

2. การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และพันธุ์ของถั่วลิสง (Botany and Cultivars of groundnut)

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่ว มีฝักซึ่งเป็นดอกที่ได้รับการผสมแล้วมาเจริญอยู่ใต้ดิน ถั่วลิสงเป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล Leguminosae วงศ์ Arachis จากลักษณะการเจริญเติบโตของต้นถั่วลิสงสามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือกลุ่ม Virginia และกลุ่ม Spanish valencia ซึ่งถั่วลิสงกลุ่ม Virginia เป็นกลุ่มที่รวมเอาพวกที่มีลำต้นเลื้อย (runner) เข้าไว้ด้วย (อาร์นัต, 2528) ถั่วลิสงในกลุ่ม Virginia ได้ถูกจัดไว้ใน Subspecies Hypogaea ส่วนกลุ่ม Spanish valencia นั้นถูกจัดอยู่ใน Subspecies Fastigiata (สโนว์, 2533) ลักษณะความแตกต่างที่สำคัญของถั่วลิสง 2 ประเภทนี้ ได้แก่ ลักษณะการแตกกิ่งและการออกดอก ถั่วลิสงกลุ่ม Virginia มีการแตกกิ่งแบบสลับ (Alternate branching) มีข้อที่มีตาดอก 2 ข้อสลับกับข้อที่มีตาที่จะแตกเป็นกิ่ง 2 ข้อ วนกิ่งแขนงก็จะมีข้อที่มีตาดอก 2 ข้อสลับกับข้อที่มีตาทิ้ง 2 ข้อเรื่อยๆไปเช่นเดียวกัน กิ่งแขนงที่แตกออกมามักจะยาวกว่าลำต้นหลัก (main stem) ทำให้มีทรงพุ่มเป็นพุ่มเลื้อย (runner) หรือพุ่มแผ่ (spreading bunch) ใบมีสีเขียวเข้ม การออกดอกจะไม่ออกดอกบนลำต้นหลัก แต่จะออกดอกเฉพาะกิ่งแขนง (Boote, 1983; Ashley, 1984) อานนท์ และคณะ (2531) ได้ศึกษาการบานของดอกถั่วลิสง และอธิบายว่า ดอกจะบานจากโคนกิ่งไปยังปลายกิ่ง โดยเฉพาะการบานของดอกถั่วลิสงในกลุ่ม Virginia นั้นสามารถแบ่งการบานของดอกออกได้เป็น 2 ชุด โดยชุดแรกจะบานเมื่ออายุประมาณ 30 ถึง 67 วันหลังงอก และคิดเป็นปริมาณดอกประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของดอกทั้งหมด ส่วนดอกชุดที่ 2 จะเริ่มบานหลังจากถั่วลิสงอายุ 68 วันหลังงอกเป็นต้นไป สำหรับการกระจายของดอกภายในต้นเดียวกัน พบว่ามีดอกอยู่ในตำแหน่งข้อบริเวณโคนกิ่งเป็นปริมาณมากและจะมีดอกที่อยู่ตอนปลายกิ่งซึ่งส่วนมากมักจะเป็นหมัน ซึ่งรวมแล้วปริมาณดอกทั้งหมดที่สามารถเปลี่ยนเป็นฝัก (เขียว-ฝักแก่) ได้ มีประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้พบว่าฝักแก่ที่พบส่วนมากจะพบใน

บริเวณโคนกิ่งถึงในส่วนตอนกลางกิ่ง โดยทั่วไปถ้าลิสงในกลุ่มนี้จะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100-120 วัน ซึ่งยาวกว่าถ้าลิสงในกลุ่ม Spanish valencia ตัวอย่างถ้าลิสงในกลุ่มนี้ได้แก่พันธุ์ขอนแก่น 60-3 ถ้าลิสงในกลุ่ม Spanish valencia โดยทั่วไปมีต้นเป็นพุ่มตั้งราบมีสีเขียวอ่อนและมีใบมากทำให้มีดัชนีพื้นที่ใบสูง จากการศึกษาของทรงเฮวี่ และวีรชัย (2532) และอิสรา (2533) พบว่าดัชนีพื้นที่ใบของถ้าลิสงประเภทนี้มีมากในช่วง 80 วัน หลังงอก โดยมีประมาณ 5.17 แต่จากการศึกษาของเทวา (2530) ได้รายงานว่าดัชนีพื้นที่ใบของถ้าลิสงกลุ่มนี้จะมีสูงสุดเมื่ออายุ 56 วันหลังงอก โดยมีดัชนีพื้นที่ใบประมาณ 4 ซึ่งเป็นค่าที่เท่ากับ ที่ทรงเฮวี่และวีรชัย (2532) ได้รายงานไว้ในช่วงอายุ 56 วันหลังงอก เช่นเดียวกัน ส่วนการแตกกิ่งของถ้าลิสงกลุ่มนี้จะมีการแตกกิ่งแบบตามลำดับ (Sequential branching) คือจะแตกกิ่งแขนงออกจากกิ่งที่เป็นลำต้น (main axis) และการแตกแขนงของกิ่งจะมีน้อยกว่าพวก Virginia นอกจากนั้นกิ่งแขนงที่แตกออกจากต้นหลักเหล่านี้มักจะ ไม่แตกแขนงต่อไปอีก หรือถ้ามีก็จะมีที่ 2-3 ช่อแรก กิ่งแขนงที่แตกออกมาส่วนมากจะสั้นกว่าลำต้นหลัก (อาร์นัต, 2528; Boote, 1983; Ashley, 1984) การเกิดดอกสามารถเกิดได้ทุกข้อติดกันขึ้นไปและมีดอกบนลำต้นด้วย ส่วนดอกที่อยู่ตอนปลายกิ่งจะเป็นหมันไม่สามารถพัฒนาเป็นเข็มได้ ดังนั้นถ้าลิสงในกลุ่มนี้จึงออกเข็มและฝักเป็นกระจุกอยู่เฉพาะโคนต้น จากการศึกษาของอานันท์และคณะ (2530, 2531) พบว่าการบานของดอกถ้าลิสงในกลุ่มนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 รุ่น รุ่นที่ 1 เป็นดอกที่ออกและบานในช่วงอายุ 26 ถึง 55 วันหลังงอก คิดเป็น 39.08 เปอร์เซ็นต์ ดอกรุ่นที่ 2 บานเมื่อถ้าลิสงอายุ 56 ถึง 83 วันหลังงอก และดอกรุ่นที่ 3 จะเริ่มบานตั้งแต่อายุ 84 วันหลังงอกเป็นต้นไป ส่วนการกระจายของดอกพบว่ามีความหนาแน่นข้อที่โคนกิ่ง ดอกที่ออกจาก 6 ช่อแรกจากโคนกิ่งสามารถผสมและสร้างเข็มได้ ส่วนดอกที่อยู่ตอนปลายกิ่งจะเป็นหมัน ปริมาณดอกทั้งหมดที่สามารถเปลี่ยนเป็นฝักได้มีประมาณ 28.1 เปอร์เซ็นต์ (เข็ม-ฝักแก่) ฝักแก่โดยมากมาจากดอกรุ่นที่ 1 ฝักที่เกิดจากดอกในรุ่น 2 และ 3 จะมีน้อยมาก จึงได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการปฏิบัติทางเขตรรรมาต านช่วง 26 ถึง 55 วันหลังงอก เพื่อช่วยรักษาสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดดอก จะมีผลดีต่อผลผลิตของถ้าลิสง ถ้าลิสงในกลุ่มนี้มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-110 วัน พันธุ์ถ้าลิสงที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ พันธุ์โพนาน 9

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฝักและผลผลิตของถั่วลิสงมีผู้ศึกษาและสรุปไว้หลายปัจจัยด้วยกัน ที่สำคัญได้แก่ พันธุ์ของถั่วลิสง ปริมาณความชื้นในดินรวมไปถึงสภาพภูมิอากาศในแถบนั้น ๆ ด้วย (Saxena *et al.*, 1983) อย่างไรก็ตามผลผลิตถั่วลิสงจะมากหรือน้อยยังต้องขึ้นกับความสามารถในการสร้างอาหาร ซึ่งหมายถึง Source คือต้องมีดัชนีพื้นที่ใบมากและมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงเพียงพอต่อการสร้างอาหาร รวมทั้งจะต้องขึ้นกับความสามารถที่จะรับอาหารมาเก็บสะสม ซึ่งหมายถึง Sink คือจำนวนและขนาดของเมล็ดจึงจะส่งผลให้มีผลผลิตสูงได้

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของถั่วลิสงจะเป็นไปอย่างช้า ๆ เหตุผลก็คือ มีการพัฒนา LAI ช้า (Ashley, 1984) สำหรับการพัฒนา LAI นี้ Williams และคณะ (อ้างถึงใน Saxena *et al.*, 1983) รายงานว่า LAI ที่แตกต่างกันจะไม่ขึ้นกับลักษณะของการแตกกิ่ง ก้าน ใบ แต่จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ของถั่วลิสง พร้อมกับรายงานว่ LAI ที่สามารถรับแสงได้ดีที่สุดมีประมาณ 3 (Duncan *et al.* อ้างถึงใน Saxena *et al.*, 1983) พร้อมทั้งอธิบายว่า ถ้ามี LAI มากกว่านี้ จะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตน้อยมาก

อัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic rate) ถึงแม้ว่าถั่วลิสงเป็นพืช C-3 (Saxena *et al.*, 1983; Ashley, 1984) แต่พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงในสภาพความเข้มแสงสูงนั้น มีอัตราคงที่ใกล้เคียงกับพืชในกลุ่ม C-4 และจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำในสภาพที่แสงมีความเข้มต่ำ รวมทั้งไม่พบว่ามี light saturation เช่นที่พบกับพืช C-3 ชนิดอื่น จึงเชื่อว่าถั่วลิสงเป็นพืชที่มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพความเข้มแสงได้กว้าง Khan และ Akosu (อ้างถึงใน Saxena *et al.*, 1983) พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วลิสงในแต่ละกิ่งมีมากที่สุดที่ 3 และต่ำสุดที่ 8 โดยมีค่าปานกลางอยู่ตำแหน่งใบที่ 5 ในช่วงแรกอาหารที่สร้างได้จะถูกส่งไปที่ใบและรากอ่อน แต่ถ้าเริ่มมีการพัฒนาเป็นฝักแล้ว สัดส่วนอาหารส่วนใหญ่จะถูกส่งไปที่ฝักที่กำลังพัฒนา โดยใบที่อยู่บนกิ่งใด ก็จะช่วยอาหารที่สร้างไปยังฝักที่อยู่บนกิ่งเดียวกันที่ต่ำลงมา (Ashley, 1984) Trachtendery และ Mecloud (อ้างถึงใน Ashley, 1984) ได้รายงานว่ การสังเคราะห์แสงสุทธิ (Net photosynthesis) จะขึ้นอยู่กับอายุของใบ โดยจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของแต่ละใบสูงสุดในช่วง 2 สัปดาห์แรก

หลังจากนั้นจะลดต่ำลง นอกจากนั้น Saxena และ คณะ (1983) ยังได้รายงานเพิ่มเติมว่า ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง ซึ่งมีผลให้การเจริญเติบโตทางกิ่ง ก้าน ใบ อาจจะหยุดชะงักด้วย

อัตราการเจริญเติบโตและการสร้างน้ำหนักแห้ง Saxena และคณะ (1983) ได้รายงานจากการศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ Robut 33-1 ที่ ICRISAT ว่าการออกดอกของถั่วลิสงนี้อยู่ในช่วง 30-70 วันหลังปลูก และพบว่าเมื่ออัตราการเจริญเติบโต (CGR) ที่สูงสุดที่อายุ 35 วันหลังปลูก หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตของกิ่ง ก้านลดลง Duncan และคณะ (อ้างถึงใน Saxena *et al.*, 1983) ได้ให้ความเห็นว่า การคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่จะให้มีผลผลิตสูงนั้น ไม่ควรสรุปจากการที่มี CGR สูง ทั้งนี้เนื่องจากพบว่า มีถั่วลิสงหลายพันธุ์มีผลผลิตแตกต่างกันมาก แต่กลับมี CGR ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ จึงควรคัดเลือกพันธุ์ที่มีความสามารถส่งอาหารใบที่ผกได้มากกว่าที่จะส่งใบที่กิ่ง ก้าน ใบ

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (Yield and yield components) Saxena และคณะ (1983) และ Ashley (1984) อธิบายว่าผลผลิตของถั่วลิสงขึ้นอยู่กับจำนวนฝักต่อพื้นที่ จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ด โดยที่จำนวนฝักขึ้นกับจำนวนเข็มและฝักอ่อนที่สามารถพัฒนาเป็นฝักแก่ได้ และอัตราการพัฒนาเป็นฝักแก่ขึ้นกับอาหารที่ได้รับ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่มากกระทบในช่วงออกดอกถึงพัฒนาเป็นเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญ

2.2 การตอบสนองต่อการขาดน้ำของถั่วลิสง

ถึงแม้ว่าถั่วลิสงจะมีรากลึก ที่จะทำให้มีความสามารถในการทนแล้งได้ดี แต่จากการศึกษาการทนแล้งของถั่วลิสง พบว่าเมื่อถั่วลิสงประสบความแห้งแล้งจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง (นิมิตร และคณะ, 2529) ส่วนความสามารถในการทนแล้งนั้น พบว่าจะเกิดขึ้นกับพันธุกรรมและระยะของการเจริญเติบโต การทนแล้งของถั่วลิสงต่างสายพันธุ์กันอาจมีความแตกต่างกัน โดยอาจจะเกิดจากทนแล้งโดยตรง (resistance) หรือเกิดการเลี่ยงแล้ง (escape) เมื่อกระทบแล้งก็ได้ เช่น Williams และคณะ (1986) รายงานว่าถั่วลิสงพันธุ์ TMV2 ยังสามารถที่จะสร้างฝักจำนวนมากได้ แม้ว่าจะกระทบแล้ง ซึ่งเป็นการ

แสดงการทนแล้งโดยตรง และพันธุ์ถั่วลิสงในกลุ่ม Spanish valencia มีความทนทาน ต่อสภาพการขาดน้ำได้ดีกว่าถั่วลิสงในกลุ่ม Virginia (อาร์นส์ ,2528; สนั่น,2533; Gorbet และ Rhoads,1975;Lin et al.อ้างถึงใน Ashley,1984)แต่ Wessling (1966) รายงานว่าถั่วลิสงในกลุ่ม Virginia มีการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ มากกว่า ถั่วลิสงในกลุ่ม Spanish ทำให้สามารถที่จะช่วยรักษาความชื้นในดินบริเวณทรงพุ่ม รวมทั้ง จะช่วยลดความรุนแรงของการขาดน้ำลงได้ โดยผลผลิตไม่มีความแตกต่างกับที่ปลูกในช่วง ฤดูฝน

นอกจากความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมของถั่วลิสงที่มีผลต่อการทนแล้งแล้ว ความแตกต่างในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตเมื่อขาดความชื้นในดิน ก็มีผลต่อผลผลิตของถั่วลิสง ได้แตกต่างกัน จากการศึกษาของ ทักษิณา และ จันทา(2533) พบว่า การขาดน้ำในช่วง พัฒนาฝัก (60-70 วันหลังงอก) จะทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า เมื่อขาดน้ำในช่วงลงเข็ม (45-55 วันหลังงอก) และในช่วงออกดอก (30-40 หลังงอก)

2.2.1 อิทธิพลการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

นิมิตร และ คณะ (2531ก) ได้รายงานไว้ว่าถั่วลิสงจัดอยู่ในกลุ่มพืชทนแล้ง เพราะว่ามันสภาวะการขาดน้ำถั่วลิสงจะสามารถแสดงลักษณะการทนแล้งได้ โดยการเพิ่มความหนาแน่นและความลึกของราก Pandey และคณะ (1984b), Ketring(1986) และ Joshi และคณะ (1988) พบว่า ถั่วลิสงสามารถรักษาศักยภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) ไว้ได้ระดับสูง รวมทั้งสามารถรักษาอุณหภูมิของทรงพุ่มไว้ไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม Pandey และคณะ (1984b) ได้กล่าวถึงถั่วลิสงว่าเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีการใช้น้ำ (Total water use) ปริมาณค่อนข้างสูง นอกจากนี้ Bhagsari และ คณะ (1976) ได้รายงานว่ามันสภาวะการขาดน้ำถั่วลิสงจะเปิดปากใบเพียงบางส่วน ซึ่งมีผลทำให้สามารถสร้างอาหารได้ รวมทั้งยังสามารถรักษาปริมาณน้ำในใบได้ ส่งผลให้สามารถรักษากิจกรรมต่าง ๆ ทางสรีรศาณินใบเป็นปกติ จึงสามารถให้ผลผลิต และน้ำหนักแห้ง สูงกว่าพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น และนอกจากนี้ถั่วลิสงยังเป็นพืชที่มี Stomatal activity ที่สามารถฟื้นตัวได้เร็วหลังจากมันสภาวะการขาดน้ำ (Joshi et al.,1988) แต่ถั่วลิสงอยู่ในสภาวะการขาดน้ำอย่างรุนแรงมาก การสังเคราะห์แสงจะถูกจำกัด ทำให้

สร้างอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับที่ Sullivan และ Eastin (1974) ซึ่งรายงานไว้ในสภาวะการขาดน้ำที่รุนแรง Stomatal diffusive resistance จะเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงเนื่องจากการสังเคราะห์แสงลดลง ส่งผลให้น้ำหนักต้นแห้งลดลง (Boote *et al.*, 1982 ;Boote, 1983;Pandey *et al.*,1984c; Sivakumar และ Sarma,1986)

นอกจากนี้ Cohen(1970) ได้รายงานว่เมื่อเกิดการขาดน้ำ รากของถั่วลิสงจะสร้าง cytokinin ได้น้อยลง ส่งผลทำให้การแตกกิ่งข้างลดลง และลำต้นสั้นเตี้ย เนื่องจากความยาวของข้อลดลง ในขณะที่จำนวนข้อนั้นไม่ลดลง (Slatyer, 1955) แต่ถ้การขาดน้ำเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ใบมีขนาดเล็กลง เนื่องจากการลดความเต่งของเซลล์ ทำให้การขยายตัวของเซลล์ในใบลดลง เซลล์แต่ละเซลล์อยู่ชิดกันมากกว่าปกติ และอาจมีจำนวนมากขึ้น (Lin *et al.* อ้างถึงใน Boote,1983) ในกรณีเช่นนี้ จะมีผลทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบลดลง ความทนทาน และอายุของใบลดลง แต่น้ำหนักใบเพิ่มขึ้น(Pandey *et al.*,1984c) ทานองเดียวกันนี้ Sobrado(1990) ได้ศึกษาการขาดน้ำในข้าวโพด พบว่าภายใต้สภาวะการขาดน้ำ จะมีผลต่อขนาดใบ มากกว่าจำนวนใบ โดยทำให้ใบมีขนาดเล็กลง ซึ่งส่งผลให้ C-Source ที่จะส่งไปสะสมในเมล็ดลดลง ในกรณีของถั่วลิสง ถ้ขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้น จะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตทางด้านกิ่ง ก้าน ใบ ซึ่งมีผลให้อาหารที่สร้างได้ถูกส่งไปที่ฝักเพิ่มขึ้น (Rao *et al.*,1985) และส่งเสริมการเกิดรากที่มากขึ้น เนื่องจากพบว่าปริมาณรากในดินชั้นล่างมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (นิมิตร และคณะ,2531ข; Ashley,1984; Pandey *et al.*,1984c; Ketring,1986) และรากของถั่วลิสงที่อยู่ในส่วนลึกของดินจะเจริญเข้าไปหาดินที่ชื้นมากกว่า แม้ว่าในช่วงนั้นลำต้นจะหยุดการเจริญเติบโต (นิมิตร และคณะ, 2531ข; Boote,1983) การกระจายของรากถั่วลิสงดังกล่าว พบว่ามีความสัมพันธ์กับความชื้นในดิน และระดับน้ำใต้ดิน โดยนิมิตรและอรรถชัย (2529) ได้ศึกษาการเจริญของรากถั่วลิสงที่ปลูกหลังฤดูการทำนาในจังหวัดสุรินทร์ พบว่าช่วงต้นฤดูปลูกดินมีปริมาณความชื้นอยู่ในระดับความชื้นภาคสนาม (Field capacity) บริเวณใกล้ผิวดินความชื้นที่ระดับนี้จะลดต่ำลงในชั้นดินเมื่อถั่วลิสงอายุมากขึ้น และรากของถั่วลิสงมีแนวโน้มที่จะกระจายลึกลงตามระดับความชื้นที่ลดลง ซึ่งต่างจากถั่วลิสงที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ดินมีความชื้นสูงตลอดฤดูปลูก ทำให้ถั่วลิสงมีรากกระจายอยู่บริเวณผิวดินมากกว่าที่จะกระจายลึกลงในดินชั้นล่าง ซึ่งสอดคล้องกับ Hoogenboom และคณะ (1987) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตและการกระจายของรากถั่วเหลือง พบว่าอัตราการเจริญของรากในช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้น ในดินชั้นบนมีประมาณ 0.5-1.0 เมตร/ตารางเมตร/วัน แล้วอัตราการเจริญของรากจะเพิ่มขึ้นเป็น 6 เมตร/ตารางเมตร/วัน เมื่อถั่วเหลืองกระทบแสง ในช่วงต้นของการออกดอก ซึ่งมีผลให้ระบบรากของถั่วเหลืองถูกกระทบกระเทือนได้น้อยมาก แต่ถ้าหากขาดน้ำช่วงการสะสมเมล็ด ความยาวรากในช่วงขาดน้ำจะยาวกว่า แต่น้ำหนักรวมของราก จะน้อยกว่าถั่วเหลืองจากแปลงที่ได้รับน้ำตลอดอายุ และจากการศึกษาของ Dai และคณะ (1990) พบว่าการขาดน้ำในช่วงต้นอ่อนจะช่วยส่งเสริมให้ข้าวโพดมีรากเจริญดีและมีการปรับตัวได้ดี ความสามารถในการทนแล้งของข้าวโพดจะลดลงเรื่อยๆ หลังจากที่ดินมีการยืดยาวออกโดยเฉพาะในช่วงก่อนออกดอก

2.2.2 อิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงติดดอก

Boote (1983) กล่าวว่า การขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น และช่วงแรกของการบานของดอกถั่วลิสง จะไม่มีผลต่อผลผลิตเช่นเดียวกัน Boote และคณะ (1982) พบว่าการขาดน้ำในช่วง 50 วันแรกจะมีผลเพียงลดการเจริญเติบโตของลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ โดยจะมีผลต่อผลผลิตน้อยมาก ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากการออกดอกในช่วงแรกนั้นจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ดอกสามารถสร้างทดแทนได้เมื่อฟื้นฟูสภาพการขาดน้ำแล้ว อย่างไรก็ตามดอกที่สามารถพัฒนาเป็นฝักแก่ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ พบว่ามีเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ของดอกทั้งหมด ในส่วนของการพัฒนาจากดอกไปเป็นฝักแก่เก็บเกี่ยวได้นี้ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นผลเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังเช่น ผลการทดลองของ ทักษิณา และคณะ (2533) พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีเพียง 13 เปอร์เซ็นต์ของดอกทั้งหมดที่สามารถเปลี่ยนเป็นฝักและเก็บเกี่ยวได้ อย่างไรก็ตาม สุริย์ (2526) กลับรายงานว่า ถั่วลิสงที่กำลังออกดอกจะไวต่อการขาดน้ำมากที่สุด ช่วงอายุที่รองลงมาคือช่วงการสร้างฝัก โดยได้อธิบายไว้ว่าถ้าขาดน้ำในขณะที่ออกดอกจะมีผลทำให้ดอกชุดแรก ๆ ที่ผสมแล้วนั้นร่วงและดอกชุดหลังจะเป็นฝักที่ไม่โตเท่าฝักที่ได้จากการดอกชุดแรก Lin และคณะอ้างถึงใน Boote และคณะ (1982) ได้รายงานว่าการขาดน้ำก่อน

การออกดอกจะมีผลทำให้การออกดอกเลื่อนออกไป 1 - 3 วันรวมทั้งมีผลทำให้จำนวนดอกลดลง ในทำนองเดียวกัน II'ina อ้างถึงใน Boote และ คณะ (1982) พบว่าการขาดน้ำก่อนการออกดอกนั้น มีผลทำให้การออกดอกช้าออกไปได้ถึง 7 วันและถ้าการขาดน้ำมากกว่า 35เปอร์เซ็นต์ของระดับความชื้นสนาม(Field capacity)ทำให้การออกดอกทั้งหมดชะงัก อย่างไรก็ตามการขาดน้ำอาจมีผลกระทบต่อผลผลิตได้แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ อาจจะเนื่องจากพันธุ์ที่ต่างกันดังเช่น Billaz และ Ochs อ้างถึงใน Rao และคณะ (1988) พบว่าการขาดน้ำในช่วงออกดอกของถั่วลิสงในกลุ่ม Spanish valencia จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงได้มากกว่าการขาดน้ำในช่วงถัดมา ซึ่งสอดคล้องกับ Sastry และ คณะ (1985) ที่พบว่าจำนวนดอกที่ออกในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการออกดอก จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตของถั่วลิสงในกลุ่ม Spanish ซึ่งมีปริมาณดอกสูงสุดในช่วง 30-60 วัน (อาานนท์ และคณะ, 2531; Ashley, 1984) ในขณะที่ถั่วลิสงในกลุ่ม Virginia จะมีปริมาณดอกสูงสุดในช่วง 50-70 วัน (อาานนท์และคณะ, 2531; ทักษิณา และคณะ, 2533; Martin และ Cox อ้างโดย Stansell และ Pallas, 1985; Boote et al., 1982) ดังนั้น ในช่วงวิกฤตของการขาดน้ำของถั่วลิสงทั้ง 2 กลุ่มจึงแตกต่างกันถ้าเป็นพวกที่อายุสั้น จะมีช่วงวิกฤตของการขาดน้ำในช่วง 30-60 วัน นับแต่ปลูก (Su และ Lu อ้างถึงใน Boote et al., 1982) ในขณะที่ถั่วลิสงกลุ่มที่มีอายุยาวจะมีช่วงวิกฤต ของการออกดอก เนื่องจากการขาดน้ำในช่วง 87-94 วันหลังปลูก (Cox et al. อ้างถึงใน Boote et al., 1982) และช่วง 71-105 วัน ส่วนพันธุ์ Florunner ช่วงวิกฤตของน้ำจะอยู่ในช่วง 36-70 วัน นับจากปลูก (Stansell และ Pallas, 1979)

2.2.3 อิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงลงฝัก และพัฒนาเมล็ด

ได้มีการศึกษาผลของการขาดน้ำในช่วงสร้างฝักของถั่วลิสง ซึ่งพบว่าการแก่ของฝักจะช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการขาดน้ำเช่น ขาดน้ำในช่วงแรกของการสร้างฝัก จะมีผลทำให้การแก่ของฝักช้าลง ทั้งนี้เนื่องจากการขาดน้ำยับยั้งการพัฒนาของฝักและ เมล็ดถั่วลิสง แต่การขาดน้ำในช่วงถัดมาจะทำให้การแก่ของฝักถั่วลิสงเร็วขึ้น เนื่องจากมีช่วงเวลาสะสมอาหารสั้นลงรวมทั้งยับยั้งการสร้างฝักใหม่ ทำให้อัตราการสร้าง

ฝักลดลง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อจำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ทักซิมา และจันทา, 2533; Underwood *et al.*, 1971; Joshi และ Kabaria, 1972; Pallas *et al.*, 1979; Boote *et al.*, 1982; Boote, 1983; Martin และ Cox อ้างโดย Stansell และ Pallas, 1985; Raddy *et al.* อ้างใน Stansell และ Pallas, 1985) ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Rao และคณะ (1985) ที่พบว่าการขาดน้ำขณะสร้างฝัก จะมีผลทำให้น้ำหนักเมล็ดลดลง และจากการศึกษาของ Somaphi และคณะ (1986) พบว่าถ้าลีสงพันธุ์โทนาน 9 ถ้ำขาดน้ำในช่วงสร้างฝัก (pod formation) จะทำให้น้ำหนักแห้งของฝักและน้ำหนักเมล็ดต่อหน่วยพื้นที่ลดลง แต่การขาดน้ำในช่วงที่เมล็ดเจริญเติบโต (Seed growth period) จะมีอิทธิพลทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลง และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดมากขึ้น เนื่องจากมีฝักเล็ก การศึกษาของพจน์ และคณะ (2531) รายงานว่าการขาดน้ำในช่วง 15 วันในแต่ละช่วงอายุมีแนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตจำนวนฝัก และขนาดของฝักลดลง เมื่อถ้ำลีสงขาดน้ำในช่วง 79-94 วันหลังจากปลูก นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาจากพืชชนิดอื่นเช่น Sandhu และ Horton (1977) ได้ทำการทดลองในข้าวโอ๊ตในช่วงตั้งท้องถึงช่วงการบานของดอกและในช่วงการบานของดอกถึงช่วงการสะสมอาหารในเมล็ด พบว่าการขาดน้ำในช่วงแรกมีผลทำให้ผลผลิตลดลงโดยมีสาเหตุจากการลดลงของจำนวนดอกต่อรวง ในขณะที่การขาดน้ำในช่วงที่ 2 นั้น ทำให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากการลดลงของจำนวนข้อที่แก่ (Matured heads) ต่อกระถาง จำนวนดอกต่อรวงและมีจำนวนฝักกลับเพิ่มขึ้น ซึ่ง Sandhu และ Horton ได้ให้เหตุผลว่าเมื่อขาดน้ำในช่วงแรกนั้นมีผลทำให้ net assimilate ลดลง และเมื่อมีการ regrowth ในช่วงที่ 2 อาหารที่สร้างได้จะถูกนำไปใช้ในส่วนของเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่ง ใบ มากกว่า ทำให้รากได้รับอาหารน้อย ส่งผลให้รากเจริญได้น้อย และอาหารที่สร้างได้น้อยทำให้สร้างดอกได้น้อย การขาดน้ำในช่วงที่ 2 นี้การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตจะได้รับผลกระทบกระเทือนมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่ต้องการที่จะเก็บสะสมอาหารแต่ถูกจำกัดด้วย developing panicle เมื่อขาดน้ำการลำเลียงอาหารไปที่ข้อจึงน้อย ทำให้มีปริมาณเมล็ดล้นสูง

ในการศึกษา Gorbet และ Rhoads (1975) พบว่าถ้ำลีสงถ้ำขาดน้ำในช่วง 6-8 สัปดาห์หลังปลูก จะทำให้ผลผลิตลดลงมากที่สุด ในขณะที่ Boote (1983) และ Rao และคณะ (1988) นั้นได้รายงานว่าถ้ำลีสงที่ขาดน้ำในช่วงแรกของการออกดอกจะทำให้

าให้มีดอกและจำนวนฝักน้อย แต่ถ้าขาดน้ำนั้นเกิดขึ้นในช่วง 50-80 วันหลังปลูกจะมีผลกระทบต่อบริมาณฝักโดยทำให้จำนวนฝักลดลงทั้งนี้เพราะ เข็ม และการยึดตัวของเข็มในการแทงลงดินได้รับความกระทบกระเทือนจากดินในระดับติดฝักนั้นแห้ง ทำให้การแทงเข็มลงไปในดินไม่สะดวก (สุพจน์, 2531; Underwood *et al.*, 1971) รวมไปถึงการดูดซึมแคลเซียม (Ca) เพื่อไปใช้ในการพัฒนาฝักได้น้อย

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฝักถั่วลิสงในดิน

ปัจจัยที่มีผลการเจริญเติบโตของฝักถั่วลิสงในดิน มีหลายปัจจัยด้วยกัน อาทิเช่น น้ำในดิน คุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี และสภาพภูมิอากาศ (Boote, 1983)

2.3.1 น้ำในดิน

น้ำในดิน หมายถึง น้ำส่วนที่มีอยู่ระหว่างของอนุภาคดิน ซึ่งเป็นส่วนที่จะมีประโยชน์สำหรับพืช น้ำในส่วนนี้ส่วนใหญ่ได้มาจาก ฝน การชลประทาน และอาจรวมถึงน้ำใต้ดิน สำหรับแหล่งผลิตถั่วลิสงเกือบ 70 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตโลก ได้มาจากประเทศในเขตร้อนกึ่งแห้งแล้ง (Semi Arid Tropic) ผลผลิตของถั่วลิสงในประเทศเหล่านี้มีความแปรปรวนมาก เนื่องจากผลผลิตขึ้นอยู่กับปริมาณฝนและการกระจายของฝน (Sivakumar และ Sarma, 1986) แต่ Joshi และ Kabaria (1972) และ Ong (1986) กล่าวว่าปริมาณฝนไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของถั่วลิสง แต่ผลผลิตถั่วลิสงจะขึ้นอยู่กับ การกระจายของฝนที่เหมาะสมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตในช่วงอายุต่างกัน ในส่วนที่มีการชลประทาน นิมิตรและคณะ (2531 ก) พบว่าการให้น้ำทุก 7 วันจะทำให้ได้ผลผลิตของถั่วลิสงมากกว่า การให้น้ำ 14 วันต่อครั้ง แต่เมื่อเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำ ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำน้อยและนานครั้ง จะมีประสิทธิภาพของการใช้น้ำสูงกว่าถั่วลิสงที่ได้รับน้ำมากและบ่อยครั้ง ส่วนการปลูกถั่วลิสงที่อาศัยน้ำที่เหลือในดิน (residual soil moisture) จากการรายงานของ นิมิตรและคณะ (2531 ข) และ August และคณะ (1983) ที่พบว่าถั่วลิสงเป็นพืชที่มีระบบรากกระจายได้ดีและลึก จึงมีความสามารถดึงเอาน้ำที่มีอยู่ในดินมาใช้ได้มากกว่าพืชชนิดอื่น

2.3.2 คุณสมบัติของดิน

Ashley (1984) รายงานว่า ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกั้วลิสงั้น แบ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี ดังนี้

2.3.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Physical properties)

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะเป็นปริมาณน้ำส่วนที่ดินสามารถดูดยืงไว้ได้ในช่วงว่างระหว่างเม็ดดิน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดินและการเรียงตัวของเม็ดดิน ดินที่มีเนื้อละเอียดจะถูกดูดยืงน้ำไว้ได้มากกว่าดินเนื้อหยาบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของดิน และคุณสมบัติของดินดังกล่าวนี้นอกจากจะมีผลต่อการดูดยืงน้ำในดินแล้ว ยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของรากด้วย Viehmeyer และ Hendrickson อ้างถึงงาน วิเชียร(2529) ได้รายงานว่ ถ้าวินมีความหนาแน่นมากรากพืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และค่าความหนาแน่นของดินแต่ละชนิดนั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากได้ไม่เท่ากัน

ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงั้น ควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีและร่วนโปร่ง ดินที่มีการระบายน้ำดีนี้ จะทำให้การลงเข็มของถั่วลิสงั้นลงได้ง่ายและสะดวกต่อการเก็บเกี่ยว(สนั่น, 2533) ส่วนความชื้นบริเวณผิวดิน นับเป็นปัจจัยที่ควบคุมการลงเข็มของถั่วลิสงั้น ทั้งนี้เนื่องจาก Taylor และ Ratliff อ้างถึงงาน สุพจน์(2531) ได้ศึกษาและรายงานว่ เมื่อดินแห้งค่าความต้านทานทางกลของดิน (mechanic resistance) จะเพิ่มขึ้นทำให้การลงเข็มถั่วลิสงั้นยาก และ Sivakumar และ Sarma (1986) ได้ศึกษาแรงต้านทานต่อการลงเข็มในดินของถั่วลิสงั้น (Soil Penetration Resistance, SPR) ที่ระดับความลึก 5-6 เซนติเมตรจากผิวดิน พบว่ค่า SPR สูงสุดในช่วงที่มีการขาดน้ำในระยะเริ่มออกดอกจนถึงระยะที่เมล็ดเริ่มเจริญเติบโต ซึ่งมากกว่าการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตช่วงอื่นและพบว่เมื่อค่า SPR เพิ่มขึ้นการแทงเข็มของถั่วลิสงั้นลงนดินก็ลดลง (Underwood et al., 1971) สุพจน์(2531) ได้ศึกษาทางอ้อมเดียวกันนี้และรายงานว่ความต้านทานต่อการแทงทะลุของเข็มถั่วลิสงั้นลงดิน มีผลกระทบทางลบต่อความยาวของ เข็มที่แทงลงดิน ความลึกของฝัก ความยาวของก้านฝักและจำนวนฝัก แต่ไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสงั้น ทักษิณาและจันทา(2533) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของความชื้นดินบริเวณผิวดินที่มีผล

ต่อการติดผัก และพัฒนาการของถั่วลิสง โดยทำการทดลองในกระถางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 เซนติเมตร ลึก 75 เซนติเมตร วัสดุชั้นรองระบายปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 โดยให้มีการขุดน้ำในช่วงอายุต่างๆ คือ T1 = ไม่ขุดน้ำ, T2 = ขุดน้ำในช่วงออกดอก (30-40 วันหลังงอก), T3 = ขุดน้ำในช่วงลงเข็ม (45-55 วันหลังงอก), T4 = ขุดน้ำในช่วงลงผัก (60-70 วันหลังงอก), T5 = ขุดน้ำเฉพาะผิวดินในช่วงออกดอก, T6 = ขุดน้ำเฉพาะผิวดินในช่วงลงเข็ม และ T7 = ขุดน้ำเฉพาะผิวดินในช่วงลงผัก การขุดน้ำเฉพาะผิวดิน กระทำโดยกันดินชั้นบน (0-8 เซนติเมตร) จากดินชั้นล่างด้วยแผ่นพลาสติก ให้น้ำผ่านทางท่อเฉพาะในบริเวณดินชั้นล่างพบว่า การขุดน้ำเฉพาะผิวดินบริเวณเกิดผัก (T5, T6 และ T7) ไม่ทำให้น้ำหน้าผักและ เมล็ดลดลง แต่พบว่าการขุดน้ำที่ทำให้น้ำหน้าผักและ เมล็ดลดลงมากที่สุด คือ การขุดน้ำในช่วงพัฒนาผัก (T4) รองลงมาคือขุดน้ำในช่วงลงเข็ม (T3) และน้ำหน้าผักลดลงน้อยที่สุด ถ้าขุดน้ำในช่วงออกดอก (T2)

