Kasetsart J. (Nat. Sci.) 32 : 401 - 411 (1998) ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 32 : 401 - 411 (2541)

# ผลของความเค็มของดินและโซเดียมต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105

# Effects of Soil Salinity and Sodium on Grain Qualities of Khaw Dauk Mali-105 Rice

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์[1] สมชาย กรีฑาภิรมย์[1] สุภาพ บูรณากาญจน์[1] วารุณี วารัญญานนท์[2] และ พัชรี ตั้งตระกูล[2]

**A. Suwanarit, S. Kreetapirom, S. Buranakarn, W. Varanyanond, and P. Tungtrakul**

## ABSTRACT

Four experiments were conducted by the use of large pots to examine the effects of soil salinity and sodium (Na) on cooking and eating qualities of Khaw Dauk Mali-105 aromatic rice grains. The qualities were measured by sensory methods. The results led to the following conclusions: (1) Increasing salinity from near the level that began to depress paddy yield did not affect the aroma but decreased the softness and the stickiness of cooked milled-rice. (2) Increasing salinity from levels that almost depressed paddy yield did not affect the whiteness and the glassiness of rice but increasing salinity to the levels that depressed paddy yield lowered these two qualities. (3) Application of Na to soil did not affect the aroma of rice. (4) Application of Na at the rates that did not affect paddy yield did not affect the softness, the whiteness and the stickiness of rice but application at the rate that reduced paddy yield lowered these three qualities. (5) Application of Na at any rate reduced the stickiness of rice.

**Key words** : aromatic rice, Khaw Dauk Mali-105 rice, qualities, salinity, sodium

1 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

2 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Institute of Food Research and Development, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

## บทคัดย่อ

ได้ทำการทดลองในกระถางใหญ่รวม 4 การทดลอง เพื่อตรวจสอบผลของความเค็มของดินและโซเดียมต่อคุณภาพการหุงต้มละการรับประทานของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 วัดคุณภาพของข้าวสารหุงสุกโดยวิธีประสาทสัมผัส จากผลการทดลองได้ข้อสรุปดังนี้ คือ (1) การเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตของข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อความหอมของข้าวหุงสุก แต่ทำให้ความนุ่มและความเหนียวของข้าวลดลง (2) การเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อความขาวและความเลื่อมมันของข้าว แต่การเพิ่มความเค็มของดินจนถึงระดับที่ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้สมบัติทั้งสองนี้ต่ำลง (3) การใส่โซเดียมให้แก่ข้าวไม่มีผลต่อความหอมของข้าวหุงสุก (4) การใส่โซเดียมในอัตราที่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวเปลือกไม่มีผลต่อความนุ่ม ความขาว และความเลื่อมมันของข้าวหุงสุก แต่การใส่ในอัตราที่ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้สมบัติทั้งสองนี้ต่ำลง (5) การใส่โซเดียมไม่ว่าจะเป็นอัตราใดทำให้ความเหนียวของข้าวต่ำลง


## คำนำ

ข้าวหอมดอกมะลิเป็นข้าวที่ได้รับความนิยมสูงทั้งในประเทศและต่างประเทศ และรัฐบาลส่งเสริมให้ผลิตเพื่อเป็นสินค้าออก พันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิที่ปลูกกันอย่างกว้างขวางในประเทศไทยและทางรัฐบาลส่งเสริมได้แก่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 การที่ข้าวหอมดอกมะลิได้รับความนิยมสูงก็เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอมและข้าวหุงสุกมีความนุ่ม ดังนั้น หากสามารถผลิตข้าวหอมดอกมะลิที่มีความหอมและความนุ่มสูงจะยิ่งทำให้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและขายได้ราคาดี ในเรื่องคุณภาพของข้าวหอมดอกมะลินี้ อำนาจ และคณะ (2539) ได้รวบรวมข้อมูลดินและข้อคิดเห็นของนักวิจัยซึ่งชี้แนะว่าสภาพที่ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งรวมถึงความเป็นกรดของดิน ความเค็มของดิน และ การที่ดินมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำจะช่วยส่งเสริมให้ข้าวหอมดอกมะลิมีความหอมสูง ส่วนโพแทสเซียม โซเดียม และกำมะถันช่วยส่งเสริมความหอมของข้าวชนิดนี้ ในด้านการวิจัยได้มีการศึกษาวิจัยบ้างแล้ว (ประเทศ และคณะ 2529, 2530; งามชื่น และคณะ 2531; อำนาจ และคณะ 2539a, 2539b, 2540a, 2540b) กล่าวคือ ได้มีรายงานผลการวิจัยเพื่อศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ กำมะถันต่อคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แต่ยังไม่มีรายงานผลของความเค็มและโซเดียมต่อคุณภาพของข้าวหอมดอกมะลิ การวิจัยที่เสนอในรายงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเค็มของดินและโซเดียมที่มีต่อคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานของข้าวขาวดอกมะลิ 105

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในกระถางรวมทั้งหมด 4 การทดลอง ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ โดยใช้กระถางดินเคลือบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30-35 ซม. บรรจุดินกระถางละ 23 กก.

**สมบัติของดิน และแผนการทดลอง**

สมบัติของดินที่ใช้ในแต่ละการทดลองแสดงใน Table 1 ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินจากชั้นดินที่ความลึก 0-15 ซม. ทุกการทดลองใช้แผนการทดลอง Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ มีตำรับทดลองดังนี้

**การทดลองที่ 1** มี 3 ตำรับทดลอง คือ (1)

**Table 1** Properties of the soils used.

| Experiment no. | Soil series | Texture[1] | pH[2] | EC[3] mS/cm | %OM[4] | CEC[5] cmol/kg | P[6] mg/kg | K[7] mg/kg | $SO_4$[7] mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hin Kong | SdL | 4.6 | 0.71 | 0.6 | 1.8 | 25 | 28 | 13 |
| 2 | Hin Kong | SdL | 4.5 | 2.20 | 0.6 | 1.6 | 96 | 160 | 281 |
| 3 | Hin Kong | SdL | 5.9 | 2.00 | 0.7 | 1.2 | 99 | 210 | 175 |
| 4 | Korat | Sd | 5.6 | - | 0.2 | - | 12 | 90 | - |

1: SdL, sandy loam; Sd, Sand. 2: soil:water, 1:1. 3: of saturation extract. 4: by Walkley and Black's rapid titration method. 5: by saturating with *N* $NH_4OAc$ (pH 7.0). 6: by Bray-II method. 7: extracted with neutral *N* $NH_4OAc$.

ไม่มีการปรับความเค็มของดิน และไม่ใส่โซเดียม (C), (2) ปรับสภาพก่อนการใส่ธาตุอาหารพืช ให้สารละลายจากการสกัดดินอิ่มตัวด้วยน้ำมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 7 mS/cm โดยการเติม K, Ca และ Mg ในรูปเกลือคลอไรด์ ในสัดส่วนเดียวกันกับที่พบในสารละลายจากการสกัดดินตำรับ C ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Sl) และ (3) ใส่โซเดียมคลอไรด์ในอัตราเทียบเท่ากับ 60 กก./ไร่ เพียงอย่างเดียว (Na) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในกระถางในระยะที่ข้าวมีอายุ 1 เดือนมีค่าเท่ากับ 0.152 และ 1.30 mS/cm สำหรับ C และ Sl ตามลำดับ แต่ละตำรับทดลองในแต่ละซ้ำมี 5 กระถางเพื่อได้ข้าวปริมาณพอที่จะตรวจสอบคุณภาพการหุงต้ม

**การทดลองที่ 2** มี 2 ตำรับทดลอง คือ (1) ไม่ปรับความเค็มของดิน มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสกัดดินอิ่มน้ำหลังการใส่ปุ๋ยเท่ากับ 2.3 mS/cm (C) และ (2) ปรับสภาพหลังการเติมธาตุอาหารพืช ให้สารละลายสกัดดินอิ่มน้ำหลังการใส่ปุ๋ยมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 7.3 mS/cm และมี $K/(Ca + Mg)^{1/2}$ concentration ratio เท่ากับ C โดยการเติม K, Ca และ Mg ในรูปเกลือคลอไรด์ (Sl) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในกระถางในระยะที่ข้าวมีอายุ 1 เดือนมีค่าเท่ากับ 0.38 และ 1.06 mS/cm สำหรับ C และ Sl ตามลำดับ แต่ละตำรับทดลองในแต่ละซ้ำมี 5 กระถาง

**การทดลองที่ 3** มี 6 ตำรับทดลอง คือ (1) ไม่ปรับความเค็มของดิน มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสกัดดินอิ่มน้ำหลังการการเติมธาตุอาหารพืชเท่ากับ 2.1 mS/cm (C), (2) ปรับสภาพดินหลังการเติมธาตุอาหารพืช ให้มีสารละลายสกัดดินอิ่มน้ำให้มีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 3.5 mS/cm และมี $(K+Na)/(Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio เท่ากับ C โดยการเติม K, Ca และ Mg ในรูปเกลือคลอไรด์ ($Sl_1K$), (3) เตรียมดินคล้ายกับ $Sl_1K$ แต่ให้มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสกัดดินอิ่มน้ำเป็น 8.0 mS/cm ($Sl_3K$), (4) ปรับสภาพดินเช่นเดียวกับ $Sl_1K$ แต่ใช้โซเดียมคลอไรด์แทนโพแทสเซียมคลอไรด์ ($Sl_1Na$), (5) เตรียมดินทำนองเดียวกับ $Sl_1Na$ แต่ให้มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายจากการสกัดดินอิ่มตัวด้วยน้ำเป็น 5.0 mS/cm และ ($Sl_2Na$), (6) เตรียมดินทำนองเดียวกับ $Sl_1Na$ แต่ไม่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสกัดดินอิ่มน้ำเป็น 8.0 mS/cm ($Sl_3Na$) แต่ละตำรับทดลองในแต่ละซ้ำมี 3 กระถาง

**การทดลองที่ 4** มี 3 ตำรับทดลอง ซึ่งประกอบด้วย (1) ไม่ปรับความเค็มของดิน มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่อยู่ในสมดุลกับดิน (อัตราส่วนน้ำต่อดินเป็น 1 ต่อ 1.77 โดยน้ำหนัก) เท่ากับ 1.3 mS/cm (C), (2) ปรับสภาพดินให้มีค่า

การนำไฟฟ้าของสารละลายที่อยู่ในสมดุลกับดินเป็น 2.2 mS/cm ($Sl_1$), (3) ปรับสภาพดินให้มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่อยู่ในสมดุลกับดินเป็น 2.6 mS/cm ($Sl_2$) แต่ละตำรับทดลองในแต่ละซ้ำมี 3 กระถาง ในระหว่างการปลูกทดลอง รักษาให้มีน้ำในกระถางในปริมาณที่ให้สัดส่วนน้ำต่อดินเป็น 1 ต่อ 1.77 โดยเติมด้วยน้ำกรองไอออน (de-ionized water) ในระยะใกล้เก็บเกี่ยวข้าวปรากฏว่า น้ำในกระถางมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 0.68, 1.45 และ 2.71 mS/cm สำหรับ C, $Sl_1$ และ $Sl_2$ ตามลำดับ

**ปุ๋ยรองพื้นและการใส่**

**การทดลองที่ 1** ทุกตำรับทดลอง ใส่ยูเรียอัตรา 3.2 กรัม N/กระถาง (เทียบเท่า 45 กก.N/ไร่) โดยแบ่งใส่ครั้งละเท่า ๆ กันรวม 3 ครั้ง ในระยะ 1 วันก่อนปลูก ระยะ 4 และระยะ 6 สัปดาห์หลังปลูก ใส่ $Ca(H_2PO_4)_2$ ในอัตรา 4.2 กรัม $P_2O_5$/กระถาง (เทียบเท่า 57.3 กก. $P_2O_5$/ไร่) KCl อัตรา 0.45 กรัม $K_2O$/กระถาง (เทียบเท่า 60.0 $K_2O$/ไร่) $CaSO_4$ อัตรา 0.075 กรัม S/กระถาง (เทียบเท่ากับ 10.0 S/ไร่) และธาตุอาหารเสริมในอัตราที่คาดว่าจะเพียงพอ โดยคลุกคล้ากับดินทั้งกระถางก่อนปลูก

**การทดลองที่ 2 และ 3** ทุกตำรับทดลองใส่ยูเรียอัตรา 3.2 กรัม N/กระถาง (เทียบเท่า 45 กก. N/ไร่) โดยแบ่งใส่ครั้งละเท่า ๆ กันรวม 3 ครั้ง ในระยะ 1 วันก่อนปลูก ระยะ 4 และระยะ 6 สัปดาห์หลังปลูก ใส่ $Ca(H_2PO_4)_2$ ในอัตรา 6.3 กรัม $P_2O_5$/กระถาง (เทียบเท่า 86 กก. $P_2O_5$/ไร่) $CaSO_4$ อัตรา 0.075 กรัม S/กระถาง (เทียบเท่ากับ 10.0 S/ไร่) และธาตุอาหารเสริมในอัตราที่คาดว่าจะเพียงพอ โดยคลุกเคล้ากับดินทั้งกระถางก่อนปลูก

**การทดลองที่ 4** ทุกตำรับทดลองใส่แอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 12.3 กรัม N/กระถาง (เทียบเท่า 35 กก. N/ไร่) โดยแบ่งใส่ครั้งละเท่า ๆ กันรวม 3 ครั้ง ในระยะ 1 วันก่อนปลูก ระยะ 4 และระยะ 6 สัปดาห์หลังปักดำ ใส่ $Ca(H_2PO_4)_2$ ในอัตรา 4.2 กรัม $P_2O_5$/กระถาง (เทียบเท่า 57.3 กก. $P_2O_5$/ไร่) และใส่ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในอัตราที่คาดว่าจะเพียงพอ โดยคลุกเคล้ากับดินทั้งกระถางก่อนปลูก

**พันธุ์ข้าว การปลูก และการดูแลรักษา**

ทุกการทดลองใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เมล็ดพันธุ์ขยายจากสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ปลูกข้าวโดยคลุกดินกับน้ำจนเป็นโคลนแล้วหว่านเมล็ดข้าวงอก ยกเว้นกรณีการทดลองที่ 4 เมื่อต้นข้าวมีอายุ 10-14 วัน ถอนแยกให้เหลือต้นข้าวกระถางละ 65 ต้น ในกรณีการทดลองที่ 4 ปลูกโดยปักดำต้นกล้าอายุ 1 เดือน จำนวน 10 กอต่อกระถาง กอละ 3 ต้น หว่านสารกำจัดแมลงฟูราแทร์ (2-3 dihydro-2, dimethyl-7-benzofuranyl methyl carbamate) บนผิวดินเมื่อข้าวอายุ 3 สัปดาห์ ยกเว้นกรณีการทดลองที่ 4 พ่นสารกำจัดแมลงคาร์บาริล (1-napthyl methylcarbamate) ในระยะ 1 เดือนหลังปักดำ และ 10 วันหลังข้าวออกรวงแทนการใส่ฟูราแทร์ ทำการทดลองที่ 1-3 โดยตั้งกระถางกลางแจ้ง และทำการทดลองที่ 4 ในเรือนทดลองหลังคาพลาสติกใสโดยมีหลอดฟลูออเรสเซนซ์ให้แสงเสริม ในทุกการทดลองไม่มีการรั่วซึมหรือล้นของน้ำในกระถาง และรักษาให้มีน้ำท่วมหน้าดินอยู่เสมอในระหว่างการปลูกข้าว โดยการเติมด้วยน้ำประปา ยกเว้นการทดลองที่ 4 มีน้ำในกระถางในปริมาณที่ให้สัดส่วน น้ำต่อดิน เป็น 1 ต่อ 1.77 ตลอดการทดลองโดยเติมด้วยน้ำกรองไอออน

**การเก็บเกี่ยว การตาก การนวด และการเก็บรักษาข้าวเปลือก**

เพื่อหลีกเลี่ยงผลของความแก่ของเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวที่อาจมีต่อคุณภาพของข้าว ได้บันทึกวันดอกบาน 50% สำหรับแต่ละกระถางและแต่ละแปลง

แล้วเก็บเกี่ยวข้าวในวันที่ 30 หลังวันออกดอกของแต่ละกระถาง เมื่อเก็บเกี่ยวรวงแล้วเก็บรวงในถุงกระดาษ เปิดปากถุงไว้กลางแดดในลักษณะที่แสงแดดไม่กระทบรวงข้าวโดยตรงเป็นเวลา 2 วัน เต็มแล้วจึงนวด ในระหว่างรอการสีเป็นข้าวสารเก็บเมล็ดข้าวไว้ในห้องปรับอากาศในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนเก็บที่อุณหภูมิปกติ ทำการสีข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวไม่เกิน 20 วัน

**การสีข้าวและการเก็บรักษาข้าวสาร**

สีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก โดยขัดข้าวสารให้ขาวเท่ากับข้าวสารที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ในระหว่างรอการวัดคุณภาพของข้าวเก็บข้าวสารไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดปากมิให้อากาศผ่านเข้าออกได้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10°ซ วัดคุณภาพของข้าวภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 เดือนหลังจากสีแล้ว

**การวัดคุณภาพข้าวหลังการหุงต้ม**

เนื่องจาก IRRI (1982) ได้รายงานว่า ผลการวัดความหอมโดยวิธีประสาทสัมผัส โดยการชิมข้าวหุงสุก มีความสัมพันธ์กับปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งเข้าใจกันว่าเป็นสารหลักที่ให้ความหอมเฉพาะตัวของข้าวขาวดอกมะลิ ฉะนั้น จึงได้ทำการวัดคุณภาพของข้าวโดยวิธีประสาทสัมผัส

การวัดคุณภาพของข้าวสุกทำโดยหุงด้วยหม้อหุงข้าวอัตโนมัติตรา National ขนาด 0.5 ลิตร โดยใช้อัตราส่วนของ ข้าวสารต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 1.6 โดยน้ำหนัก แล้ววัดคุณภาพโดยประสาทสัมผัสตามวิธีของ Amerine *et al.* (1965) ให้คะแนนสูงสุดเป็น 5 ในกรณีการทดลองที่ 2 และ 3 และเป็น 9 ในกรณีการทดลองที่ 1 และ 4 ในกรณีที่ให้คะแนนสูงสุดเป็น 5 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ คือ 5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย และ 1 = ระบุไม่ได้ ในกรณีให้คะแนนสูงสุดเป็น 9 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ คือ 9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบน้อย, 5 = เฉย ๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่), 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบอย่างมาก และ 1 = ไม่ชอบที่สุดใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาอย่างดีแล้วจำนวน 12-14 คน คุณสมบัติที่ทำการวัด คือกลิ่นหอม (aroma) ความนุ่ม (softness) ความเหนียว (stickiness) ความขาว (whiteness) และความเลื่อมมัน (glassiness) นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ analysis of variance โดยใช้แผนการทดลอง Randomized complete block ใช้คะแนนจากผู้ทดสอบแต่ละคนเป็นซ้ำ (replication)

## ผลและวิจารณ์

**ผลของความเค็มต่อผลผลิตข้าวเปลือกและตอซัง**

ผลของความเค็มต่อผลผลิตข้าวเปลือก (paddy) และ ผลผลิตตอซังแสดงใน Table 2 ผลผลิตข้าวเปลือกและตอซังจากการทดลองที่ 1-3 แสดงเพียงแนวโน้มที่จะลดลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่มความเค็มของดิน แต่ผลผลิตข้าวเปลือกและตอซังจากการทดลองที่ 4 ลดลงตามการเพิ่มของความเค็มของดิน ความแตกต่างในด้านผลของความเค็มดังกล่าวนี้ชี้แนะว่าความเค็มสูงสุดในการทดลองที่ 1-3 ไม่สูงพอที่จะทำให้ความเค็มเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว

**ผลของความเค็มต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวหุงสุก**

ผลของความเค็มต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวหุงสุกแสดงใน Table 2

**ความหอม** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าความหอมของข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อดินมีความเค็มสูงขึ้น แต่ผลการทดลองอื่น ๆ แสดงว่าความเค็มไม่มีผลต่อความหอมของข้าว ข้อมูลความเค็ม (ค่า EC) ของดินตำรับต่าง ๆ และของน้ำในกระถางเมื่อข้าวอายุ 1 เดือน

แสดงว่า ในสภาพที่ปลูกข้าว ซึ่งมีน้ำขังท่วมดิน ตำรับ C ของการทดลองที่ 1 มีความเค็มต่ำสุดและตำรับ $Sl_2$ ของการทดลองที่ 4 มีความเค็มสูงสุด เนื่องจากได้มีการปรับความเค็มของดินตำรับทดลองต่าง ๆ โดยให้มี K/Ca+Mg)$^{1/2}$-concentration ratio เท่ากัน ประกอบกับมีผลการศึกษา (Arnold *et al.*, 1968) ที่แสดงว่าความเป็นประโยชน์ของ K ในดินต่อพืชผันแปรตาม K/Ca+Mg)$^{1/2}$-concentration ratio ในดิน ผลที่เกิดขึ้นจากการปรับความเค็มที่กล่าวนี้จึงเป็นผลของความเค็มโดยตรง ไม่ใช่ผลจากการเพิ่มความเป็นประโยชน์

**Table 2** Effects of salinity on paddy yields (14% moisture), dry stubble yields and sensory scores for qualities of cooked milled-rice[1].

| Treatments | Paddy | Stubble, | Scores for qualities | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | g/pot | g/pot | Aroma | Softness | Whiteness | Stickiness | Glassiness |
| **Experiment 1[2]** | | | | | | | |
| C | 78.6 a | 119 a | 6.00 a | 6.83 a | 7.54 a | 6.54 a | 6.83 a |
| Sl | 71.1 a | 112 a | 6.29 b | 7.46 b | 7.00 b | 7.58 a | 7.17 a |
| % CV | 11.3 | 11.2 | 5.2 | 7.6 | 7.6 | 6.8 | 13.9 |
| **Experiment 2[3]** | | | | | | | |
| C | 91.0 a | 178 a | 2.88 a | 2.96 a | 3.83 a | 3.46 a | 3.31 a |
| Sl | 77.8 a | 181 a | 2.88 a | 3.08 a | 3.62 a | 3.85 b | 3.42 a |
| % CV | 10.1 | 6.3 | 24.0 | 22.1 | 12.6 | 16.5 | 17.4 |
| **Experiment 3[4]** | | | | | | | |
| C | 56.3 a | 80.7 a | 2.81 a | 2.89 a | 3.69 a | 3.11 a | 3.30 a |
| $Sl_1K$ | 55.0 a | 81.0 a | 2.85 a | 3.23 a | 3.73 a | 3.15 a | 3.34 a |
| $Sl_3K$ | 48.3 a | 78.0 a | 2.85 a | 3.23 a | 3.58 a | 3.15 a | 3.08 a |
| % CV | 11.5 | 4.3 | 17.4 | 17.5 | 11.8 | 18.6 | 15.4 |
| **Experiment 4[5]** | | | | | | | |
| C | 35.0 a | 108.7 a | 6.56 a | 7.78 a | 8.22 a | 6.94 a | 7.61 a |
| $Sl_1$ | 22.4 b | 97.2 a | 6.89 a | 7.22 a | 8.33 a | 7.50 a | 8.00 a |
| $Sl_2$ | 12.6 c | 60.7 b | 6.33 a | 5.00 b | 7.11 b | 5.33 b | 5.78 b |
| % CV | 32.6 | 16.3 | 13.5 | 12.5 | 11.8 | 17.4 | 12.1 |

1 : In a column of individual experiments, means followed by a common letter are not different by $DMRT_{.05}$. 2: C, Control; Sl, the soil was adjusted to have EC of saturation extract of 7.0 mS/cm by adding Na, Ca, Mg and K as chloride salts by the ratio found in the water saturation extract of the soil of C. 3: C, Control; Sl, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 7.3 mS/cm and the same K/Ca+Mg)$^{1/2}$-concentration ratio in the saturation as C by adding chloride salts. 4: C, Control; $Sl_1K$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 3.5 mS/cm and the same (K+Na)/(Ca+Mg)$^{1/2}$-concentration ratio in the saturation extract as C by adding chloride salts of K, Ca and Mg; $Sl_3K$, as $Sl_1K$ but the EC was 8.0 mS/cm. 5: C, Control, with EC of the equilibrium solution (1:1.77, water:soil) of 1.39 mS/cm; $Sl_1$, soil was adjusted to have EC of the equilibrium solution (1:1.77, water:soil) of 2.18 mS/cm and the same K/Ca+Mg)$^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of K, Ca and Mg; $Sl_2$, as $Sl_1$ but the EC was 2.56 mS/cm; the EC of the solution (1:1.77, water:soil) in the pot before harvest of rice were 0.68, 1.45 and 2.71 mS/cm for C, $Sl_1$ and $Sl_2$, respectively.

ของโพแทสเซียมในดิน ดังนั้น ผลการทดลองที่กล่าวข้างต้นนี้แสดงว่า เมื่อดินมีความเค็มต่ำมากการทำให้ดินเค็มจะทำให้ความหอมของข้าวเพิ่มตามความเค็มของดินจนถึงระดับความเค็มที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง การเพิ่มความเค็มต่อไปจนทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงไม่มีผลต่อความหอม อนึ่ง ผลของการปรับความเค็มของดินในการทดลองที่ 1 ซึ่งทำโดยการเติมโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในอัตราส่วนที่เดียวกันกับอัตราส่วนที่พบในสารสกัดดินอิ่มตัวด้วยน้ำ น่าจะทำให้แคลเซียมและแมกนีเซียมตกตะกอน ทำให้ $K/Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio ในสารสกัดดินอิ่มน้ำของตำรับ Sl สูงกว่าตำรับ C ทำให้การปรับความเค็มมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนั้น อำนาจ และคณะ (2540) ได้รายงานว่าความหอมของข้าวเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม และถึงจุดสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยเกินอัตราที่ให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดจนทำให้ผลผลิตลดลงเหลือเพียง 82% ของผลผลิตสูงสุด ผลที่เกิดจากปรับความเค็มในการทดลองที่ 1 จึงอาจเป็นผลของโพแทสเซียมอย่างเดียวหรือของโพแทสเซียมร่วมกับความเค็มของดิน จากผลการทดลองที่รายงานนี้จึงสรุปได้เพียงว่า การเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวลดลงไม่มีผลต่อความหอมของข้าว

**ความนุ่ม** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าความนุ่มของข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ผลการทดลองที่ 4 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มของดินตามตำรับ $Sl_1$ ความนุ่มของข้าวแสดงแนวโน้มที่จะลดลง และเมื่อเพิ่มความเค็มต่อไปตามตำรับ $Sl_2$ ทำให้ความนุ่มของข้าวลดลง ส่วนผลการทดลองที่ 2 และ 3 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มของดินไม่มีผลต่อความนุ่มของข้าว โดยการแปลความหมายผลการทดลองทำนองเดียวกับกรณีความหอมที่กล่าวข้างต้น อาจสรุปได้ว่าการเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงจนผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้ความนุ่มของข้าวลดลง

**ความขาวและความเลื่อมมัน** ผลการทดลองที่ 1-3 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มของดินไม่ทำให้ความขาวและความเลื่อมมันของข้าวเปลี่ยนแปลง ส่วนผลการทดลองที่ 4 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1$ ไม่ทำให้ความขาวและความเลื่อมมันของข้าวเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_2$ ทำให้ความขาวและความเลื่อมมันของข้าวลดลง โดยการแปลความหมายของผลการทดลองในทำนองเดียวกับกรณีความหอมที่กล่าวแล้ว อาจสรุปได้ว่า การเพิ่มความเค็มของดินจนถึงระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อสมบัติทั้งสองนี้ แต่การเพิ่มความเค็มจนทำให้ผลผลิตของข้าวเปลือกลดลงทำให้สมบัติทั้งสองนี้ลดลง

**ความเหนียว** ผลการทดลองที่ 1 และ 2 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มของดินทำให้ความเหนียวของข้าวเพิ่มขึ้น ผลการทดลองที่ 3 แสดงว่าการเพิ่มความเค็มของดินไม่ทำให้ความเหนียวของข้าวเปลี่ยนแปลง ส่วนผลการทดลองที่ 4 แสดงว่าการการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1$ ไม่ทำให้ความเหนียวของข้าวเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_2$ ทำให้ความเหนียวของข้าวลดลง หากพิจารณาจากผลการทดลองส่วนใหญ่และแปลความหมายผลการทดลองทำนองเดียวกับกรณีความหอมที่กล่าวข้างต้น อาจสรุปได้ว่าการเพิ่มความเค็มจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงจนทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้ความเหนียวของข้าวลดลง

**ผลของโซเดียมต่อผลผลิตข้าวเปลือกและตอซัง**

ผลของโซเดียมต่อผลผลิตข้าวเปลือก และผลผลิตตอซังแสดงใน Table 3 ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าการใส่โซเดียมไม่ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกและตอซังเปลี่ยนแปลง ส่วนผลการทดลองที่ 3 แสดงว่า

การทำให้ดินเค็มตามตำรับ $Sl_1K$, $Sl_1Na$, $Sl_2Na$ และ $Sl_3K$ ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวเปลือกและตอซัง แต่การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3Na$ ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกและตอซังลดลง

**ผลของโซเดียมต่อผลคุณภาพของข้าว**

ผลของโซเดียมต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวหุงสุกแสดงใน Table 3

**ความหอม** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าการใส่โซเดียมไม่มีผลต่อความหอมของข้าว ส่วนผลการทดลองที่ 3 แสดงว่า การเพิ่มความเค็มตามตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความหอมของข้าว เนื่องจากเพิ่มความเค็มของดินในการทดลองที่ 3 โดยปรับให้มี $(K+Na)/Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio เท่ากัน หากพิจารณาโดยอาศัยผลการศึกษาของ Arnold *et al.*, (1968) ที่แสดงว่าความเป็นประโยชน์ของ K ในดินต่อพืชผันแปรตาม $K/Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio ในดินอาจกล่าวได้ว่าตำรับ $Sl_1K$ มีความเป็นประโยชน์

**Table 3** Effects of sodium on paddy yields (14% moisture), stubble yields (dry) and sensory scores for qualities of cooked milled-rice[1].

| Treatments | Paddy, g/pot | Stubble, g/pot | Scores for qualities | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Aroma | Softness | Whiteness | Stickiness | Glassiness |
| **Experiment 1[2]** | | | | | | | |
| C | 78.6 a | 119 a | 6.00 a | 6.83 a | 7.54 a | 6.54 a | 6.83 a |
| Na | 75.3 a | 116 a | 6.42 a | 7.67 a | 7.67 a | 7.17 b | 6.42 a |
| % CV | 11.3 | 11.2 | 9.0 | 6.9 | 6.9 | 14.4 | 13.2 |
| **Experiment 3[3]** | | | | | | | |
| C | 56.3 a | 80.7 a | 2.70 a | 3.10 a | 3.70 a | 3.10 a | 2.90 a |
| $Sl_1K$ | 55.0 a | 81.0 a | 2.80 a | 2.90 a | 3.60 a | 2.70 ab | 2.70 ab |
| $Sl_1Na$ | 54.0 a | 80.7 a | 2.90 a | 3.00 a | 3.10 b | 2.60 b | 2.40 b |
| % CV | 11.5 | 4.3 | 20.3 | 18.6 | 10.0 | 17.4 | 20.9 |
| $Sl_1K$ | 48.3 ab | 78.0 a | 2.90 a | 3.10 a | 3.60 a | 2.90 a | 3.10 a |
| $Sl_2Na$ | 54.0 a | 80.0 a | 3.00 a | 2.80 ab | 3.50 a | 2.80 a | 2.90 a |
| $Sl_3Na$ | 41.3 b | 70.3 b | 2.90 a | 2.30 b | 3.00 b | 2.50 a | 2.50 b |
| % CV | 11.5 | 4.3 | 21.5 | 21.4 | 14.0 | 22.9 | 18.0 |

1 : In a column of individual experiments, means followed by a common letter are not different by $DMRT_{.05}$. 2: C, Control; Na, addition with NaCl at the rate equivalent to 375 kg Na/ha. 3: C, Control; $Sl_1K$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 3.5 mS/cm and the same $(K+Na)/(Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of K, Ca and Kg; $Sl_1Na$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 3.5 mS/cm and the same $(K+Na)/(Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of Na, Ca and Mg; $Sl_2Na$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 5.0 mS/cm and the same $(K+Na)/Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of Na, Ca and Mg; $Sl_3K$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 8.0 mS/cm and the same $(K+Na)/(Ca+Mg)^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of K, Ca and Mg; $Sl_3Na$, the soil was adjusted to have EC of the saturation extract of 8.0 mS/cm and the same $(K+Na)/(Ca+Kg)^{1/2}$-concentration ratio as C by adding chloride salts of Na, Ca and Kg.

ของโพแทสเซียมต่อข้าวสูงกว่าตำรับ C ตำรับ $Sl_1Na$ มีความเป็นประโยชน์ของโซเดียมสูงกว่าตำรับ C และตำรับ $Sl_3Na$ มีความเป็นประโยชน์ของโซเดียมสูงกว่าตำรับ $Sl_3K$ จึงอาจกล่าวได้ว่า การใส่โซเดียมอัตราต่าง ๆ แม้จะสูงมากจนทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อความหอมของข้าว

**ความนุ่ม** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าการใส่โซเดียมไม่มีผลต่อความนุ่มของข้าว ส่วนผลการทดลองที่ 3 แสดงว่า การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1K$ และ $Sl_1Na$ ไม่มีผลต่อความนุ่มของข้าว การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_2Na$ ไม่ทำให้ความหอมแตกต่างจากการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3K$ แต่การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3Na$ ทำให้ความนุ่มของข้าวต่ำกว่าการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3K$ โดยการแปลความหมายทำนองเดียวกับกรณีผลของโซเดียมต่อความหอม อาจกล่าวได้ว่าการใส่โซเดียมให้แก่ข้าวในอัตราที่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวเปลือกไม่มีผลต่อความนุ่มของข้าว แต่การใส่ในอัตราที่ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงทำให้ความนุ่มของข้าวลดลง

**ความขาวและความเลื่อมมัน** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าการใส่โซเดียมไม่มีผลต่อความขาวและความเลื่อมมันของข้าว ส่วนผลการทดลองที่ 3 แสดงว่า การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1K$ ไม่มีผลต่อสมบัติทั้งสอง การเพิ่มความเค็มของดินตามตำรับ $Sl_1Na$ ทำให้สมบัติทั้งสองต่ำลง การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_2Na$ ไม่ทำให้สมบัติทั้งสองแตกต่างจากการเพิ่มความตามตำรับ $Sl_3K$ แต่การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3Na$ ทำให้สมบัติทั้งสองต่ำกว่าการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3K$ โดยการแปลความหมายทำนองเดียวกับกรณีผลของโซเดียมต่อความหอม อาจกล่าวได้ว่าการใส่โซเดียมให้แก่ข้าวในอัตราที่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวเปลือกไม่มีผลต่อสมบัติของข้าวทั้งสองประการ แต่การใส่ในอัตราที่ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงทำให้สมบัติทั้งสองต่ำลง

**ความเหนียว** ผลการทดลองที่ 1 แสดงว่าการใส่โซเดียมทำให้ความเหนียวของข้าวเพิ่มขึ้น ส่วนผลการทดลองที่ 3 แสดงว่า การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1K$ ไม่มีผลต่อความเหนียว การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_1Na$ ทำให้ความเหนียวต่ำลง การเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_2Na$ และ $Sl_3Na$ ทำให้ความเหนียวแสดงแนวโน้มที่จะต่ำกว่าการเพิ่มความเค็มตามตำรับ $Sl_3K$ มากขึ้นตามลำดับ โดยการแปลความหมายทำนองเดียวกับกรณีผลของโซเดียมต่อความหอม อาจกล่าวได้ว่า การใส่โซเดียมให้แก่ข้าวทำให้ความเหนียวของข้าวต่ำลง

## สรุปและคำแนะนำ

(1) การเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตของข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อความหอมของข้าวหุงสุก แต่ทำให้ความนุ่มและความเหนียวของข้าวลดลง

(2) การเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงไม่มีผลต่อความขาวและความเลื่อมมันของข้าว แต่การเพิ่มความเค็มของดินจนถึงระดับที่ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้สมบัติทั้งสองนี้ต่ำลง

(3) การใส่โซเดียมให้แก่ข้าวไม่มีผลต่อความหอมของข้าวหุงสุก

(4) การใส่โซเดียมในอัตราที่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวเปลือกไม่มีผลต่อความนุ่ม ความขาว และความเลื่อมมันของข้าวหุงสุก แต่การใส่ในอัตราที่ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลงทำให้สมบัติทั้งสองนี้ต่ำลง

(5) การใส่โซเดียมไม่ว่าจะเป็นอัตราใดทำให้ความเหนียวของข้าวต่ำลง

(6) เนื่องจากผลการศึกษาที่รายงานนี้ไม่ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลของการเพิ่มความเค็มจากระดับต่ำ ๆ ต่อความหอม ความนุ่ม และความเหนียวของข้าว จึง

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของการเพิ่มความเค็มจากระดับต่ำ ๆ จนถึงระดับที่ใกล้จะทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกลดลง

## คำขอบคุณ

การทดลองที่ 1-3 ได้รับงบประมาณอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติในระหว่างปี 2530-2533 ส่วนการทดลองที่ 4 ได้รับงบประมาณอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่องานวิจัยเร่งด่วนประจำปี 2539 คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณหน่วยงานดังกล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยข้าวปทุมธานีในการให้ความอนุเคราะห์สีข้าวเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ดร.ประสูตร สิทธิสรวง คุณงามชื่น คงเสรี และคุณเครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทดสอบคุณภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในความอนุเคราะห์ทำการทดสอบคุณภาพของข้าว

## เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี, สุนันทา วงศ์ปิยะชน, พูลศรี สว่างจิต, อัญชลี คร้ามศรี, ประนอม มงคลบรรจง, นิพรรณศรี โคมทอง, นิกูล รังสิชล, จันทนา สรสิริ, เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข และกัมปนาท มุขดี. 2531. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณสมบัติการหุงต้มและรับประทานของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. รายงานผลการวิจัยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2531 สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. 653น.

ประเทศ สิทธิยศ, งามชื่น คงเสรี, ธีรพร บุษยอังกูร, สิริ สุวรรณเขตนิคม, และแพรวพรรณ กลุนทีทิพย์. 2529. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนความหอมของข้าวในเขตศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 1. อิทธิพลของวันปลูกและปุ๋ยเคมีที่มีต่อความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105. รายงานผลการวิจัยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2529 สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. 504น.

ประเทศ สิทธิยศ, งามชื่น คงเสรี, เดชา ตุนา, สิริ สุวรรณเขตนิคม, และแพรวพรรณ กลุนทีทิพย์. 2530. อิทธิพลของวันปลูกและปุ๋ยเคมีที่มีต่อความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105. รายงานผลการวิจัยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2530 สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. 646 น.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, สัมพันธ์ รัตนสุภา, ปัญญา ร่มเย็น, ทรงชัย วัฒนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2539a. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ว. เกษตรศาสตร์(วิทย.) 30: 458-474.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, ทรงชัย วัฒนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2539b. ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 31: 36-50.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, ทรงชัย วัฒนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2540 a. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ว. เกษตรศาสตร์(วิทย.) 31:

175-191.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย, วารุณี วารัญญานนท์, และพัชรี ตั้งตระกูล. 2540b. ผลของปุ๋ยกำมะถันต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.). 31: 305-316.

Amerine, M.A., R.M. Panghon, and E.B. Roessler. 1965. Principle of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York. 602p.

Amold, P.W., H. Tunney, and F. Hunter. 1968. Potassium status : Soil measurements and crop performance, pp. 613-620. *In* Proc. 9th Int. Congr. Soil Sci., Adelaide.

IRRI. 1982. Breeding program, pp. 24-25. *In* Annual Report for 1982. The International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, the Philippines.

---

วันรับเรื่อง : 25 พ.ย. 40
วันรับตีพิมพ์ : 26 พ.ค. 41