

ผลผลิตของข้าวหอมมะลิที่ปลูกบนดินภายใต้อิทธิพลของเกลือ ในทุ่งกุลาร้องไห้

Crop yields of Hom Mali rice grown on salt-affected soils in Tung Kula Ronghai

สุรศักดิ์ จันทรโสม¹, เรืองศักดิ์ กตเวทิน^{1,2*} และ พรทิพย์ โพนตุแสง¹

Surasak Jansom¹, Roengsak Katawatin^{1,2*} and Porntip Phontusaeng¹

บทคัดย่อ: ทุ่งกุลาร้องไห้เป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือ วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาอิทธิพลจากดินปัญหาคิดดังกล่าวต่อผลผลิตของข้าวหอมมะลิ ในการศึกษาใช้ข้อมูลผลผลิตข้าวและการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งได้จากการสำรวจจำนวน 611 จุดทั่วพื้นที่ ในปี พ.ศ. 2547 ถึง 2549 จุดสำรวจเหล่านี้อยู่บนพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากเกลือในระดับความรุนแรงที่ต่างกัน คือ ปานกลาง เล็กน้อย และไม่ได้รับผลกระทบ ข้อมูลผลผลิตที่ได้ถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน พร้อมทั้งมีการวัดความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตข้าวซึ่งปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ โดยใช้วิธีของดันแคน การศึกษานี้พบว่าในแต่ละปีที่มีการเก็บข้อมูล ปริมาณผลผลิตมีความแปรปรวนสูง ($CV > 36\%$) ผลผลิตระดับปกติ คือ เฉลี่ย 379 และ 404 กก./ไร่ ได้รับในปี พ.ศ. 2547 และ 2549 ตามลำดับ สำหรับ พ.ศ. 2548 เป็นปีที่ได้ผลผลิตต่ำอย่างมีนัยสำคัญ (297 กก./ไร่) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปัญหาความแห้งแล้งประเด็นสำคัญที่พบในการศึกษานี้ คือ ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือไม่ใช่ตัวการหลักที่จำกัดผลผลิตของข้าวหอมมะลิในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ตลอดระยะเวลา 3 ปีของการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลผลิตจากพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลของเกลือในระดับความรุนแรงต่างๆ แต่พบว่าปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตคือการใส่ปุ๋ย ในปีที่ได้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ปกติการใส่ปุ๋ยเคมีสูงถึง 3 ครั้ง/ฤดู ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามในปีที่ได้ผลผลิตต่ำผิดปกติ ระดับการใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวแต่อย่างใด ในปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านปุ๋ยสำหรับข้าวในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ยังจำกัด จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ, ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือ, การใส่ปุ๋ย, ทุ่งกุลาร้องไห้, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ABSTRACT: Tung Kula Ronghai is the most important area for Hom Mali rice production in Thailand. Approximately 90% of the total area is salt-affected soils. The major objective of this study was, thus, to investigate the influence of these soils on crop yield of Hom Mali rice. In this study, data on crop yield and fertilizer application were collected from 611 sites across the study area from years 2004 to 2006. These sites were located on areas of different degrees of salt effects, i.e., moderately, slightly, and nil. The yield data were statistically analyzed for the means, standard errors, and coefficient of variations. Duncan's Multiple Range Test was also employed to assess the statistical differences in crop yields under various circumstances. It was found that, in every year which data were collected, the variation of crop yield was high ($CV > 36\%$). The normal yields of 379 and 404 kg/rai on average, were obtained in years 2004 and 2006, respectively. In year 2005, however, the average yield was significantly lower (297

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

² ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Ground Water Research Center, Khon Kaen University

* Corresponding author: roekat@kku.ac.th

kg./rai) which probably due to drought condition. More importantly, the results showed that salt-affected soils did not limit crop yield of Hom Mali rice grown in Tung Kula Ronghai. In each of the 3 years of this study, crop yields obtained from areas of different degrees of salt effects were not significantly different. Most likely, factor affecting crop yield was the fertilizer application. In years which normal yields were observed, the high level of fertilizer application, i.e., 3 times per season, increased crop yield significantly. Nonetheless, this was not true when the yield was unusually low. Currently, in this study area, appropriate management of input fertilizer is not well understood, thus, further studies are required.

Keywords: Hom Mali rice, salt-affected soils, fertilizer application, Tung Kula Ronghai, Northeast Thailand

บทนำ

ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวคุณภาพดีซึ่งเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ข้าวชนิดนี้นิยมปลูกกันแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่สำคัญที่สุดของประเทศ จากรายงานการวิจัยในอดีตที่ผ่านมาผลผลิต/ไร่ ของข้าวหอมมะลิในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ศุภชัย และคณะ (2547) วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยรายตำบล รวม 77 ตำบล ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเกษตรอำเภอทุกอำเภอในทุ่งกุลาร้องไห้ ติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2540 ถึง 2545 พบว่า ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวหอมมะลिक่อนข้างต่ำ อยู่ระหว่าง 335-569 กก./ไร่ และมีความแปรปรวนเชิงพื้นที่สูง กล่าวคือ ผลผลิตจากแต่ละบริเวณอาจมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุทั้งทางด้านการจัดการ และด้านกายภาพของพื้นที่ในด้านการจัดการ อนันต์ และคณะ (2542) ศึกษาการผลิตข้าวหอมมะลิใน 8 อำเภอของจังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ และรายงานว่าภายใต้การจัดการที่เหมาะสม ผลผลิตตามศักยภาพของข้าวหอมมะลิที่คำนวณได้จากพื้นที่ศึกษาต่างๆ เหล่านี้อยู่ในช่วง 586-765 กก./ไร่ หรือสูงกว่าผลผลิตที่ได้จริงในขณะทำการศึกษถึงประมาณ 200-400 กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง สำหรับปัจจัยทางกายภาพ Katawatin et al. (1998) รวบรวมความเห็นของเกษตรอำเภอและเกษตรตำบล จากสำนักงานเกษตรอำเภอหลายแห่งในทุ่งกุลาร้องไห้ และสรุปว่ามีปัจจัยทางกายภาพหลายประการที่อาจจะมีผลต่อการ

เจริญเติบโตและผลผลิตข้าวหอมมะลิ เช่น สภาพภูมิประเทศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลึกของดิน และ ความเค็มของดิน ฯลฯ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับรายงานผลผลิตตามศักยภาพของ อนันต์ และคณะ (2542) กับ ข้อมูลผลผลิตข้าวหอมมะลิเฉลี่ยเมื่อไม่นานมานี้ พบว่าผลผลิตที่ควรได้ตามศักยภาพของที่ดินยังคงสูงกว่าผลผลิตที่เกษตรกรได้รับจริงอยู่อีกมาก จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่ ของข้าวหอมมะลิที่ทุ่งกุลาร้องไห้ในปี พ.ศ. 2556 อยู่ที่ 453 กก./ไร่ เท่านั้น เช่นเดียวกับรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจจังหวัดร้อยเอ็ด (2557) ที่ระบุว่าผลผลิตข้าวหอมมะลิเฉลี่ย/ไร่ ของจังหวัด คือ 430, 432, 463, 467 และ 520 กก./ไร่ ในปี พ.ศ. 2552-2556 ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษาหามาตรการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่แต่ละบริเวณเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตพืชข้าวยังเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการ ซึ่งในการนี้จำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของข้าวหอมมะลิต่างละเอียดเพียงพอ

เนื่องจากการศึกษาหลายปีที่ผ่านมา พบว่า ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือ (สมศักดิ์, 2548; เริงศักดิ์ และ สมศักดิ์, 2550) และดินขาดความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะทางด้านธาตุอาหารหลัก (วัชรวิ, 2546; วิจารณ์ และคณะ, 2549) ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางและจัดเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการเพาะปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การหาคำตอบว่าระดับความรุนแรงของผลกระทบจากเกลือในดิน และการใช้ปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยเคมีของเกษตรกรเพื่อชดเชยความอุดมสมบูรณ์ของดิน เกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิตของข้าวหอมมะลิเพียงใด

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งมีขนาดประมาณ 2 ล้านไร่ ใน 11 อำเภอ ของ 5 จังหวัด ได้แก่ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด สุรินทร์ ศรีสะเกษ และยโสธร สภาพพื้นที่โดยรวมมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ราบเรียบ กว่า 80% ของพื้นที่ทั้งหมด ใช้ปลูกข้าวหอมมะลิ (จักรพันธ์, 2546) ดินในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้เกือบทั้งหมดเป็นดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก (วัชรวิ, 2546; วิกิอาร์ตน์ และคณะ, 2549) และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือในระดับความรุนแรงต่างๆ (เริงศักดิ์ และ สมศักดิ์, 2550) ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินจัดแบ่งไว้เป็นหลายระดับชั้นจำแนก (class) ตามปริมาณคราบเกลือที่ผิวดินในฤดูแล้ง ตั้งแต่ระดับชั้นจำแนกที่ 1 ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณคราบเกลือและได้รับผลกระทบจากเกลือรุนแรงที่สุด ถึงระดับชั้นจำแนกที่ 5 ซึ่งยังไม่ได้รับผลกระทบ แต่มีโอกาสที่จะเป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือหากมีการจัดการไม่เหมาะสม เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างใต้ (พิชัย, 2538; สมศักดิ์, 2548) ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือซึ่งมีระดับความรุนแรงของผลกระทบแตกต่างกันอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดประสิทธิภาพการผลิตและก่อให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

คำอธิบายลักษณะสำคัญของดินภายใต้อิทธิพลของเกลือที่จัดอยู่ในชั้นจำแนกต่างๆ พร้อมทั้งขนาดพื้นที่ของแต่ละชั้น อยู่ใน Table 1 แสดงให้เห็นว่าประมาณ 90% ของพื้นที่ดินทั้งหมด เป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับปานกลางถึงต่ำ ซึ่งจัดอยู่ในชั้นจำแนกที่ 3 และ 4 สำหรับบริเวณที่ได้รับผลกระทบระดับรุนแรงมากถึงรุนแรง (ชั้นจำแนกที่ 1 และ 2) พบรวมกันน้อยกว่า 1% ของพื้นที่ทั้งหมด

ข้อมูลผลผลิตและการใช้ปุ๋ย

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลผลผลิตและการใช้ปุ๋ยในการผลิตข้าวหอมมะลิของทุ่งกุลาร้องไห้ จากโครงการการสร้างสรรค์สนเทศสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการผลิตข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้ (เริงศักดิ์ และคณะ, 2550) โดยระหว่างการดำเนินงานโครงการดังกล่าว ได้มีการสำรวจผลผลิตข้าว ณ จุดต่างๆ กระจายทั่วพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ในฤดูกาลเพาะปลูกปี พ.ศ. 2547, 2548 และ 2549 ด้วย จุดสำรวจของแต่ละปีจะมีประมาณ 800 จุด การศึกษานี้ได้ทำการคัดเลือกใช้เฉพาะจุดที่มีวิธีการปลูกและการจัดการคล้ายคลึงกัน (ยกเว้นเรื่องการใช้ปุ๋ย ตามเหตุผลซึ่งจะอธิบายภายหลัง) และเป็นจุดที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ทั้ง 3 ปี ซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 611 จุด เนื่องจากในการสำรวจที่อ้างถึงข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของผลผลิตโดยทั่วไปของแต่ละตำบล และของพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้โดยรวมในแต่ละปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการผลิตข้าวใน

พื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยอันดับต่อไปของโครงการเท่านั้น ข้อมูลที่สำรวจไว้จึงมีเพียงข้อมูลผลผลิต วิธีการปลูก การจัดการ และตำแหน่งพิกัดของจุดสำรวจแต่ละจุด ไม่มีข้อมูลเฉพาะเจาะจงว่าแต่ละจุดสำรวจอยู่ในพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากเกลือระดับใด ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS) ช่วยในการกำหนดว่าจุดสำรวจแต่ละจุดจัดเป็นพื้นที่ซึ่งได้รับความรุนแรงของผลกระทบอยู่ในชั้นจำแนกใด ทั้งนี้โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับ (overlay) เพื่อเปรียบเทียบตำแหน่งพิกัดของจุดสำรวจต่างๆ กับข้อมูลแผนที่ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือฉบับล่าสุด ซึ่งจัดทำขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2548 (สมศักดิ์, 2548) การใช้ข้อมูลผลผลิต วิธีการปลูกและการจัดการในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2547-2549 มีข้อดีคือจะสอดคล้องใกล้เคียงกับสภาพความรุนแรงของผลกระทบจากเกลือมากที่สุด เนื่องจากใกล้เคียงกับเวลาของการสำรวจและทำแผนที่ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือ

Table 1 Descriptions of salt-affected soil classes, areas classified into each class, and number of sites visited to collect relevant data.

