พลสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

คำนำ

พืชแต่ละชนิดมีความต้านทานต่อสภาวะขาดน้ำต่างกัน และแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันก็ยังมีความต้านทานต่อสภาวะขาดน้ำต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่าง และปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้พืชต้านทานต่อสภาวะขาดน้ำต่างกันนั้นคือ ขั้นตอนการพัฒนาของพืช ส่วนใหญ่ความต้านทานต่อสภาวะขาดน้ำในระยะพักตัวและในระยะที่เป็นเมล็ดจะดีกว่าระยะที่กำลังเจริญเติบโต โดยทั่ว ๆ ไปช่วงที่ไวต่อสภาวะขาดน้ำมากที่สุดจะอยู่ช่วงที่มีการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ และช่วงที่มีการถ่ายละอองเกสรและการปฏิสนธิ (Kramer,1969)

ในการศึกษาทางชีวเคมี Hsiao (1973) ได้เสนอว่า เมื่อให้ยาสูบได้รับสภาวะขาดน้ำและแสดงอาการเหี่ยวไม่ถึง 30 นาที แล้วให้น้ำใหม่ พบว่า cytokinin ที่สกัดจากรากจะมี activity ลดลง

Darbyshire (1971 a,b) เสนอว่า เมื่อถั่วลันเตาได้รับสภาวะขาดน้ำ ระดับของ auxin จะลดลงโดยการทำลายของเอ็นไซม์ และไปมีผลยับยั้งการเจริญ

ในการทดลองให้สภาวะขาดน้ำและสภาวะน้ำท่วม แก่มะเขือเทศ, ถั่วพันธุ์แดระ และข้าวสาลี จะมีการตอบสนองทำนองเดียวกัน คือ มีการเพิ่มปริมาณ ABA แต่สำหรับข้าวซึ่งเป็นพืชที่ปรับตัวต่อสภาวะน้ำท่วม เมื่อได้รับสภาวะน้ำท่วม ปริมาณ ABA จะไม่เพิ่มขึ้น (Hiron and Wright, 1973)

ในมะเขือเทศ เมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำ ปริมาณ ABA จะสูงขึ้น พวกที่ได้รับน้ำไม่เพียงพอเป็นเวลา 18 วัน จะมีการปรับตัวเข้ากับสภาวะขาดน้ำ โดยที่เมื่อได้รับน้ำ 5,15,30 มล./ต้น/วัน เป็นเวลา 7 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักสดอย่างเห็นได้ชัด จากนั้นน้ำหนักจะคงที่ เนื่องจากพืชมีการควบคุมการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ จากการทดลองกับใบ พบว่า เมื่อปล่อยให้เหี่ยวอย่างรวดเร็วปริมาณ ABA จะเพิ่มขึ้น (Rasmussen, 1976) ในฝ้าย เมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำ พบว่า ปริมาณ ABA ภายใน จะเพิ่มขึ้นตลอดวัน สำหรับ control จะมี ABA เพิ่มขึ้นในช่วงที่มีค่า water potential ต่ำสุดในช่วงวัน คือ ช่วง 14.00 - 18.00 น. ซึ่ง water potential มีค่า - 17 ถึง - 18 bars

หลังจากนั้นปริมาณ ABA ก็จะลดลงเป็นปกติ (Mc Michael and Hanny, 1977)

เมื่อ spinach ได้รับสภาวะขาดน้ำ 4 ชม. ABA ในใบเพิ่มขึ้นถึง 11 เท่า (Loveys, 1977) สภาวะขาดน้ำมีผลต่อปริมาณ ABA ขึ้นอยู่กับอายุพืช พืชที่มีอายุน้อยที่สุดจะตอบสนองมากที่สุด โดยเพิ่มปริมาณ ABA ขึ้นถึง 10 เท่าหลังจาก 8 วัน สภาวะขาดน้ำทำให้ปริมาณ ABA เพิ่มขึ้นทั้งในใบอ่อนและใบแก่ แต่ใบอ่อนเพิ่มมากกว่า (Sivakumaran and Hall, 1978)

Jordan, Morgan และ Davenport (1972) ได้ทดลองกับฝ้าย พบว่าสภาวะขาดน้ำมีผลทำให้ใบเลี้ยงของฝ้ายร่วง และถ้าให้ ethylene จากภายนอก แล้วให้สภาวะขาดน้ำ พบว่า การร่วงจะเพิ่มขึ้น ถ้าให้ 15% CO_2 กับพืชขณะที่ water potential สูงกว่า - 12 bars จะลบล้างผลของ ethylene และสภาวะขาดน้ำได้ และพบว่า เมื่อฝ้ายได้รับสภาวะขาดน้ำรุนแรง อัตราการผลิต ethylene ในทุกก้านใบจะเพิ่มขึ้นมาก และเมื่อให้น้ำใหม่อัตราการผลิต ethylene จะลดลงอย่างรวดเร็ว (Mc Michael, Jordan and Powel, 1972)

เมื่อผล Avocado ได้รับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะมีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วและอัตราการสุกเร็วขึ้นประมาณ 8.3 วัน (32%) และพบว่าสภาวะขาดน้ำจะเร่งการร่วงของผล การผลิต ethylene ในผลที่ร่วงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 10 $\mu l/kg$ - hr และมีผลต่ออัตราการสุกมาก การขาดน้ำทำให้มีการร่นระยะเวลาการผลิต ethylene และการหายใจประมาณ 40% หรือ 25% ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสภาวะขาดน้ำ (Adato and Gazit, 1974)

เมื่อส้มพันธุ์ Valencio ได้รับสภาวะขาดน้ำ จะมีการปล่อย ethylene ออกมาในอัตราที่สูงกว่า control และ ethylene ภายในพืชก็สูงกว่าด้วย และพบว่าสภาวะขาดน้ำชักนำให้ใบหลุดออกจากกิ่งตัด และถ้าได้รับสภาวะขาดน้ำเพียง 10 - 20 ชม. เมื่อให้น้ำใหม่อัตราการผลิต ethylene จะลดลงจนเป็นปกติ แต่ถ้าได้รับสภาวะขาดน้ำนานกว่านี้ เมื่อให้น้ำใหม่ปริมาณ ethylene ที่ปล่อยออกมาจะไม่ลดลง (Ben - Yehoshua and Aloni, 1974)

ใบของข้าวสาลีปกติมีการผลิต ethylene เล็กน้อย แต่เมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำซึ่งจะทำให้สูญเสียน้ำหนักสดเริ่มต้นไป 9% การผลิต ethylene จะเพิ่มขึ้นมากกว่า 30 เท่า

ภายในเวลา 4 ชม. และลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา (Apelbaum and Fa Yang, 1981)

Ike และ Thurtell (1981) ได้ทดลองกับมันสำปะหลัง โดยให้ได้รับสภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรง พบว่า ตอนแรกใบจะแสดงอาการเหี่ยว ต่อมาใบไม่มีสี ใบล่าง 3 - 4 ใบจะร่วง การเหี่ยวของใบจะเหี่ยวจากใบล่างก่อน การให้ได้รับสภาวะขาดน้ำจนค่า water potential ของใบ มีค่า -0.5 mPa เมื่อให้น้ำใหม่ ค่า water potential ของใบจะกลับสู่ปกติภายในเวลา $\frac{1}{2}$ ชม.

สภาวะขาดน้ำมีผลทำให้ปากใบปิด เนื่องจาก เมื่อพืชได้รับสภาวะขาดน้ำจะมีปริมาณของ ABA เพิ่มขึ้น ซึ่ง ABA เป็นตัวส่งเสริมให้ปากใบปิด มีผู้ทดลองเกี่ยวกับสภาวะขาดน้ำ, ABA และ การปิดปากใบในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพดและข้าวฟ่าง(Sanchez-Diaz and Kramer , 1971), ฝ้าย (Brown, Jordan and Thomas , 1976). rough lemon (Kaufmann and Levy , 1976), ข้าวสาลี (Nordin , 1976), ข้าวโพด (Talha and Larsen , 1976), ถั่วยาง (Cooper and Cockburn , 1979), มันสำปะหลัง (Ike and Thurtell , 1981) ซึ่งพบว่า เมื่อพืชได้รับสภาวะขาดน้ำ ปริมาณ ABA จะเพิ่มขึ้น และลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการคายน้ำโดยการทำให้ปากใบปิด

Nordin (1976 a,b) ทดลองกับข้าวสาลีพันธุ์ Weibulls Starke พบว่า สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการคายน้ำโดยไปลดการคายน้ำ และการให้ ABA ภายนอกก็ให้ผลเหมือนกับการให้สภาวะขาดน้ำ และพบว่า อัตราการคายน้ำของพืชที่ได้รับสภาวะขาดน้ำจะต่ำสุดในที่มีแสงและเมื่อให้น้ำใหม่ อัตราการคายน้ำจะสูงขึ้น แต่ยังไม่เท่า control

สำหรับข้าวโพด พบว่า เมื่อลด water potential ของน้ำในดินลง อัตราการคายน้ำก็จะลดลงด้วย ซึ่งการลด water potential ของน้ำในดิน มีผลมากกว่าการเพิ่มความเข้มข้นของ ABA ที่ให้จากภายนอก (Talha and Larsen , 1976)

การพ่นสารละลาย ABA ให้ใบของถั่วยาง Vicia faba L. พบว่าพวกที่ได้รับ ABA น้ำหนักจะลดลงน้อยกว่า พวกที่ได้รับน้ำกลั่น เนื่องจาก ABA ทำให้ปากใบปิดและลดการสูญเสียน้ำ (Davies, 1978)

สภาวะขาดน้ำมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงในข้าวโพดและถั่วเหลือง

(Boyer , 1970), speckled alder (Hari and Lukkanen , 1973), ถั่วเหลือง และฝ้าย (Bunce , 1978), ฝ้าย (Mc Kinion , 1979) เนื่องจากการเพิ่มปริมาณ ABA และ ABA ไปทำให้ปากใบปิด พืชได้รับ CO_2 ลดลง ก็ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงด้วย

จากการทดลองเพาะเมล็ดของหญ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Pennisetum typhoides โดยเพาะใน petri - dishรองด้วยกระดาษกรอง และทำให้ชื้นด้วย ABA จนกระทั่งได้ต้นกล้า พบว่า ABA ไปลด $^{14}CO_2$ fixation โดยการไปยับยั้ง activity ของ RuBP Carboxylase enzyme ยิ่ง ABA เข้มข้นมาก CO_2 fixation ยิ่งลดลงมาก (Sankhla and Huber , 1974)

Hsiao (1973) พบว่า เมื่อ sugar beet ได้รับสภาวะขาดน้ำ ปริมาณโปรตีนจะลดลงไปเรื่อย ๆ และลดลงมากแม้จะยังไม่แสดงอาการเหี่ยว และเมื่อแสดงอาการเหี่ยวอย่างรุนแรง ปริมาณโปรตีนจะลดลงถึงครึ่งหนึ่งของ control การที่ปริมาณโปรตีนลดลงอาจเป็นผลมาจาก การยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน หรือการเร่งการสลายของโปรตีนก็ได้

จากการทดลองให้สภาวะขาดน้ำกับยอดอ่อนของข้าวโอ๊ต โดยใช้ mannitol หรือ Carbowax - 4000 พบว่า สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน โดยไปมีผลต่อการรวม leucine เข้าไปในโปรตีน (Dhindsa and Cleland , 1975 a) และในการทดลองต่อมาโดยดูผลของสภาวะขาดน้ำ และ ABA ต่อการสังเคราะห์โปรตีน พบว่า ABA ยับยั้งการรวม leucine เข้าไปในโปรตีน และพบว่า GA 20 g/ml สามารถลบล้างผลของ ABA ได้ แต่ GA ไม่สามารถลบล้างผลของสภาวะขาดน้ำที่ชักนำโดย mannitol และ Carbowax - 4000 ได้ (Dhindsa and Cleland , 1975b)

นอกจากนี้ผลของสภาวะขาดน้ำต่อการสังเคราะห์โปรตีน ก็อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ ribosome จาก polymeric form เป็น monomeric form ดังที่มีการทดลองกับต้นกล้าของ black locust พบว่า เมื่อให้ขาดน้ำ polysome ลดลง 22% และการสังเคราะห์โปรตีนลดลง 46% และฟื้นตัวเป็นปกติภายในเวลา 48 ชม. หลังจากให้น้ำใหม่ (Brandle, Hinckley and Brown , 1977) และจากการทดลองกับถั่วลันเตาและข้าวโพด พบว่า เมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำ polyribosome จะลดลง และเมื่อให้สภาวะขาดน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณ polyribosome ก็ยิ่งลดลง และเมื่อให้น้ำใหม่เป็น

เวลา 2 ชม. ปริมาณของ polyribosome ก็จะไม่เพิ่มขึ้น เมื่อสภาวะขาดน้ำรุนแรงขึ้น การฟื้นตัวในการสังเคราะห์โปรตีนจะน้อยลง (Bewley and Larsen, 1980)

สภาวะขาดน้ำมีผลควบคุมการเจริญของผลฟักทอง โดยมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน สภาวะขาดน้ำทำให้ปริมาณ RNA และโปรตีนในเนื้อเยื่อของผลสดลง และมีการเปลี่ยนแปลงของ polysome เป็น monosomes ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการลดการเจริญ (Cococci, Cocucci and Treccani, 1976)

