

ผลของคุณภาพน้ำเค็มต่อคุณสมบัติของดินและการทนเค็มของพืช

Effect of Saline Water on Soil Property and Salt Tolerance of Plant

อรุณี ยูวนิยาม¹ ยุทธชัย อนุลักติพันธุ์¹ และ สมศรี อรุณินท์¹

Arunee Yuvaniyama Yuttachai Anuluxtipun and Somsri Arunin

ABSTRACT

Thirteen plant species were planted in pots experiment namely 6 vegetables Chinese kale, Chinese mustard, Chinese cabbage, Chinese radish, lettuce, and tomato and 7 field crops such as sweet corn, mungbean, soybean, groundnut, roselle, white sesame, safflower and sweet corn watered with 5 salinity for ranging from 0.2 to 8 ds/m.

Results showed that as salinity of irrigated water increased growth and plant crop yields decreased. The tolerance of vegetable are chinese Kale > chinese radish > chinese mustard > chinese cabbage > leaf lettuce > in the following sequence ranging from high to low and field crops are safflower > soybean > sweet corn > tomato > mungbean > sesame and groundnut in the following sequence ranging from high to low, respectively. The salinity of water at 1.6-2.95, 1.8-3.08, 3.25-5.1, 4.5-5, 7.3 and 7.8 dS/m caused the decrease in relative crop growth. Fresh and dry weight decreased by the decrease in 50% leaf-lettuce, Chinese cabbage, Chinese mustard, Chinese radish and Chinese kale up to 3.95-4.1, 5.0-5.5, 6.8-6.9, 7.75-8.0 dS/m, respectively. Furthermore, it has been found that salinity increased the crop duration of sensitive species decreased. However, duration of tolerant species did not change with increasing salinity.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของคุณภาพน้ำเค็มต่อการทนเค็มของพืช 13 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง กระเจี๊ยบแดง งาขาว ดอกคำฝอย คะน้า ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดขาวปลี ผักกาดหัว ผักกาดหอมใบ มะเขือเทศ และข้าวโพด ปลูกพืชในกระถางทำการทดลองในชุดดินร่อยเอ็ด แล้วให้น้ำที่ผสมเกลือ NaCl ที่ปรับระดับความเค็ม 5 ระดับ ดังนี้ 0.2, 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 dS/m ตามลำดับ โดยที่ระดับ EC ของน้ำ 0.2 dS/m เป็นระดับควบคุม ทำการทดลอง 2 ครั้งในปี 2533 และ 2534 ผลการทดลองสรุปได้ว่า การปลูกผักในดินและให้สารละลายน้ำเค็ม 5 ระดับ มีผลต่อการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ และผลผลิตของพืชทุกชนิด เรียงลำดับจากการที่พืชมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการลดลงของผลผลิตที่กระทบมากไปหาน้อย ดังนี้ ถั่วลิสง งาขาว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพดหวาน มะเขือเทศ และดอกคำฝอย มีการเจริญเติบโตลดลง 50% เมื่อระดับความเค็มเป็น 1.6-2.95, 1.8-3.08, 3.25-5.1, 4.5-5, 7.3 และ 7.8 dS/m ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมใบ ผักกาดขาวปลี ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดหัว และผักคะน้า ณ ระดับความเค็มของน้ำเค็ม 3.95-4.1, 5.0-5.5, 6.8-6.9, 7.75-8.0 dS/m การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง 50% กล่าวโดยสรุปถั่วลิสง และพืชผักพวกผักกาดหอมใบเมื่อได้รับอิทธิพลจากน้ำเค็ม

¹ ฝ่ายปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

เพียงเล็กน้อย มีผลต่อการลดลงของผลผลิต มากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ที่นำมาทดลอง แต่สำหรับ ถั่วเหลือง ผักกาดหัวและผักคะน้าสามารถทนต่อระดับของน้ำเค็มได้มากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ที่นำมาทดลองในครั้งนี้ และพบว่าอิทธิพลของน้ำเค็มมีผลต่อการกำหนดช่วงการเจริญเติบโตให้สั้นลงและเร่งให้เข้าสู่ระยะให้ผลผลิตเร็วขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า หลังจาการใช้น้ำชลประทานที่เค็มระดับต่าง ๆ และศึกษาความสามารถในการทนเค็มของพืชเมื่อได้รับน้ำเค็มระดับต่าง ๆ กัน

คำนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ส่วนใหญ่ทำการเกษตรโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก แต่มีพื้นที่บางส่วนที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ และอ่างเก็บน้ำซึ่งสามารถนำน้ำมาใช้ทำการเกษตร น้ำที่มีคุณภาพไม่เหมาะต่อการเกษตรมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 0.7 dS/m (Smedema และ Rycroft, 1983 ; FAO, 1985) ดังนั้นการนำน้ำจากแหล่งน้ำนั้นมาใช้ นอกจากจะทำให้ดินเกิดการสะสมเกลือแล้วยังจะทำให้พืชที่ปลูกได้รับการกระทบกระเทือนต่อความเค็มของน้ำนี้ด้วย ในกรณีที่มีความจำเป็นที่จะนำน้ำชนิดนี้มาใช้จะต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่ปลูกด้วยว่าเป็นพืชที่สามารถทนต่อความเค็มได้ในระดับใด ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนเค็มได้ต่างกันไปในพืชไร่ เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง และคำฝอย ทนน้ำที่เค็มได้ไม่เกิน 2.1, 3.3 และ 3.5 dS/m ตามลำดับ พืชที่ปลูกในดินหรือสารละลายที่มีเกลือมากกว่าปกติ จะมีการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากสาเหตุ 3 ประการ 1) ความเครียดออสโมติก 2) ความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุและ 3) ความเป็นพิษ อันเนื่องมาจากไอออนบางชนิดที่พืชดูดไปสะสม (Mass และ Nieman, 1978) อัน

ความเครียดออสโมติก เกิดจากการที่รากพืชสัมผัสกับสารละลายที่มีเกลือในความเข้มข้นสูง เป็นเหตุให้ผลต่างระหว่างออสโมติกเพรสเชอร์ (osmotic pressure) ของสารละลายในเครื่องปลูกและในสารละลายของเซลล์มีค่าน้อยลง โดยจะไปจำกัดการเจริญของรากพืชซึ่งจะไปยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของพืช อันเนื่องมาจากการทำงานของ mitochondria ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับ osmotic potential และความเค็มของพืชในสารละลายดินเค็ม (Bernstein, 1961) bt

ความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ (deficiency stress) ทั้งนี้เนื่องจากไอออนที่มีอยู่อย่างมากมายในสารละลายของดิน หรือเครื่องปลูกทำให้สมดุลของธาตุอาหารพืชเสียไปเนื่องจากภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างไอออนซึ่งเป็นสาเหตุของความเค็มนั้นกับไอออนซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชและพบว่าถั่ว *Phaseolus vulgaris* จะเจริญเติบโตได้ดีในดินเค็มเค็ม เมื่อได้รับปุ๋ยโปแตสเซียม นอกจากนี้ผักทอง (*Cucurbita pepo*) และโคลเวอร์หวาน (*Melilotus alba*) ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์จากเครื่องปลูกก็แสดงอาการขาดโปแตสเซียมด้วยเช่นเดียวกัน (Solov'ev, 1969 a) ; Solov'ev (1969 b) อธิบายว่าพืชที่ปลูกในเครื่องปลูกซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์มากกว่าปกติจะดูดธาตุอาหารได้น้อยลง

Mass และ Nieman (1978) กล่าวถึงดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ในปริมาณมากจะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของพืช ระดับความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้นจะรบกวนการเจริญเติบโตของ

พืช จนกระทั่งพืชอาจตายได้ในที่สุด ความทนทานต่อความเค็มของพืชนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และระดับของความเค็มที่แปรเปลี่ยนไป ซึ่งชนิดของไอออนก็เป็นอีกกรณีหนึ่งที่ทำให้พืชทนเค็มได้แตกต่างกัน และพบว่าโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนเป็นอนุพลของเกลือที่แตกตัวแล้วก่อความเป็นพิษให้แก่พืช โดยโซเดียมหรือซัลเฟตอาจไปเหนี่ยวนำต่อธาตุอาหารพืชพวก แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้น้อยลงและพบว่า โซเดียมหรือแคลเซียมไอออนอาจเหนี่ยวนำให้ไปแคสเซียมไอออนเป็นประโยชน์แก่พืชได้น้อยลง ซึ่งลักษณะบางประการที่ปรากฏขึ้นกับพืช เมื่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชลดลงอาจแสดงอาการ Chlorosis และ necrosis ให้เห็นได้ การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินเค็มจะถูกทำให้ลดลงโดยอิทธิพลของเกลือที่มีต่อกลไกภายในทางด้านสรีระของพืชดังนี้ 1) ลดการขยายและการแบ่งเซลล์ 2) ลดปริมาณโปรตีนและกรดนิวคลีอิกที่พืชสังเคราะห์ขึ้น 3) ลดปริมาณการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสดของพืช

นอกเหนือจากอันตรายอันอาจเกิดจากความเครียดออสโมติก และผลด้านการสูญเสียสมดุลของธาตุอาหารพืช พืชของไอออนแต่ละอย่างเช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมคลอไรด์และซัลเฟตต่อพืชชนิดหนึ่ง ๆ จะมีความรุนแรงแตกต่างกันไป เช่น เมื่อปลูกถั่วในน้ำยาปลูกพืชที่มีโซเดียมคลอไรด์ โซเดียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์ มีความเครียด 3 บรรยากาศเท่ากัน ถั่วที่ได้รับเกลือโซเดียมที่มีไอออนประจุลบเป็นคลอไรด์และซัลเฟตหรือเกลือคลอไรด์ที่มีไอออนประจุบวกเป็นโซเดียมและแคลเซียมจะเจริญเติบโต และมีความรุนแรงของอาการเป็นพิษแตกต่างกัน (Greenway, 1973) Frota และ Tucker (1978) กล่าวถึงอิทธิพลของความเค็ม ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการดูดดึงธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ โดยพบว่าถั่ว kidney จะถูกยับยั้งต่อการดูด NH_4^+ และ NO_3^- จากดินที่เป็นดินเค็ม และกลไกจากความเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำ ควบคุมอัตราการดูดซับของธาตุ NO_3^- และ NH_3 ในแง่ของความต้องการธาตุอาหารพืชพบว่า NH_4^+ จะถูกพืชนำไปใช้ประโยชน์มากกว่า NO_3^- และ NH_3 ในแง่ของความต้องการธาตุอาหารพืชพบว่า NH_4^+ จะถูกพืชนำไปใช้ประโยชน์มากกว่า NO_3^- แต่เมื่ออยู่ในสารละลายดินเค็ม NH_4^+ จะถูกดูดยึดและถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า NO_3^-

ความเค็มสามารถจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในลักษณะต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปแล้ว พืชที่ได้รับเกลือจะมีลักษณะใบเล็ก แต่ใบนั้นอาจจะไม่มีอาการผิดปกติ โดยทำการทดลองกับถั่ว *Phaseolus vulgaris* ซึ่งปลูกในน้ำยาปลูกพืชที่มีโซเดียมคลอไรด์ 48 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร พบว่าใบจริงใบแรกมักมีพื้นที่ใบที่ไม่ได้รับเกลือและใบจริงใบแรกจะเจริญออกมาหลังจากออกแล้ว 15 วัน ซึ่งจะล่าช้ากว่าพืชที่ไม่ได้รับเกลือ 2 วัน เป็นที่น่าสังเกตว่าใบของถั่วที่ได้รับเกลือจะหนากว่า ผลการศึกษาทางกายวิภาคสรุปว่า สาเหตุที่ใบถั่วดังกล่าวหนากว่าปกติเนื่องจาก spongy perenchyma layer นั้นเองที่หนาขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ใบสุดท้ายของพืชที่ได้รับเกลือจะขยายพื้นที่ใบได้เต็มที่ภายใน 25 วัน ในขณะที่พืชที่ได้รับเกลือต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก 11 วัน (Wignarajah และคณะ 1975) Meiri และ Poljakoff-Mayber (1976) รายงานว่าถั่วที่เติบโตในดินเค็มจะมีความหนาของใบเพิ่มขึ้นประมาณ 30% ซึ่ง 2 ใน 3 ของความหนาที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขนาดของเซลล์ใน spongy mesophyll สำหรับอีก 1 ใน 3 เป็นการเพิ่มใน palisade layer. Wignarajah และคณะ (1975) รายงานว่าถั่ว *Phaseolus vulgaris* ที่เจริญเติบโตในที่ซึ่งมีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (24-72 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร) มีพื้นที่ใบของใบจริงใบแรกลดลงอย่างมาก ซึ่ง Nieman (1965) เชื่อว่าความเค็มทำให้เซลล์ของใบแบ่งตัวน้อยลงแต่ Neiri และ Poljakoff-Mayer (1967) เชื่อว่า

เกื่อนน่าจะมีผลการขยายของตัวเซลล์ อย่างไรก็ตามงานทดลองของ Wignarajah และคณะ (1975) บางส่วนสนับสนุน Nieman (1965) ที่ว่าเกื่อนทำให้พื้นที่ผิวใบถั่วลดลงเนื่องจากจำนวนเซลล์ในใบมีน้อยลง Balasubramanian และ Sinha (1976) ได้ศึกษาอิทธิพลของไซโตไคนคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต การเกิดปมและการสะสมไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่วสองชนิดคือ ถั่วพุ่ม (*Vigna sinensis*) กับถั่วเขียว (*Vigna aureus*) พบว่าเกื่อนมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ รวมทั้งน้ำหนักปมต่อต้าน จำนวนปมต่อต้านและประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจนลดลง ยิ่งกว่านั้นปริมาณไนโตรเจนในพืชทั้งสองก็ต่ำกว่าปกติ การเจริญเติบโตของถั่วเขียวจะได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่าถั่วพุ่มที่ความเข้มข้นระดับสูง (15 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร) Bernstein และ Ogata (1966) พบว่าความเข้มข้นมีอิทธิพลต่อการเกิดปม และการตรึงไนโตรเจนในอัลฟัลฟาที่เพียงเล็กน้อยแต่มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองอย่างมาก กล่าวคือน้ำหนักปมของถั่วเหลืองจะลดลงอย่างเด่นชัด ในระดับความเข้มข้น 3.6-5.4 บรรยากาศ นักวิจัยทั้งสองท่านสังเกตว่าความเข้มข้นยับยั้งการเจริญเติบโตและการเกิดปมในถั่วเหลือง และเชื่อว่าการยับยั้งการเกิดปมเป็นผลมาจากการที่แบคทีเรียในปมไวต่อความเข้มข้นหรือความเข้มข้นส่งผลต่อ host tissue หรือจากการที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพากันและกัน (symbiosis) ของจุลินทรีย์กับถั่ว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ดินบนชุดรื้อยเอ็ด (Aeric Paleaquults) หนา 0-30 เซนติเมตร
2. กระถางทดลองดินเผาเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 12 นิ้ว จำนวน 180 ใบ
3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและน้ำ
4. เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complet block ทำ 3 ซ้ำ 13 ดำรับ ดังนี้

- P = ชนิดของพืชแบ่งออกเป็น 13 ชนิด คือ
- P1 = ถั่วเขียว (mungbean)
 - P2 = ถั่วเหลือง (soybean)
 - P3 = ถั่วลิสง (groundnut)
 - P4 = กระจับแดง (roselle)
 - P5 = งาขาว (white sesame)
 - P6 = ดอกคำฝอย (safflower)
 - P7 = คะน้า (Chinese kale)
 - P8 = ผักกาดกวางตุ้ง (Chinese mustard)
 - P9 = ผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage)
 - P10 = ผักกาดหัว (Chinese radish)
 - P11 = ผักกาดหอมใบ (leaf lettuce)
 - P12 = มะเขือเทศ (tomato)
 - P13 = ข้าวโพด (sweet corn)

คุณภาพของน้ำชลประทานมี 5 ระดับ คือ
 ระดับความเค็มของน้ำ 0.2 dS/m (ใช้น้ำประปาเป็น control)
 ระดับความเค็มของน้ำ 2.0 dS/m ระดับความเค็มของน้ำ 4.0 dS/m
 ระดับความเค็มของน้ำ 6.0 dS/m ระดับความเค็มของน้ำ 8.0 dS/m
 ปริมาณน้ำที่ใช้รดพืช 26,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกระถาง
 ปริมาณเกลือที่ใส่ไปในน้ำต่อกระถาง $W1=0$ กรัม, $W2=33.28$ กรัม, $W3=66.5$ กรัม,
 $W4=98.8$ กรัม, $W5=133.12$ กรัม
 ชั่งดินชุดร้อยละจำนวน 20 กิโลกรัม ใส่ในกระถางทดลองแต่ละใบ
 ปลูกพืชลงในกระถางทดลอง ๆ ละ 3 ต้น แล้วถอนแยกให้เหลือกระถางละ 1 ต้น เมื่อ
 อายุ 10 วัน การเก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกข้อมูลทางสถิติ
 สุ่มเลือกเก็บตัวอย่างดิน (composite soil sampling) ก่อนการทดลองที่ระดับความลึก
 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า (ECe) i
 วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำประปา แล้วปรับให้ได้ระดับความเค็มที่ต้องการทุกครั้งก่อนทำการ
 ให้น้ำแก่พืช
 บันทึกการเจริญเติบโตของพืชทุก 7 วัน เช่น ความสูง จำนวนใบ ขนาดของใบ วันออกดอก
 จำนวนดอก/ต้น, จำนวนฝัก/ต้น และอายุจนถึงวันเก็บเกี่ยว
 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง บันทึกผลผลิต เช่น จำนวนเมล็ด/ฝัก และน้ำหนักเมล็ด (10 เมล็ด)
 ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น ใบ หัว และฝัก/ต้น
 ทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองทุกกระถางเพื่อวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า (ECe)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองในปี 2533 สรุปได้ว่า การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative crop growth) ของถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ลดลง 50% เมื่อมีการให้น้ำเค็มที่มีค่าความเค็มของน้ำ (Ec) เพียง 1.6 และ 1.8 dS/m ส่วนถั่วเขียว กระเจี๊ยบแดง และถั่วเหลือง การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ลดลง 50% เมื่อมีการให้น้ำเค็มที่มีค่าระดับความเค็ม 3.25, 4.03 และ 5 dS/m ตามลำดับ สำหรับระดับความเค็มของน้ำที่ทำให้เกิดดอกคำฝอยจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 7.8 dS/m จึงจะทำให้ดอกคำฝอยมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ลดลง 50% ส่วนพืชจำพวกพืชผักต่าง ๆ ที่ใช้ในการบริโภคใบสดและหัว พบว่าผลผลิตของผักกาดหอมใบลดลง 50% เมื่อให้น้ำเค็มแก่ผักกาดหอมใบ ที่ระดับความเค็มของน้ำเค็ม 4 dS/m ส่วนผักกาดขาวปลีและมะเขือเทศ ผลผลิตลดลง 50% เมื่อได้รับน้ำเค็มในระดับ 5.45 และ 5.6 dS/m สำหรับผักกวางตุ้งและผักกาดหัว ผลผลิตลดลง 50% เมื่อได้รับอิทธิพลของน้ำเค็มระดับ 6.8 และ 7.75 dS/m สำหรับพืชผักที่สามารถปลูกได้ดีเมื่อได้รับอิทธิพลของน้ำเค็ม ผลผลิตลดลง 50% เมื่อให้น้ำเค็มมากกว่าหรือเท่ากับ 8 dS/m คือ ผักคะน้า ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1, 1 (ต่อ) และตาราง 2 และแสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2 เมื่อทำการทดลองดังกล่าวซ้ำในปี 2534 พบว่าการเจริญเติบโตของถั่วลิสง งามา และดอกคำฝอยลดลง 50% เมื่อได้น้ำเค็มในระดับ 2.95, 3.08, และ 3.0 dS/m ตามลำดับส่วน ถั่วเหลือง และถั่วเขียว การเจริญเติบโตลดลง 50% เมื่อระดับน้ำเค็มเพิ่มขึ้น 4.0 และ 5.5 dS/m ตามลำดับ ข้าวโพดหวาน ให้การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ลดลง 50% เมื่อได้รับอิทธิพลจากน้ำเค็มเท่ากับ 7.3 dS/m ซึ่งการ

เจริญเติบโต มีผลต่อการให้ผลผลิตลดลง 50% ตามลำดับดังนี้ ถั่วลิสง งามาว มะเขือเทศ ข้าวโพดหวาน และถั่วเหลือง ที่ระดับความเค็ม 1.98, 2.02, 2.7, 3.08, 4.15 และ 4.65 dS/m ตามลำดับ สำหรับ ดอกคำฝอยไม่ให้ผลผลิต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1, 1 (ต่อ) และตาราง 2 และแสดงไว้ในภาพที่ 3, 4 และ 5 นำสังเกตว่าอิทธิพลของน้ำเค็มมีผลต่อการกำหนด ช่วงการเจริญเติบโตให้สั้นลง และ เร่งให้เข้าสู่ระยะให้ผลผลิตเร็วขึ้น พืชเกือบทุกชนิดเจริญเติบโตได้ดีในระบับน้ำเค็มที่มีความเค็ม 0.2 dS/m, 2.0 dS/m และ 4.0 dS/m ยกเว้นพืชบางชนิดคือ ที่สามารถทนเค็มเจริญเติบโตให้ ผลผลิตได้ดีในระบับน้ำเค็มที่ไ้ร่ดพิ่ชมากกว่า 4.0 dS/m และ 8.0 dS/m แต่การเจริญเติบโตและ การให้ผลผลิต biomass ของพืชจะลดลง ถ้าน้ำเค็มที่ไ้ร่ดพิ่ชมีค่าตั้งแต่ 8.0 dS/m พืชชนิดให้ฝัก ผล จะมีแนวโน้มว่าไม่ให้ผลผลิต ดังนั้นเกษตรกรควรระมัดระวังในเรื่องของค่าความเค็มของน้ำ ที่ใช้ในการผลิตพืชช่วงการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าปกติ ซึ่งอาจส่งผลต่อการจัดการในการผลิตพืช ที่เป็นการค้า

สรุป

1. ลำดับความสามารถทนเค็มของพืชผักจากมากไปหาน้อย คือ กระน้ำ> ผักกาดหัว> ผักกวางตุ้ง> ผักกาดขาวปลี และผักกาดหอม ทนต่อน้ำเค็มได้ต่ำสุด
2. ลำดับความสามารถทนเค็มของพืชไร่จากมากไปหาน้อย คือ ดอกคำฝอย> ถั่วเหลือง> ข้าวโพดหวาน> มะเขือเทศ> ถั่วเขียว> งามาว และถั่วลิสง ทนต่อน้ำเค็มได้ต่ำสุด
3. เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลง
4. เมื่อความเค็มเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้อายุการเจริญเติบโตสั้นลงและเป็นเหตุให้พืชทั้ง 13 ชนิด เข้าสู่ระยะผลผลิตเร็วขึ้น ซึ่งหากค่าระดับความเค็มเกินค่าวิกฤตของพืชแต่ละชนิด พืชจะแสดง อาการ salt injury และตายในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Balasubramanian, V. and S.K. Sinha. 1967. Effects of salt stress on growth, nodulation and nitrogen fixation in cowpea and mungbean. *Plant Physiol.* 36 : 197-200.
- Bernstein, L. 1961. Osmotic adjustment of plants to saline media. I. study state. *Amer. J. Bot.* 48 : 909-918.
- Bernstein, L. and G. Ogata. 1966. Effect off salinity on nodulation nitrogen fixation and growth of soybean and alfalfa. *Agron. J.* 58 : 201-203.
- Mass, E.V. and R.H. Nieman. 1978. Physiology of plant tolerance to salinity, pp. 277-299. *In* G.A. Jung (ed.). Crop tolerance suboptimul land conditions. ASA, CSSA, SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
- Meiri A. and A. Poljakoff-Mayber. 1967. The effect of chlorine salinity salinity on growth of bean leaves in thickness and in area. *Israel J. Bot.* 16 : 115-123.
- Nieman, R.H. 1965. Expansion of bean leaves and its supression by salinity. *Plant Physiol.* 40 : 156-160.
- Smedema, L.K. and D.W. Rycroft. 1983. Land Drainage Paper. Batsford Academic and Education Ltd., London. 376 p.
- Solov, ev., V.A. 1969 a. Distribution of cations in plant depending on the degree of salinization of the substrate. *Soviet Plant Physiol.* 16(3) : 412-417.
- Solov, ev., V.A. 1969 b. Plant growth and water and mineral supply under NaCl salinizations. *Soviet Plant.* 16(5) : 722-727.

West, D.W. and L.E. Francois. 1982. Effect of salinity on germination, growth and yield of cowpea. *Irrig Sci.* 3 : 169-175.

Wignarajah, K., D.H. Jennings and J.F. Handley. 1975. The effect of salinity on growth of *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Bot.* 39 : 1029-1038.

Yaron, D. 1981, Salinity in Irrigation and Water Resources. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel. 432 p. Ma

ตารางที่ 1 แสดงความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ ความกว้างของใบ ผลผลิตของพืช 13 ชนิด และค่าการนำไฟฟ้า (ECe) หลังการเก็บเกี่ยว

ระดับความเค็ม		ความสูง		น้ำหนักสด		น้ำหนักแห้ง		จำนวนใบ		ความกว้างของใบ		ผลผลิต		ค่าการนำไฟฟ้า	
ของน้ำ		(ซม.)		(กรัม/ต้น)		(กรัม/ต้น)		(ใบ)		(ซม.)		(กรัม/ต้น)		ของดินหลังทดลอง	
(dS/m)	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34 (dS/m)	
ถั่วเขียว															
0.2	27.270 b	36.333 b	7.333 b	10.000 d	5.167 b	6.763 d	4.0 c	11.7 a	6.390 b	5.667 b	-	3.0 c	-	0.970 a	
2.0	25.363 b	35.333 b	2.500 a	6.500 c	1.400 a	4.587 c	3.0 b	8.0 a	5.667 ab	5.167 b	-	2.3 b	-	1.850 a	
4.0	27.100 b	26.000 a	1.633 a	5.567 bc	0.900 a	3.310 b	2.0 a	8.7 a	5.000 ab	3.167 a	-	0.0 a	-	2.533 a	
6.0	19.477 a	28.333 a	1.333 a	4.633 b	0.733 a	1.670 a	2.0 a	10.0 a	4.333 a	4.000 ab	-	0.0 a	-	2.533 a	
8.0	14.987 a	24.000 a	1.267 a	2.140 a	0.733 a	1.567 a	2.0 a	8.0 a	4.833 ab	4.500 ab	-	0.0 a	-	2.200 a	
ถั่วเหลือง															
0.2	29.110 c	49.333 a	9.900 c	24.200 d	8.200 d	19.900 d	10.3 b	14.7 a	8.167 b	5.500 b	-	19.7 c	-	0.517 a	
2.0	29.350 c	14.000 a	8.367 d	18.400 c	5.533 c	16.677 c	9.0 b	13.0 a	5.777 ab	3.833 a	-	16.0 bc	-	1.533 ab	
4.0	23.163 b	45.667 a	5.567 c	12.933 b	2.867 b	12.033 b	9.0 a	14.3 a	6.000 ab	3.333 a	-	13.0 b	-	3.600 bc	
6.0	18.940 a	42.333 a	4.300 b	8.233 a	2.367 b	7.280 a	9.3 a	12.3 a	4.557 a	3.167 a	-	3.3 a	-	3.600 bc	
8.0	17.940 a	44.333 a	1.100 a	7.433 a	0.667 a	6.533 a	9.3 a	13.7 a	3.667 a	3.333 a	-	0.3 a	-	4.533 c	
ถั่วลิสง															
0.2	18.890 c	28.667 b	14.100 b	47.000 d	9.100 b	40.200 d	11.0 a	42.7 b	4.223 b	5.000 b	-	7.7 d	-	0.470 a	
2.0	17.773 bc	24.667 ab	2.867 a	29.003 c	1.933 a	23.000 c	9.3 a	27.7 ab	3.890 ab	5.000 b	-	3.3 c	-	1.300 b	
4.0	10.827 a	25.000 ab	2.633 a	18.020 b	1.833 a	11.900 b	7.7 a	35.3 ab	3.777 ab	3.000 a	-	1.0 b	-	2.133 c	
6.0	14.497 abc	24.000 a	2.300 a	10.743 a	1.600 a	9.367 ab	8.0 a	42.7 b	3.557 ab	3.500 a	-	0.0 a	-	3.000 d	
8.0	12.887 ab	21.000 a	1.033 a	9.133 a	0.733 a	6.177 a	7.7 a	23.7 a	3.000 a	2.500 a	-	0.0 a	-	4.200 c	
กระเจียวแดง															
0.2	12.333 b	-	56.133 c	-	20.767 c	-	14.3 d	-	9.000 b	-	-	-	-	-	
2.0	8.277 a	-	41.167 b	-	12.500 b	-	10.0 c	-	6.167 a	-	-	-	-	-	
4.0	9.000 a	-	25.467 a	-	6.867 a	-	5.0 b	-	4.667 a	-	-	-	-	-	
6.0	7.667 a	-	20.767 a	-	5.133 a	-	3.7 a	-	4.667 a	-	-	-	-	-	
8.0	7.390 a	-	13.267 a	-	3.833 a	-	3.3 a	-	4.500 a	-	-	-	-	-	
งาขาว															
0.2	9.210 d	19.667 b	16.37 d	16.733 c	10.233 c	7.633 d	15.0 b	6.7 a	8.333 c	4.000 a	-	10.0 c	-	0.733 a	
2.0	6.653 c	15.667 ab	14.30 c	9.267 b	3.533 b	4.797 c	7.7 a	6.7 a	7.167 b	3.167 a	-	5.0 b	-	1.933 ab	
4.0	6.053 bc	15.333 ab	4.00 b	6.847 b	1.500 a	3.380 b	7.3 a	6.0 a	5.000 a	3.500 a	-	0.0 a	-	3.307 b	
6.0	4.777 ab	12.333 a	2.33 a	2.827 a	1.133 a	0.743 a	6.7 a	6.0 a	5.000 a	2.667 a	-	0.0 a	-	2.833 ab	
8.0	3.607 a	13.000 a	1.27 a	1.193 a	0.600 a	0.737 a	6.3 a	6.0 a	5.000 a	2.667 a	-	0.0 a	-	4.033 b	
ดอกคำฝอย															
0.2	18.440 c	15.667 a	10.000 c	42.533 c	8.567 b	29.500 b	10.0 b	6.0 a	6.667 d	3.000 a	-	-	-	0.270 a	
2.0	14.773 bc	15.000 a	8.300 bc	22.000 b	7.000 b	20.433 a	8.3 b	6.0 a	5.723 c	2.833 a	-	-	-	1.167 b	
4.0	13.557 ab	15.333 ab	8.100 bc	20.600 ab	5.700 ab	19.967 a	4.7 a	6.0 a	4.833 bc	2.833 a	-	-	-	2.200 c	
6.0	12.723 ab	15.000 a	6.333 ab	20.200 ab	3.833 a	14.867 a	4.7 a	5.7 a	4.500 ab	2.667 a	-	-	-	3.467 d	
8.0	10.667 a	15.000 a	4.667 a	17.433 a	3.233 a	15.100 a	4.0 a	5.7 a	3.833 a	2.667 a	-	-	-	4.367 c	
ดอกกะหล่ำ															
0.2	9.053 b	17.000 b	184.000 c	174.233 b	40.167 c	37.067 a	5.0 a	5.3 a	9.443 b	6.167 a	-	-	-	0.917 a	
2.0	8.033 b	15.677 b	180.667 c	191.657 b	39.333 c	47.467 a	5.0 a	4.7 a	7.890 ab	4.667 a	-	-	-	1.090 ab	
4.0	6.163 a	14.000 ab	175.000 b	149.333 ab	39.000 c	39.833 a	4.3 a	5.3 a	7.333 ab	3.833 a	-	-	-	2.167 ab	
6.0	5.830 a	13.333 ab	151.333 a	159.700 ab	34.667 b	36.633 a	4.3 a	4.7 a	6.223 a	5.167 a	-	-	-	3.033 b	
8.0	5.750 a	10.000 a	149.667 a	100.433 a	32.333 a	36.867 a	4.3 a	4.0 a	5.220 a	5.000 a	-	-	-	4.967 c	

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ ความกว้างของใบ ผลผลิตของพืช
13 ชนิด และค่าการนำไฟฟ้า (ECe) หลังการเก็บเกี่ยว

ระดับความเต็ม ของน้ำ	ความสูง (ซม.)		น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)		น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)		จำนวนใบ (ใบ)		ความกว้างของใบ (ซม.)		ผลผลิต (กรัม/ต้น)	ค่าการนำไฟฟ้า ของดินหลังทดลอง	
	(dS/m)	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	(dS/m)	
ผักกาดกวางตุ้ง													
0.2	11.277 d	17.000 b	280.667 c	274.400 c	42.000 b	42.733 c	9.0 c	7.0 b	17.000 c	5.833 c	-	0.293 a	
2.0	10.140 cb	14.667 ab	258.667 c	273.500 c	38.667 b	38.933 bc	5.3 b	5.7 ab	9.110 b	5.000 bc	-	1.200 ab	
4.0	8.663 bc	13.667 ab	243.000 bc	234.933 bc	36.333 b	36.600 b	4.3 a	5.3 ab	7.167 ab	2.167 a	-	2.667 bc	
6.0	6.943 ab	15.667 ab	205.667 b	200.633 b	38.00 b	39.867 bc	4.3 a	4.7 a	5.447 a	5.000 bc	-	3.500 c	
8.0	5.830 a	11.167 a	58.000 a	68.000 a	26.333 a	26.067 a	4.0 a	4.3 a	4.833 a	4.167 b	-	6.467 d	
ผักกาดขาวปลี													
0.2	8.333 d	14.667 b	403.333 d	404.333 d	43.667 c	41.933 b	8.3 b	8.3 b	11.443 b	8.500 a	-	0.327 a	
2.0	7.163 c	14.333 b	401.667 d	404.567 d	42.000 c	42.567 b	8.0 b	7.7 b	8.223 ab	7.667 a	-	1.433 a	
4.0	5.997 b	10.333 a	263.667 c	263.400 c	40.000 c	41.767 b	5.0 a	7.3 ab	6.443 a	5.667 a	-	4.133 b	
6.0	5.440 b	10.000 a	188.000 b	187.467 b	37.667 b	37.933 b	5.3 a	7.7 b	7.667 a	5.167 a	-	4.733 b	
8.0	4.220 a	11.000 a	53.333 a	79.800 a	17.567 a	24.233 a	5.3 a	5.7 a	5.890 a	5.833 a	-	5.067 b	
ผักกาดหัว													
0.2	14.390 b	22.667 c	370.000 b	369.733 b	55.333 c	54.067 c	10.3 b	7.3 a	17.343 c	4.833 a	-	0.690 a	
2.0	10.303 a	18.500 ab	333.333 b	326.500 b	46.667 b	47.500 bc	7.3 a	7.7 a	13.890 bc	5.167 a	-	1.177 a	
4.0	10.167 a	21.333 bc	313.667 b	313.730 b	46.333 b	46.633 bc	7.0 a	8.0 a	10.220 ab	6.000 a	-	3.333 b	
6.0	10.277 a	20.667 abc	224.000 a	223.500 a	38.667 b	38.933 ab	6.3 a	7.0 a	9.220 a	5.167 a	-	5.800 c	
8.0	10.020 a	18.000 a	180.333 a	187.100 a	30.000 a	33.533 a	5.3 a	6.7 a	7.167 a	5.000 a	-	6.767 c	
ผักกาดหอมใบ													
0.2	8.500 c	11.000 a	130.667 e	130.567 e	45.333 c	45.433 c	10.3 b	6.0 c	8.833 c	5.167 c	-	0.450 a	
2.0	7.773 bc	8.333 a	102.667 d	102.233 d	35.333 d	35.700 d	5.0 a	4.7 b	7.443 bc	4.500 bc	-	1.647 a	
4.0	7.107 b	8.667 a	59.667 c	59.533 c	28.667 c	30.533 c	4.7 a	3.7 ab	7.110 bc	4.000 bc	-	3.800 b	
6.0	5.050 a	7.667 a	46.333 b	48.700 b	26.267 b	26.433 b	4.3 a	3.3 a	6.057 ab	3.333 ab	-	4.700 bc	
8.0	4.440 a	8.333 a	33.000 a	33.667 a	22.000 a	22.367 a	4.3 a	2.7 a	4.333 a	2.167 a	-	6.000 c	
มะเขือเทศ													
0.2	12.790 b	28.000 c	62.133 d	66.733 d	42.767 d	35.467 e	10.7 c	33.3 b	7.053 b	3.500 a	-	4.0 d	1.117 a
2.0	9.187 ab	27.333 bc	50.400 c	58.433 c	28.367 c	32.000 d	10.0 bc	28.3 ab	4.887 a	2.500 a	-	3.0 c	1.500 a
4.0	6.273 a	25.333 b	41.633 b	55.967 bc	19.033 b	29.100 c	8.7 a	26.7 ab	5.223 a	2.500 a	-	1.0 b	2.333 ab
6.0	5.440 a	21.667 a	27.800 a	50.667 ab	15.767 ab	26.833 b	9.0 ab	22.0 a	3.943 a	2.667 a	-	0.7 b	2.900 b
8.0	5.553 a	20.667 a	23.250 a	46.067 a	12.167 a	22.667 a	8.7 a	22.0 a	4.333 a	2.667 a	-	0.0 a	5.167 c
ข้าวโพดหวาน													
0.2	108.000 b	-	120.067 c	-	63.976 b	-	6.3 a	-	4.000 a	-	2.0 b	-	0.507 a
2.0	73.333 a	-	116.667 bc	-	49.833 ab	-	6.0 a	-	4.000 a	-	1.3 b	-	1.667 b
4.0	67.667 a	-	107.933 bc	-	50.767 ab	-	6.3 a	-	2.833 a	-	1.3 b	-	2.300 b
6.0	71.000 a	-	78.567 ab	-	40.167 a	-	6.0 a	-	3.167 a	-	-	-	3.967 c
8.0	59.333 a	-	50.400 a	-	35.067 a	-	5.7 a	-	2.833 a	-	-	-	5.167 d