Class	Description ^{1/}	Area ^{2/}		No. of sites visited ^{3/}
		Rai	%	
1	Very severely salt-affected soils, covered by salt crust >50% of soil surface	212	0.01	-
2	Severely salt-affected soils, covered by salt crust >10-50% of soil surface	1,349	0.07	-
3	Moderately salt-affected soils, covered by salt crust >1-10% of soil surface	417,553	21.18	129
4	Slightly salt-affected soils, covered by salt crust >0-1% of soil surface	1,348,896	68.44	455
5	Areas with no salt effects but underlain with salt rocks or salt-bearing rocks	183,233	9.30	27
6	Areas with no salt effects and others	19,673	1.00	-
Total		1,970,916	100.00	611

^{1/} modified from Katawatin and Sukchan (2012)^{2/} calculated from the salt-affected soil map of Tung Kula Ronghai (สมศักดิ์, 2548; เริงศักดิ์ และคณะ, 2550)^{3/} explained later

Table 1 แสดงจำนวนจุดสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิในพื้นที่ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับความรุนแรงต่างๆ ซึ่งปรากฏว่าจุดสำรวจอยู่บนพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากเกลือในชั้นจำแนกที่ 3, 4, และ 5 เท่านั้น โดยเฉพาะพื้นที่ของชั้นจำแนกที่ 3 และ 4 ซึ่งครอบคลุมถึงประมาณ 90% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับชั้นจำแนกอื่นๆ (ชั้นจำแนกที่ 1 และ 2) มีพื้นที่น้อยมากจึงไม่มีจุดที่เก็บตัวอย่าง

ในกรณีของข้อมูลด้านวิธีการปลูกและการจัดการนั้น สรุปได้ว่า เกษตรกรในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทำนาแบบนาหว่าน โดยจะหว่านเมล็ดพันธุ์ช่วงปลายเดือนกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน การจัดการน้ำและดูแลรักษาของเกษตรกร

ในพื้นที่จะเหมือนกัน แต่การให้ปุ๋ยแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ระดับต่ำ ให้ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวตั้งแต่หลังหว่านเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ในอัตรา 25-30 กก./ไร่ กลุ่มที่ 2 ระดับปานกลาง เกษตรกรให้ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกให้ปุ๋ย 16-16-8 อัตรา 25-30 กก./ไร่ภายหลังหว่านเมล็ดพันธุ์ และตามด้วยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 5-10 กก./ไร่หรือปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท (33-0-0) อัตรา 10-20 กก./ไร่ ในระยะแตกกอ และกลุ่มที่ 3 ระดับสูง ให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 และเพิ่มการให้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 5-10 กก./ไร่ หรือ ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท (33-0-0) อัตรา 10-20 กก./ไร่ ในระยะข้าวตั้งท้อง (Table 2)

Table 2 Levels of input fertilizer and number of sites visited to collect relevant data.

Level of input	Description	No. of site visited
(1) Low	One time of fertilizer application per season	125
(2) Medium	Two times of fertilizer application per season	388
(3) High	Three times of fertilizer application per season	98

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลผลผลิตที่รวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งประกอบด้วย การหาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error, SE) และ สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) นอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน (Duncan's multiple range test) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของผลผลิต

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ (1) ผลผลิตแต่ละฤดูกาลเพาะปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทั้งหมด (2) ผลผลิตจากพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากเกลือระดับต่างๆ ในฤดูกาลเพาะปลูกเดียวกัน และ (3) ผลผลิตจากพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้การจัดการด้านปุ๋ยในระดับที่แตกต่างกัน ในฤดูกาลเพาะปลูกเดียวกัน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความแตกต่างของผลผลิตข้าวในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูก

จาก Table 3 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวหอมมะลิที่สำรวจได้ในฤดูกาลเพาะปลูกทั้ง 3 ปี อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ (297-404 กก./ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิต

เฉลี่ยโดยทั่วไปของประเทศ ซึ่งชาญพิทยา (2556) รายงานว่าในช่วงปี พ.ศ. 2550-2556 มีค่าระหว่าง 397-442 กก./ไร่ แต่เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2547 (380 กก./ไร่) และ พ.ศ. 2549 (404 กก./ไร่) เปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี พ.ศ. 2550-2556 ซึ่งมีค่าระหว่าง 309-348 กก./ไร่ แล้ว จัดว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามพบว่า ผลผลิตในปี พ.ศ. 2548 ต่ำมาก คือ เฉลี่ย 297 กก./ไร่ ซึ่งต่างจากผลผลิตของ 2 ปี ที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยสาเหตุที่ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าเกี่ยวข้องกับปัญหาฝนแล้งเนื่องจากเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนที่บันทึกจากสถานีตรวจอากาศ 11 สถานี กระจายทั่วพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยปี พ.ศ. 2548 มีเพียง 1097 ± 56.98 มม. (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ซึ่งต่ำกว่าฝนในปี พ.ศ. 2547 (1277 ± 71.73 มม.) และ พ.ศ. 2549 (1385 ± 90.99 มม.) อย่างชัดเจน

ในด้านความแปรปรวนของผลผลิตที่ได้แต่ละปี จาก Table 3 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนซึ่ง $> 36\%$ ขึ้นไป บ่งชี้ว่า ความแปรปรวนของผลผลิตในแต่ละปีอยู่ในเกณฑ์สูงทั้งสิ้น

Table 3 Crop yields of Hom Mali rice grown in Tung Kula Ronghai in years 2004-2006.

Year	Mean ^{1/}	SE	%CV
	kg/rai	kg/rai	
2004	380 ^a	16.89	40.90
2005	297 ^b	15.05	47.06
2006	404 ^a	15.23	36.33

^{1/} Within the column, means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) using Duncan's multiple range test.

ผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากเกลือระดับต่างๆ

จาก Table 4 ในแต่ละปี ผลผลิตข้าวหอมมะลิจากการปลูกในพื้นที่ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับความรุนแรงต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่พื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในชั้นจำแนกทั้งสามเมื่อใช้ในการปลูกข้าวได้รับ

ผลกระทบจากเกลือในระดับต่ำและใกล้เคียงกัน ซึ่งมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้ ประการแรกจากการสำรวจผลกระทบจากเกลือในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทั้งหมดโดยอาศัยปริมาณคราบเกลือเป็นเครื่องบ่งชี้ เริงศักดิ์ และ สมศักดิ์ (2550) รายงานว่า พื้นที่ชั้นจำแนกที่ 3 เกือบทั้งหมดพบคราบเกลือไม่เกิน 3% (ทั้งที่ในชั้นจำแนกดังกล่าวกำหนดให้ปริมาณคราบเกลือได้ตั้งแต่

>1-10%) ซึ่งหมายความว่า สำหรับทุ่งกุลาร้องไห้ ในระหว่างพื้นที่ของทั้ง 3 ชั้นจำแนก (ชั้นจำแนกที่ 3, 4 และ 5) มีความแตกต่างของปริมาณความเกลือเล็กน้อย แสดงว่าความแตกต่างของผลกระทบจากเกลือเล็กน้อยเช่นกัน ประการต่อมา จากการศึกษาดินภายใต้อิทธิพลของเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อไม่นานมานี้ พบว่า ดินในบริเวณซึ่งจัดอยู่ในชั้นจำแนกที่ 3 และ 4 มีความแปรปรวนตั้งแต่ไม่เค็ม (non saline) ถึงเค็มจัด (very strongly saline) และไม่เป็นโซดิก (non sodic) ถึงเป็นโซดิกเล็กน้อย (slightly sodic) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินซึ่งเก็บในฤดูแล้งปรากฏว่า ดินมีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) อยู่ในช่วง 0.40-23.10 เดซิซีเมนส์/เมตร และค่าสัดส่วนการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio, SAR) อยู่ในช่วง 0.08-15.80 (สุรศักดิ์ และคณะ, 2555; Jansom et al., 2012) ซึ่งค่าดังกล่าวจะต่ำลง

ไปจากนี้หากวัดจากตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูฝน เนื่องจากอิทธิพลของเกลือจะถูกเจือจางลงโดยอิทธิพลของน้ำฝน (บุปผา, 2549) โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาพแวดล้อมของการปลูกข้าวหอมมะลิในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นการปลูกข้าวนาปีในสภาพที่มีน้ำขัง อิทธิพลของเกลือจะยิ่งลดน้อยลงไปอีก (อนันต์ และคณะ, 2542; เรืองศักดิ์ และคณะ, 2550)

อีกประการหนึ่งเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน พบว่า ในทุกปีผลผลิตที่ได้จากพื้นที่ดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับความรุนแรงต่าง ๆ มีความแปรปรวนสูง (CV > 36%) ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นปีที่ได้ผลผลิตระดับปกติ (พ.ศ. 2547 และ 2549) หรือปีที่ได้ผลผลิตต่ำ (พ.ศ. 2548) สาเหตุของความแปรปรวนอาจเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ซึ่งยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

Table 4 Crop yields of Hom Mali rice grown on areas of different classes of salt-affected soils in years 2004-2006.

Class ^{1/}	Yield (kg/rai)								
	Year 2004			Year 2005			Year 2006		
	Mean ^{2/}	SE	%CV	Mean ^{2/}	SE	%CV	Mean ^{2/}	SE	%CV
3	368 ^a	13.98	43.19	298 ^a	11.23	42.75	389	12.96	37.90
4	380 ^a	7.18	40.29	312 ^a	7.10	48.63	401	7.51	39.93
5	390 ^a	29.41	39.22	280 ^a	26.83	49.80	421	25.23	36.15

^{1/} Classes of salt-affected soils. See **Table 1** for description of each class.

^{2/} Within a column, means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) using Duncan's multiple range test.

ผลผลิตข้าวที่ปลูกโดยใช้ปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยระดับต่างๆ

ในสภาพที่มีการใช้ปุ๋ยต่างกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ในปีที่มีปริมาณฝนปกติซึ่งได้แก่ พ.ศ. 2547 (1277 ± 71.73 มม./ปี) และ 2549 (1385 ± 90.99 มม./ปี) ผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการใส่ปุ๋ยสูงถึง 3 ครั้ง/ฤดูกาลปลูก จาก **Table 5** ผลผลิตเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเป็น 414 กก./ไร่ และ 435 กก./ไร่ ในปีพ.ศ. 2547 และ 2549 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สำหรับปี 2548 ซึ่งสภาพแวดล้อมในการ

เจริญเติบโตของข้าวไม่เหมาะสม ปริมาณฝนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1097 ± 56.98 มม./ปี) การใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง กลับให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 1-2 ครั้ง/ฤดูกาลปลูก คือ อยู่ที่ประมาณ 292-314 กก./ไร่

การที่ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้ง พบเฉพาะในปีที่มีปริมาณฝนปกติเท่านั้น บ่งชี้ว่าการเพิ่มปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยจะส่งผลต่อเมื่อข้าวได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอ การขาดน้ำทำให้ผลผลิตข้าวถูกจำกัด ผลจากการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ปรากฏ

Table 5 Crop yields of Hom Mali rice grown under different levels of input fertilizer in years 2004-2006.

Level of input ^{1/}	Yield (kg/rai)								
	Year 2004			Year 2005			Year 2006		
	Mean ^{2/}	SE	%CV	Mean ^{2/}	SE	%CV	Mean ^{2/}	SE	%CV
(1) Low	368 ^a	12.26	37.23	292 ^a	12.81	48.97	377 ^a	12.47	37.00
(2) Medium	372 ^a	7.88	41.72	311 ^a	7.42	47.07	398 ^a	8.05	39.89
(3) High	414 ^b	16.82	40.24	314 ^a	15.25	48.01	435 ^b	16.39	37.30

^{1/} See Table 2 for descriptions of the levels of input fertilizer.

^{2/} Within a column, means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) using Duncan's multiple range test.

สรุป

ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ส่วนใหญ่ดินอยู่ภายใต้อิทธิพลของเกลือในระดับปานกลาง (ชั้นจำแนกที่ 3) ระดับต่ำ (ชั้นจำแนกที่ 4) จนถึงระดับที่ยังไม่ได้รับอิทธิพลจากเกลือแต่มีโอกาสที่จะเกิดปัญหาได้หากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม (ชั้นจำแนกที่ 5) มีพื้นที่น้อยมากที่เป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับรุนแรงมาก (ชั้นจำแนกที่ 1) และระดับรุนแรง (ชั้นจำแนกที่ 2) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงไม่ครอบคลุมถึงดินภายใต้อิทธิพลของเกลือตั้งแต่ระดับรุนแรงขึ้นไป

ผลผลิตเฉลี่ยข้าวหอมมะลิของพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทั้งหมด อยู่ในช่วงประมาณ 300-400 กก./ไร่ (Table 3) โดยในปี พ.ศ. 2547 และ 2549 ได้ผลผลิตเฉลี่ย 379 และ 404 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ในปีที่สภาพแวดล้อมไม่อำนวย (พ.ศ. 2548) ผลผลิตต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือเพียง 297 กก./ไร่ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสภาวะแห้งแล้งเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่จำกัดปริมาณผลผลิตในปีดังกล่าว ในด้านความแปรปรวนของผลผลิต พบว่า แต่ละปีผลผลิตที่ได้มีความแปรปรวนสูงในพื้นที่ทุกระดับความรุนแรงของผลกระทบจากเกลือ ทั้งในปีที่ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ปกติและปีที่ผลผลิตต่ำกว่าปกติ ดังจะเห็นได้จากการที่ค่า CV ของผลผลิตจากพื้นที่ทุกระดับความรุนแรงและทุกปี > 36 % (Tables 3, 4)

การปลูกข้าวหอมมะลิในพื้นที่ซึ่งเป็นดินภายใต้อิทธิพลของเกลือระดับความรุนแรงต่างๆ กัน ตั้งแต่ชั้นจำแนกที่ 3 ถึง 5 ให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกปีที่เก็บข้อมูล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลกระทบจากเกลือในพื้นที่เหล่านั้นใกล้เคียงกันจากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในทุ่ง

กุลาร้องไห้พื้นที่ทั้ง 3 ระดับความรุนแรงดังกล่าวมีปริมาณคราบเกลือค่อนข้างต่ำและใกล้เคียงกัน (เริงศักดิ์ และสมศักดิ์, 2550) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ระดับความเค็มและความเป็นโซดิกของดินจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับการปลูกภายใต้สภาพน้ำขัง ในฤดูฝน ซึ่งผลกระทบจากเกลือจะลดต่ำลงไปอีก (อนันต์ และคณะ, 2542; บุญผา, 2549; เริงศักดิ์ และคณะ, 2550)

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตข้าวหอมมะลิในพื้นที่ศึกษาคือการใช้ปุ๋ย ซึ่งพบว่าภายใต้การจัดการอย่างอื่นที่เป็นมาตรฐานทั่วไป การใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง/ฤดูกาลปลูก ช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ย 1 หรือ 2 ครั้ง (Table 5) แต่ทั้งนี้ผลของการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง ในการเพิ่มผลผลิตจะปรากฏเฉพาะในปีที่สภาพแวดล้อมเป็นปกติ (พ.ศ. 2547 และ 2549) เท่านั้น หากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นในปี พ.ศ. 2548 การใส่ปุ๋ยถึง 3 ครั้ง ไม่ส่งผลในการเพิ่มผลผลิตอย่างไรก็ตาม เนื่องจากผลการศึกษาได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการสำรวจทั่วไปซึ่งไม่ได้มีจุดเน้นที่เรื่องของการใช้ปุ๋ย ผลที่ได้จึงเป็นเพียงภาพรวมเท่านั้นไม่สามารถตอบคำถามที่เฉพาะเจาะจงกว่านี้ได้ วิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้จึงยังคงเป็นสิ่งที่ต้องการการศึกษาเพิ่มเติมอีกต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยน้ำตาล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยดินปัญหา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ข้อมูลผลผลิตและการใช้ปุ๋ยได้จากการ

สำรวจของโครงการการสร้างสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการผลิตข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้ โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนในปี พ.ศ. 2548-2551จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จักรพันธ์ ภาสกร. 2546. การทำแผนที่นาข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้ โดยใช้ข้อมูล Landsat -7 ETM⁺ ร่วมกับข้อมูลอื่นบางประการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ชาญพิทยา ฉิมพาลี. 2556. พลิกโฉมการผลิตข้าวไทย. ใน: เอกสารประกอบการประชุมเวทีข้าวไทย ครั้งที่ 7 เรื่องอนาคตข้าวไทยในเวทีการค้าข้าวโลก วันที่ 16 ธันวาคม 2556. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. แหล่งข้อมูล: <http://www.thairice.org/>. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2557.
- บุปผา โตภาคนาม. 2549. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2538. รายงานการสำรวจและศึกษาการแพร่กระจายของดินเค็ม จังหวัดขอนแก่น. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- เริงศักดิ์ กตเวทิน และ สมศักดิ์ สุขจันทร์. 2550. การประเมินความถูกต้องและดัดแปลงแผนที่ดินเค็มทุ่งกุลาร้องไห้. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. 8(1): 44-54.
- เริงศักดิ์ กตเวทิน, จักรพันธ์ ภาสกร, ปาณทัช เจิมไธสง และ อรรถเดช นังตะลา. การทำแผนที่สิ่งปกคลุมที่ดิน/การใช้ที่ดินในทุ่งกุลาร้องไห้โดยใช้ภูมิสารสนเทศ. แก่นเกษตร. 36(3): 185-193.
- เริงศักดิ์ กตเวทิน, สมศักดิ์ สุขจันทร์, ปาณทัช เจิมไธสง, วิภารัตน์ ดำริห์ธรรมกุล, วิมลรัตน์ อ่อนอก, และสายน้ำ อุดพิชัย. 2550. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยการสร้างสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการผลิตข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- วัชร ช่างตั้ง. 2546. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในทุ่งกุลาร้องไห้โดยใช้วิธีที่แพร่หลายบางวิธีในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิภารัตน์ ดำริห์ธรรมกุล. 2549. การประเมินที่ดินสำหรับถั่วลิสงในนาหลังเก็บเกี่ยวข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิภารัตน์ ดำริห์ธรรมกุล, เริงศักดิ์ กตเวทิน, และอนันต์ พลธานี. 2549. การประเมินที่ดินสำหรับถั่วลิสงหลังนาในทุ่งกุลาร้องไห้โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. น.139-155. ใน: การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนคร" ครั้งที่ 2 28-29 มิถุนายน 2549. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ศุภชัย อติชาติ, เริงศักดิ์ กตเวทิน และเกริก ปันแห่งเพชร. 2547. ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวหอมมะลิ (ข้าวดอกมะลิ 105) ที่ปลูกในทุ่งกุลาร้องไห้. น.1-11. ใน: การสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 26-27 มกราคม 2547. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สมศักดิ์ สุขจันทร์. 2548. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จากคราบเกลือ. ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สศก. เป็ดผลโครงการผลิตข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ ระยะที่ 2. ข่าวประชาสัมพันธ์ ข่าวที่ 113/2557 วันที่ 22 กรกฎาคม 2557. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=17836&filename=index. ค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2557.
- สำนักงานสถิติจังหวัดร้อยเอ็ด. 2557. รายงานวิเคราะห์สถานการณ์จังหวัดร้อยเอ็ด: งานวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจเรื่องข้าวหอมมะลิจากทุ่งกุลาร้องไห้. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/lwd81R>. ค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2557.
- สุรศักดิ์ จันทร์โสม, เริงศักดิ์ กตเวทิน และเกริก ปันแห่งเพชร. 2555. คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญบางประการของดินภายใต้อิทธิพลของเกลือในจังหวัดขอนแก่น. แก่นเกษตร. 40(ฉบับพิเศษ): 259-263.
- สุรศักดิ์ จันทร์โสม. 2556. ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้าและค่าสัดส่วนการดูดซับโซเดียมของดินภายใต้อิทธิพลของเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อนันต์ พลธานี, วาสนา ผลารักษ์, เริงศักดิ์ กตเวทิน, เกริก ปันแห่งเพชร, บุญมี ศรี และอรันต์ พัฒนชัย. 2542. คำแนะนำเทคโนโลยีสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมมะลิในระดับเกษตรกร จังหวัดสุรินทร์และจังหวัดร้อยเอ็ด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- Jansom, S., R. Katawatin, and K. Pannangpetch. 2012. Variability of Electrical Conductivity, Sodium Adsorption Ratio, and Soil Reaction in Salt Affected Areas in Northeast Thailand. P. ST317-ST322. In: Proceeding of the 1st Asean Plus Three Graduate Research Congress. 1-2 March 2012. Chiang Mai, Thailand.
- Katawatin, R., A. Polthannee, K. Pannangpetch, W. Phalaraksh, and B. Siri. 1998. Land classification for improvement of production efficiency of Hom Mali rice in NE Thailand. P. 15-22. In: Proceeding of the seminar on The New Technologies for the Development of Sustainable Farming in NE Thailand. March 24, 1998. International Training Center for Agricultural Development, Khon Kaen, Thailand.