พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญและมีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต Onemli (2003) พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิต เช่นเดียวกันกับ Singh *et al*. (1999) ที่รายงานว่าจำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ดมีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต

แต่มีรายงานของความสัมพันธ์ที่เป็นลบระหว่างน้ำหนักเมล็ดและผลผลิต เช่น รายงานการศึกษาของ Malhotra *et al.* (1972) และ Uddin *et al.* (1995) ที่พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตและจากการวิเคราะห์ path coefficient ของ Dos Santo *et al.* (2000) พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดมีผลกระทบทางตรงแบบลบต่อผลผลิต

นอกจากนี้ยังมีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดกับลักษณะอื่นๆ ไว้ดังนี้ Rao and Srivastava (1995) พบว่า อายุวันดอกแรกบาน ความสูงต้น ทรงพุ่ม มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ด โดยพบว่าอายุวันออกดอก และอายุวันเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด (El-Atta, 1991) จำนวนฝักต่อต้นมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับน้ำหนักเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ (Dimova *et al.,* 1991) Altinbas and Septoglu (1993) รายงานสอดคล้องกันว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนฝักต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝักซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Onemli (2003) ที่พบว่า น้ำหนักเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝัก Berhe *et al.* (1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล่าวว่า จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง

ความสัมพันธ์ของความสูงกับผลผลิตและลักษณะต่างๆ นั้นมีรายงานดังนี้ การศึกษาในถั่วเขียวผิวดำพบว่า ความสูงต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูงกับผลผลิตต่อต้น (Niazi *et al.,* 1999; Raika *et al*., 2002) โดยความสูงต้น มีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต (Pariya *et al.,* 1999) Uddin *et al.* (1995) รายงานว่าผลผลิตต่อต้นของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับความสูงต้นและความสูงต้นมีผลกระทบทางตรงสูงที่สุดต่อผลผลิต (Ramgiry and Bansal, 1997) การศึกษาของ Rao and Srivastava (1995) พบว่าความสูงต้นของ chickpea มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ด การศึกษาในถั่วมะแฮะของ Musaana and Nahdy (1998) พบว่า ความสูงต้นมีความสัมพันธ์ทางลบแต่ไม่มีนัยสำคัญกับผลผลิต แต่มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับจำนวนเมล็ดต่อฝัก และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนัก 100 เมล็ด จากการวิเคราะห์ path coefficient พบว่าความสูงมีผลกระทบทางตรงแบบลบสูงต่อผลผลิตและมีผลกระทบทางอ้อมแบบลบสูงผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อฝัก

สำหรับถั่วเหลืองมีรายงานการศึกษาพบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองมีสหสัมพันธ์กับความสูงและการล้ม (Byth *et al.,* 1969) ผลผลิตมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความสูงต้น (Das *et al*., 1989; พิชัย, 2533) Singh and Yadava (2000) รายงานสอดคล้องกันว่าผลผลิตต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความสูงต้น แต่รายงานการศึกษาการคัดเลือกประชากรลูกผสมของถั่วเหลืองเพื่อให้ผลผลิตสูงและต้านทานการล้มของพัชรินทร์ (2537) พบว่ามีลักษณะทางพืชไร่บางลักษณะ เช่น จำนวนข้อต่อต้น ความสูงของลำต้น ฯลฯ มีความสัมพันธ์กับลักษณะการล้มของลำต้น แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อสายพันธุ์ถั่วเหลืองมีลำต้นสูงขึ้นจะทำให้ต้นถั่วเหลืองล้มมากขึ้นแต่พบว่าความสูงของลำต้นของสายพันธุ์คัดไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตแต่อย่างใด แต่ผลผลิตจะมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับจำนวนฝักต่อต้นโดยจำนวนฝักมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ความสูงต้น (Onemli , 2003) และจำนวนกิ่ง ดังนั้นถั่วเหลืองที่มีต้นสูงและมีจำนวนกิ่งมากจะเป็นต้นที่ให้จำนวนฝักสูง ส่งผลให้มีผลผลิตสูงขึ้นในที่สุด (พิชัย, 2533)

ความสัมพันธ์ลักษณะอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตและลักษณะอื่นๆ นั้น สมศักดิ์และคณะ (2535) พบว่า อายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิตและจำนวนฝักต่อต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Singh *et al.* (1985) ที่รายงานว่าอายุออกดอก มีความสัมพันธ์ทางบวกสูงต่อผลผลิต และมีผลกระทบทางตรงต่ำแต่มีผลกระทบทางอ้อมสูงผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น อายุวันสุกแก่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต และมีผลกระทบทางอ้อมแบบบวกผ่านทางจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนัก 100 เมล็ด แต่ Shoran (1982) ศึกษาในถั่วมะแฮะพบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อายุออกดอกและอายุสุกแก่มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิต ผลการวิเคราะห์ path coefficient analysis พบว่า อายุออกดอกมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตและอายุเก็บเกี่ยวมีผลกระทบทางตรงแบบลบต่อผลผลิต

สำหรับลักษณะอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิต เช่น พื้นที่ใบนั้นมีรายงานการศึกษาในธัญพืชดังนี้ ในข้าวสาลี Jizeng (1984) พบว่า ใบธง มีผลกระทบทางบวกต่อน้ำหนักเมล็ด Mishra and Verma (2002) รายงานการศึกษาในข้าวพบว่า ใบธงมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดต่อผลผลิต และพื้นที่ใบธงมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดกับดัชนีเก็บเกี่ยว Allahgholipour *et al.* (2003) พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบบวกกับความกว้างของใบธง ซึ่งสอดคล้องกับ Joshi and Rana (1995) รายงานการศึกษา buckwheat พบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ ความยาวและความกว้างของใบ เมื่อศึกษา path coefficient analysis พบว่า ความกว้างของใบ มีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงต่อผลผลิต Gautam *et al.* (1999) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์สูงกับพื้นที่ใบรองลงมาจากจำนวนเมล็ดต่อแถว และ ผลการวิเคราะห์ path coefficient analysis พบว่า พื้นที่ใบมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตและพื้นที่ใบมีผลกระทบต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Jizeng, 1984)

การศึกษาในกลุ่มของพืชตระกูลถั่วมีรายงานว่าจำนวนฝักและขนาดเมล็ดถั่วเหลืองเป็นผลกระทบทางตรงจากจำนวนใบและขนาดของใบ (Duarte and Adams, 1972) ดำเนินและเฉลิมพล (2539) พบว่า ลักษณะพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งมีความสัมพันธ์กับผลผลิตในทางบวกสูงมาก ขวัญชัย (2540) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกี่ยวข้องกับขบวนการทางสรีรวิทยาบางประการ คือ ดัชนีพื้นที่และมุมใบกับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 3 พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์ทางบวกที่สูงกับผลผลิตต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ส่วนมุมใบไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตต่อต้นและองค์ประกอบผลผลิตแต่อย่างใด เมื่อวิเคราะห์ path analysis พบว่า ผลผลิตมีผลกระทบทางตรงมาจากจำนวนฝักต่อต้น ส่วนดัชนีพื้นที่ใบเป็นเพียงผลกระทบทางอ้อมผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น แต่การเพิ่มของจำนวนฝักต่อต้นนั้นขึ้นอยู่กับ ดัชนีพื้นที่ใบแสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองต้นที่มีพันธุกรรม (genotype) ที่มีดัชนีพื้นที่ใบมากจะมีจำนวนฝักต่อต้นสูงและให้ผลผลิตสูงตามไปด้วย สำหรับการศึกษาในถั่วลันเตาพบว่า ขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์สูงกับขนาดของใบ (Duarte and Adams, 1972)

สำหรับการศึกษาในถั่วอะซูกินั้น Terai and Horie (1991) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับจำนวนกิ่ง นงเยาว์ (2545) พบว่า ผลผลิตของถั่วอะซูกิจำนวน 10 สายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนฝักต่อต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Dobhal and Rana (1997) ที่รายงานว่าผลผลิตต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนเมล็ดต่อฝัก สำหรับองค์ประกอบอื่นๆ นั้น นงเยาว์ (2545) พบว่าจำนวนกิ่งต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนข้อต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝัก ส่วนจำนวนข้อต่อต้นนั้นมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนเมล็ดต่อฝัก แต่จำนวนเมล็ดต่อฝักมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด ส่วนลักษณะความสูงนั้น Dobhal and Rana (1997) พบว่าความสูงต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทุกองค์ประกอบของผลผลิตแต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต เมื่อศึกษา path coefficient analysis พบว่าจำนวนฝักต่อต้นมีผลกระทบทางตรงแบบบวกสูงที่สุดต่อผลผลิต รองลงมาคือ จำนวนช่อฝักต่อต้น จำนวน internode และจำนวนเมล็ดต่อฝัก

การศึกษาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ นี้ สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ได้ นักปรับปรุงพันธุ์จะคัดเลือกลักษณะที่เกี่ยวกับการให้ผลผลิต (ดำเนินและเฉลิมพล, 2539) เพื่อการปรับปรุงผลผลิตของถั่วในกลุ่มพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดต่างๆ กันให้เหมาะสมกับความต้องการของและการใช้ประโยชน์ เช่น ในถั่วลิสงการจัดขนาดเมล็ดเป็นการแบ่งเกรดตามการค้า แบ่งได้ดังนี้ พันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 35-47 กรัม พันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดกลาง มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 47-71 กรัม พันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 71-95 กรัมและพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่มาก มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 95-142 กรัม ซึ่งพบว่าถั่วลิสงที่ปลูกในประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดขนาดเล็ก และผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงมีรูปแบบต่างๆ กัน บางชนิดก็ยังคงรูปร่างของเมล็ดอยู่ เช่น ถั่วคั่ว ถั่วต้ม บางชนิดต้องบดให้แตกก่อน เช่น ขนมต่างๆ ซึ่งกลุ่มนี้ไม่ได้ให้ความสำคัญที่ขนาดเมล็ด ส่วนการนำไปสกัดน้ำมันนั้นนิยมใช้เมล็ดขนาดเล็กเพราะมีน้ำมันสูง เกษตรกรเองก็ไม่นิยมปลูกถั่วลิสงพันธุ์เมล็ดขนาดใหญ่เพราะ ถั่วลิสงชนิดนี้ต้องการดินที่อุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ปัจจุบันถั่วเมล็ดขนาดใหญ่กำลังเป็นที่น่าสนใจเนื่องจากมีราคาต่อหน่วยสูง แนวทางการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงของไทยจึงเน้นหนักที่พวกพันธุ์เมล็ดขนาดเล็กแต่พยายามปรับปรุงให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม (อารันต์, 2528) และคัดเลือกสายพันธุ์เมล็ดขนาดใหญ่ที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพดินทั่วๆ ไปได้ดี (สนั่นและคณะ, 2543) ควบคู่กันไป

สำหรับในถั่วเหลืองการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการรับซื้อถั่วเหลืองที่ผลิตในประเทศไทยในปี 2545 และ 2546 ได้กำหนดขนาดของเมล็ดไว้ดังนี้ เกรดสกัดน้ำมันนั้นจะใช้แบบคละขนาดเมล็ด เกรดผลิตอาหารสัตว์นั้นต้องมีขนาดเมล็ดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4.5 มิลลิเมตร และเกรดแปรรูปผลิตภัณฑ์ต้องมีขนาดเมล็ดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4.8 มิลลิเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีขนาดของเมล็ดที่ต้องการ สามารถทำได้โดยพิจารณาจากความกว้างของฝักซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกทางอ้อม และไม่ต้องพิจารณาถึงจำนวนเมล็ดต่อฝัก ซึ่งจำนวนเมล็ดต่อฝักนี้จะมีผลต่อความยาวของฝัก (Bravo *et al*., 1980) โดยทั่วไปแล้วถั่วเหลืองพันธุ์ปลูกเมล็ดจะมีขนาดน้ำหนัก 100 เมล็ดตั้งแต่ 4-55 กรัม เนื่องจากถั่วเหลืองที่เป็นที่ต้องการสำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดเมล็ดมีขนาดน้ำหนัก 100 เมล็ดน้อยกว่า 10 กรัม LeRoy *et al.* (1991) สามารถเพิ่มผลผลิตของพันธุ์ปลูกนี้ได้โดยการถ่ายยีนจากถั่วเหลืองพันธุ์ป่าซึ่งมีขนาดเมล็ดขนาดเล็ก แต่มีลักษณะทางเกษตรที่ต้องการ และได้รายงานว่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดกับผลผลิตเป็นไปทางบวกแต่น้ำหนักเมล็ดกับลักษณะอื่นๆได้แก่ การหักล้ม อายุสุกแก่ และความสูงเป็นไปทางลบ

Bravo *et al.* (1981) ได้ปรับปรุงผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ปลูกในกลุ่มพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดขนาดใหญ่โดยใช้กลุ่มพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดขนาดเล็กเป็นแหล่งยีนในการเพิ่มผลผลิตและลักษณะเกษตรอื่นๆ ด้วยวิธี two way cross และ three way cross และใช้ถั่วเหลือง 3 กลุ่มพันธุ์ที่มีขนาดน้ำหนัก 100 เมล็ดต่างกัน ได้แก่ กลุ่มพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กมีน้ำหนัก 100 เมล็ด 15.3-19.8 กรัม กลุ่มพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดกลางมีน้ำหนัก 100 เมล็ด 22.1-23.0 กรัมและกลุ่มพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 25.6-28.2 กรัม Brim and Cockerham (1961) รายงานว่า ขนาดของเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 จะมีลักษณะคล้ายกับพันธุ์พ่อแม่ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่กว่า (larger parent cultivar) ขนาดของเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 2 และชั่วถัดๆ มา จะมีลักษณะอยู่ตรงกลางระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ (mid-parent)

สำหรับในถั่วอะซูกินั้นเมล็ดถั่วอะซูกิมีรูปทรงรี มีความยาว 5.0-9.1 มิลลิเมตร กว้าง 4.0-6.3 มิลลิเมตร หนา 4.1-6.04 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 50-250 มิลลิกรัม/เมล็ด (McClary, 1990) โดยแต่ละพันธุ์ก็จะมีขนาดเมล็ดแตกต่างกันไป แต่ในความต้องการของตลาดญี่ปุ่นแบ่งออกเป็น 2 ขนาดคือ ขนาดปกติ (ความยาวเมล็ด >4.2 มิลลิเมตร) และขนาดใหญ่ (ความยาวเมล็ด> 4.8 มิลลิเมตร) (Hoshigawa, 1985) สีของเมล็ดมีอยู่หลายสี เช่น ดำ เทา น้ำตาล ขาว แดง แดงเข้มและสีผสม (Piper and Morse, 1914) ซึ่งมาตรฐานของขนาดเมล็ดที่บริษัทญี่ปุ่นตกลงรับซื้อปี 2543 คือตระแกรงร่อนขนาด 4 มิลลิเมตร (10/64 นิ้ว) และเมล็ดมีสีแดงเข้ม (สุมินทร์และคณะ , 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved