

การคัดเลือกสนุ่ดำทนเค็มในระยะงอก

Screening of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) for Salt Tolerance at Germination Stage

ณัฐวุฒิ ไชยวุฒิ¹ วีระพันธุ์ สรีดอกจันทร์¹ อรุณศิริ กำลิ่ง² และแอนนา สายมณีรัตน์³

Nattawut Chaiwut¹, Weeraphan Sridokchan¹, Arunsiri Kumlung² and Anna Saimaneerat³

บทคัดย่อ

เพื่อคัดเลือกพันธุ์สนุ่ดำทนเค็มที่ระยะการงอก โดยวางแผนการทดลองแบบ 9x3 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ พันธุ์สนุ่ดำ 9 พันธุ์ ได้แก่ KUBP 16, KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 74, KUBP 78-9, KUBP 80-3, India และ Mexico และระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3 ระดับ ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.4 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสนุ่ดำทุกพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับ 0.4 และ 0.8% NaCl โดยที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ KUBP 33-1, KUBP 74, KUBP 78-9 และ KUBP 80-3 มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าชุดควบคุม และที่ระดับ 0.8% NaCl ทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะพันธุ์ Mexico ไม่มีการงอกของเมล็ดเลย เมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้นจาก 0.4 เป็น 0.8% NaCl ส่งผลทำให้ดัชนีการงอกลดลง และทำให้ค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเจริญเติบโตของต้นกล้าสนุ่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยความยาวราก ความยาวต้น และน้ำหนักสดของต้นกล้าสนุ่ดำทุกพันธุ์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสนุ่ดำทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นที่ระดับ 0.4 และ 0.8% NaCl เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ยกเว้นพันธุ์ Mexico ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าลดลง ที่ระดับ 0.8% NaCl มีสนุ่ดำ 5 พันธุ์ ได้แก่ KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 80-3 และ India ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าที่ระดับ 0.4% NaCl แสดงว่า สนุ่ดำเป็นพืชทนเค็มในระยะการงอก เนื่องจากมีการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะความเครียดจากเกลือ โดยที่พันธุ์ KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 80-3 และ India มีความทนเค็มสูงมาก ส่วนพันธุ์ KUBP 16, KUBP 74, KUBP 78-9 มีความทนเค็มปานกลาง และพันธุ์ Mexico มีความทนเค็มต่ำ

คำสำคัญ : สนุ่ดำ การงอก เกลือโซเดียมคลอไรด์ ความทนเค็ม

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีย์จันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครราชสีมา 30320

National Corn and Sorghum Research Center, Inseechandrastitya Institute, Kasetsart University, Nakhon Ratchasima 30320

Abstract

To screen for salt tolerance of physic nut (*Jatropha curcas* L.) varieties at seed germination stage. The experiment in 9x3 factorial in completely randomized design with 4 replications. Nine varieties of physic nut; KUBP 16, KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 74, KUBP 78-9, KUBP 80-3, India and Mexico and three levels of NaCl concentration; 0 (control), 0.4, and 0.8% of NaCl were used. The results showed that germination percentage of physic nut varieties were significantly difference over NaCl concentrations. Germination of 0.4% NaCl higher than that the control; and KUBP 33-1, KUBP 74, KUBP 78-9 and KUBP 80-3 were significantly increased while the other varieties were lowered. At 0.8% NaCl, the germination percentage of all varieties was decreased except only Mexico that there was no seed germination. The higher NaCl concentration applied, the lower germination index and the higher mean of germination time was observed. Root and shoot length and fresh biomass of seedling showed diametrically decreased when NaCl concentration was increased. In contrast, dry biomass of seedling showed significantly increased when NaCl concentration was increased except Mexico variety. It was also found that dry biomass of 5 varieties of physic nut (KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 80-3 and India) at 0.8% NaCl increased relative to their dry biomass at 0.4% NaCl. The results of this study indicate that physic nut is tolerant to salt stress at seed germination stage. Five varieties of physic nut were classified as high level of salt tolerance. Three varieties, KUBP 16, KUBP 74 and KUBP 78-9, were classified as moderate level of salt tolerance. Only one variety, Mexico showed susceptible to salt stress.

