ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกภายใต้สภาพไนโตรเจนและการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน

ผู้เขียน นางสาววรรณภา ก่ำถ้วย

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) พืชไร่

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อ. ดร. ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ดร. ศันสนีย์ จำจด อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวก่ำมักพบปัญหาผลผลิตต่ำ และคุณภาพของสีเยื่อหุ้มเมล็ด (ข้าวกล้อง) มีสีม่วง – ดำ ไม่สม่ำเสมอกัน โดยทั่วไปข้าวก่ำที่มีสีเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มจะมีมูลค่าสูงกว่าข้าวก่ำที่มีสีเยื่อหุ้มเมล็ดอ่อน ซึ่งความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มองเห็นนั้น ยังไม่เป็นที่ทราบกันว่ามีความสัมพันธ์กันกับปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สะสมในเมล็ดหรือไม่ ซึ่งสารแอนโทไซยานินนั้นมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญทางด้านโภชนาการและมีคุณค่าทางเวชศาสตร์ ดังนั้นความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระว่างพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมในการปลูกข้าวก่ำจะสามารถนำมาใช้ในการจัดการ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของข้าวก่ำให้สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำ ซึ่งเป็นการจัดการหลักที่คาดว่ามีผลโดยตรงต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวก่ำ

วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ศึกษาผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกภายใต้สภาพไนโตรเจนและการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน ทดลองที่สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวก่ำ 22 พันธุ์ ในสภาพปลูกแบบแอโรบิกและขังน้ำ ทดลองจำนวน 3 ซ้ำสุ่มเก็บข้อมูลลักษณะทางพืชไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจากนั้นนำเมล็ดส่วนหนึ่งมาประเมินความเข้มสีเยื่อหุ้มเมล็ดด้วยสายตา โดยการให้คะแนนจากระดับ 1 (สีอ่อนที่สุด) ถึง 4 (สีเข้มที่สุด) และอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential method จากการทดลองพบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุกรรมและการจัดการน้ำ มีผลต่อผลผลิต ($p < 0.01$) ความเข้มสีเยื่อหุ้มเมล็ด ($p < 0.05$) และปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวกล้อง ($p , 0.01$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการจัดการน้ำมีผลต่อผลผลิตข้าวเพียงเล็กน้อยในพันธุ์ข้าวก่ำส่วนใหญ่ มีเพียงข้าวนาจำนวน 2 พันธุ์ (ก่ำ 7677 และก่ำ 89057) ที่พบว่าเมื่อปลูกภายใต้การจัดการสภาพปลูกแบบขังน้ำสามารถสร้างผลผลิตได้มากกว่า 1,000 กรัม/ตารางเมตร เมื่อเทียบกับการจัดการสภาพปลูกแบบแอโรบิกซึ่งให้ผลผลิตเพียง 533 – 716 กรัม/ตารางเมตร และจากการประเมินสีเยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวก่ำทั้ง 22 พันธุ์ พบว่า จำนวนครึ่งหนึ่งของพันธุ์ข้าวทั้งหมด การจัดการน้ำไม่มีผลต่อสีเยื่อหุ้มเมล็ดที่จำแนกด้วยสายตา ในขณะที่พันธุ์ที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งนั้น การจัดการสภาพปลูกแบบแอโรบิกทำให้สีเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีเข้มกว่าการจัดการสภาพปลูกแบบขังน้ำ ปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการจำแนกสีเยื่อหุ้มเมล็ดด้วยสายตา ($r = 0.099$, $p < 0.05$) และยังพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินนั้นมีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าว (0.5 – 58.9 มิลลิกรัม/100 กรัม; CV 116.5%) ในช่วงที่กว้างกว่า ค่าความแปรปรวนของสีเยื่อหุ้มเมล็ดที่จำแนกด้วยสายตา (2 -3; CV 8.4%) การจัดการน้ำไม่มีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ด ยกเว้นในข้าว 4 พันธุ์ เมื่อปลูกภายใต้สภาพการจัดการน้ำแบบขังน้ำ จะมีสารแอนโทไซยานินในเมล็ดเพิ่มขึ้นมากกว่าการปลูกภายใต้สภาพการจัดการน้ำแบบแอโรบิก แต่ในขณะเดียวกันมีข้าว 1 พันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพการจัดการน้ำแบบแอโรบิก จะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า ของการปลูกภายใต้สภาพการจัดการน้ำแบบขังน้ำ

