

ผลของสภาวะความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของ ดินปลูกและการร่วงของใบทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

Effect of Salinity Stress on Changing of Soil Properties and Falling Leaves of Durian cv. Kan Yao

กัณฑ์พงษ์ แก้วกมล, วิลาวรรณ เชื้อบุญ,

อรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์ และดุสิต อธิโนวัฒน์*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เบญญา เชิดหิรัญกร

สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุและสิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Kantapong Kaewkamol, Wilawan Chearboon,

Ornprapa Thepsilpwisuit and Dusit Athinuwat*

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Benya Cherdhirunkorn

Department of Materials and Textiles Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: June 17, 2019; Accepted: July 3, 2019

บทคัดย่อ

ผลกระทบของความเครียดจากความเค็มต่อสมบัติบางประการของดินปลูกและการหลุดร่วงของใบทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ศึกษาด้วยการรดน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.2 (T2), 0.5 (T3), 1.0 (T4) และ 2.0 (T5) ppt ให้แก่ต้นทุเรียนพันธุ์ก้านยาวเลี้ยงยอดสูง 90-100 เซนติเมตร ทุก ๆ 2 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (T1) จากนั้นวิเคราะห์ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus, P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable potassium, K) โซเดียม (sodium, Na) คลอไรด์ (chloride, Cl) แมกนีเซียม (magnesium, Mg) แคลเซียม (calcium, Ca) และอัตราการดูดซับเกลือของดิน (salt absorption ratio, SAR) ของดินปลูก รวมทั้งวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกด้วยวิธีมาตรฐาน ตลอดจนการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของใบทุเรียนในสัปดาห์ที่ 8 หลังรด

น้ำเกลือด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่าการใช้น้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้น 0.2 (T2), 0.5 (T3), 1.0 (T4) และ 2.0 (T5) ppt รดต้นทุเรียน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า อัตราการดูดซับเกลือของดิน ปริมาณโซเดียม และคลอไรด์ ส่งผลให้เกิดตะกอนแมกนีเซียมและแคลเซียม ความเครียดจากความเค็มจากการใช้น้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้น 1.0 (T4) และ 2.0 (T5) ppt รดต้นทุเรียน ส่งผลให้มีการหลุดร่วงของใบทุเรียนในสัปดาห์ที่ 8 หลังรดน้ำเกลือ 79.2 และ 100 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำปกติในร่องสวนที่มีความเค็ม 0.07 ppt รดต้นทุเรียน ส่งผลให้มีการหลุดร่วงของใบทุเรียนในสัปดาห์ที่ 8 หลังรดน้ำ 53.9 % ทั้งนี้สภาวะความเค็มไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แต่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียน การศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าสภาวะความเค็มมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการและมีผลต่อการหลุดร่วงของใบทุเรียน ดังนั้นปัญหาความเค็มของน้ำจึงต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อปกป้องพื้นที่สวนทุเรียนพันธุ์ก้านยาวในเขตจังหวัดนนทบุรีจากความเครียดจากความเค็ม

คำสำคัญ : ทุเรียน; พันธุ์ก้านยาว; เกลือแกง; จังหวัดนนทบุรี; ความเครียดจากความเค็ม

Abstract

Salinity stress affected changing of soil properties and durian tree falling leaves of durian cv. Kan Yao was investigated by watering 90-100 cm height Kan Yao durian with 0.2 (T2), 0.5 (T3), 1.0 (T4), and 2.0 (T5) ppt NaCl solutions every 2 days for 8 weeks compared with control treatment (T1). Soil pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), available phosphorus (P), exchangeable potassium (K), sodium (Na), Cl (chloride), magnesium (Mg), calcium (Ca), and salt absorption ratio (SAR) and water EC and water salinity were measured by standard methods. The percentage of durian tree falling leaves was observed at week 8 after treated. Results revealed that all concentrations of NaCl solutions (T2-T5) affected soil pH, EC, SAR, Na, and Cl which involving Mg and Ca sediment formed. Salinity stress by watering Kan Yao durian with 1.0 (T4), and 2.0 (T5) ppt NaCl solutions affected durian tree falling leaves within 8 weeks to 79.2 and 100 %, respectively. By the way, watering fresh water in canal with 0.07 ppt salinity also affected durian tree falling leaves within 8 weeks to 53.9 %. Salinity stress did not affect organic matter, P, and K but water EC and water salinity. Therefore, this study indicates that salinity stress affects changes of soil properties and durian tree falling leaves. The water salinity problem needs to be solved immediately for protecting the Kan Yao durian production area in Nontaburi province from salinity stress problem.

Keywords: durian; Kan Yao cultivar; sodium chloride; Nontaburi province; salinity stress

1. คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ให้ผลตอบแทนต่อไร่สูงมากที่สุดพืชหนึ่ง การเลือกพื้นที่สำหรับปลูกทุเรียน

ควรเลือกพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำที่น้ำท่วมไม่ถึง และไม่ควรรดน้ำที่มีความเค็มเกิน 0.20 ppt รดต้นทุเรียน เพราะอาจทำให้ต้นทุเรียนตายได้ (ปราณี, 2533)

โดยเฉพาะพันธุ์ก้านยาวที่มีแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในจังหวัดนนทบุรี ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมหลายครั้งในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา (ทรงชัย, 2562) โดยเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 ส่งผลกระทบให้พื้นที่สวนทุเรียนในจังหวัดนนทบุรีเสียหายอย่างมาก เกษตรกรบางรายฟื้นฟูสวนทุเรียนขึ้นมาใหม่จนสำเร็จ แต่บางรายพยายามฟื้นฟูสวนทุเรียนแต่ยังไม่สำเร็จ ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 ถึงปัจจุบัน เกษตรกรสวนทุเรียนในจังหวัดนนทบุรียังคงประสบปัญหาน้ำทะเลหนุนสูงและน้ำท่วมสวนทุเรียน ส่งผลให้ระดับความเค็มของน้ำในสวนทุเรียนที่ไร้รดต้นทุเรียนปรับเพิ่มสูงขึ้นถึง 0.37 ppt (สำนักข่าวไทย, 2562) ทำให้ทุเรียนทั้งที่มีอยู่เดิมและที่เริ่มปลูกใหม่ตายลง

ความเค็มของดินและน้ำที่ใช้ในการเกษตรมีความสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตพืชและผลผลิต โดยจะเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำของพืช การแลกเปลี่ยนประจุระหว่างพืชและดิน การสังเคราะห์ด้วยแสง ตลอดจนการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชต่างชนิดจะมีกลไกการตอบสนองต่อความเค็มที่ต่างกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุล โดยพืชจะรับรู้ถึงความเครียดจากความเค็ม (salinity stress) ผ่านการเกิดความเครียดออสโมติก (osmotic stress) และความเครียดไอออนิก (ionic stress) ซึ่งสัญญาณจากความเครียดเหล่านี้จะทำให้พืชเกิดกิจกรรมตอบสนองต่อความเค็มในรูปแบบต่าง ๆ (Kumar *et al.*, 2017)

การศึกษาวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับความเครียดของพืชจากความเค็ม พบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นหนึ่งสาเหตุของความเครียดจากความเค็ม ทำให้เกิดอนุมูลอิสระในรูปแบบของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen species, ROS) เพิ่มสูงขึ้น การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) เพิ่มขึ้น