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบ น้ำหนักสด และผลผลิตของพืช 13 ชนิด ที่ 5 ระดับความเค็ม 2532-2534

ชนิดพืช	น้ำหนักสด ผลผลิต	ระดับความเค็มของน้ำที่ให้แก่พืช 13 ชนิด									
		2532-2533 (dS/m)					2533-2534 (dS/m)				
		0.2	2.0	4.0	6.0	8.0	0.2	2.0	4.0	6.0	8.0
ถั่วเขียว	(กรัม/ต้น)	7.333	2.500	1.633	1.333	1.267	10.000 d	6.500 c	5.567 bc	4.633 b	2.140
	(%)	100%	34%	22%	18%	17%	100%	65%	56%	46%	21%
	(ฝัก/ต้น)						3.0 c	2.3 b	0.0 a	0.0 a	0.0
ถั่วเหลือง	(กรัม/ต้น)	9.900 c	8.367 d	5.567 c	4.300 b	1.100 a	24.200 d	18.400 c	12.933 b	8.233 a	7.433
	(%)	100%	85%	56%	43%	11%	100%	76%	53%	34%	31%
	(ฝัก/ต้น)						19.7 c	16.0 bc	13.0 b	3.3 a	13.26
ถั่วลิสง	(กรัม/ต้น)	14.100 b	2.867 a	2.633 a	2.300 a	1.033 a	47.000 d	29.003 c	18.020 b	10.743 a	9.133
	(%)	100%	20%	19%	16%	7%	100%	62%	38%	23%	19%
	(ฝัก/ต้น)						7.7 d	3.3 c	1.0 b	0.0 a	0.0
กระเจียนแดง	(กรัม/ต้น)	56.133 c	41.167 b	25.467 a	20.767 a	13.267 a	-	-	-	-	-
	(%)	100%	73%	45%	37%	24%	-	-	-	-	-
งาขาว	(กรัม/ต้น)	16.37 d	14.30 c	4.00 b	2.33 a	1.27 a	16.733 c	9.267 b	6.84	-	-
	(%)	100%	87%	24%	14%	8%	100%	55%	41%	-	-
	(ฝัก/ต้น)						10.0 c	5.0 b	0.0 a	0.0 a	0.0
ดอกคำฝอย	(กรัม/ต้น)	10.00 c	8.900 bc	8.100 bc	6.333 ab	4.667 a	42.533 c	22.000 b	20.600 ab	20.200 ab	17.4
	(%)	100%	89%	81%	63%	47%	100%	52%	48%	47%	41%
กะน้า	(กรัม/ต้น)	184.000 c	180.667 c	175.000 b	151.333 a	149.667 a	179.233 b	191.567 b	149.333 ab	159.700 ab	100.
	(%)	100%	98%	95%	82%	81%	100%	107%	86%	89%	56%
ผักกาดขาวขิง	(กรัม/ต้น)	280.667 c	258.667 c	234.000 bc	205.667 b	58.000 a	274.400 c	273.500 c	234.933 bc	200.633 b	68.0
	(%)	100%	92%	83%	73%	21%	100%	100%	86%	73%	25%
ผักกาดขาวปลี	(กรัม/ต้น)	403.333 d	401.667 d	263.667 c	188.00 b	53.333 a	404.333 d	404.567 d	263.400 c	187.467 b	79.80
	(%)	100%	100%	65%	47%	13%	100%	100%	65%	46%	20%
ผักกาดหัว	(กรัม/ต้น)	370.000 b	333.333 b	313.667 b	224.000 a	180.333 a	367.73 b	326.500 b	313.730 b	223.500 a	187.
	(%)	100%	90%	85%	61%	49%	100%	89%	85%	60%	51
ผักกาดหอมใบ	(กรัม/ต้น)	130.667 c	102.667 d	59.667 c	46.333 b	33.000 a	130.567 c	102.233 a	59.533 c	48.700 b	33.6
	(%)	100%	79%	46%	35%	25%	100%	78%	46%	37%	26%
มะเขือเทศ	(กรัม/ต้น)	62.133 d	50.400 c	41.633 b	27.800 a	23.250 a	66.773 d	58.133 c	55.9	-	-
	(%)	100%	81%	67%	45%	37%	100%	87%	84%	-	-
	(ฝัก/ต้น)						4.0 d	3.0 c	1.0	-	-
	(%)						100%	75%	25%	18%	-

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยอายุ (วัน) ของพืชแต่ละชนิดในแต่ละระดับความเค็มจาก 0.2-8 ds/m

พันธุ์	ระดับความเค็มของน้ำที่ให้แก่พืช (dS/m)				
	0.2	2.0	4.0	6.0	8.0
ถั่วเขียว	93.3	81.7	80.7*	62.0*	62.00*
ถั่วลิสง	112.0	112.0	89.3	82.0*	72.7 *
ข้าวโพดหวาน	112.0	112.0	112.0	112.0*	112.0*
งาขาว	112.0	79.3	61.7*	61.7*	53.3*
ดอกคำฝอย	112.0*	112.0*	112.0*	112.0*	112.0*
คะน้า	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
กวางตุ้ง	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
ผักกาดขาวปลี	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
ผักกาดหัว	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
ผักกาดหอม	81.0	81.0	81.0	76.0	81.0
มะเขือเทศ	112.0	112.0	112.0	96.7*	108.5
ค่าเฉลี่ย	96.6	92.0	88.6	83.4	82.9

แสดงอาการและไม่ให้ผลผลิต (เฉพาะดอกคำฝอย)

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงแสงการคายระเหย และปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่ 2533-2534 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น มม./วัน

เดือน ปี	ความเร็วลม (m/s)			อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			ช่วงแสง การระเหยน้ำ			น้ำฝน									
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ชม.	มม./วัน	มม./วัน	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ชม.	มม./วัน	มม./วัน					
ปี พ.ศ. 2533											ปี พ.ศ. 2534											
มกราคม	1.3	6.1	24.2	34.2	17.0	57.5	82.3	29.7	10.26	5.08	1.3	6.7	26.4	35.9	19.6	41.1	56.2	24.2	10.85	4.4	0.0	
กุมภาพันธ์	1.3	7.4	27.0	35.3	20.6	67.4	92.1	41.3	8.04	3.53	19.5	1.3	6.7	24.8	34.8	16.7	35.8	51.1	21.9	7.99	4.0	0.0
มีนาคม	0.9	0.0	28.6	35.2	21.4	80.3	0.0	0.0	10.38	5.99	8.6	1.6	8.1	31.5	39.7	25.7	34.4	45.4	21.6	10.68	7.2	0.0
เมษายน	1.2	0.0	30.1	36.6	23.4	78.2	0.0	0.0	5.96	7.02	23.2	1.5	7.5	30.4	38.1	24.2	35.4	46.8	23.1	10.20	6.3	17.0
พฤษภาคม	1.2	0.0	27.2	32.0	22.4	89.7	0.0	0.0	5.73	4.40	175.7	1.3	5.9	27.5	33.0	23.0	60.0	70.0	42.0	6.0	4.3	180.0
มิถุนายน	1.7	6.9	28.5	34.7	24.6	59.6	71.6	41.5	7.19	7.59	20.5	1.8	6.7	29.0	35.0	25.0	60.0	71.5	43.0	7.2	7.7	25.0
กรกฎาคม	1.6	7.8	27.6	33.5	24.3	62.1	72.9	42.9	14.47	1.11	96.0	1.7	8.0	28.0	34.0	24.5	63.0	73.0	43.0	15.0	2.0	100.0
สิงหาคม	1.6	9.2	28.2	34.7	24.1	58.6	70.5	38.9	8.98	4.0	73.0	1.8	9.5	29.0	35.0	24.0	59.0	71.0	39.0	9.0	5.0	75.0
กันยายน	0.8	5.9	28.5	36.0	24.1	58.0	70.7	37.8	8.79	54.43	54.5	0.8	6.3	27.7	35.2	23.9	27.8	31.9	18.6	8.38	6.53	113.5
ตุลาคม	1.3	6.2	27.7	35.7	22.7	53.2	66.2	34.5	10.75	0.0	5.0	1.3	6.0	25.6	33.2	20.4	22.4	28.2	14.9	10.33	5.59	0.5
พฤศจิกายน	1.8	8.2	25.0	33.3	19.3	47.9	62.1	27.5	9.24	0.6	0.0	1.4	6.8	25.6	34.6	19.1	64.8	89.1	35.1	9.83	3.60	0.0
ธันวาคม	1.2	5.9	24.8	35.0	17.6	45.1	62.9	26.0	10.85	0.0	0.0	1.5	6.2	22.3	30.1	16.6	69.5	87.9	44.1	7.27	2.60	5.7

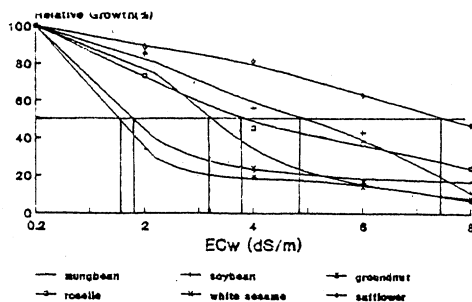


Fig 1. Relative growth comparison of cereal crop in 1990

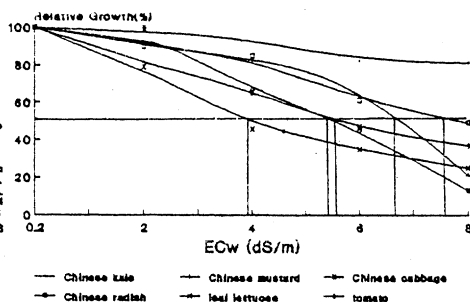


Fig 2. Relative growth comparison of vegetable crop in 1990

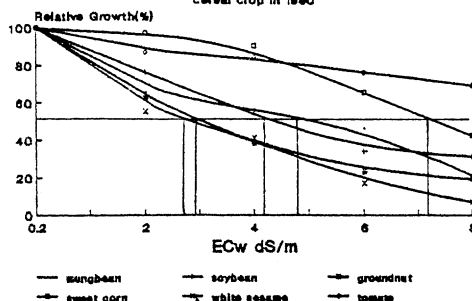


Fig 3. Relative growth comparison of 6 varieties in 1991

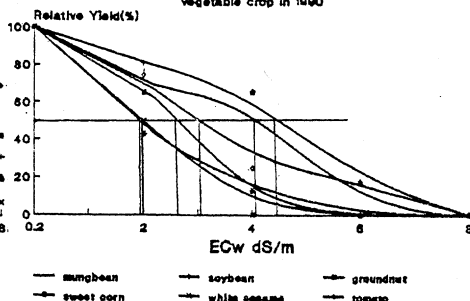


Fig 4. Relative yield comparison of 6 varieties in 1991

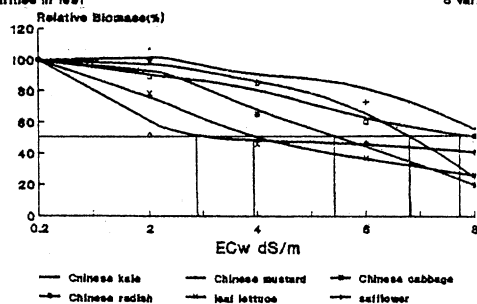


Fig 5. Relative biomass comparison of 6 varieties in 1991

ภาพแสดง แสดงการเจริญเติบโต ผลผลิต แสงมวลชีวภาพของพืช 13 ชนิด ที่ปลูกในกระถาง
ในเรือนเพาะชำของศูนย์ศึกษาค้นคว้าเกษตรกรรม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ.
2532-2534