Gutknecht (1968) พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเต่งของเซลล์โดยเปลี่ยนแปลง pressure potential โดยใช้ mercury mononeter มีผลต่อการดูดเกลือแร่ของ Valonia ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดหนึ่ง เมื่อค่า pressure potential ลดลง 1 ถึง 10 bars การไหลเข้าของ K จะเพิ่มเป็น 3 เท่า

การทดลองกับมะเขือเทศ พบว่า เมื่อลดค่า water potential ของสารอาหารที่เพาะเลี้ยงลง 5 bars จะลดการลำเลียงของ phosphate, bromide และ sodium ion จากรากไปยังลำต้น (Greenway, Hughes and Klepper, 1969 ; Greenway and Klepper, 1969)

สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการลำเลียง ion คือ สภาวะขาดน้ำทำให้การคายน้ำลดลงและทำให้ลด water flow ทำให้การลำเลียง ion ลดลงด้วย และสภาวะขาดน้ำมีผลต่อกลไกของ active transport และ permeability ของเยื่อหุ้มเซลล์ (Hsiao, 1973)

Pitman และคณะ (1974) ทดลองให้สภาวะขาดน้ำแก่ต้นกล้าของข้าวบาร์เลย์ พบว่า การดูดซึม ^{86}Rb และ L - leucine เข้าสู่รากไม่ลดลง แต่มีการยับยั้งการลำเลียง ^{86}Rb และ L - leucine จากรากไปยังลำต้น

Nordin (1976 a) เสนอว่า สภาวะขาดน้ำทำให้การดูดน้ำลดลงด้วย และการดูดน้ำของพืชที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ จะต่ำสุดในที่มีแสง เช่นเดียวกับการคายน้ำ และการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้น้ำใหม่

Cooper และ Cockburn (1979) ทดลองให้สภาวะขาดน้ำแก่ถั่วยาง โดยใช้

sorbitol, sucrose, mannitol และ polyethylene glycol พบว่า sorbitol, mannitol, sucrose และ polyethylene glycol มีผลยับยั้งการดูดซึม K^+

สภาวะขาดน้ำทำให้ปริมาณของเอ็นไซม์ลดลง ซึ่งอาจเนื่องจากการที่การสังเคราะห์โปรตีนถูกยับยั้ง เอ็นไซม์ส่วนใหญ่มักจะลดลงเมื่อพืชได้รับสภาวะขาดน้ำ ยกเว้นเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องในขบวนการ hydrolysis และ degradation เช่น ∝- amylase และ ribonuclease (Hsiao, 1973)

Mill และ Todd (1973) ทดลองกับข้าวสาลี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Kanking และ Ponca พบว่า ในวันที่ 4 และ วันที่ 5 ของการขาดน้ำ IAA oxidase activity จะลด ส่วน Darbyshire (1971a) กลับพบว่า เมื่อให้สภาวะขาดน้ำเพิ่มขึ้น IAA oxidase activity ก็ยิ่งเพิ่มขึ้น เมื่อทำการทดลองกับถั่วลันเตา

Sankhla and Huber (1974) ทดลองกับต้นกล้าของหญ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Pennisetum typhoides พบว่า ABA มีผลทำให้ activity ของ Malic enzyme และ PEP Carboxylase เพิ่มขึ้น แต่ activity ของ RuBP Carboxylase ลดลง

เมื่อให้สภาวะขาดน้ำแก่ ถั่วฝักยาว เป็นเวลานานขึ้น ทั้งคลอโรฟิลล์และโปรตีนจะลดลง activity ของเอ็นไซม์ Peroxidase, Ascorbic acid oxidase, IAA oxidase, glycolate oxidase จะเพิ่มขึ้น และเมื่อให้สภาวะขาดน้ำเป็นเวลานานขึ้น activity ของเอ็นไซม์ก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น (Mukherjee and Choudhuri , 1981)

สภาวะขาดน้ำมีผลยับยั้งการสร้าง leaf primordium ในปลายยอดของข้าวบาร์เลย์ (Nicholls and May , 1963 ; Hussain and Aspinal , 1970) และมีผลยับยั้งการเกิด leaf primordium ในหานตะวัน (Marc and Palmer , 1976)

Yegappan และคณะ (1980) ได้ทดลองกับหานตะวัน พบว่า สภาวะขาดน้ำมีผลยับยั้งการเกิด leaf primordium , ลดจำนวนใบ, การคลี่ตัวของใบ และลดเปอร์เซนต์การแบ่งตัวของเซลล์ที่ใบด้วย และจากการทดลองต่อมาในปี 1982 ก็พบว่า สภาวะขาดน้ำมีผลต่อจำนวนเซลล์และพื้นที่ใบ โดยไปทำให้จำนวนเซลล์ลดลง และพื้นที่ใบลดลง โดยเฉพาะใบล่าง ๆ ซึ่งไวต่อการขาดน้ำมากที่สุด

สภาวะขาดน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และ metabolism จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในระยะยาว การเจริญของเซลล์จะไวต่อสภาวะขาดน้ำมากกว่าการเปิดปิดของปากใบ และ CO_2 assimilation และสภาวะขาดน้ำจะมีผลต่อ morphogenesis ของพืช (Hsiao , 1973)

การศึกษากับลูกผสมของยาสูบ คือ Nicotiana tabacum x N. goodspeedii พบว่า อัตราของ leaf initiation จะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำเพียงเล็กน้อย และหยุดที่ water potential ของใบต่ำกว่า - 750 Jkg^{-1} การขยายขนาดของเซลล์ก็ตลบสนองต่อสภาวะขาดน้ำคล้ายกัน แต่การแบ่งเซลล์จะไวต่อสภาวะขาดน้ำน้อยกว่า ยังคงแบ่งต่อไปได้อีกในอัตราที่ลดต่ำลง ถึงแม้การขยายขนาดของใบจะลดลงแล้วก็ตาม (Clough and Milthorpe , 1975)

สภาวะขาดน้ำมีผลให้การเจริญและผลผลิตของพืชหลายชนิดลดลง เช่น ข้าวโพด (Denmead and Shaw , 1960 ; Denmead and Shaw , 1962 ; Robins and Damingo , 1953), ถั่วเหลือง (Doss, Pearson and Rogers , 1974 ; Sionit and Kramer , 1977), ข้าวสาลี (Day and Intalap , 1970) และมันฝรั่ง (Robins and Damingo , 1956)

การยืดตัวของใบอ่อนของข้าวโพด ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในดินที่พืชได้รับ ถ้าได้รับน้ำเพียงพอ การยืดตัวจะคงที่เห็นได้ชัด แต่การยืดตัวจะช้าลงเมื่อ water potential ของดินในกระถางลดลงจาก - 0.1 เป็น - 0.2 bar และการยืดตัวจะหยุดเมื่อ water potential ของดินลดลงถึง - 2.5bars (Acevedo, Hsiao and Henderson, 1971)

การให้สภาวะขาดน้ำโดยใช้ polyethylene glycol (PEG 20,000) แก่ข้าวสาลี ซึ่งจะทำให้ได้ค่า water potential -10 bars พบว่า การเจริญด้านความยาวของต้นกล้าข้าวสาลีจะลดลง อัตราการเจริญเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่ได้รับสภาวะขาดน้ำมีค่า 22.3 มม./วัน ในช่วง 72 ชม. ที่ได้รับแสงตลอดเวลา สำหรับกลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ มีอัตราการเจริญ 2.4 มม./วัน (Duysen and Freeman , 1974)

สภาวะขาดน้ำยังมีผลต่อการสร้างและสะสมรงควัตถุ Duysen และ Freeman

(1974) พบว่า เมื่อให้สภาวะขาดน้ำแก่ข้าวสาลี การสร้าง chlorophyll a + b จะลดลง และทำให้ปริมาณ carotenoid เพิ่มขึ้นผิดปกติไป ซึ่งการสะสม carotenoid เปลี่ยนแปลงเร็วกว่าการสร้าง chlorophyll อาจเป็นไปได้ว่า metabolic pathway ของการสังเคราะห์ carotenoid ไวต่อสภาวะขาดน้ำมากกว่า

สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการออกดอกในพืชหลายชนิด เช่น Lolium tomulentum L. (Aspinall and Hussain , 1970 ; King and Evan , 1977) , Phabitis nil Chois, และกระชับ (Xanthium strumarium L.) (Aspinal and Hussain , 1970) ซึ่งการยับยั้งการออกดอกนี้เป็นผลเนื่องมาจาก ABA ซึ่งเพิ่มปริมาณขึ้นถึง 30 เท่า ในช่วงที่พบว่า การออกดอกถูกยับยั้งมากที่สุด

การให้สภาวะขาดน้ำแก่ semi - dwarf spring wheat โดยงดให้น้ำที่ช่วงการเจริญต่างกัน ในแต่ละช่วงให้ขาดน้ำ 2 cycle การขาดน้ำทำให้ขาดจนมี water potential ของใบ -25 bars พบว่า กลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ senescence จะถูกเร่งให้เร็วขึ้นประมาณ 3 วัน การให้สภาวะขาดน้ำจนมี water potential ของใบ - 25 bars ในทุกขั้นตอนการเจริญ จะทำให้ผลผลิตลดลง และเมื่อได้รับสภาวะขาดน้ำ cycle ที่ 2 ผลผลิตจะยิ่งลดลง สภาวะขาดน้ำที่ให้ช่วงเริ่มออกดอก ทำให้มีการสร้างเมล็ดในปริมาณน้อยที่สุด และมีขนาดเล็กที่สุด (Sionit, Teare and Kramer , 1980)

Doss, Pearson และ Rogers (1974) ทดลองให้ถั่วเหลืองพันธุ์ Bragg ได้รับสภาวะขาดน้ำที่ช่วงการเจริญต่างกัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำน้อย จะมีความสูงเฉลี่ยแล้วน้อยกว่า control 5 - 21 ซม. กลุ่มที่ได้รับน้ำถึงแค่ช่วงออกดอก แล้วงดให้น้ำ 2 สัปดาห์ แล้วจึงให้น้ำใหม่ จะมีผลผลิตต่ำที่สุด และในกลุ่มที่ได้รับความชื้นในดินต่ำก็มีผลผลิตต่ำเช่นเดียวกัน และถ้าให้สภาวะขาดน้ำต่อเนื่องจากช่วงออกดอกไปถึง late pod filling ผลผลิตจะต่ำลงไปอีก

Sionit และ Kramer (1977) ทดลองกับถั่วเหลือง 2 พันธุ์ คือ Ranson และ Bragg พบว่า ถ้าให้ขาดน้ำระหว่างช่วงชักนำการออกดอก และช่วงออกดอก จะทำให้ถั่วเหลืองสร้างดอก, ฝัก และเมล็ดน้อยกว่า control เนื่องจากการขาดน้ำไปทำให้ระยะเวลาสำหรับการออกดอกสั้นลง และมีการผ่อของดอกบางดอกไป ถ้าให้สภาวะขาดน้ำในช่วง

ที่กำลังเริ่มมีการติดฝัก ก็จะลดจำนวนฝักและเมล็ดลงมาก

ในถั่วเหลืองพันธุ์ Amsoy พบว่า พื้นที่ใบ, จำนวนข้อ, ความสูงของต้น และน้ำหนักแห้งของต้นลดลงเมื่อ water potential ของใบลดลงจาก -2 bars ถึง -19 bars (Adjei - twum and Spitts - toesser, 1976)

สำหรับถั่วเหลืองพันธุ์ Ransom พบว่า กลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำปานกลาง คือมี water potentisl ของใบลดลงถึง -11×10^5 Pa จะมีขนาดใบใหญ่กว่า control และกลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำรุนแรงกว่า คือมี water potential ของใบลดลงถึง -12.5×10^5 Pa นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อ water potential ของใบลดต่ำลง ทำให้อัตราการขยายตัวของใบลดลงด้วย

Sivakumar และ Shaw (1978) ศึกษากับถั่วเหลืองพันธุ์ Wayne พบว่ากลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ จะมีขนาดของใบและจำนวนใบย่อยต่อต้นน้อยกว่า control ที่ water potential ของใบ -8 bars และ -12 bars การขยายขนาดของใบลดลงมาก และการเจริญก็ชะงักลง

ในการทดลองครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาผลของสภาวะขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง สายพันธุ์ สจ.5 ซึ่งถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของประเทศไทย และกำลังได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างมากในขณะนี้ เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนและไขมัน และโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถใช้แทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้เป็นอย่างดี ในการทดลองครั้งนี้ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของสภาวะขาดน้ำ ในขั้นตอนการเจริญต่างกันของถั่วเหลือง, การได้รับความชื้นในดินต่ำ และการขาดน้ำเป็น cycle ว่า treatment ไหน มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์นี้มากที่สุด ซึ่งนอกจากจะดูผลการเจริญเติบโตทั่ว ๆ ไป และผลผลิตแล้ว ก็ยังได้ทำการศึกษาผลของสภาวะขาดน้ำที่มีต่อการแบ่งเซลล์ของใบและปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองด้วย