เพื่อกำจัด ROS โดยเปลี่ยน ROS ให้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) นอกจากนี้ความเค็มทำให้พืชสะสมโซเดียม (Na) ปริมาณมาก จนไม่สามารถดูดซึมแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และธาตุอาหารรองอื่น ๆ ซึ่งทำให้พืชเกิดการขาดธาตุอาหารและหยุดชะงักการเจริญเติบโตได้ อีกทั้งยังทำให้พืชขาดน้ำได้อีกด้วย เนื่องจากน้ำในดินเกิดแรงดันออสโมติก ทำให้พืชดูดน้ำได้ลดลง (จันทร์จิรา และศิริพรรณ, 2559) เซลล์ของรากพืชจะเกิดการ plasmolysis ซึ่งเป็นกระบวนการสูญเสียน้ำของเซลล์ส่วนที่เป็นเมมเบรนของเซลล์โปรโตพลาส (protoplast) โดยจะแยกตัวออกจากผนังเซลล์รวมทั้งเมื่อมีความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตของรากฝอยลดลง (Volgger *et al.*, 2010; Lang *et al.*, 2014)

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ เช่น Dionisio-Sese และ Tobita (1998) ศึกษาการตอบสนองต่อความเค็มในการเพาะต้นกล้าข้าวพันธุ์ต่าง ๆ โดยศึกษาข้าวพันธุ์ที่ทนเค็มและข้าวที่ไม่ทนเค็ม พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวที่ไม่ทนเค็มจะเติบโตช้าลง มีการสะสม Na^+ ในใบในปริมาณมากกว่าข้าวพันธุ์ที่ทนเค็ม กิจกรรมของเอนไซม์ SOD ลดลง ส่งผลให้ไม่สามารถกำจัด ROS ทันสถานการณ์ ข้าวที่ไม่ทนเค็มจึงหยุดชะงักการเจริญเติบโต ขณะที่ข้าวพันธุ์ทนเค็มมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์เป็นปกติ

จันทร์จิรา และศิริพรรณ (2559) ศึกษาผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ต่อพืชถั่วเหลือง พบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณการผลิตคลอโรฟิลล์ในใบของถั่วเหลืองลดลง นอกจากนั้นปริมาณโปรตีนและกิจกรรมของเอนไซม์ SOD สูงขึ้นกว่ากรรมวิธีควบคุม

ธนภูมิ (2560) รายงานผลของความเค็มต่อสรีรวิทยาของข้าว 5 สายพันธุ์ ซึ่งพบว่าในสภาวะที่

มีความเค็มสูงขึ้น ใบข้าวมีการสะสมโซเดียมเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการดูดซึมโพแทสเซียมและปริมาณรงควัตถุอื่น ๆ ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวลดลง หากมีการศึกษาผลของน้ำเค็มความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินปลูกและการตอบสนองของต้นทุเรียน จะทำให้ทราบถึงระดับความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุเรียน ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถเฝ้าระวัง ติดตาม และแก้ไขปัญหาความเค็มของดินและน้ำ ที่จะส่งผลต่อต้นทุเรียนได้ทันสถานการณ์

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำเค็มจากโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการหลุดร่วงของใบทุเรียนพันธุ์ก้านยาว และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินปลูกด้วยวิธีมาตรฐาน ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ค่า pH และปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) โซเดียม (sodium, Na) คลอไรด์ (chloride, Cl) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus, P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable potassium, K) แมกนีเซียม (magnesium, Mg) แคลเซียม (calcium, Ca) และอัตราการดูดซับเกลือของดิน (salt absorption ratio, SAR) ของดินปลูก รวมทั้งวิเคราะห์ค่า EC และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขสภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกต้นทุเรียนต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อดินปลูก

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) เพื่อจำลองสภาวะการได้รับน้ำเค็มของต้นทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ด้วยการรดน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น

ต่าง ๆ ให้ต้นทุเรียน ในปริมาณต้นละ 1000 มิลลิลิตร/วัน ทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ได้แก่ (1) T1 คือ การใช้น้ำปกติ (ไม่เติม NaCl) ซึ่งมีความเค็มประมาณ 0.07 ppt (2) T2 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 0.2 ppt (3) T3 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 0.5 ppt (4) คือ T4 การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 1.00 ppt และ (5) T5 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 2.00 ppt

โดยใช้ต้นพันธุ์ทุเรียนก้านยาวเสียบยอด ขนาดความสูง 90-100 เซนติเมตร ปลูกด้วยดินสำเร็จรูปผสมปุ๋ยคอกอัตราส่วน 1:1 ในกระถางพลาสติกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ซึ่งมีถาดรองน้ำ เก็บรักษาต้นทุเรียนกรรมวิธีต่าง ๆ ในเรือนปลูกพืชทดลอง วิเคราะห์สมบัติบางประการของดินปลูกก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่า pH ด้วยเครื่อง pH/EC meter และปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ (OM) (Walkley and Black, 1934) โซเดียม (Na) (ammonium acetate method) คลอไรด์ (Cl) (water extraction, Mohr' titration) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (P) (Bray II method) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (K) แมกนีเซียม (Mg) และแคลเซียม (Ca) (NH₄OAc method) และอัตราการดูดซับเกลือของดิน (SAR) ของดินปลูก วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2.2 การศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่า EC และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก

วิเคราะห์ค่า EC ของน้ำที่ผ่านดินปลูก ด้วยเครื่อง pH/EC meter และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกด้วยเครื่องวัดความเค็ม บันทึกข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2.3 การศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการหลุดร่วงของใบทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

นับจำนวนใบทุเรียนที่หลุดร่วงในแต่ละกรรมวิธีในข้อ 2.1 พร้อมสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพ ได้แก่ สีใบ ความเสียหายของใบ และการหลุดร่วงของใบทุเรียนเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียม

คลอไรด์ต่อดินปลูก

ผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ต่อค่า pH และค่า EC ของดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว พบว่าในสัปดาห์ที่ 8 หลังการวิจัยทุกกรรมวิธี (T1-T5) ส่งผลให้ค่า pH ของดินอยู่ระหว่าง 7.00-7.17 (ตารางที่ 1) ซึ่ง pH ดังกล่าวสูงกว่าค่า pH ที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียน (pH 5.5-6.5) (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2562) เนื่องจากการใช้น้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ในกรรมวิธี T2-T5 (0.2, 0.5, 1.00 และ 2.00 ppt) ส่งผลให้ค่า pH สูงขึ้น ถึงแม้ว่า T1 จะใช้น้ำปกติ (ไม่เติม NaCl) รดต้นทุเรียน ก็ยังส่งผลให้ค่า pH ของดินเป็น 7.14 เนื่องจากน้ำปกติที่เกษตรกรใช้รดต้นทุเรียน มีความเค็มอยู่ประมาณ 0.07 ppt ดังนั้นทุกกรรมวิธี (T1-T5) จึงส่งผลให้ค่า pH สูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชโดยทั่วไปรวมทั้งทุเรียน

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า และอัตราการดูดซับเกลือของดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

กรรมวิธี	ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ^{1/}		
	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	อัตราการดูดซับเกลือของดิน
T1	7.14 a	3.05 c	0.85 d
T2	7.09 a	3.95 c	2.37 d
T3	7.17 a	8.11 b	6.92 c
T4	7.00 a	12.89 a	11.96 b
T5	7.17 a	16.46 a	23.66 a

^{1/} ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) และอัตราการดูดซับเกลือของดิน (salt absorption ratio, SAR) ของดินที่ใช้ปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาวไม่แตกต่างและแตกต่างกันตามตัวอักษร ตามลำดับเปรียบเทียบตามคอลัมน์ วิเคราะห์หาความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range tests (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่ง T1 คือ การใช้น้ำปกติ (ไม่เติม NaCl) ซึ่งมีความเค็มประมาณ 0.07 ppt; T2 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 0.2 ppt; T3 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 0.5 ppt; T4 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 1.00 ppt; T5 คือ การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 2.00 ppt

เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้า EC ของดินในกรรมวิธีต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากรรมวิธี T4 การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 1.00 ppt และ T5 การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 2.00 ppt ส่งผลให้ค่า EC สูงที่สุด เท่ากับ 12.89 และ 16.46 dS/m ตามลำดับ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม ค่า EC ในทุกกรรมวิธี (T1-T5) เท่ากับ 3.05-16.46 dS/m ล้วนแล้วแต่สูงกว่าค่า EC ที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.52-0.65 dS/m (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2562) เนื่องจาก NaCl เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นโซเดียมไอออน (Na^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ดังนั้นในกรรมวิธีที่มี NaCl ความเข้มข้นสูงขึ้น จึงส่งผลให้ค่า EC สูงขึ้นตามไปด้วย และค่า EC ดังกล่าวบ่งชี้ว่าดินในทุกกรรมวิธีเป็นดินเค็ม เนื่องจากดินเค็ม คือ ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 2 dS/m (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) ซึ่งเมื่อค่า EC ของดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียนและความเค็มในดิน อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นทุเรียน

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ของดินปลูกทุเรียนในทุกกรรมวิธี พบว่าทุกกรรมวิธี (T1-T5) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับสูงมาก (21.19-28.67 %) เนื่องจากการปลูกทุเรียนด้วยดินสำเร็จรูปผสมปุ๋ยคอก ซึ่งมีการเติมอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชตั้งแต่ขั้นตอนการผสมดินบรรจุจำหน่ายและนำมาผสมปุ๋ยคอกเพิ่มเติมอีกด้วย ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสมกับทุเรียนเท่ากับ 2-3 % (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ รดต้นทุเรียน ไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการประเมินไม่เพียงพอต่อการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ ผลการทดลองครั้งนี้

จึงไม่สอดคล้องกับรายงานของ Tejada และคณะ (2006) ที่พบว่า การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินสามารถช่วยลดความเค็มของดิน โดยอินทรีย์วัตถุในดินจะช่วยช่วยเพิ่มอัตราการชะล้างโซเดียมไอออนและลดปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ถึง 50 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ขณะเดียวกันในระหว่างที่อินทรีย์วัตถุในดินเกิดการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้เกิดสภาวะการเป็นกรด กรดเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการแตกตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในดินเป็นแคลเซียมไอออน ซึ่งแคลเซียมไอออนที่เกิดขึ้นจะไปแทนที่โซเดียมไอออนที่อยู่ในสารละลายดิน ได้เป็นแคลเซียมคลอไรด์และโซเดียมคาร์บอเนต ทำให้ความเค็มในดินลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544)

เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (K) ในดินปลูกทุเรียนทุกกรรมวิธี พบว่าทุกกรรมวิธี (T1-T5) มีปริมาณ P และ K สูงมากเท่ากับ 1,206.81-1,682.78 mg/kg และ 735.53-1180.15 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าเป็นผลตกค้างของปุ๋ยในดินผสมสำเร็จที่ใช้ในการปลูกทุเรียน ขณะที่ปริมาณ P และ K ที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียนเท่ากับ 35-60 mg/kg และ 100-120 mg/kg ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) รวมทั้งค่า pH ของดินสูงกว่า 7 จึงส่งผลให้ฟอสฟอรัสโพแทสเซียม แมงกานีส สังกะสี ทองแดง และโคบอลต์ อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลง เกิดความเป็นพิษของโซเดียม โบรอน โมลิบดีนัม เกิดการตกตะกอนของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายได้ ดินขาดธาตุสังกะสี ไนโตรเจน และอินทรีย์วัตถุ (อรุณี, 2540)

เมื่อพิจารณาปริมาณโซเดียมและคลอไรด์ในดินปลูกทุเรียนทุกกรรมวิธี พบว่าปริมาณ Na และ Cl ในดินสูงขึ้น เมื่อมีการใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นรดต้นทุเรียน (ตารางที่ 2)

และเมื่อดินที่ได้รับการรดน้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้นสูงขึ้น (0.2, 0.5, 1.00 และ 2.00 ppt) อย่างต่อเนื่อง จะมีการสะสมและดูดซับเกลือไว้ในดิน ดังจะเห็นได้จากค่า SAR ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการรดน้ำเกลือความเข้มข้น 2.00 ppt พบว่ามีค่า SAR สูงถึง 23.66 เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนที่รดน้ำปกติ ซึ่งมีค่าความเค็มเท่ากับ 0.07 ppt มีค่า SAR เท่ากับ 0.85 (ตารางที่ 1) บ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้

น้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้นต่าง ๆ รดต้นทุเรียน ส่งผลให้อัตราการดูดซับเกลือของดิน (salt absorption ratio, SAR) เพิ่มสูงขึ้นและเกิดสภาวะดินเค็ม ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของพืชดังกล่าวมาข้างต้น จนกระทั่งเกิดความเป็นพิษของโซเดียม โบรอน โมลิบดินัม ทำให้แคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายได้ในดินเกิดการตกตะกอน (อรุณี, 2540)

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พบในดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

กรรมวิธี	ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พบในดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาวในแต่ละกรรมวิธี ^{1/}						
	OM (%)	Na (mg/kg)	Cl (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Ca (mg/kg)
T1	21.19 b	190.23 e	431.40 d	1,546.3 b	959.66a b	1,485.66 a	10,354.0 a
T2	28.17 a	659.19 d	438.00 d	1,206.81 b	852.17a b	1,223.85 b	9,535.24 b
T3	25.32 a	1,582.25 c	1,419.65 c	1,459.29 b	840.20a b	1,277.71 b	9,430.48 b
T4	25.72 a	3,670.31 b	2,861.30 b	1,445.64 b	1180.15 a	1,528.88 a	9,649.52 b
T5	28.67 a	5,954.60 a	4,439.42 a	1,682.78 a	735.53 b	1,331.58a b	9,425.71 b

^{1/}ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินที่ใช้ปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) โซเดียม (sodium, Na) คลอไรด์ (chloride, Cl) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus, P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable potassium, K) แมกนีเซียม (magnesium, Mg) และแคลเซียม (calcium, Ca) แตกต่างกันตามตัวอักษร เปรียบเทียบตามคอลัมน์ โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (รายละเอียดกรรมวิธี T1-T5 ดังตารางที่ 1)

เมื่อพิจารณาปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ในดินปลูกทุเรียน พบว่าปริมาณ Mg ในดินปลูกทุเรียนกรรมวิธี T2-T5 มีปริมาณเท่ากับ 1,223.85-1,528.88 mg/kg ซึ่งมีแนวโน้มลดลงจากกรรมวิธีควบคุม T1 (ตารางที่ 2) ขณะที่แมกนีเซียมที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียนเท่ากับ 250-450 mg/kg (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) เมื่อพิจารณาปริมาณแคลเซียม (Ca) ในดินปลูกทุเรียน พบว่า

ปริมาณ Ca ในดินปลูกทุเรียนในทุกกรรมวิธีให้ผลการวิจัยไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณ Mg โดยดินกรรมวิธี T2-T5 มีปริมาณแคลเซียม 9,425.71-9,535.24 mg/kg น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.05) กับกรรมวิธีควบคุม T1 ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 10,354.0 mg/kg (ตารางที่ 2) ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียนเท่ากับ 800-1,500 mg/kg (กรมส่งเสริม

การเกษตร, 2556) สอดคล้องกับรายงานของอรุณี (2540) พบว่าปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายได้ในดินจะเกิดการตกตะกอนในสภาวะโซเดียมเป็นพิษ บ่งชี้ให้เห็นว่าการรดน้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้น 0.2 ppt ขึ้นไป ส่งผลให้เกิดสภาวะ

ความเป็นพิษของโซเดียม ทำให้เกิดการตกตะกอนของแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน และแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายได้ในดินบางส่วนถูกทำปฏิกิริยาไป ทำให้แคลเซียมและแมกนีเซียมในสารละลายดินลดลง