เป็นที่ทราบกันดีว่า ถั่วลิสงหลังจากการสร้างดอกแล้ว ดอกของถั่วลิสงที่ได้รับการผสมจะยึดตัวออกเป็นเข็ม ใบเจริญจนแน่นอนเป็นฝักในดิน ในระดับ 2-7 เซนติเมตร แล้วจึงสร้างเมล็ดขึ้นภายในฝักตามลำดับ (Purseglove, 1968) จากลักษณะดังกล่าวปริมาณความชื้นบริเวณผิวดิน จึงเป็นส่วนที่สำคัญในการที่เข็มจะสามารถแทงทะลุดินลงไปได้ (Tayler และ Ratliff อ้างถึงใน สุพจน์ 2531; Underwood et al., 1971) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหน้าผิวดินแน่นแข็ง แม้ว่าเข็มสามารถแทงทะลุลงดินได้ แต่ถ้าไม่ลึกเพียงพอการพัฒนาฝักจะช้ามากโดยเฉพาะถ้าเข็มอยู่ในระดับ 1.0 - 1.5 เซนติเมตร (Underwood et al., 1971) ซึ่ง Zamski และ Ziv (1976) ได้อธิบายว่าแสงสว่างมีส่วนในการช่วยยึดตัวของเข็ม แต่จะยับยั้งการพัฒนาเป็นฝักส่วนความมืดจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นการเจริญเป็นฝัก ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้เข็มพัฒนาเป็นฝักได้ช้าถ้าเจริญอยู่ใกล้ผิวดินเนื่องจากอาจได้รับแสงสว่าง หรือหน้าผิวดินมีความแน่นแข็ง ทำให้เข็มไม่สามารถแทงลงไปในดินได้ลึกพอ ซึ่งความแน่นแข็งของดินนี้ถือว่าเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่มีผลมาจากความหนาแน่นรวมของดิน และค่าความชื้นในดินซึ่งจะต่างกันตามชนิดของดิน (Ayer และ Perumpral, 1982) ถ้าดินมีความหนาแน่นรวมมากและมีความชื้นในดินน้อยหรือเป็นดินเหนียว จะทำให้มีหน้าผิวดินที่แน่นแข็งได้ง่ายเมื่อดินแห้ง อานวยและวุฒิสักดิ์ (2524) พบว่า การพรวนดิน และการพูนโคนทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากเพิ่มขึ้น และมีจำนวนรากต่อ

หลุมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะการพุนโคน ช่วยทำให้เข็มเจริญถึงดินและแทงลงดินได้ง่าย (วุฒิสักดิ์ และพจน์, 2532 ; อรรถพร และคณะ, 2532; วีรชัย และคณะ, 2532; ทรงเชาว์ และวีรชัย, 2532; Ashley, 1984) แต่อานนท์และคณะ (2532 ก) พบว่าการพุนโคนไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างจากการไม่พุนโคนซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ได้ทำการทดลองในฤดูฝน แต่เมื่อ อานนท์และคณะ (2532 ข) ได้ทำการทดลองอีกครั้งในฤดูร้อน พบว่าการพุนโคนทุกวิธีการทำให้ผลผลิตผักแห้งสูงกว่าการไม่พุนโคน

2.3.2.2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

นอกจากความชื้นในดินและคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ในระดับผิวดินแล้ว คุณสมบัติทางเคมีของดิน ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักก้วลิสง การขาดน้ำในบริเวณผิวดินธาตุอาหารที่ได้รับผลกระทบโดยตรงคือธาตุแคลเซียม จากการศึกษา พบว่าถ้าขาดธาตุแคลเซียมในระดับความลึก 7-9 เซนติเมตรจากผิวดิน มีผลทำให้เกิดเมล็ดลีบและ เมล็ดไม่เต็มฝักในปริมาณสูงทำให้มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะดำ (cox *et al.*, 1982) การดูดธาตุแคลเซียมจากดินของก้วลิสงโดยปกติจะดูดได้ 2 ทางคือ ทางรากและทางเข็มหรือฝัก โดยทั่วไปแคลเซียมจะเข้าสู่ต้นพืชโดยละลายไปกับน้ำในรูป Ca^{++} ผ่านไปทางท่อลำเลียงน้ำ (xylem) และเคลื่อนที่ไปใน xylem sap แล้วเคลื่อนที่ไปสู่ส่วนบนของพืชโดยอาศัย transpiration stream ดังนั้นการเคลื่อนย้ายแคลเซียมในต้นพืชจึงขึ้นอยู่กับอัตราการเคลื่อนย้ายน้ำ ธาตุแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายในท่ออาหารได้จึงทำให้ก้วลิสงไม่ได้รับธาตุจากที่มีสะสมในลำต้นฝักก้วลิสง จึงต้องดูดธาตุแคลเซียมโดยตรงจากดิน ดังนั้นสภาพขาดน้ำฝักก้วลิสงจึงขาดแคลเซียมด้วย ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก เพราะแคลเซียมมีบทบาทในการสร้างผนังเซลล์ (สมศักดิ์, 2525) การดูดธาตุแคลเซียมทางเข็มหรือทางฝักของก้วลิสงจะเกิดเมื่อเข็มแทงลงไปในดิน แล้วพัฒนาต่อไปเป็นฝัก นอกจากผลของการขาดน้ำแล้ว พันธุกรรมของก้วลิสงก็มีส่วนในการดูดซึมแคลเซียมด้วย จากการศึกษาของ Beringer และ Taha (1976) เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายของแคลเซียมจากเปลือกไปสู่เมล็ด ในก้วลิสงเมล็ดโต และเมล็ดเล็กโดยอาศัย ^{45}Ca พบว่าการเคลื่อนย้าย ^{45}Ca จากเปลือกไปสู่เมล็ดของก้วลิสงเมล็ดเล็กจะมากกว่าและมีประ

ลัทธิภาพดีกว่าถั่วลิสง เมล็ดโต จึงทำให้ถั่วลิสง เมล็ดเล็กมีความต้านทานต่อการเกิดเมล็ด
ลีบดีกว่าถั่วลิสง เมล็ดโต

2.4 อิทธิพลของสภาพแวดล้อม

Dorn และ Mullen (1991) ศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำ ของถั่วเหลือง
ในช่วงการสะสมเมล็ด พบว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักจะได้รับผลกระทบมากกว่าน้ำหนักเมล็ด
ถ้าการขาดน้ำเกิดขึ้นในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสม แต่ถ้าขาดน้ำในสภาพอุณหภูมิสูงนาน ๆ
น้ำหนักแต่ละ เมล็ดจะลดลงแต่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากขึ้น น้ำหนักเมล็ดรวมที่ได้จึงเพิ่มขึ้น
เนื่องจากมีจำนวนเมล็ดมากขึ้น แต่ Cox อ้างถึงใน Ketring(1986)รายงานว่า อัตรา
การเจริญเติบโตของฝักของถั่วลิสง พันธุ์ Florigiant จะลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้
เพราะ pollen จะตายถ้ากระทบอุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ส่งผลให้มี
การสร้างเอ็มฝักน้อย อาหารจะถูกส่งมาสร้างส่วนของต้นแทนส่วนของดอก ทำให้ลำต้น
ยืดยาว เข้มยาว โอกาสที่จะฝังลงไปในดินได้น้อย ในทางตรงกันข้าม Williams และ
คณะ อ้างถึงใน Ketring(1986) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วลิสงจะต่ำลงถ้า
อุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส โดยจะมีน้ำหนักแห้งรวมลดลงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ที่
18 องศาเซลเซียส และลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ที่ 20 องศาเซลเซียส ส่วนผลกระทบนี้
จะมากหรือน้อย พันธุกรรมก็มีส่วนเกี่ยวข้องเช่น Ashley(1984)รายงานว่าถั่วลิสงในกลุ่ม
Spanish Valencia สามารถใช้ความชื้นในสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีกว่ากลุ่ม Virginia

นอกจากอุณหภูมิของอากาศแล้ว Dreyerและ คณะ (1981) พบว่าอุณหภูมิ
ดินถ้าต่ำกว่า 23-24 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้จำนวนฝักมากกว่าเมื่อดินมีอุณหภูมิสูง
แต่จะมีอายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น Ketring(1979)รายงานว่าถั่วลิสงที่ปลูกภายใต้สภาพความ
เข้มแสงต่ำจะมีจำนวนใบเท่ากับถั่วลิสงที่ปลูกในสภาพความเข้มแสงสูง แต่มีพื้นที่ใบมากกว่า
และจะมีจำนวนดอกและองค์ประกอบผลผลิตลดลง ถ้าปลูกถั่วลิสงภายใต้สภาพจำนวนชั่วโมง
แสงต่อวันต่ำ (8 ชั่วโมง) จะมีใบย่อยและมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าถั่วลิสงที่ปลูกในสภาพ
ที่มีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันมาก (16 ชั่วโมง)สอดคล้องกับ Ashley (1984)ที่รายงานว่า
ถั่วลิสงที่ปลูกภายใต้สภาพช่วงแสงวันสั้นจะสร้างดอกได้น้อยลำต้นเตี้ย แต่จะมีฝักมากและ
ขนาดฝักโตกว่าถั่วลิสงที่ได้รับช่วงแสงวันยาว นอกจากนั้นปริมาณของฝน ก็เป็นสิ่งแวดล้อม

ที่มีอิทธิพลที่สำคัญต่อการสร้างผลผลิตของพืช แต่สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ได้รับกับผลผลิตมีต่ำมาก (Popov อ้างถึงใน Ong, 1986) ทั้งนี้เนื่องจากว่าในบางปีที่มีปริมาณฝนพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของถั่วลิสงทำให้ถั่วลิสงมีผลผลิตที่สูง แต่ในบางปีที่ถั่วลิสงได้รับปริมาณที่เท่ากันนี้ กลับไม่ทำให้ผลผลิตถั่วลิสงนั้นสูง Gorbet และ Rhoad (1975) ได้รายงานว่า ถ้าดินมีสภาพความชื้นสูง จะทำให้เกิดโรคฝักขาดมาก และอาหารที่สร้างได้ถูกนำไปสร้างลำต้นมากกว่า Ong (1986) ได้สรุปการทดลองเกี่ยวกับการขาดน้ำดังนี้คือ 1) ขาดน้ำในช่วงแรก (29-57 DAS) จะไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วลิสง 2) ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นถ้าได้รับน้ำในช่วง 93-113 DAS (seed filling phase) และ 3) การเกิด recover หลังจากกระหน่ำแล้งแล้วได้รับน้ำจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์

อิทธิพลของวันปลูกส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับ การกระจายของฝน Kowal และ Kassam อ้างถึงใน Ong (1986) ได้เปรียบเทียบความยาวของช่วงฤดูปลูก และผลผลิตถั่วลิสงในประเทศไนจีเรีย พบว่าถ้าปลูกถั่วลิสงในละติจูดที่สูงขึ้น การเริ่มของฤดูฝนจะช้าออกไปอายุเก็บเกี่ยวจะสั้นลง ส่งผลให้มีผลผลิตลดลง และผลผลิตจะลดลงมากถ้ามีอายุเก็บเกี่ยวน้อยกว่า 90 วัน ส่วนการปลูกถั่วลิสงในแต่ละภาคของประเทศไทย พบว่ามีวันปลูกที่เหมาะสมที่ต่างกันดังนี้ที่ภาคใต้ (พัทลุง) อีระและคณะ (2532) รายงานว่า ควรปลูกในเดือนเมษายนจะให้ผลผลิตสูงสุด ถ้าปลูกช้าลงจะทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากช่วงปลายฤดูมีน้ำมากทำให้ผลผลิตเสียหาย การปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทักษิณาและคณะ (2533) รายงานว่า ถ้าปลูกถั่วลิสงอายุสั้น เช่น พันธุ์ (MGS9 x Chico)-12-16-5 ในต้นฤดูฝน ควรปลูกกลางเดือนเมษายนและต้นเดือนพฤษภาคม แต่ถ้าปลูกปลายฝนควรปลูกเดือนสิงหาคม วิเชียร (2529) รายงานว่า ถ้าปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลายฝน ควรปลูกกลางเดือนธันวาคม (22 ธันวาคม) ซึ่งจะให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนในภาคเหนือ วีรัชัยและคณะ (2532) แนะนำว่า ควรปลูกในเดือนกรกฎาคม เพราะว่าถ้าปลูกช้าจะ เกิดการกระหน่ำแล้งในช่วงปลายของการเจริญเติบโตทำให้ผลผลิตลดลง