บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการตอบสนองของถั่วเหลืองสองพันธุ์ต่อภาวะเค็มในระยะเวลาต่างกัน ทำการวิเคราะห์ทางด้านสรีรวิทยา หลังจากให้ถั่วเหลืองได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นเวลา 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 วัน พบว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อภาวะเค็มที่แตกต่างกันออกไป

1.เมื่อให้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย ทำให้การเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นและราก พื้นที่ใบ อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ในถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ลดลง และระดับเกลือในสารละลายถึงขั้นวิกฤตสำหรับถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์จะอยู่ในช่วง 40 มิลลิโมลาร์ขึ้นไป แต่ถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 มีค่าดังกล่าวลดลงน้อยกว่าพันธุ์มข.35 แสดงให้เห็นว่าพันธุ์สจ.5 มีแนวโน้มในการเพิ่มพื้นที่ใบมากกว่า และสามารถทนต่อระดับเกลือที่เพิ่มสูงขึ้นได้มากกว่าพันธุ์มข.35 จึงทำให้น้ำหนักแห้งต้นและราก ตลอดจนค่า RGR มีค่าสูงกว่ารวมทั้งมีอัตราส่วนของรากต่อต้นเพิ่มสูงขึ้นน้อยกว่าพันธ์มข.35 ซึ่งจากลักษณะเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์สจ.5 มีแนวโน้มในการทนต่อภาวะเค็มได้ดีกว่า

2. เมื่อให้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย จะเห็นได้ว่าถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดต่ำลงน้อยกว่าพันธุ์มข.35 และจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วเหลืองของทั้งสองพันธุ์ พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 สามารถรักษาระดับปริมาณคลอโรฟิลล์ไว้ได้ใกล้เคียงกับชุดควบคุม รวมทั้งมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ลดต่ำลงน้อยกว่าพันธุ์มข.35 ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการเพิ่มน้ำหนักจำเพาะของใบ (SLW) เพื่อทดแทนต่อการลดลงของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในใบ การทนต่อเกลือของถั่วเหลืองนั้นมีความสัมพันธ์กับค่า SLW ที่เพิ่มขึ้น การปรับตัวดังกล่าวจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของเซลล์ mesophyll ต่อการแพร่ของ CO_2 เพื่อให้มีประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Fahn, 1974) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ ตลอดจนการกักเก็บเกลือไว้ในเนื้อเยื่อส่วนที่มีกิจกรรมทางเมตาบอลิซึมที่ต่ำ

3. เมื่อให้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย พบว่ามีการสะสมของโซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้นในส่วนของลำต้นและใบ โดยการสะสมของเกลือในเนื้อเยื่อของถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 จะมีค่าต่ำกว่าพันธุ์มข.35 แต่ปริมาณเกลือที่สะสมในถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ยังคงเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับเกลือและระยะเวลา นอกจากนี้การสะสมเกลือโซเดียมไอออนในใบของถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 เกิดขึ้นช้ากว่าการสะสมโซเดียมไอออนในใบของถั่วเหลืองพันธ์มข.35 อาจเป็นผลให้อิทธิพลของความเค็มที่มีต่อการลดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดได้ช้ากว่าในถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์มข.35 ในทางตรงกันข้ามปริมาณของโปแตสเซียมในลำต้นและรากมีปริมาณลดลง ใน

ขณะที่ปริมาณโปแตสเซียมในใบเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นการปรับตัวของพืชอย่างหนึ่งในกระบวนการ osmotic adjustment

จากผลดังกล่าวข้างต้น จึงเชื่อว่าการเพิ่มระดับเกลือในสารละลายจะทำให้การสะสมเกลือในเนื้อเยื่อของถั่วเหลืองถึงขั้นวิกฤตต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ ซึ่งจะเห็นได้จากอัตราการเจริญเติบโต และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รวมทั้งปริมาณ chl ในใบที่ลดลง และพืชได้รับอันตรายเพิ่มมากขึ้นจากการได้รับเกลือ