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก

กรรมวิธี	ค่า EC ของน้ำที่ผ่านดินปลูก (dS/m) ¹⁾				ความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก (ppt) ¹⁾			
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 8
T1	0.89 d	0.99 d	1.35 d	0.23 e	0.03 e	0.37 d	0.46 d	0.60 d
T2	1.02 d	1.32 d	1.87 d	0.47 d	0.22 d	0.47 cd	0.60 d	0.82 d
T3	1.45 c	2.46 c	3.42 c	1.11 c	0.50 c	0.60 c	1.08 c	1.65 c
T4	2.13 b	3.71 b	5.34 b	2.16 b	1.03 b	0.97 b	1.73 b	2.64 b
T5	3.64 a	7.36 a	10.95 a	4.06 a	2.01 a	1.72 a	3.78 a	5.79 a

¹⁾ จำนวนใบร่วงของทุเรียนพันธุ์ก้านยาวแตกต่างกันตามตัวอักษร เปรียบเทียบตามคอลัมน์ โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (รายละเอียดกรรมวิธี T1-T5 ดังตารางที่ 1)

3.2 ผลการศึกษาผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก

ผลของน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ต่อค่า EC และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ดังตารางที่ 3 ค่า EC ของน้ำที่ไหลผ่านดินปลูก เป็นการแสดงถึงการนำไฟฟ้าของน้ำที่เกิดจากการมีประจุไฟฟ้าในน้ำ โดยเกิดขึ้นจากการแตกตัวของ NaCl ที่ละลายในน้ำ ผลการวิจัยพบว่าค่า EC ของกรรมวิธีควบคุม T1 ตลอดระยะเวลาการวิจัย 8 สัปดาห์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) กับ T2 การใช้น้ำที่มี NaCl ความเข้มข้น 0.2 ppt แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) กับ T3, T4 และ T5 โดยค่า EC ของน้ำที่ผ่านดิน

ปลูกทุเรียนเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้รดต้นทุเรียน ซึ่งให้ผลการวิจัยไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูก มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อรดด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการวิจัย 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ค่า EC และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียนยังเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการทดลองที่นานขึ้น โดยค่า EC ของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียนในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 8 เท่ากับ 0.89-3.64, 0.99-7.36, 1.35-10.95 และ 0.23-4.06 dS/m ตามลำดับ และความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียนในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 8 เท่ากับ 0.03-2.01, 0.37-1.72, 0.46-3.78 และ 0.60-5.79 ppt แสดงให้เห็นว่าเมื่อรดน้ำเกลือ NaCl ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.2, 0.5, 1.00 และ 2.00 ppt) จะเกิดการสะสมความเค็มไว้ในดิน และเมื่อรดน้ำครั้ง

ไปจะเกิดการชะล้างเกลือโซเดียมออกมาที่น้ำ ส่งผลให้ค่าความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกมีค่าเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ที่วิเคราะห์ผลการทดลอง ยิ่งไปกว่านั้นกรรมวิธีควบคุมที่มีการใช้น้ำปกติ ซึ่งมีความเค็ม 0.07 ppt รดต้นทุเรียนทุกสัปดาห์ สามารถเพิ่มความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียนได้เท่ากับ 0.37 ppt เมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ ซึ่งสูงกว่าความเค็มของน้ำที่เหมาะสมต่อต้นทุเรียนเท่ากับ 0.20 ppt (ปราณี, 2533) จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นทุเรียนพันธุ์ก้านยาวในพื้นที่ปลูกในเขตจังหวัดนนทบุรีตายเป็นวงกว้าง ดังนั้นปัญหาน้ำทะเลหนุนจนกระทั่งน้ำในร่องสวนที่ไช้รดต้นทุเรียนมีระดับความเค็ม 0.07 ppt ซึ่งส่งผลกระทบต่อสวนทุเรียน ทำให้ทุเรียนตายได้ จำเป็นต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน

4. สรุป

ผลการศึกษาสภาวะความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินปลูกและการร่วงของใบทุเรียนพันธุ์ก้านยาวสามารถสรุปว่าความเค็มของน้ำ ≥ 0.2 ppt เมื่อรดต้นทุเรียนพันธุ์ก้านยาวเสียหายยอด ขนาดความสูง 90-100 เซนติเมตร ทุก ๆ 2 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้เกิดสภาวะการสะสมโซเดียมในดินจนกระทั่งเป็นพิษกับพืช และเกิดการตกตะกอนของแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน ทำให้ต้นทุเรียนอ่อนแอและเกิดความบกพร่องของระบบท่อลำเลียง ส่งผลให้เกิดอาการใบร่วง และหากน้ำที่ไช้รดต้นทุเรียนมีความเค็ม ≥ 1.0 ppt จะทำให้ทุเรียนใบไหม้และใบร่วงอย่างรวดเร็ว ยิ่งไปกว่านั้นการใช้น้ำในร่องสวนทุเรียนในเขตจังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีความเค็มประมาณ 0.07 ppt รดต้นทุเรียนดังกล่าวทุก ๆ 2 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้เกิดการสะสมของเกลือโซเดียมในดิน เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณ Mg และ Ca ในดิน รวมทั้งเพิ่มความเค็มของน้ำที่ผ่านดินปลูกทุเรียน

ตลอดจนทำให้ทุเรียนใบร่วง 53.9 % ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าความเค็มของน้ำที่ไช้รดต้นทุเรียนมีผลกระทบโดยตรงต่อการปลูกทุเรียนในเขตจังหวัดนนทบุรี หากประเด็นปัญหานี้ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน จะส่งผลให้สวนทุเรียนในจังหวัดนนทบุรีได้รับความเสียหายในวงกว้างอย่างรวดเร็ว

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2558 ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความรู้และอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ทำการทดลอง

6. รายการอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556, องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer ไม้ผล ไม้ยืนต้น, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน, 2544, เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง ดินเค็ม, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, แหล่งที่มา : http://www.idd.go.th/Web_Soil/acid.htm, 1 มิถุนายน 2562.
- จันทร์จิรา ดวงจันทร์ และศิริพรรณ บรรหาร, 2559, ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ปริมาณโปรตีน และกิจกรรมของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเทสในถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill), ว.วิทยาศาสตร์ คชสาส์น 38(2):

- 36-49.
- ทรงชัย ทองปาน, 2562, การขยายตัวของเมืองกับการลดลงของสวนทุเรียนนนท์, ว.สังคมวิจัย และพัฒนา 1(2): 23-41.
- ธนภูมิ ศิริงาม, 2560, ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวที่ตอบสนองต่อสภาวะความเค็ม, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(6): 1025-1038.
- ปราณี จิตกรณกิจศิลป์, 2533, ศักยภาพการผลิตและการส่งออกทุเรียน, ว.พัฒนบริหารศาสตร์ 30(2): 111-123.
- สำนักข่าวไทย, ปัญหาน้ำเสีย-น้ำเค็มรุกสวนทุเรียนนนท์, แหล่งที่มา : <https://tna.mcot.net/view/V1iW62jQC>, 1 มิถุนายน 2562.
- อรุณี ยูวะนิยม, 2540, ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง ดินเค็ม, กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Dionisio-Sese, M.L. and Tobita, S., 1998, Anti oxidant responses of rice seedlings to salinity stress, *Plant Sci.* 135: 1-9.
- Kumar, J., Singh, S., Singh, M., Srivastava, P.K., Mishra, R.K., Singh, V.P. and Prasad, S.M., 2017, Transcriptional regulation of salinity stress in plants: A short review, *Plant Gene* 11: 160-169.
- Lang, I., Sassmann, S., Schmidt, B. and Komis, G., 2014, Plasmolysis: loss of turgor and beyond, *Plants* 3: 583-593.
- Volgger, M., Lang, I., Ovecka, M. and Lichtscheidl, I., 2010, Plasmolysis and cell wall deposition in wheat root hair, *Postoplasma* 243: 51-62.
- Walkley, A. and Black, I. A., 1934, An examination of Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents, *Soil Sci.* 63: 251-263.
- Anti