อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเหนียวที่ปลูกในสภาพดินเค็ม

Effect of potassium fertilizer on yield and yield components of glutinous rice under saline soil condition

ศุภสิทธิ์ สิทธาพานิช[1], พรทิพย์ ศรีมงคล[1*], วิมลนันทน์ กันเกตุ[1] และ พุทธิภณ ศิริมูล[1]

Suphasit Sitthaphanit[1], Porntip Srimongkol[1*], Wimolnan Kanket[1] and Putthiphon Sirimoon[1]

บทคัดย่อ: ดินเค็มส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง โพแทสเซียมเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชมีความทนทานต่อความเค็มได้ดีขึ้น การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเหมาะสมกับข้าวที่ปลูกในดินเค็มน่าจะช่วยทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเหนียว (กข 6) ภายใต้สภาพดินเค็ม ทำการทดลองในกระถางประกอบด้วย 2 ระดับความเค็มและอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา พบว่า ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปลูกในสภาพดินเค็มที่ระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 0.15 ก. K/กระถาง กับข้าวที่ปลูกในดินเค็มที่ระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นถึง 7.7 ก./กระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซึ่งได้ผลผลิต 3.4 ก./กระถาง เมื่อพิจารณาสหสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินเค็มกับองค์ประกอบผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับน้ำหนักฟาง จำนวนเมล็ดดีต่อกระถาง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยว การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ทำให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินเค็มสูงขึ้นโดยช่วยเพิ่มลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ : ข้าวเหนียว, ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต, ดินเค็ม, โพแทสเซียม

ABSTRACT: Salinity is abiotic stress affecting a decrease of growth and yield of rice. Potassium is an essential element that induces salt tolerance in plant. Appropriate potassium fertilizer application in saline soils can possibly improve rice yield under saline condition. The objective of this study was to determine the effect of potassium fertilizer rate on yield, yield components and their correlation of glutinous rice (RD6) under saline soil condition. A pot experiment was conducted with two salinity levels and five rates of potassium fertilizer. Rice yield and its component significantly decreased in the soil with 6 dsm^{-1} salinity level. At this salinity level, the application of 0.15 g K/pot gave rice grain yield of 7.7 g/pot, whereas without K fertilizer the yield was 3.4 g/pot.

[1] คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร สกลนคร 47000

Faculty of Natural Resources and Agro-industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakhon Nakhon Province Campus, Sakhon Nakhon 47000

* Corresponding author: csnptsk@ku.ac.th

Grain yield under saline soil condition showed significantly positive correlation with straw weight, filled grain per pot, 1,000-grains weight, biomass and harvest index. Potassium fertilizer applied at 0.15 g K/pot can increase rice grain yield under saline condition by improve these plant characteristics.
Keywords: glutinous rice, yield and yield components, saline soil, potassium

บทนำ

ดินเค็ม (saline soils) เป็นดินปัญหาสำหรับการทำการเกษตร โดยทั่วไปดินเค็มหมายถึงดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดิน ปริมาณมากจนกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ค่าความเค็มของดินสามารถวัดได้โดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 4 เดซิซีเมนต์/ม. จัดว่าเป็นดินเค็มและมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วไป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ในประเทศไทยพบการกระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ดินเค็มมากกว่า 17% ของพื้นที่ทั้งหมดและพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม (Yuvaniyama et al., 2008) ความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ผลในระยะสั้นทำให้เกิดอาการขาดน้ำในต้นพืช (osmotic stress) และผลในระยะยาวเกิดความเป็นพิษของโซเดียมและคลอไรด์ไอออน และทำให้พืชขาดธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม (Kafkafi and Bernstein, 1996) พืชที่ปลูกในดินเค็มจึงมีการเจริญเติบโตผิดปกติและให้ผลผลิตต่ำ แนวทางในการลดผลกระทบจากดินเค็มทำได้หลายวิธี เช่น การล้างดิน การปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้โตเร็วมีรากลึก เพื่อลดระดับน้ำใต้ดินที่มีเกลือปนอยู่ให้ต่ำกว่าระดับรากพืชปลูก การใช้วัสดุปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบเพื่อลดบทบาทของโซเดียม เช่น ยิปซัม ($CaSO_4 2H_2O$) แคลไซต์ ($CaCO_3$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) การใส่วัสดุอินทรีย์ และการใช้ไถกลบพืชปุ๋ยสดเพื่อเพิ่มเติมอินทรียวัตถุให้แก่ดิน กรกนก และคณะ (2557) รายงานว่าการใช้โสนอัฟริกันอัตรา 1,000 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า 5.43 เดซิซีเมนต์/ม. เพิ่มขึ้น 24% Cha-um et al. (2011) พบว่า การใช้ยิปซัมปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มสามารถลดการสะสมโซเดียมไอออนและเพิ่มการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินเค็มระดับ 12.5 เดซิซีเมนต์/ม. ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชมีบทบาททางสรีรวิทยาที่สำคัญ คือ ช่วยปรับแรงดันออสโมติก (osmotic adjustment) เพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รวมทั้งความสามารถในการต้านทานสภาวะแล้งและความเค็มได้ (Keshavarz et al., 2004; Römheld and Kirkby, 2010) การให้โพแทสเซียมแก่พืชอย่างเพียงพอเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบจากความเค็มต่อพืชและช่วยเพิ่มผลผลิตในสภาพดินเค็มได้

ข้าว กข6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์มาจากพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ปลูกมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม เมล็ดยาว และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดีรวมทั้งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินเค็มด้วย (Cha-um et al., 2011) Kanawapee et al. (2012) ได้ประเมินและจัดกลุ่มความสามารถทนทานต่อความเค็มของข้าวในระยะต้นกล้า จำนวน 106 พันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มตามความสามารถในการทนเค็ม ประกอบด้วย กลุ่มทนเค็ม (salt tolerant) กลุ่มทนเค็มปานกลาง (moderately tolerant) กลุ่มทนเค็มน้อย (moderately sensitive) กลุ่มไม่ทนเค็ม (salt sensitive) และกลุ่มไม่ทนเค็มอย่างยิ่ง (highly sensitive) พบว่าว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มทนเค็มน้อย

(moderately sensitive) ในการผลิตข้าวเหนียว กข6 มีคำแนะนำให้ใส่ปุ๋ย สูตร 16-16-8 รองพื้นที่อัตรา 25 กก/ไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุโพแทสเซียม 10.4 กก K/เฮกตาร์ อย่างไรก็ตามยังไม่มีคำแนะนำอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมในการผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม (กรมการข้าว, 2561) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 เมื่อปลูกภายใต้สภาพดินเค็มต่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียม

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในสภาพโรงเรือน คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร วางแผนการทดลองแบบ Factorial in randomized complete block (Factorial in RCBD) ประกอบด้วย ปัจจัยแรกเป็นระดับความเค็ม 2 ระดับ คือ ดินไม่เค็ม (0.11 เดซิซีเมนต์/ม.) และ ดินเค็ม (6 เดซิซีเมนต์/ม.) และปัจจัยที่ 2 ได้แก่ อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา คือ 0, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 ก. K /กระถาง จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองในกระถางที่บรรจุดินแห้งที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. น้ำหนัก 7 กก./กระถาง ดินที่ใช้เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีค่าการนำไฟฟ้า (ECe) 0.11 เดซิซีเมนต์/ม. มีค่าพีเอชดิน (soil pH) เท่ากับ 4.74 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) 0.35 ก./กก. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) 5.76 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) 26.41 มก./กก. ปรับค่าการนำไฟฟ้าของดินตามตำรับการทดลองให้ได้ 6 เดซิซีเมนต์/ม. ด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หลังจากการปรับค่าการนำไฟฟ้าของดินแล้วดินที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณโซเดียม 2.5 ก./กระถาง และมีคลอไรด์ 3.9 ก./กระถาง ปลูกข้าวพันธุ์กข 6 โดยใช้ต้นกล้าอายุ 15 วันหลังงอก จำนวน 3 ต้นต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 0.12 ก. N/กระถาง และ 0.05 ก.P/กระถาง ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราตามตำรับการทดลองในรูปโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าที่ระยะข้าวตั้งท้องอัตรา 0.25 ก.N/กระถาง รักษาระดับน้ำที่ระดับ 5 ซม. จนถึง 1 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด/กระถาง น้ำหนักฟาง/กระถาง จำนวนหน่อ/กระถาง จำนวนรวง/กระถาง จำนวนเมล็ดดี/กระถาง จำนวนเมล็ดลีบ/กระถาง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยว ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป และหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation analysis) ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ ที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป statistix 10

ผลการศึกษา

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิต น้ำหนักตอซัง และมวลชีวภาพ

ผลการศึกษา พบว่า ผลผลิต น้ำหนักตอซังและมวลชีวภาพได้รับอิทธิพลจากความเค็ม โดยข้าวเหนียวที่ปลูกในดินเค็มที่ระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. มีผลผลิตน้อยกว่าในดินไม่เค็ม 50% (**Table 1**) ความเค็มยังทำให้น้ำหนักตอซังและมวลชีวภาพลดลง 21.6% และ 33.2% ตามลำดับ

Table 1 Effect of salinity level and K fertilizer rate on rice yield and yield components.

	Grain yield (g/pot)	Straw weight (g/pot)	Number of tiller	Panicle Number/ pot	Filled grain/ pot	Unfilled grain/ pot	1,000-grain weight (g)	Biomass (g/pot)	HI
Salinity levels (dS m^{-1})									
0	10.8^{a}	16.2^{a}	7.5^{b}	4.5^{a}	338.4^{a}	110.7	25.3^{a}	27.1^{a}	0.39^{a}
6	5.4^{b}	12.7^{b}	9.5^{a}	3.8^{b}	172.0^{b}	90.1	20.2^{b}	18.1^{b}	0.29^{b}
F-test	**	**	**	*	**	ns	**	**	**
K rates (g K per pot)									
0	6.2^{c}	13.2	8.5	4.2	222.3^{bc}	55.7^{b}	22.2	19.4^{c}	0.30^{b}
0.05	7.0^{c}	13.4	8.7	3.8	241.1^{bc}	81.4^{ab}	22.3	20.4^{bc}	0.33^{ab}
0.10	9.4^{ab}	15.1	8.2	4.0	279.8^{ab}	83.1^{ab}	23.2	24.5^{ab}	0.37^{ab}
0.15	10.9^{a}	15.7	7.8	4.8	336.1^{a}	137.7^{ab}	23.9	26.6^{a}	0.39^{a}
0.20	7.2^{bc}	14.8	9.3	3.8	196.7^{c}	144.2^{a}	22.1	22.0^{bc}	0.31^{b}
F-test	**	ns	ns	ns	**	*	ns	**	**
CV%	16.4	15.1	11.3	20.1	14.6	51.7	6.2	11.1	12.6

ns = not significant; *, ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; means with different superscript lowercase

อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกันทำให้ข้าวมีผลผลิตและมวลชีวภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตำรับการทดลองที่มีผลผลิตสูงที่สุดคือข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง (10.9 ก./กระถาง) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.1 ก. K /กระถาง ที่ให้ผลผลิต 9.4 ก./กระถาง (**Table 1**) นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.05 และ 0.2 ก. K/กระถาง มีผลผลิตไม่แตกต่างกับตำรับควบคุมซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม ข้าวเหนียวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ยังมีมวลชีวภาพสูงที่สุด คือ 26.6 ก./กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 0.1 ก. K /กระถาง ส่วนข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมีมวลชีวภาพน้อยที่สุดที่ 19.4 ก./กระถาง ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวเหนียวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 0.05 และ 0.2 ก. K/กระถาง ส่วนน้ำหนักตอซังพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกันโดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 13.2-15.7 ก./กระถาง

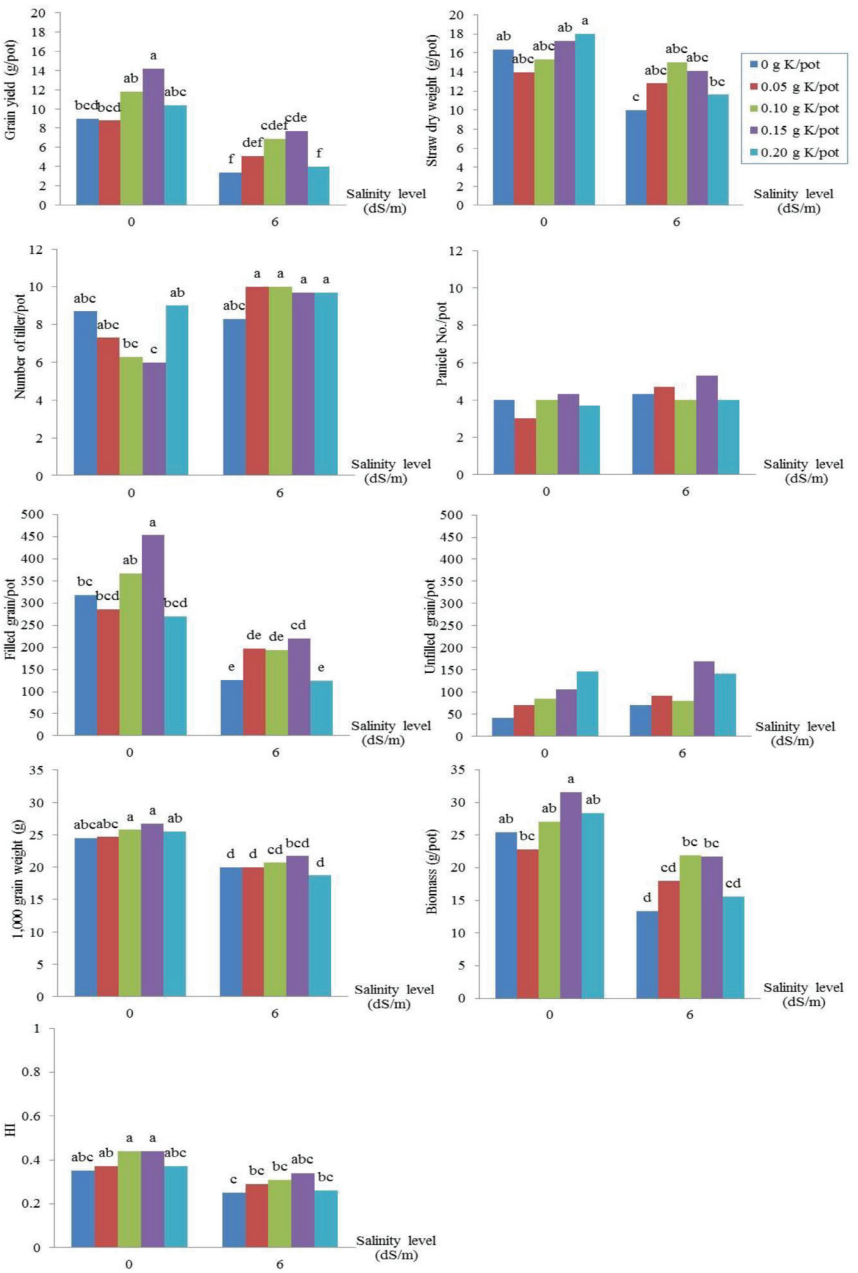


Figure 1 Effect of salinity levels and potassium fertilizer rate on grain yield, straw dry weight, number of tiller, panicle number, filled grain, unfilled grain, 1,000-grains weight, biomass and harvest index of rice grown in soils with different salinity levels.

Different lowercase letters on bars grouped under one salinity level are significantly different ($P \leq 0.01$).

Means labeled with the same letter in each column are not significant difference as determined by Tukey's test ($P < 0.05$).

การปลูกข้าวเหนียวที่ระดับความเค็ม 6 เดซิซีเมนต์/ม. พบว่า ผลผลิตข้าวเหนียวสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K /กระถาง (7.7 ก./กระถาง) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวเหนียวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.05 และ 0.1 ก. K/กระถาง (Figure 1) ส่วนข้าวเหนียวที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตต่ำที่สุดที่ 3.4 ก./กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.2 ก. K/กระถาง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินเค็มระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. ยังทำให้น้ำหนักตอซังและมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1)

จำนวนหน่อ

ข้าวเหนียวที่ปลูกในดินเค็มมีจำนวนหน่อมากกว่าข้าวเหนียวที่ปลูกในดินไม่เค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีจำนวนหน่อ 9.5 และ 7.5 หน่อ/กระถาง ตามลำดับ (Table 1) ส่วนอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกันไม่ทำให้มีจำนวนหน่อต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนหน่อระหว่าง 7.8-9.3 หน่อ/กระถาง

จำนวนรวง

ข้าวเหนียวที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 6 เดซิซีเมนต์/ม. มีจำนวนรวงลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับที่ปลูกในดินไม่เค็มโดยมีจำนวนรวงที่ 3.8 รวง/กระถาง ในขณะที่ดินไม่เค็มมีจำนวนรวง 4.5 รวง/กระถาง จำนวนรวงของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนรวงระหว่าง 3.8-4.8 รวง/กระถาง ผลการทดลองยังพบว่าข้าวมีจำนวนรวงมากที่สุดในสภาพดินเค็ม (6 เดซิซีเมนต์/ม.) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง โดยมี 5.3 รวง/กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่น (Figure 1)