4. จากการศึกษาครั้งนี้เสนอว่า จากถั่วเหลืองสองพันธุ์ที่ทำการศึกษา ถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 น่าจะเป็นพันธุ์ที่ทนเค็มได้ดีกว่าพันธุ์มข.35

5. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาบางประการที่สามาถใช้สำหรับสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่สามารถทนต่อภาวะเค็มได้ ได้แก่ค่าการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตในส่วนของน้ำหนักแห้งต้นและราก พื้นที่ใบ อัตราส่วนของรากต่อต้นรวมทั้งค่า RGR โดยวิเคราะห์ควบคู่ไปกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและปริมาณไอออนต่างๆในต้นพืชเหล่านี้ ซึ่งจะแสดงถึงกลไกในการตอบสนองต่อภาวะเค็มและกลไกที่ทำให้เกิดความทนเค็มที่แตกต่างกันได้อีกด้วย แต่จากค่าการวิเคราะห์ SLW และ WUE พบว่าไม่เห็นความแตกต่างระหว่างถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์

อย่างไรก็ดี การเลือกวิธีการวิเคราะห์การตอบสนองทางสรีรวิทยาในด้านใดๆ เพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองทนเค็มนั้นควรคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับ วิธีการปฏิบัติที่ไม่ซับซ้อน ประหยัดค่าใช้จ่ายและแรงงาน รวมทั้งทรัพยากรอื่นๆ และไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง เป็นเกณฑ์สำคัญ

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของถั่วเหลืองต่อภาวะเค็ม ควรจะได้ทำการศึกษาอย่างต่อเนื่องในเรื่องอื่นๆดังนี้

1. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในส่วนของ xylem sap รวมทั้งธาตุอาหารตัวอื่นๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม เพื่อที่จะทราบถึงผลของเกลือที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารใน xylem sap และทราบถึงการลำเลียงรวมทั้งการกักเก็บไอออนของเกลือในส่วนของ xylem sap ในต้นพืช

2. ศึกษาบทบาทของแคลเซียมที่มีต่อ selectivity และ permeability ในการเลือกผ่านไอออนของเมมเบรน และการบรรเทาความเสียหายจากพิษของเกลือ โดยให้แคลเซียมในสารละลายอาหาร เพื่อที่จะทราบถึงคุณลักษณะและบทบาทของแคลเซียมที่ไปช่วยลดพิษจากเกลือ

โดยไปช่วยเสริมการกำจัดไอออนของโซเดียมออกจากเนื้อเยื่อพืชให้มากขึ้น ในการปรับตัวของพืชให้อยู่รอดจากภาวะเค็มได้

3. ศึกษากลไกการสังเคราะห์ด้วยแสงของคลอโรพลาสต์ภายใต้สภาพ *in vitro* เพื่อที่จะทราบถึงผลของเกลือที่มีผลต่อโครงสร้างและกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงในคลอโรพลาสต์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

4. ศึกษาเปรียบเทียบการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลือง ภายใต้สภาพความเข้มข้นของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)ในอากาศที่ระดับต่างๆ เมื่อต้นถั่วเหลืองได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เพื่อที่จะทราบถึงอัตราของการสังเคราะห์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยต่างกันอย่างไรในภาวะที่มีความเข้มข้นของกาซ CO_2 ต่างกันร่วมกับการได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยมีปัจจัยของความเข้มข้น CO_2 เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

5. ศึกษาโครงสร้างภายใน (ultrastructure) ของเซลล์ในใบถั่วเหลือง หลังจากที่ต้นถั่วเหลืองได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เพื่อที่จะทราบถึงลักษณะทางกายวิภาคของเซลล์ใบว่ามีการเปลี่ยนแปลงและปรับตัวอย่างไร ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจกลไกของการปรับตัวของพืชได้ดียิ่งขึ้น