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของระดับไนโตรเจนต่อผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวก่ำดอยสะเก็ด โดยปลูกทดสอบข้าวก่ำดอยสะเก็ดในระดับไนโตรเจน 5 ระดับ คือ 50 (N50), 100 (N100), 150 (N150), 200 (N200)และ 250 (N250)มก.ไนโตรเจน/กก.ดินโดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในกระถางทดลองบรรจุดินชุดสันทราย ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ปลูกข้าว 5 ต้นต่อกระถาง แบ่งใส่ไนโตรเจนที่ 4 ระยะ คือ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ทดลองและเก็บข้อมูลเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่เพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างต้นและเมล็ดโดยวิธี Kjeldahl ผลการทดลองพบว่าเมื่อระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ข้าวจะมีจำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ผลผลิต ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้นและในเมล็ดข้าวกล้อง เพิ่มขึ้นด้วย แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวก่ำดอยสะเก็ดที่ปลูกในระดับไนโตรเจนทั้ง 5 ระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับไนโตรเจนและสภาพปลูกต่อผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวก่ำดอยสะเก็ดและ CMU122 ทดลองในสภาพกระถางบรรจุดินชุดสันทราย ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับคือ 70 (N70) และ 210 (N210) มก.ไนโตรเจน/กก.ดิน และการจัดการ 2 สภาพคือขังน้ำและแอโรบิก ทดลองและเก็บข้อมูลเหมือนกับการทดลองที่ 2 ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ N210 ทำให้ผลผลิตข้าวก่ำเพิ่มขึ้นจาก N70 ในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ โดยในพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด พบว่าในสภาพน้ำขังการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเกือบเป็น 2 เท่า ในขณะที่สภาพแอโรบิก การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่พันธุ์ CMU122 การใส่ปุ๋ยที่ระดับ N210 เพิ่มผลผลิตเป็น 2 เท่าของ N70 ทั้งในสภาพน้ำขังและแอโรบิก และพบว่าพันธุ์ข้าว และไนโตรเจนมีผลต่อความเข้มสีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้อง เช่น ข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีสีเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มกว่าข้าวพันธุ์ CMU122 และที่ระดับ N210 ทำให้ข้าวก่ำทั้ง 2 พันธุ์ มีสีเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มกว่าที่ระดับ N70 นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวและไนโตรเจนยังมีผลต่อการสะสมสารแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวกล้องแตกต่างกันในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีการสะสมปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจาก N70 เป็น N210 ส่วนในพันธุ์ CMU122 มีการตอบสนองตรงกันข้ามคือเมล็ดข้าวสะสมแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยจาก N70 เป็น N210

การทดลองนี้บ่งชี้ว่า ประสิทธิภาพในทางโภชนาการและคุณค่าทางเวชศาสตร์ของข้าวก่ำไม่สามารถที่จะทำนายได้โดยใช้ระดับความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มองเห็น การตอบสนองของผลผลิต ระดับความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ด และปริมาณสารแอนโทไซยานิน ต่อการจัดการไนโตรเจนและน้ำที่แตกต่างกันในข้าวก่ำแต่ละพันธุ์ ควรจะพิจารณาควบคู่กันไประหว่างผลผลิตและการปรับปรุงทางพันธุกรรมของข้าวด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Yield and Anthocyanin Content of Local Purple Glutinous Rice Grown Under Different Nitrogen and Water Management
Author	Miss Wannapha Kathuai
Degree	Master of Science (Agriculture) Agronomy
Thesis Advisory Committee	Lect. Dr. Chanakan Thebault Promuthai Advisor Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jamjod Co-advisor

ABSTRACT

Purple rice production often suffers from low yield and poor quality from low intensity of the purple pigment of seed coat. Anthocyanin, the primary pigment in purple rice, is a major source of antioxidants with nutritional and pharmaceutical properties. While purple rice with more intense color of the pericarp fetches higher price than the rice with pale pigmentation, it is as yet unknow how visible intensity of the pigment and anthocyanin concentration are related. Better understanding of the interaction effect of genotype and environment on purple rice will help in the management of purple rice cultivation for maximum qualitative as well as quantitative productivity. Nitrogen fertilizer and water are two management factors most often found to affect rice yield and quality. This research, carried out in three experiments, evaluated yield, visual intensity of the pericarp color and anthocyanin content of local purple glutinous rice varieties grown under different nitrogen and water conditions at Division of Agronomy, Plant Science and Natural Resources Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