จำนวนเมล็ดดี

จำนวนเมล็ดดีของข้าวเหนียวลดลงมากกว่า 49% เมื่อปลูกในดินเค็ม โดยมีจำนวนเมล็ดดี 172.0 เมล็ด/กระถาง ในดินเค็ม และ 338.4 เมล็ด/กระถาง เมื่อปลูกในดินไม่เค็ม (Table 1) สำหรับระดับของโพแทสเซียม พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก.K/กระถาง ทำให้ได้เมล็ดดีมากที่สุดที่ 336.1 เมล็ด/กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 0.1 ก.K/กระถาง ส่วนจำนวนเมล็ดดีน้อยที่สุดได้จากตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.2 ก. K/กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมและข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.05 ก. K/กระถาง

ในสภาพดินไม่เค็มการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ทำให้มีเมล็ดดีมากที่สุดที่ 452.7 เมล็ด/กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.1 ก. K/กระถาง อย่างไรก็ตามเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นถึงอัตรา 0.2 ก. K/กระถาง จำนวนเมล็ดดีกลับลดลงจนอยู่ในระดับเดียวกับตำรับควบคุมซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1) ที่ความเค็มระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ทำให้มีจำนวนเมล็ดดีมากที่สุดที่ 219.4 เมล็ด/กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.05 และ 0.1 ก. K/กระถาง แต่เมื่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียมสูงถึง 0.2 ก. K/กระถาง จำนวนเมล็ดดีลดลงจนอยู่ในระดับเดียวกับตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เช่นเดียวกับผลการทดลองในสภาพดินไม่เค็ม (Figure 1)

จำนวนเมล็ดลีบ

ระดับความเค็มไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดลีบโดยข้าวที่ปลูกในดินเค็มและดินไม่เค็มมีจำนวนเมล็ดลีบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (90.1 และ 110.7 เมล็ด/กระถางตามลำดับ) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่ที่อัตรา 0.2 ก. K/กระถาง ทำให้ข้าวเหนียวมีเมล็ดลีบสูงที่สุดเท่ากับ

144.2 เมล็ด/กระถาง ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีจำนวนเมล็ดลีบน้อยที่สุดที่ 55.7 เมล็ด/กระถาง นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งสองสภาพดินเมื่อได้รับโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกันมีจำนวนเมล็ดลีบไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนเมล็ดลีบระหว่าง 40.9-169.2 เมล็ด/กระถาง (Figure 1)

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

ระดับความเค็ม มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (25.3 ก. และ 20.2 ก. ที่ระดับความเค็ม 0 และ 6 เดซิซีเมนต์/เมตร ตามลำดับ) ทั้งนี้ ที่ปลูกในดินเค็มมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าในดินเค็มถึง 20% สำหรับปุ๋ยโพแทสเซียมต่างไม่มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดแตกต่างกัน โดยมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ระหว่าง 22.1-23.9 ก. (Table 1) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่มากที่สุดพบในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ในสภาพดินไม่เค็ม ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่น้อยที่สุดพบในสภาพดินเค็มที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0.2 ก. K/กระถาง (18.7 ก.) (Figure 1)

มวลชีวภาพ

ข้าวเหนียวที่ปลูกในดินเค็ม ทำให้มวลชีวภาพลดลง 33.2% เมื่อเปรียบเทียบกับดินไม่เค็ม (Table 1) และพบว่าข้าวเหนียวมีมวลชีวภาพสูงที่สุดที่ 26.6 ก./กระถาง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม 0.15 ก. K/กระถาง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม 0.1 ก. K/กระถาง ที่มีมวลชีวภาพ 24.5 ก./กระถาง ในดินไม่เค็มมวลชีวภาพสูงที่สุดเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.15 ก. K/กระถาง คือ 31.5 ก./กระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับควบคุมและข้าวเหนียวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม 0.1 และ 0.2 ก. K/กระถาง (Figure1) ส่วนในสภาพดินเค็ม ข้าวเหนียวมีมวลชีวภาพสูงที่สุดเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.1 ก. K/กระถาง (21.9 ก./กระถาง) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวเหนียวที่ได้รับปุ๋ยอัตราอื่นๆ ยกเว้นตำรับควบคุม (Figure 1)

ดัชนีเก็บเกี่ยว

ข้าวเหนียวที่ปลูกในดินไม่เค็มมีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าในดินเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.39 และ 0.29 ตามลำดับ (Table 1) อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 0.15 ก. K/กระถาง มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุดที่ 0.39 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.05 และ 0.1 ก. K/กระถาง การใช้โพแทสเซียมอัตรา 0.1 และ 0.15 ก.K/กระถาง ทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวสูงขึ้นในสภาพดินปกติ ส่วนในดินเค็มพบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 0.15 ก. K/กระถาง ให้ดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุดที่ 0.34 (Figure 1)

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ในสภาพดินไม่เค็มผลผลิตข้าวมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับจำนวนรวง ($r = 0.763$) จำนวนเมล็ดดี ($r = 0.801$) มวลชีวภาพ ($r = 0.864$) และดัชนีเก็บเกี่ยว ($r = 0.871$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับจำนวนเมล็ดลีบ ($r = 0.631$) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ($r = 0.548$) โดยพบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์กับดัชนีเก็บเกี่ยวมากที่สุดรองลงมาคือมวลชีวภาพ จำนวนเมล็ดดี จำนวนรวง จำนวนเมล็ดลีบและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Correlation coefficient of grain yield and yield components in rice grown under non saline soil.

Trait	Straw weight	Number of tiller/ pot	Panicle number/ pot	Filled grain/ pot	Unfilled grain/ pot	1,000 grain weight	Biomass	HI
Grain yield	0.166ns	-0.19ns	0.763**	0.801**	0.631*	0.548*	0.864**	0.871**
Straw weight		0.409ns	0.260ns	0.079ns	0.461ns	-0.029ns	0.640*	-0.298ns
Number of tiller			0.167ns	-0.471ns	0.242ns	-0.227ns	0.060ns	-0.323ns
Panicle Number/ pot				0.623*	0.384ns	0.453ns	0.727**	0.646**
Filled grain/pot					0.124ns	0.329ns	0.664**	0.681**
Unfilled grain/pot						0.356ns	0.727**	0.389ns
1,000-grain weight							0.412ns	0.512ns
Biomass								0.526*

ns = not significant , *,** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively
HI = Harvest index

ดินเค็มระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. พบว่า ผลผลิตข้าวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักฟาง จำนวนเมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยว โดยพบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพมากที่สุด (r = 0.939) รองลงมาคือ ดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนเมล็ดดี น้ำหนักฟาง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (r = 0.925, 0.832, 0.799 และ 0.589 ตามลำดับ) (**Table 3**)

Table 3 Correlation coefficient between grain yield and yield components of rice grown under saline soil 6 dS m^{-1}

Trait	Straw weight	Number of tiller/ pot	Panicle Number/ pot	Filled grain/ pot	Unfilled grain/pot	1,000 grain weight	Biomass	HI
Grain yield	0.799**	0.182ns	0.395ns	0.832**	0.139ns	0.589*	0.939**	0.925**
Straw weight		0.150ns	0.299ns	0.788**	-0.013ns	0.563*	0.958**	0.548*
Number of tiller			-0.041ns	-0.026ns	0.226ns	-0.177ns	0.174ns	0.210ns
Panicle Number/pot				0.566*	0.414ns	0.100ns	0.361ns	0.499ns
Filled grain/pot					0.086ns	0.515*	0.851**	0.749**
Unfilled grain/ pot						-0.133ns	0.059ns	0.269ns
1,000 grain weight							0.606*	0.468ns
Biomass								0.759**

ns = not significant , *,** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively
HI = Harvest index

วิจารณ์

การทดลองนี้พบว่าข้าวเหนียวที่ปลูกในดินเค็มระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. มีผลผลิตลดลงถึง 50% เมื่อเปรียบเทียบเทียบกับข้าวเหนียวที่ปลูกในดินไม่เค็ม ซึ่งสอดคล้องกับ Zeng and Shannon (2000) ที่พบว่า ข้าวพันธุ์ M202 (*Oryza sativa* ssp. japonica) มีผลผลิตลดลงมากกว่า 50% เมื่อปลูกในดินเค็มที่มีค่า ECe 6.1 เดซิซีเมนต์/ม. และได้สรุปว่าที่ปลูกในดินเค็มจะมีผลผลิตลดลงเมื่อค่าความเค็มสูงกว่า 3.4

เดซิซีเมนต์/ม. ความเค็มยังส่งผลถึงการเจริญเติบโตด้านอื่นๆ ของข้าวด้วย เช่น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรากและส่วนเหนือดินลดลง (Joseph et al., 2010) Karami et al. (2010) รายงานว่า น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและผลผลิตข้าวลดลงเมื่อค่าความเค็มเพิ่มมากขึ้น ในการทดลองนี้พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.1-0.15 ก. K/กระถาง ทำให้ผลผลิตและมวลชีวภาพของข้าวเหนียวที่ปลูกในดินเค็มเพิ่มขึ้น ธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุประจุบวกที่พืชต้องการมาก แต่ภายใต้สภาพดินเค็มการดูดใช้โพแทสเซียมจะถูกจำกัดจากการแข่งขันระหว่างโซเดียมและโพแทสเซียม การเพิ่มธาตุโพแทสเซียมให้ดินช่วยให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ดีขึ้น (Wakeel, 2013) Römheld and Kirkby (2010) สรุปว่าบทบาทของโพแทสเซียมในการทำให้พืชทนทานต่อความเค็มคือช่วยปรับแรงดันออสโมติก (osmotic adjustment) ช่วยให้พืชมีความสามารถทนสภาวะแล้ง ความเค็มได้ดีขึ้น และลดการเป็นพิษจากการสะสมโซเดียม Zain and Ismail (2016) พบว่าปุ๋ยโพแทสเซียมช่วยลดผลกระทบจากความเครียดน้ำและเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในข้าวที่อยู่ภายใต้ความเครียดน้ำ อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้เมื่อให้ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงถึง 0.2 ก. K/กระถาง ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากในการทดลองนี้ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป KCl ซึ่งโดยทั่วไปการใช้ปุ๋ย KCl ในดินเค็มอาจทำให้ความเข้มข้นของเกลือในบริเวณรากพืชเพิ่มขึ้นได้ (Fageria, 2014) Cerezo et al. (1997) พบว่าความเค็มที่เกิดจากเกลือ NaCl หรือ KCl จะยับยั้งการดูดใช้ไนเทรตของต้นส้มในระยะต้นกล้าเนื่องจากเกิดการแข่งขันระหว่าง NO_3^- และ Cl^- Ranjha et al. (2001) ทำการทดลองการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมกับข้าว Basmati ในสภาพดินไม่เค็ม ข้าวที่ได้รับโพแทสเซียมในรูป KCl มีการสะสมคลอไรด์ไอออนในต้นสูงกว่าข้าวที่ได้รับ K_2SO_4 มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ Von Braunschweig (1986) รายงานว่าภายใต้สภาพดินเค็มที่เกิดจาก NaCl การให้โพแทสเซียมในรูปของ K_2SO_4 จะเหมาะสมกว่า KCl เพราะลดปริมาณคลอรีนที่มีอยู่มากในวัตถุต้นกำเนิดดิน และข้าวได้รับซัลเฟอร์เพิ่มเติมโดยเฉพาะในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ และเป็นดินเนื้อค่อนข้างหยาบ นอกจากนี้ในการทดลองนี้ยังพบว่าดินเค็มทำให้น้ำหนักต่อชัง จำนวนรวง จำนวนเมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยวลดลง Zeng and Shannon (2000) รายงานว่าผลผลิตข้าวที่ลดลงในดินเค็มเนื่องจากการลดลงของจำนวนดอกเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี จำนวนหน่อ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และจำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลง ในการทดลองนี้พบว่าการให้โพแทสเซียมกับข้าวเหนียวในอัตรา 0.1-0.15 ก. K/กระถาง ทำให้ข้าวเหนียวที่ปลูกในสภาพดินเค็มระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. มีผลผลิตสูงขึ้น โดยทำให้จำนวนเมล็ดดี มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยวเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามผลของการให้โพแทสเซียมในอัตราสูงกับข้าวเหนียวในการศึกษานี้อาจมีความแตกต่างกับการปลูกข้าวในสภาพไร่ เนื่องจากเป็นการทดลองในระบบปิด มีการควบคุมระดับน้ำสม่ำเสมอตลอดการทดลอง ในขณะที่ในสภาพไร่มีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน การชะล้าง ความแตกต่างของเนื้อดินรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินระหว่างฤดูปลูกซึ่งส่งผลถึงความเค็มของดินและการเปลี่ยนรูปของโพแทสเซียม (Li et al., 2014; Arunin and Pongwichian, 2015) การประยุกต์ใช้ผลการทดลองนี้ในสภาพไร่จำเป็นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ประกอบด้วย

สรุป

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.5 ก. K/กระถาง ในสภาพดินเค็มที่ระดับ 6 เดซิซีเมนต์/ม. ทำให้ผลผลิตข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 เพิ่มขึ้นในสภาพกระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เนื่องจากช่วยเพิ่มน้ำหนักฟาง จำนวนเมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามการนำผลการศึกษาไปใช้ในสภาพแปลงเกษตรกร ควรมีการศึกษาในสภาพแปลงทดลองเพิ่มเติมเนื่องจากอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสภาพแวดล้อมด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรกนก เภาโพธิ์, พรทิพย์ ศรีมงคล, ศุภสิทธิ์ สิทธาพานิช และ วิมลนันทน์ กันเกตุ. 2557. ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการตอบสนองของข้าวในดินเค็ม. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 1): 82-88.

กรมการข้าว. 2561. องค์ความรู้เรื่องข้าว. https://bit.ly/2nykCSn. ค้นเมื่อ 29 มกราคม 2561.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

Arunin S., and P. Pongwichian. 2015. Salt-affected soils and management in Thailand. Bull Soc. Sea Water Sci. Jpn. 69: 319–325.

Cerezo, M., P. Garcia-Agustin, M. D. Serna, and E. Primo-Millo. 1997. Kinetics of nitrate uptake by citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. Plant Sci. 126: 105-112._

Cha-um, S., Y. Pokasombat, and C. Kirdmanee. 2011. Remediation of salt-affected soil by gypsum and farmyard manure – importance for the production of Jasmine rice. AJCS. 4: 458-465.

Fageria, N. K. 2014. Mineral Nutrition in Rice. Boca Raton, FL: CRC Press.

Joseph, B., D. Jini, and S. Sujatha. 2010. Biological and physiological perspectives of specificity in abiotic salt stress response from various rice plants. AJAS. 2: 99-105.

Kafkafi, U., and N. Bernstein. 1996. Root Growth under Salinity Stress. In: Eshel, A., Y. Waisel, and U. Kafakai (eds) Plant Roots: The hidden half, 2nd ed. Marcel Dekker Inc, New York.

Kanawapee, N., J. Sanitchon, W. Lontom, and P. Theerakulpisut. 2012. Evaluation of salt tolerance at the seedling stage in rice genotypes by growth performance, ion accumulation, proline and chlorophyll content. Plant Soil. 358: 235-249.

Karami, A., M. Homaee, and S. Basirat. 2010. Quantitative and qualitative responses of rice genotypes (*Oryza Sativa*) to salinity levels of drained water. P. 107–110. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for A Changing World, August 1–6, 2010 Brisbane, Australia.

Keshavarz, P., M. Nourihoseini, and M .J. Malakouti. 2004. Effect of soil salinity on K critical level for cotton and its response to sources and rates of K fertilizers. IPI Regional Workshop on Potassium and Fertigation Development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco, 24-28 November.

Li, X. P., S. X. Chang, and K. F. Salifu. 2014. Soil texture and layering effects on water and salt dynamics in the presence of a water table: a review. Environ Review. 22: 41-50.

Ranjha, A. M., T. Waheed, S. M. Mehdi, and S. S. Rehman. 2001. Effect of potassium sources on rice yield. IJAB. 3: 69-71.

Römheld, V., and E. A. Kirkby. 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant Soil. 335: 155-180.

Von Braunschweig, L. C. 1986. Types of K fertilizers in K replacement strategy. P. 253-262. In: Proceedings of 13th IPI congress, Nutrient balances and the needs for potassium, August 1986, Reims, France.

Wakeel, A. 2013. Potassium–sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. J. Plant Nutr. Soil Sci. 176: 344-354.

Yuvaniyama, A., C. Dissataporn, P. Pongwichian, and P. Yamclee. 2008. Salinity problems and sustainable management in Nakhon Ratchasima province, northeast Thailand. In: Proceedings of 2nd international salinity forum, March 2008, Adelaide, Australia.

Zain, N. A. M., and M. R. Ismail. 2016. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange and biochemical changes in rice (*Oryza sativa*) planted under cyclic water stress. Agricultural Water Management. 164: 83-90.

Zeng, L., and M. C. Shannon. 2000. Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. Crop Science. 40: 996-1003.