Keywords : physic nut, germination, NaCl, salt tolerance

E-mail : nattawut_chaiwut@yaoo.com

คำนำ

จากสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5.45 ในปี 2555 ซึ่งจะใช้น้ำมันดีเซลเป็นจำนวน 85 ล้านลิตรต่อวัน หรือ 31,000 ล้านลิตรต่อปี โดยมีสัดส่วนการใช้น้ำมันดีเซลในภาคการเกษตรร้อยละ 6 หรือ 1,860 ล้านลิตรต่อปี คิดเป็นเงินมูลค่าถึง 37,200 ล้านบาทต่อปี (รักษ, 2549) ส่งผลให้น้ำมันจากการสกัดจากพืช เช่น สบู่ดำได้รับความสนใจจากรัฐบาล โดยมีนโยบายและแผนการพัฒนาทั้งในด้านการผลิตเมล็ดสบู่ดำ และการส่งเสริมการใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง (สมศักดิ์ และคณะ, 2548) แต่การปลูกสบู่ดำเพื่อการค้ายังไม่คุ้มค่ากับการลงทุนเนื่องจากสบู่ดำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ รายได้ผลตอบแทนน้อย ดังนั้นกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้วางแผนที่จะส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรทำการปลูกสบู่ดำในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ซึ่งเคยปลูกพืชอื่นแล้วไม่ได้ผล เช่น พื้นที่ดินเค็ม เพื่อนำผลผลิตจากสบู่ดำมาหีบน้ำมันใช้เองในชีวิตประจำวัน โดยใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตร ดินเค็มเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือเป็นดินที่มีปัญหาในการใช้ที่ดิน และการจัดการดินทั้งทางด้านการเกษตร และสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป (เอิบ, 2550) ปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ดินเค็มถึง

17.8 ล้านไร่ และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายเกลืออีก 19.4 ล้านไร่ รวมพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มทั้งหมด 37.2 ล้านไร่ หรือประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งภาค (สมศรี, 2532) การคัดเลือกพืชทนเค็มเพื่อนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้ได้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มให้เกิดศักยภาพในด้านการผลิต และเป็น การป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามแม้จะมีรายงานว่าสบู่ดำสามารถ ออกและเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็ม แต่ระดับความสามารถในการทนเค็มของสบู่ดำในระยะการงอกอยู่ในระดับ ไตยังไม่ค่อยมีข้อมูลมากนักเพราะมีการศึกษากันน้อยมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อประเมินระดับ ความสามารถในการทนเค็มของสบู่ดำที่ระยะการงอก รวมทั้งศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้น กกล้าสบู่ดำ และคัดเลือกพันธุ์สบู่ดำทนเค็มที่ระยะการงอกจากพันธุ์สบู่ดำที่ได้รับมาจากโครงการศูนย์ไบโอดีเซลของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ของ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 13 ถึง 27 ตุลาคม 2552 เมล็ดพันธุ์สบู่ดำที่ใช้ใน การทดลองเก็บจากแปลงรวบรวมพันธุ์สบู่ดำที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา และ แปลงสบู่ดำของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเมล็ดสบู่ดำแต่ละพันธุ์มีแหล่งปลูกที่แตกต่าง กัน ทำการเก็บเกี่ยวผลของสบู่ดำที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา อายุประมาณ 60 - 90 วัน หลังผสมเกสร นำผลที่ได้ จากการเก็บเกี่ยวมากะเทาะเมล็ดและลดความชื้นให้เหลือประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ 9x3 factorial in completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ พันธุ์สบู่ดำ 9 พันธุ์ ได้แก่ KUBP 16 (กาฬสินธุ์), KUBP 20-4 (มุกดาหาร), KUBP 33-1 (ศรีสะเกษ), KUBP 34-8 (อำนาจเจริญ), KUBP 74 (ชุมพร), KUBP 78-9 (นครศรีธรรมราช), KUBP 80-3 (พัทลุง), India และ Mexico และระดับความ เข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3 ระดับ ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.4 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำการ ทดลองด้วยวิธีการเพาะทดสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination test) โดยใช้ทรายละเอียดที่ล้างทำ ความสะอาดและอบแห้งเป็นวัสดุเพาะ (sand test) เพาะเมล็ดในกล่องพลาสติกขนาด 18.5 x 27 x 10 เซนติเมตร เตรียมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl, Sigma-Aldrich Co., USA) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้น้ำ กกลั่นเป็นตัวทำละลาย และเป็นชุดควบคุมการทดลอง วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า IQ 170 (I.Q. Scientific Instruments, Inc., USA) ก่อนการทดลอง ผสมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ กับทรายในสัดส่วน 1:3 โดยปริมาตร จากนั้นใส่ทรายที่ขึ้นแล้วลงในกล่องพลาสติกความสูงของทราย ประมาณ 4 เซนติเมตร นำเมล็ดพันธุ์สบู่ดำวางเพาะลงบนทราย จำนวน 20 เมล็ด/ซ้ำ/กล่อง โดยเรียงเมล็ดให้มี ระยะห่างเท่าๆ กัน แล้วกลบด้วยทรายที่ขึ้นบางๆ พอท่วมเมล็ดอีกชั้นหนึ่งหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร ปิดฝากล่อง เพาะเพื่อรักษาความชื้น แล้วจึงนำกล่องเพาะเมล็ดพันธุ์สบู่ดำวางบนชั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลอง โดยการนับจำนวนต้นกล้าปกติที่ออกทุกๆ วัน หลังจากวันเพาะเมล็ด ใช้ระยะเวลาในการทดสอบความงอก 14 วัน เมล็ดที่งอก คือ เมล็ดที่มีใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปคำนวณตามวิธีการของ Ellis and Robert (1981) และ Ruan *et al.*, (2002) ดังนี้ เปอร์เซ็นต์การงอก (final germination percentage) FGP =

(จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด / จำนวนเมล็ดที่ทดสอบ) \times 100, ดัชนีการงอก (germination index) $GI = \sum(Gt/Tt)$ เมื่อ Gt คือ จำนวนของเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน และ Tt คือ จำนวนวันที่นับหลังจากวันเพาะเมล็ด และค่าเฉลี่ยเวลาของการงอก (mean germination time) $MGT = \sum(Dn)/\sum n$ เมื่อ D คือ จำนวนวันที่นับหลังจากวันเพาะเมล็ด และ n คือ จำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าสปูดำ โดยการสุ่มวัดต้นกล้าสปูดำ 10 ต้น/ซ้ำ วัดความยาวราก และความยาวต้น แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักสดของต้นกล้า หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลองโดยใช้วิธี Least Significant Different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบความงอกก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าความเป็น กรด-ด่าง ระหว่าง 7 - 7.2 และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0, 7.4 และ 14.5 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (dS/m) ที่ระดับความเข้มข้น 0(ชุดควบคุม), 0.4 และ 0.8% NaCl ตามลำดับสอดคล้องกับ สมศรี (2539) ซึ่งจัดแบ่งระดับความเค็มของดินโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินกับปริมาณเกลือในดิน ดังนี้ ระดับดินไม่เค็ม มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีเกลือในดินน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ ระดับดินเค็มปานกลาง มีค่าการนำไฟฟ้า 4-8 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีเกลือในดิน 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์ ระดับดินเค็มมาก มีค่าการนำไฟฟ้า 8-16 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีเกลือในดิน 0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการทดลองนี้มีการใช้ความเค็ม 3 ระดับ คือ ระดับไม่เค็ม ระดับเค็มปานกลาง และระดับเค็มมาก

การวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ระหว่างพันธุ์ของสปูดำ และระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของสปูดำที่ระยะการงอก (Table 1) โดยพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์สปูดำทุกพันธุ์สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0% NaCl (Table 2) แต่เปอร์เซ็นต์การงอกของแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกัน ที่ระดับ 0.4 และ 0.8% NaCl โดยที่ระดับ 0.4% NaCl พบว่า พันธุ์ KUBP 33-1, KUBP 74, KUBP 78-9 และ KUBP 80-3 มี

Table 1 Analysis of variance of the traits determined of physic nut.

Sources of variation	df	Germination percentage	Germination index	Mean germination time	Root length	Shoot length	Seedling fresh weight	Seedling dry weight
Varieties (V)	8	55.128**	58.071**	54.398**	20.394**	190.969**	43.188**	118.752**
Salt Concentrations (S)	2	271.237**	1153.883**	2002.893**	402.776**	1549.71**	847.126**	30.645**
V x S	16	19.209**	8.980**	5.973**	26.998**	31.312**	26.829**	57.980**

** F- values are given and significance is denoted as $P < 0.01$, df, degrees of freedom.

Table 2 Effect of salinity on germination percentage (%), germination index and mean germination time of physic nut.

Variety	Germination percentage (%)				Germination index				Mean germination time (days)			
	NaCl Concentration (%)											
	0	0.4	0.8	Average	0	0.4	0.8	Average	0	0.4	0.8	Average
KUBP 16	96.25	95.00 ab ^{1/}	31.25 c	74.17 b	18.05 ab	12.24 bc	2.59 d	10.96 e	5.42 c	7.88 bc	12.31 b	8.53 c
KUBP 20-4	91.25	87.50 b	73.75 a	84.17 a	16.86 abc	12.97 abc	7.51 a	12.44 abc	5.76 bc	6.90 d	10.00 e	7.55 d
KUBP 33-1	96.25	100.00 a	72.50 a	89.58 a	16.08 c	12.30 bc	5.97 bc	11.45 de	6.26 b	8.38 b	12.29 b	8.98 b
KUBP 34-8	92.50	90.00 b	78.75 a	87.08 a	16.70 bc	11.87 c	6.89 ab	11.82 cd	5.69 bc	7.83 bc	11.53 c	8.35 c
KUBP 74	97.50	100.00 a	55.00 b	84.17 a	18.26 ab	13.23 ab	4.82 c	12.10 bcd	5.41 c	7.68 c	11.58 c	8.22 c
KUBP 78-9	91.25	95.00 ab	40.00 c	75.42 b	17.47 abc	13.36 ab	3.32 d	11.38 de	5.29 c	7.21 cd	12.18 b	8.22 c
KUBP 80-3	91.25	95.00 ab	78.75 a	87.50 a	17.27 abc	13.74 a	7.80 a	12.94 ab	5.47 c	6.89 d	10.34 e	7.57 d
India	97.50	95.00 ab	73.75 a	88.75 a	18.71 a	13.34 ab	6.89 ab	12.98 a	5.33 c	7.22 cd	10.92 d	7.82 d
Mexico	91.25	27.50 c	00.00 d	39.58 c	13.26 d	2.91 d	0.00 e	5.39 f	7.05 a	9.98 a	> 14.00 a ^x	>10.34 a
Average	A ^{2/} 93.89	B 86.94	C 55.97	78.94	A 16.96	B 11.77	C 5.09	11.27	C 5.74	B 7.77	A 11.68	8.40
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	7.32	9.37	14.15	10.35	1.88	1.26	1.36	1.48	0.58	0.68	0.49	0.56
C.V. (%)	5.37	7.43	17.42	9.32	7.64	7.36	18.47	9.35	6.94	6.00	2.90	4.76

** Significant at 99 % probability level; ns = non significant ^x = Not germination in 14 days

^{1/} Means values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability

^{2/} Mean values preceded by the same lower letter are not significantly different at the 0.05 level of probability

เปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าชุดควบคุม ขณะที่พันธุ์อื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่า โดยเฉพาะพันธุ์ Mexico ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำที่สุด (27.50 เปอร์เซ็นต์) Li *et al.* (1997) ได้รายงานไว้ว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือสูงจะมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด แต่ที่ระดับความเข้มข้นต่ำจะสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชทนเค็ม (halophytes) บางชนิดได้ แสดงว่าพันธุ์มีความสามารถในการทนเค็มและความเค็มระดับปานกลางสามารถที่จะกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ ในขณะที่พันธุ์ Mexico แสดงความสามารถในการทนเค็มได้ต่ำ ส่วนที่ระดับ 0.8% NaCl พบว่าทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง และพันธุ์ Mexico เมล็ดไม่มีการงอกของเมล็ดเลย สอดคล้องกับที่ Maas and Nieman (1978) ได้รายงานไว้ว่า ความเข้มข้นของเกลือสูงเป็นสาเหตุทำให้ลดค่าศักย์ของน้ำ (water potential) ในสารละลายลงซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการดูดน้ำของเมล็ดทำให้การงอกของเมล็ดลดลงและเกลือยังมีผลยับยั้งต่อการงอกของเมล็ดซึ่งเกิดจากความเป็นพิษของไอออน (Huang and Redmann, 1995)

ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์สับดูทุกพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีค่าลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 2) โดยค่าดัชนีการงอกที่ระดับ 0% NaCl มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 16.08-18.71 ที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ KUBP 80-3 มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 13.74 และพันธุ์ Mexico มีค่าดัชนีการงอกต่ำที่สุดเท่ากับ 2.91 ที่ระดับ 0.8% NaCl พันธุ์ KUBP 80-3 มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 7.80 และพันธุ์ Mexico มีค่าดัชนีการงอกต่ำที่สุดเท่ากับ 0 เนื่องจากเมล็ดไม่งอก

ค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกของเมล็ดพันธุ์สับดูทุกพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 2) โดยค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกที่ระดับ 0% NaCl มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 5.29-7.05 วัน ที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ KUBP 80-3 มีค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 6.89 วัน และพันธุ์ Mexico มีค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกมากที่สุดเท่ากับ 9.98 วัน ที่ระดับ 0.8% NaCl พันธุ์ KUBP 20-4 มีค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 10 วัน และพันธุ์ Mexico มีค่าเฉลี่ยเวลาของการงอกมากกว่า 14 วัน เนื่องจากเมล็ดไม่งอก แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้นทำให้เวลาที่ใช้ในการงอกของเมล็ดพันธุ์สับดูเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Yara *et al.* (2010) ที่พบว่า เมล็ดของสับดูจะงอกช้าลงกว่าปกติในสภาวะความเค็ม

เมื่อพิจารณาผลของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าสับดูพบว่าความยาวรากของสับดูทุกพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 3) ที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ที่มีความยาวรากลดลงน้อยที่สุด คือ พันธุ์ KUBP 20-4 ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 8.79 เซนติเมตร ในขณะที่พันธุ์ Mexico มีความยาวรากลดลงมากที่สุด ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 8.30 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับ 0.8% NaCl พันธุ์ที่มีความยาวรากลดลงน้อยที่สุด คือ พันธุ์ India มีความยาวรากเท่ากับ 7.54 เซนติเมตร เช่นเดียวกันกับความยาวต้นของทุกพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อระดับความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 3) ที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ที่มีความยาวต้นลดลงน้อยที่สุด คือ พันธุ์ KUBP 74 มีความยาวส่วนต้นเท่ากับ 23.67 เซนติเมตร และพันธุ์ Mexico มีความยาวต้นลดลงมากที่สุด ซึ่งมีความยาวต้นเท่ากับ 15.42 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับ 0.8% NaCl พันธุ์ KUBP 20-4 มีความยาวต้นลดลงน้อยที่สุด ซึ่งมีความยาวต้นเท่ากับ 18.53 เซนติเมตร ในขณะที่พันธุ์ Mexico ที่ระดับ 0.8% NaCl ทั้งความยาวรากและความยาวต้นถือว่าลดลงมากที่สุด เนื่องจากเมล็ดไม่งอกไม่มีการเจริญเติบโตของต้นกล้า และเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของการเจริญเติบโตของต้นกล้าสับดู พบว่า ที่ระดับ 0.8% NaCl ความยาวต้นของสับดูทุกพันธุ์ลดลงมากกว่าความยาวราก แสดงว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ

ต้นกล้าสบูดำ โดยเฉพาะความยาวต้นมากกว่าความยาวราก สอดคล้องกับการรายงานในพืชอื่น ๆ เช่น Neumann (1995) ได้รายงานว่า ความเครียดจากเกลือจะยับยั้งการเจริญเติบโตส่วนต้นมากกว่าส่วนรากในพืชสกุล *Brassica* เช่นเดียวกันกับในรายงานของ barley (*Hordeum vulgare*) (Huang and Redmann, 1995) และ tomato (*Lycopersicon*) (Foolad, 1996) เป็นต้น

Table 3 Effect of salinity on root length and shoot length of physic nut.

Variety	Root length (cm)				Shoot length (cm)			
	NaCl Concentration (%)							
	0	0.4	0.8	Average	0	0.4	0.8	Average
KUBP 16	10.35 abc ¹	9.00	6.16 c	8.50 ab	25.76 abcd	21.69 b	14.42 de	20.62 d
KUBP 20-4	9.78 cd	8.79	7.41 a	8.66 ab	25.44 cd	21.82 b	18.53 a	21.93 ab
KUBP 33-1	9.63 d	8.65	7.24 ab	8.51ab	25.15 d	21.51 b	16.90 c	21.19 cd
KUBP 34-8	10.03 bcd	8.90	6.89 abc	8.60 ab	25.62 bcd	21.70 b	17.20 bc	21.50 bc
KUBP 74	9.71 cd	8.56	6.45 bc	8.24 b	26.62 ab	23.67 a	15.51 d	21.93 ab
KUBP 78-9	10.50 ab	9.04	6.91 abc	8.82 a	25.54 bcd	22.12 b	14.32 e	20.66 d
KUBP 80-3	9.90 bcd	8.74	7.78 a	8.80 a	26.87 a	22.71 ab	17.85 abc	22.48 a
India	9.49 d	8.34	7.54 a	8.46 ab	26.45 abc	22.53 ab	18.29 ab	22.42 a
Mexico	10.92 a	8.30	0.00 d	6.40 c	20.73 e	15.42 c	0.00 f	12.05 e
Average	A ^{2/} 10.03	B 8.70	C 6.26	8.33	A 25.35	B 21.46	C 14.78	20.53
F-test	**	ns	**	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	0.70	0.85	0.92	0.80	1.17	1.23	1.15	1.14
C.V. (%)	4.81	6.74	10.12	6.85	3.18	3.94	5.37	3.96

** Significant at 99 % probability level; ns = non significant

^{1/} Means values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability

^{2/} Mean values preceded by the same lower letter are not significantly different at the 0.05 level of probability

ส่วนน้ำหนักสดของต้นกล้าสบูดำ พบว่าทุกพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อระดับความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 4) ที่ระดับ 0.4% NaCl พันธุ์ที่มีน้ำหนักสดของต้นกล้าลดลงน้อยที่สุด คือ พันธุ์ KUBP 78-9 มีน้ำหนักสดของต้นกล้าเท่ากับ 5.180 กรัม ส่วนพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดของต้นกล้าลดลงมากที่สุด คือ พันธุ์ Mexico มีน้ำหนักสดของต้นกล้าเท่ากับ 4.400 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และที่ระดับ 0.8% NaCl พันธุ์ที่มีน้ำหนักสดของต้นกล้าลดลงน้อยที่สุด คือ พันธุ์ KUBP 20-4 มีน้ำหนักสดของต้นกล้าเท่ากับ 3.762 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และพันธุ์ Mexico ถือว่ามีน้ำหนักสดลดลงมากที่สุด เนื่องจากเมล็ดไม่งอกไม่มีการเจริญเติบโตของต้นกล้า ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสบูดำทุกพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อระดับความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น (Table 4) ที่ระดับ 0.4% NaCl ทุกพันธุ์มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้น ยกเว้น พันธุ์ Mexico ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ พันธุ์ KUBP 74 มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเท่ากับ 0.412 กรัม และที่ระดับ 0.8% NaCl ทุกพันธุ์มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยที่พันธุ์ KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 80-3 และ India มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่

พันธุ์อื่นๆ มีน้ำหนักแห้งลดลง และพันธุ์ Mexico มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าลดลงมากที่สุด เนื่องจากเมล็ดไม่งอกไม่มีการเจริญเติบโตของต้นกล้า แสดงว่าสบูดำเป็นพืชทนเค็มในระยะการงอก และมีบางพันธุ์ที่มีความทนเค็มได้ในระดับเค็มมาก เนื่องจากการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น ภายใต้สภาวะความเครียดจากเกลือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Cephalaria syriaca* L., *Carduus nutans* L. และ *Triticum aestivum* L. ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นที่ระดับความเค็มของเกลือสูงในระยะการงอก (Kaya et al., 2009)

Table 4 Effect of salinity on seedling fresh weight and seedling dry weight (g/plant) of physic nut.

Variety	Seedling fresh weight (g)				Seedling dry weight (g)			
	NaCl Concentration (%)							
	0	0.4	0.8	Average	0	0.4	0.8	Average
KUBP 16	6.027 a ^{1/}	5.275 ab	3.101 c	4.801 abc	0.402 a	0.422 a	0.405 ab	0.410 a
KUBP 20-4	5.370 bc	4.702 de	3.762 a	4.611 cd	0.320 f	0.344 de	0.355 d	0.340 d
KUBP 33-1	5.750 abc	5.210 abc	3.725 a	4.895 a	0.393 ab	0.408 ab	0.419 a	0.407 a
KUBP 34-8	5.340 c	4.892 bcd	3.695 a	4.642 cd	0.367 bcd	0.391 bc	0.395 bc	0.384 b
KUBP 74	5.815 ab	5.549 a	3.482 b	4.948 a	0.383 abc	0.412 ab	0.397 bc	0.397 ab
KUBP 78-9	5.368 bc	5.180 abc	3.172 c	4.573 d	0.358 cd	0.367 cd	0.362 d	0.362 c
KUBP 80-3	5.486 bc	4.770 cde	3.735 a	4.673 bcd	0.327 ef	0.344 de	0.353 d	0.341 d
India	5.773 abc	5.030 bcd	3.851 a	4.884 ab	0.348 def	0.360 d	0.386 c	0.365 c
Mexico	5.561 abc	4.400 e	0.000 d	3.320 e	0.357 cde	0.319 e	0.000 e	0.225 e
Average	A ^{2/} 5.610	B 5.003	C 3.169	4.594	B 0.362	A 0.374	C 0.341	0.359
F-test	*	**	**	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	0.47	0.42	0.19	0.37	0.03	0.03	0.02	0.03
C.V. (%)	5.83	5.73	4.11	5.72	5.64	5.31	3.71	5.01

* Significant at 95 % probability level ** Significant at 99 % probability level

^{1/} Means values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability

^{2/} Mean values preceded by the same lower letter are not significantly different at the 0.05 level of probability

สรุปผลและเสนอแนะ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสบูดำเป็นพืชทนเค็มที่ระยะการงอก เนื่องจากการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อสภาพความเค็มสูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของพืชชอบเค็มหรือพืชทนเค็ม โดยที่เกลือโซเดียมคลอไรด์จะส่งผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสบูดำ ซึ่งความเข้มข้นของเกลือที่สูงจะมีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสบูดำ เมื่อพิจารณาผลการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสบูดำภายใต้สภาวะความเครียดจากเกลือ สามารถคัดเลือกพันธุ์สบูดำทนเค็มที่ระยะการงอกได้ออกเป็น 3 ระดับ คือ พันธุ์ KUBP 20-4, KUBP 33-1, KUBP 34-8, KUBP 80-3, India มีความทนเค็มสูงมาก ส่วนพันธุ์ KUBP 16, KUBP 74, KUBP 78-9 มีความทนเค็มปานกลาง และพันธุ์ Mexico มีความทนเค็มต่ำ อย่างไรก็ตามความสามารถในการทนเค็มของพืชนั้นจะแตกต่างกันไปตามระยะของการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นควรจะมีการศึกษาระยะการเจริญเติบโตขั้นต่อไปของสบูดำ เพื่อที่จะสามารถนำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อมูลสำหรับการปลูกสบูดำในพื้นที่ดินเค็มต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาพันธุ์สับดูดำ บริษัทโปรเทคเตอร์ นิวตริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนทุนในการทำการวิจัยครั้งนี้ และฝ่ายวิจัยโครงการหลวงที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์สับดูดำพันธุ์ Mexico

เอกสารอ้างอิง

- รักษ์ พฤษชาติ. 2549. การปลูกและการพัฒนาสับดูดำเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล. สำนักพิมพ์นีออนบุ๊กมีเดีย, นนทบุรี.
- สมศักดิ์ ศรีสมบุญ อนุวัฒน์ จันทรสวรรณ สุพจน์ กิติบุญญา สมยศ พิธิตพร อลงกรณ์ กรณ์ทอง สมเจตน์ ประทุมมิตร และจิรากร โกศัยเสวี. 2548. เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์สับดูดำปี 2549-2555. ใน: เอกสารประกอบการเสวนาผลงานวิชาการ เรื่อง Road map พืชพลังงาน การประชุมวิชาการของ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. วันที่ 31 ส.ค.-2 ก.ย. 2548 ณ จังหวัดกาญจนบุรี.
- สมศรี อรุณินท์. 2532. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. โครงการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- เอิบ เขียววีระมณ. 2550. ดินเค็มในประเทศไทย. บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด.
- Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1981. The qualification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci Technol. 9: 373 – 409.
- Foodlad, M.R. 1996. Response to selection for salt tolerance during germination in tomato seed derived form PI174263. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121: 1001-1006.
- Huang, J. and R.E. Redmann. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. Can. J. plant. Sci. 75: 815-819.
- Kaya, G., M.D. Kaya, M. Caliskan and Y. Arslan. 2009. Comparative analysis for germination and seedling growth of wheat with some competitive weed under salinity. J. Food Agric & Environ. 7(2): 363-372.
- Li, Y., Y.Y. Shen and S. G. Yan. 1997. Comparative studies of effect of NaCl stress on the seed germination of 5 forage species. Pratacultural Sci. 14(2): 50-53.
- Maas, E.V. and R. H. Nieman. 1978. Physiology of plant tolerance to salinity *In*: Crop Tolerance and Suboptimal Land Conditions. Chap. 13: 277-299.
- Neumann, P.M. 1995. Inhibition of root growth by salinity stress: Toxicity or an adaptive biophysical response. *In*: Structure and Function of Roots. Baluska, F., M. Ciamporova, O. Gasparikova and P.W. Barlowe (Eds), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp: 299-304.
- Ruan, S., Q. Xue and K. Thlkowska. 2002. Effect of seed priming on germination and health of rice (*Oryza sativa* L.) seed. Seed Sci. Technol. 30: 451-458.
- Yara, A.S., A.L. Pereira, F.F.S. Silva, R.C. Riebeiro-Reis, M.R.V. Evangelista, R.D. Castro and B.F. Dantas. 2010. Effect of salinity on physic nut (*Jatropha curcas* L.) seed germination and seedling initial growth. Rev. bras. sementes. 32(2): 83-92. (in Portuguese with English abstract)