Experiment 1 evaluated yield, visual intensity of the pericarp color and anthocyanin content in 22 purple rice varieties (17 wetland varieties, 5 upland varieties) grown under 2 water conditions (aerobic and submerged). The experiment was conducted in three replications. The

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

data recorded were agronomic characters, yield and yield components. Samples of grain were dehusked and the intensity of pericarp pigmentation was determined by visual observation in the scale from 1 (weakness) to 4 (darkest) and anthocyanin content by pH differential method. Interaction effects of genotype and water regime were significant on seed yield ($p < 0.01$), visual intensity of pigmentation ($p < 0.05$) and anthocyanin concentration ($p < 0.01$). Water regime had little effect of seed yield of most purple rice varieties, except two wetland varieties (K7677 and K89057) which produced seed yield of more than 1,000 g/m^2 when grown on submerged soil compared with yield of 533 - 716 g/m^2 on aerobic soil. Visual evaluation found all 22 rice varieties to be pigmented. Water regime had no effect on visually judged pigmentation in half of the varieties, while the other halves of the varieties were seen to have more intense pigmentation when grown on aerobic soil. Anthocyanin concentration did not correlate with the scale of visually judged pigmentation ($r = 0.099$, not significant at $p < 0.05$), and varied much more widely among the rice varieties (range 0.5 – 58.9 mg/100g; CV 116.5%) than the visually observed intensity of pigmentation (range 2 – 3; CV 8.4%). Water regime had no effect on anthocyanin concentration in of the varieties, but in 4 varieties anthocyanin concentration was significantly higher when grown in submerged than in aerobic soil, while in one variety aerobically grown rice had almost twice as high the concentration of anthocyanin as wetland grown rice.

Experiment 2 determined effects of nitrogen levels on yield, visual intensity of pigmentation and anthocyanin content in a purple glutinous rice variety. The variety Kum Doi Saket (KDK) was grown under 5 levels of nitrogen (N) fertilizer, 50 (N50), 100 (N100), 150 (N150), 200 (N200) and250 (N250) mg N/kg soil. The N fertilizer was applied as urea (46% N). Seedlings were planted on Sansai soil series in pots, 5 seedlings per pot in 3 replications. Nitrogen fertilizer was applied 4 times at 0, 30, 60 and 90 days after planting. The data recorded were as in experiment 1. The chemical analysis also included nitrogen concentration in the straw and grain by Kjeldahl method. Increasing N level from N50 to N250 increased number of tillering, yield, nitrogen content of the straw and brown rice. However, there was no significant effect of N on the anthocyanin content in brown rice.

Experiment 3 determined effects of nitrogen levels and water management on grain yield and anthocyanin content in the grain of two purple glutinous rice varieties grown under 2 levels of

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

nitrogen (N) and 2 water regimes. Two purple glutinous rice varieties, KDK and CMU122, were grown on Sansai soil in a pot experiment. Two levels of N fertilizer, 70 (N70, low N) and 210 (N210, high N) mg N/kg soil, and 2 water regimes (submerged and aerobic) were applied. Increasing N from N70 to N210 increased grain yield in both varieties. In KDK, high N in submerged soil had twice grain yield higher than in low N, while grain yield response to N was much lower in aerobic soil. In CMU122, high N rate had about twice grain yield higher than low N in both water conditions. The interaction between variety and nitrogen were also affected on purple pericarp color, such as in KDK have more intense color of the pericarp than CMU122 and N210 have more increasing intense color of the pericarp than N 70 in both varieties. Increasing nitrogen depressed anthocyanin content in rice grain in KDK, while slightly increasing in CMU122. Under aerobic condition of KDK variety, it was found the positive correlation between total nitrogen content in straw and the anthocyanin content in brown rice ($r = 0.81$, $P < 0.05$), while the negative correlation was found between total nitrogen content in brown rice and anthocyanin content in brown rice ($r = 0.81$, $P < 0.05$).There was also the positive correlation between total nitrogen content in brown rice and anthocyanin content in brown rice ($r = 0.71$, $P < 0.05$) in aerobic condition of CMU122.

This study has shown that potential nutritive and pharmaceutical value of purple rice from anthocyanin was not predictable by visual pigmentation rating. Differential responses to N and water among the varieties in their seed yield, visual rating of pigmentation and anthocyanin concentration should always be considered in both production and genetic improvement of purple rice.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved