ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวไทยในการปรับตัวต่อสภาพดินไม่ขังน้ำ

ผู้เขียน นางสาวสุวรรณี แลน้อย

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) พืชไร่

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ.ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม ประธานกรรมการ
รศ.ดร ศันสนีย์ จำจด กรรมการ

บทคัดย่อ

ระบบการปลูกข้าวนาน้ำฝนนั้นครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ปลูกข้าวในประเทศไทย แต่ผลผลิตจากระบบปลูกข้าวนาน้ำฝนนั้นต่ำกว่าการปลูกข้าวนาชลประทานถึงร้อยละ 50 เนื่องจากไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ ข้าวนาน้ำฝนมักอยู่ในสภาพน้ำขังสลับกับน้ำไม่ขัง ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ที่มีความเป็นประโยชน์ต่ำในดินที่ไม่ขังน้ำ ซึ่งข้าวจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทั้งในการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหาร ดังนั้นความเข้าใจในการปรับตัวและการตอบสนองต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสนั้นอาจใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการจัดการเรื่องธาตุอาหารและใช้เป็นแนวทางสู่การพัฒนาข้าวพันธุ์ดีซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนของเกษตรกรและเพิ่มผลผลิตข้าวของพื้นที่นาน้ำฝน

ในการศึกษานี้ได้วัดการตอบสนองของข้าวพันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพน้ำขังและน้ำไม่ขังและในสารละลายที่จำลองสภาพน้ำขังและน้ำไม่ขังที่สามารถควบคุมระดับออกซิเจนและธาตุอาหารได้ ในการทดลองที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของข้าวต่อระดับฟอสฟอรัสในดินน้ำขังและน้ำไม่ขัง โดยใช้ข้าว 3 พันธุ์ คือขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และน้ำรู โดยปลูกในดินที่ขังน้ำ และดินที่ไม่ขังน้ำ ให้ฟอสฟอรัส 0 และ 30 กิโลกรัม/เฮกแตร์ เก็บข้อมูลที่ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยวัดจำนวนหน่อ จำนวนใบ จำนวนราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนักแห้งรวม และปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว พบว่าโดยทั่วไปข้าวที่อยู่ในสภาพขังน้ำมีการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าข้าวที่อยู่ในสภาพน้ำไม่ขัง นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการตอบสนองต่อการใส่ฟอสฟอรัส เมื่อใส่ฟอสฟอรัสในดินน้ำไม่ขัง พบว่าพันธุ์ชัยนาท 1 มีการเจริญเติบโตและการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือขาวดอกมะลิ 105 และน้ำรู ตามลำดับ ส่วนการใส่ฟอสฟอรัสในดินน้ำขังทำให้พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการเจริญเติบโตและการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์ชัยนาท 1 และต่ำสุดคือพันธุ์น้ำรู และข้าวทั้งสามพันธุ์ตอบสนองต่อการใส่ฟอสฟอรัสในดินไม่ขังน้ำสูงกว่าในดินที่ขังน้ำ

ในการทดลองที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบการตอบสนองต่อระดับฟอสฟอรัสของข้าวในสภาพจำลองน้ำขังและน้ำไม่ขัง และหาความต้องการภายนอกของธาตุฟอสฟอรัสของพันธุ์ข้าว โดยในการทดลองที่ 2.1 ใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัส 6 ระดับคือ 0, 1, 2, 4, 8 และ 16 ppm ใน 2 สภาพออกซิเจนคือ aerated (ให้ออกซิเจนแก่สารละลาย ใช้จำลองสภาพน้ำไม่ขัง) และ stagnant (สารละลายผสมผงวุ้น 0.1% น้ำหนัก/ปริมาตร จำลองสภาพน้ำขัง) เก็บข้อมูลที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยวัดการเจริญเติบโตและการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสของต้นข้าว โดยทั่วไป พบว่าข้าวที่อยู่ในสภาพ aerated มีการเจริญเติบโตและสะสมปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าข้าวที่อยู่ในสภาพ stagnant น้ำหนักแห้งรวมและปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามระดับฟอสฟอรัส โดยเพิ่มขึ้นในสภาพ aerated รวดเร็วกว่าในสภาพ stagnant ในสภาพ aerated ข้าวมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่ความเข้มข้น 2 ppm ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก และ 4 ppm ที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ส่วนในสภาพ stagnant ข้าวมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 8 ppm ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก แต่ที่ 4 สัปดาห์ น้ำหนักแห้งรวมของข้าวกลับเพิ่มขึ้นตามระดับฟอสฟอรัสไปจนถึง 16 ppm จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพ aerated มีการเจริญเติบโตดีกว่าที่ปลูกในสภาพ stagnant และความต้องการภายนอกของธาตุฟอสฟอรัสเมื่อปลูกในสภาพ aerated เท่ากับ 2 ppm ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก และ 4 ppm ที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก และในสภาพ stagnant เท่ากับ 4 ppm ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูกและ 16 ppm หรือสูงกว่า ที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

ในการทดลองที่ 2.2 ใช้ข้าว 3 พันธุ์คือขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ กข 7 และใช้ระดับฟอสฟอรัส 3 ระดับคือ 1, 4 และ 16 ppm เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและการสะสมปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก พบว่าในสภาพ aerated พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 ไม่ตอบสนองต่อการเพิ่มระดับฟอสฟอรัส โดยมีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกันระหว่างระดับฟอสฟอรัส ส่วนพันธุ์ กข 7 มีน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับฟอสฟอรัสและมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดที่ 4 ppm ส่วนในสภาพ stagnant ทุกพันธุ์ตอบสนองต่อการเพิ่มระดับฟอสฟอรัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดที่ความเข้มข้น 16 ppm ส่วนพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 7 มีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดที่ความเข้มข้น 4 ppm แต่จากการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 พบว่า พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในการทดลองที่ 2.2 มีความต้องการฟอสฟอรัสน้อยกว่าในการทดลองที่ 2.1 ความแตกต่างนี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิในระหว่างการทดลอง จากการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 จะเห็นว่าพันธุ์ข้าวมีความต้องการฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตสูงสุดในระดับที่แตกต่างกัน

ในการทดลองที่ 3 มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของพันธุ์ข้าวต่อฟอสฟอรัสในสภาพ aerated ใช้ความเข้มข้นฟอสฟอรัส 2 ระดับ คือ 0.5 ppm (ต่ำ) และ 16 ppm (สูง) ซึ่งเลือกมาจากการทดลองก่อนหน้านี้ ใช้พันธุ์ข้าว 9 พันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 หอมพิษณุโลก 1 กข 6 กข 7 R258 น้ำรู และซิวแม่จัน ใช้ต้นกล้าอายุ 10 วันย้ายปลูกในสภาพ aerated ทั้งที่มีฟอสฟอรัสต่ำและเพียงพอ นาน 4 สัปดาห์ วัดการเจริญเติบโตและการสะสมปริมาณธาตุฟอสฟอรัส พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการตอบสนองต่อฟอสฟอรัส โดยมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในน้ำหนักแห้งราก มี 4 พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรากในสภาพฟอสฟอรัสต่ำ สูงกว่าในสภาพฟอสฟอรัสสูง ได้แก่ ชัยนาท 1 หอมพิษณุโลก 1 น้ำรู และ R258โดยพันธุ์ R258 มีน้ำหนักแห้งรากแตกต่างระหว่างระดับฟอสฟอรัสมากที่สุดคือร้อยละ 41 ความแตกต่างนี้มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับการดูดธาตุอาหารของข้าว ($r=-0.80^{**}$) ส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกันกับการดูดฟอสฟอรัส ($r=0.95^{**}$ และ $r=0.97^{**}$ ตามลำดับ) ในสภาพฟอสฟอรัสต่ำ พันธุ์ กข 7 และพันธุ์น้ำรู เป็นพันธุ์ที่มีสมรรถภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด เช่นเดียวกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในต้น พันธุ์ข้าวมีความแตกต่างในการตอบสนองต่อเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัส ในพันธุ์ที่มีสมรรถภาพทั้งสองพันธุ์ คือพันธุ์ กข 7 มีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นร้อยละ 88 แต่พันธุ์น้ำรู เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 69 ส่วนในพันธุ์ที่ไม่มีสมรรถภาพ น้ำหนักแห้งรวมจะเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงร้อยละ 63-96 พันธุ์ข้าวทุกพันธุ์ตอบสนองต่อระดับฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น แต่ตอบสนองในระดับที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่มีสมรรถภาพนั้นอาจไม่ใช่พันธุ์ที่มีการตอบสนองดี ดังนั้นสมรรถภาพในการใช้ธาตุอาหารของพันธุ์ข้าวจึงไม่มีความสัมพันธ์กับการตอบสนอง และสามารถจำแนกการตอบสนองต่อระดับฟอสฟอรัสได้ 2 แบบ คือพันธุ์ กข 7 และพันธุ์น้ำรู จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถภาพการใช้ฟอสฟอรัสแบบมีการตอบสนอง (Phosphorus efficient responder) ส่วนพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 หอมพิษณุโลก 1 กข 6 R258 และซิวแม่จัน จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีไม่มีสมรรถภาพการใช้ฟอสฟอรัสแบบมีการตอบสนอง (Phosphorus inefficient responder)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามีพันธุ์ข้าวแตกต่างกันในการตอบสนองต่อระดับฟอสฟอรัส ซึ่งความแตกต่างนี้จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาพที่ขาด (performance) และความสามารถในการเพิ่มการเจริญเติบเมื่อได้รับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น (responsiveness) และพันธุ์ข้าวที่ทนต่อการขาดและมีสมรรถภาพในการใช้ธาตุฟอสฟอรัสในการศึกษาครั้งนี้คือพันธุ์ กข 7 และน้ำรู จะเป็นประโยชน์ต่อการปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสอย่างในพื้นที่นาน้ำฝน และมีประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีในอนาคต อย่างไรก็ตามในอนาคตควรมีการศึกษาถึงกลไกอื่นที่เกี่ยวข้องในการกำหนดสมรรถภาพของพันธุ์ข้าวในการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Genotypic Variation in Adaptation to Aerated Soil of Thai Rice

Author Miss Suwannee Laenoi

Degree Master of Science (Agriculture) Agronomy

Thesis Advisory Committee Prof. Dr. Benjavan Rerkasem Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jamjod Member

ABSTRACT

The rainfed rice ecosystem covers most of rice growing area in Thailand, but on average the yield is 50 % lower than in irrigated rice because can not control water supply to rice. Rainfed rice usually faces alternate waterlogged and non-waterlogged soil conditions. The change of water levels effects soil oxygen and nutrient availability especially phosphorus (P) which low availability in non-waterlogged soil. These changes will affect rice growth and nutrient uptake. Understanding adaptive responses to P availability will be basic knowledge for nutrient management and breeding strategies that might decrease cost and increase productivity of rainfed rice.

In the first experiment, the objective was to determine responses of rice to P levels in waterlogged and non-waterlogged soil conditions. Three rice genotypes: KDML105, CNT1 and NR were grown in waterlogged and non-waterlogged soil with 2 levels of P, 0 and 30 kg/ha, 3 replications. Plants were harvested at 6 weeks after transplant. Tiller number, leaves number, root number, root dry weight, shoot dry weight and nutrient content were assessed. Growth and nutrient content were generally higher in waterlogged than non-waterlogged soil. It was found genotype varied in their responses to P levels. Appling P in non-waterlogged soil, plant dry

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

weight and P accumulation the most in CNT1 followed by KDML105 and NR. When P was applied to waterlogged soil, the largest increase in plant dry weight and P accumulation was found in KDML105 followed by CNT1 and NR. In general, response to P in non-waterlogged soil was greater than in waterlogged soil.

Experiment 2 aimed to compare responses of rice to P levels in simulated aerobic and anaerobic soil conditions, and identify external requirement of P in rice. In experiment 2.1, KDML 105 was used. Ten days seedling were transferred to nutrient solution with 6 P levels (0.5, 1, 2, 4, 8 and 16 ppm) and 2 oxygen conditions: aerated (with air bubbling, simulating aerobic soil condition), and stagnant (0.1% agar added to prevent convection, simulating anaerobic soil condition). Plants were harvested at 4 weeks after transplant. The results suggested that growth and P content of rice were generally higher in aerated than in stagnant condition. Plant dry weight and P content increased with increasing P levels in nutrient much faster in aerated than in stagnant condition. In aerated solution, maximum growth was reached at 2 ppm in 2 weeks old plants and 4 ppm in 4 weeks old plants. In stagnant condition maximum growth was reached at 8 ppm in 2 week old plant but dry weight was still increasing linearly with P levels to 16 ppm in 4 week old plants. Phosphorus uptake efficiency was also higher in aerated than in stagnant solution. The results were indicated that KDML105 grew better in aerated than in stagnant condition. External requirement for P of KDML105 was 2 ppm at 2 weeks and 4 at 4 weeks in aerated condition, and 8 ppm at 2 weeks and 16 ppm or higher at 4 weeks in stagnant condition.

In experiment 2.2, KDML105, CNT1 and RD7 were used with 3 levels of P (1, 4 and 16 ppm). Growth and P content were collected at 4 weeks after transplant. In aerated condition, KDML105 and CNT1 did not response to increasing P. Plant dry weight did not differ between P levels. Increasing P increased plant dry weight in RD7 and maximum growth was reached at 4 ppm. In stagnant condition, all genotypes response to increasing P. Maximum dry weight was reached at 16 ppm in CNT1, and 4 ppm in KDML105 and RD7. Low P requirement in KDML105 found in experiment 2.2 that differed from experiment 2.1. It may cause by difference of temperature in the experiment. From experiment 2.1 and 2.2, it can be concluded that rice genotypes differed in P requirement for maximum growth.

In experiment 3, the objective was to compare the responses of rice genotypes to P in aerated condition. Two levels of P supply, 0.5 ppm (deficient, low) and 16 ppm (adequate, high),

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

were selected from previous studies. Nine rice genotypes including KDML105, CNT1, SPR1, PSL1, RD6, RD7, R258, NR, and SMJ were used in this study. Ten days old seedlings were transferred to aerated nutrient solution with low or high P for 4 weeks. Growth and P content were assessed. It was found that there were differences among genotypes in their responses to P. Root dry weight was difference among genotypes. It was higher in low P than in high P in 4 genotypes: CNT1, PSL1, NR, and R258. In R258, root dry weight in low P was 41% higher than in high P. This difference appears to have effect on P uptake. The root dry weight response was correlated with P content ($r=-0.80^{**}$). Shoot dry weight and total plant dry weight were closely correlated with total P content ($r=0.95^{**}$ and $r=0.98^{**}$, respectively). In low P, RD7 and NR appear to be most efficient in P uptake, having the highest total plant dry weight as well as total P content. Genotypes responded differently to increasing P. In two efficient genotypes, total plant dry weight was increased 88% in RD7 but only 69% in NR. Less efficient genotypes, % increased in total plant dry weight range from 63-96%. Responses to increasing P were different between genotypes but did not correlate with efficiency. Therefore, 9 rice genotypes were classified into 2 response groups as phosphorus efficient responder (RD7 and NR) and phosphorus inefficient responder (KDML105, CNT1, SPR1, PSL1, RD6, R258 and SMJ)

The results showed that rice genotypes performed differently when P supply was limited, and differed in responsiveness when P level was increased. Rice genotypes were both efficient in low P and responsive to increasing P were RD7 and NR. These characteristics give them advantage for growing in non-waterlogged soil in rainfed area and source for P efficiency and responsiveness to applied P for rice breeding programs.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved