Thesis Title Manganese Efficiency in Thai Rice Genotypes

Author Miss Rataya Yanaphan

Degree Doctor of Philosophy (Agronomy)

Thesis Advisory Committee Prof. Dr. Benjavan Rerkasem Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jamjod Member

Assoc. Prof. Dr. Dumnern Karladee Member

ABSTRACT

The occurrence of Manganese (Mn) deficiency in crop is widespread geographically, and is usually associated with soils with high pH. Soils particularly prone to Mn deficiency include acidic upland soils, alkaline and calcareous soils, degraded paddy soils, leached sandy soils, old acid sulfate soils, alkaline and calcareous organic soils, and highly weathered soils. Manganese deficiency can be a constraint in upland rice and rice grown in aerobic soil. In these two conditions, availability of Mn is low and may be inadequate for the rice plant. As the solubility of Mn increases under submergence, manganese deficiency is uncommon in wetland rice, but can cause yield losses in upland rice and rainfed rice when the soil is not flooded. Manganese deficiency causes chlorosis (leaves loosing chlorophyll), decreases grain yield, carbohydrate content and grain number. Manganese deficiency can be a problem for rainfed rice on calcareous soils such as Lopburi, Banmi, Saraburi, Takhli soil series in Thailand, when rainfall is insufficient for submergence. It can also be a problem in upland rice on calcareous soils in the highlands that have

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

derived from limestone, e.g. in Pang Ma Pha and Pai District of Mae Hong Son Province.

Genotypic variation in Mn efficiency has been reported in many plant species, but no information is available in rice. On the other hand, productive upland and rainfed rice cropping systems based on local varieties have been found that soils were prone to Mn deficiency in Thailand. I hypothesized that a certain degree of tolerance to low Mn supply may present in some rice genotypes. This study set out to evaluate responses to Mn deficiency in Thai rice and explore the machanisms of acquisition, uptake and utilization of Mn efficient and inefficient rice genotypes.

The first study evaluated Thai rice genotypes for Mn efficiency. Five rice genotypes, PSL1, RD10, SKN, Jao-Leaung11 and KDML105 (often grown in rainfed condition) were grown in well drained sand culture with two levels of applied Mn: 0 and 0.5 mg/ L (Mn_0 and $Mn_{0.5}$). Relative number of leaves, tillers and Mn uptake were measured for performance in Mn_0 relative to $Mn_{0.5}$. KDML105 had higher relative number of leaves and number of tillers than other genotypes. KDML105 had the highest relative Mn uptake whereas PSL1 had the lowest. KDML105 was judged to be most tolerant to Mn deficiency, i.e. Mn efficient and PSL1 was judged Mn inefficient. The Mn efficient KDML105 was selected for evaluating Mn efficiency mechanisms in comparison with Mn inefficient, PSL1.

Seed of eleven upland rice genotypes, Sam Lern, Mon Kong (1), Mon Kong (2), Haw (1), Haw (2), Haw (3), Haw (4), Phee, Ja Nor Moey, Haw Kaw and Jee Dao were collected from area calcareous soil in Pang-Ma-Pha district, Mae Hong Son province, northern of Thailand. The rice genotypes in this study was provided by Mae Hong Son Rice Research Center. Each seed accession was devided into 3 sub

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

samples (SS1, SS2 and SS3). Genotypic variation for Mn efficiency in upland rice was studied for more details in nutrient solution without added Mn. The 11 seed accessions were investigated in comparison with KDML105 as standard Mn efficient and PSL1 as Mn inefficient checks. The variation of Mn efficiency was found among individual plants of each seed accession and seed accession sharing the same name, with some as efficient as KDML105 and some as inefficient as PSL1. Seed accession of upland rice like Sam Lern and Haw (3) which were classified as Mn efficient genotypes had high variation within and between genotypes based on their number of leaves, tillers and YEB-1 chlorophyll content. Sam Lern and Haw (3) were more Mn efficient than Mn inefficient check PSL1 and similar to Mn efficient check KDML105. The external grain characters of Sam Lern, Haw (3) and Haw kaw showed small variation (low %CV). Sam Lern, Haw (3) and Haw Kaw were evaluated for response to Mn. Each genotype was multiplied from seed in SS3 and 20 seeds from each plant was kept separately from each accession, one seed from each line. One upland rice variety; Bue Bang (BB) identified as tolerant to Al toxicity was included for comparison along with two standard checks, KDML105 and PSL1. Seed of BB, KDML105 and PSL1 were pure line. These rice genotypes were grown in nutrient solution with and without added Mn. Sam Lern, BB and KDML105 were the most Mn efficienct genotypes based on relative YEB-1 chlorophyll content, relative shoot and root dry weight. Moreover, relative Mn uptake efficiency of BB, Sam Lern, Haw (3) and KDML105 showed more Mn efficient genotypes.

The machanism of Mn acquisition were examined in Mn efficient (KDML105) and inefficient (PSL1) rice genotypes for the possibility of the presence of root exudates. This study explored the possibility of the effect of root exudates

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

from Mn efficient to enhance Mn inefficient plants growing nearby. The two rice genotypes, PSL1 and KDML105 were grown together in the same pot and separately in sand culture with two levels of applied Mn. The possibility that some root exudates may be the basis for Mn efficiency in KDML105 was indicated by the transfer of Mn to PSL 1 growing in the same pot. Relative YEB-1 chlorophyll content, number of leaves, tillers, shoot dry weight, root dry weight and Mn uptake efficiency in PSL1 grown without added Mn were increased when grown with KDML105.

To reconcile the results from these two experiments, verification of the Mn^{4+} reduction power of root exudates from roots of the Mn efficient and inefficient rice genotypes were examined in the next two experiments. PSL1 and KDML105 were grown in sand culture with 4 treatment of applied Mn as follows: 1) 0 mg Mn/L (Mn_0) 2) 0.5 mg Mn/L from Mn-EDTA ($Mn(II)_{0.5}$ 3) 0.25 mg Mn/L from Mn-EDTA and 0.25 mg Mn/L. from $KMnO_4$ ($Mn(II)_{0.25}$+ $Mn(IV)_{0.25}$ 4) 0.5 mg Mn/L from $KMnO_4$ ($Mn(IV)_{0.5}$). KDML105 grew better with Mn(IV) than PSL1, and having higher YEB-1 chlorophyll content, number of leaves, number of tillers and Mn uptake efficiency in all status of Mn. In contrast, PSL1 was less effective in utilizing Mn(II), its chlorophyll content number of leaves, number of tillers and Mn uptake efficiency in $Mn(IV)_{0.5}$ lower than in $Mn(II)_{0.5}$, and lower than those in KDML105. The roots of KDML105 grown in Mn deficiency demonstrated reduction power by the decolorization (MnII colorless) of filter paper impregnated with Mn oxide (MnIV, brown) and by acidifying the rhizosphere. PSL1 could not change the colour of MnIV oxide on filter paper and had no effect on rhizosphere pH when grown in Mn deficiency condition.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PSL1 and KDML105 were compared in nutrient solution with or without aeration without added Mn. The difference in oxygen supply did not effect to different response in KDML105 and PSL1 based on YEB-1 chlorophyll content, root and shoot length when grow in Mn deficiency. Therefore, plant grown in still condition or without aeration was chosen for evaluating Mn efficiency in rice.

The response to a range of external supply of Mn was evaluated in Mn efficient KDML105 and Mn inefficient PSL1. They were grown in still solution culture with three levels of applied Mn: 0, 0.25 and 0.5 mg/ L (Mn_0, $Mn_{0.25}$ and $Mn_{0.5}$). Chlorophyll content, number of leaves and number of tillers of KDML105 was higher than PSL1 that was more likely to be relating to a higher Mn uptake efficiency because of a more efficient to take up more Mn from external root into plant under Mn deficiency. Therefore, KDML105 was clearly to be the Mn uptake efficient genotype.

KDML105 and PSL1 were further studied for their Mn utilization efficiency in the production of biomass and partitioning of carbohydrates and grain yiled. The two rice genotypes were grown at two applied Mn levels, Mn_0, and $Mn_{0.5}$ that were grown in solution culture. In Mn0, relative shoot dry weight, root dry weight and relative TNC (total nonstructural carbohydrate) concentration in shoot of KDML105 was the highest excepted in relative TNC concentration in root was lower than PSL1. This may reflect the Mn inefficient genotypes, PSL1 need to increase root growth by increasing the absorptive root surface area to take up the required amount of Mn. Therefore, TNC partitioning to shoot of PSL1 was affected, resulted in inhibiting of shoot growth. However, Mn deficiency impaired essential growth functions and TNC production. The present result of different in grain yields of KDML105 and PSL1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

with and without added Mn in solution culture could be used effectively to determine Mn efficiency. At Mn deficiency, KDML105 was able to produce high yield whereas PSL1 was not. Responsible of KDML105 and PSL1 were classified into two response groups. KDML105 was Mn efficient responders which produced high yields at low Mn levels and responded to Mn additions. PSL1 was Mn inefficient responders, which produced low yields at low levels of Mn and had a high response to added nutrients.

In conclusion, KDML105 manifested a significant better performance in Mn acquisition, Mn uptake and Mn utilization compared with others when subjected to a depleted Mn supply was referred to as 'Mn efficient'. While PSL1 can be described as Mn inefficient in all traits. Some Mn efficient genotypes have also been identified in local Thai rice germplasm, but none better than KDML105. Based on this finding, rice genotypes tolerant to Mn deficiency and understanding the machanisms of Mn efficiency can facilitate management of the rice crop in both upland and lowland rice condition and provide a potentially useful source of parental material for future crop improvement programmes designed to produce rice lines tolerant to depleted Mn supply. However, genetic variation will be evaluated for Mn tolerance in upland rice grown in different limeston areas. Especially for Sam Lern, it will be confirmed for genetic variation within genotype by DNA analysis and evaluated mechanism of Mn efficiency in this rice genotype.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ สมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสในพันธุ์ข้าวไทย

ผู้เขียน นางสาวรัตญา ยานะพันธุ์

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชไร่)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ. ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม ประธานกรรมการ

รศ. ดร. ศันสนีย์ จำจด กรรมการ

รศ. ดร. ดำเนิน กาละดี กรรมการ

บทคัดย่อ

การขาดธาตุแมงกานีสในพืชเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในดินด่าง (alkaline soil) หรือพื้นที่ที่เป็นดินเนื้อปูน (calcareous soil) ที่มี pH สูง ๆ ซึ่งการขาดธาตุแมงกานีสจะเป็นปัญหาในการปลูกข้าวไร่และนาน้ำฝนที่ไม่มีการขังน้ำ เพราะความเป็นประโยชน์ของธาตุแมงกานีสต่ำและไม่พอเพียงต่อความต้องการของการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของต้นข้าว เมื่อมีการขังน้ำจะทำให้ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุแมงกานีสเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการขาดธาตุแมงกานีสจึงไม่เกิดปัญหาในการปลูกข้าวที่มีการขังน้ำ การขาดธาตุแมงกานีสจะมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของข้าวทำให้การสร้างปริมาณคาร์โบไฮเดรต จำนวนเมล็ด และผลผลิตของข้าวลดลง ในประเทศไทยการขาดธาตุแมงกานีสสามารถเกิดขึ้นในการปลูกข้าวนาน้ำฝนบนพื้นที่ดินปูน เช่นในพื้นที่ที่มีดินชุดลพบุรี บ้านหมี่ และชุดดินตาคลี ที่ไม่มีการขังน้ำ นอกจากนั้นยังเป็นปัญหาในการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงที่เป็นพื้นที่ดินปูน เช่นในอำเภอปางมะผ้า และอำเภอปาย ในจังหวัดแม่ฮองสอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีรายงานว่าในต่างพืชพันธุ์มีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสต่างกันในพืชหลายชนิด แต่ในข้าวยังไม่มีการรายงาน การผลิตข้าวไร่และข้าวนาน้ำฝนของพันธุ์พื้นเมือง (local varieties) ในพื้นที่ที่มีการขาดธาตุแมงกานีสอาจจะทำให้พันธุ์ข้าวมีการปรับตัวเพื่อทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองต่อการขาดธาตุแมงกานีส และตรวจสอบกลไกการหา (acquisition) การดูด (uptake) และ การใช้ (utilization) ของพันธุ์ข้าวที่มีสมรรถภาพ และไม่มีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีส

ในการศึกษาเบื้องต้นเพื่อประเมินการตอบสนองของพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ คือ พันธุ์พิษณุโลก 1, กข 10, สกลนคร, เจ้าเหลือง 11 และ ขาวดอกมะลิ 105 ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับแมงกานีสสองระดับคือ 0 และ 0.5 มล.แมงกานีส ต่อ ลิตร (Mn_0 and $Mn_{0.5}$) พบว่าค่า relative (($Mn_0/Mn_{0.5}$) x 100) ของจำนวนใบ จำนวนหน่อ และการสะสมธาตุแมงกานีสของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ และพันธุ์พิษณุโลก 1 นั้นต่ำสุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส ดังนั้นจึงเลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส และพันธุ์พิษณุโลก 1 ที่อ่อนแอต่อการขาดธาตุแมงกานีส เพื่อเป็นพันธุ์มาตรฐานในการสอบค้นหาเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ทนทานต่อการขาดแมงกานีส และทดสอบกลไกของสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีส

นำข้าวไร่จากพื้นที่ดินด่างที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งรวบรวมพันธุ์โดยศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน 11 พันธุ์ มาทำการศึกษา เมล็ดพันธุ์ที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดแรกใช้ศึกษาความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ที่มีสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสของพันธุ์ข้าวไร่ โดยปลูกทดสอบในสารละลายธาตุอาหารที่ขาดธาตุแมงกานีส เปรียบเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1) พบความแปรปรวนของพันธุ์ที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสทั้งระหว่างพันธุ์ที่มีชื่อต่างกันและภายในพันธุ์ที่มีชื่อเดียวกัน โดยได้พบทั้งสายพันธุ์ที่มีสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสทัดเทียมกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และต่ำใกล้กับ พิษณุโลก 1 ซึ่งพันธุ์สามเหลิน และพันธุ์ฮ้าว (3) เป็นพันธุ์ที่มีความแปรปรวนของจำนวนใบ จำนวนหน่อ และความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในใบที่อ่อนที่สุด (YEB-1) ภายในพันธุ์และระหว่างพันธุ์สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ นอกจากนั้นพันธุ์สามเหลิน และพันธุ์ฮ้าว (3) มีสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสสูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 1 และไม่ต่างจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 การทดสอบทางสัญฐานวิทยาของลักษณะเมล็ดจากเมล็ดชุดที่ 2 จะมีความใกล้เคียงกัน (%CV ต่ำ) ในพันธุ์สามเหลิน พันธุ์ฮ้าว (3) และพันธุ์ฮ้าวขาว หลังจากนั้นนำเมล็ดจากชุดที่สามมาขยายพันธุ์และเก็บเมล็ดแยกต้น โดยนำเมล็ดจากแต่ละต้นจำนวน 20 ต้น มาปลูกทดสอบรวมกับพันธุ์บือบ้าง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทนต่อการเป็นพิษของอะลูมินั่มในสารละลายแมงกานีส 2 ระดับ คือ 0 และ 0.5 มล.แมงกานีส ต่อลิตร เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 ที่เป็นเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line seed) จากการทดลองพบว่าพันธุ์สามเหลิน พันธุ์บือบ้าง และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวที่มีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสสูง โดยมีความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในใบ YEB-1 ค่า relative ของน้ำหนักแห้งต้น และรากสูง นอกจากนั้นค่า relative ของสมรรถภาพการดูดธาตุแมงกานีสต่อน้ำหนักรากในพันธุ์บือบ้าง พันธุ์สามเหลิน พันธุ์ฮ้าว (3) และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 1

นอกจากนี้ยังได้ศึกษากลไกในการหาธาตุแมงกานีสโดยทดสอบความสามารถในการปลดปล่อยสารละลายจากราก โดยทดสอบว่ามีการปลดปล่อยสารละลายจากรากของพันธุ์ข้าวที่มีสมรรถภาพการหาธาตุแมงกานีส ซึ่งตรวจสอบโดยการปลูกพันธุ์ที่มีสมรรถภาพ (พันธุ์ขาวดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มะลิ 105) ร่วมกับพันธุ์ที่ไม่มีสมรรถภาพ (พันธุ์พิษณุโลก 1) ในกระถางเดียวกันเปรียบเทียบกับที่ปลูกแยกแต่ละพันธุ์ในกระถางบรรจุทราย รดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่สองระดับแมงกานีส คือ Mn_0 และ $Mn_{0.5}$ จากการทดสอบพบว่า เมื่อปลูกใน Mn_0 ค่า relative ของความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบที่อ่อนที่สุด จำนวนใบ จำนวนหน่อ น้ำหนักแห้งต้น และราก และ สมรรถภาพการดูดแมงกานีสต่อน้ำหนักราก ในพันธุ์พิษณุโลก 1 เพิ่มขึ้นเมื่อปลูกร่วมกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

เพื่อยืนยันว่าพันธุ์ข้าวมีสมรรถภาพในหาธาตุแมงกานีสจึงได้ทดสอบความสามารถในการปลดปล่อยสารละลายจากรากข้าวโดยสารละลายที่ถูกปลดปล่อยสามารถเปลี่ยนแมงกานีสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (Mn(IV)) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ (Mn(II)) และพืชสามารถดูดไปใช้ได้ โดยปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 ในทราย ใส่แมงกานีสในรูป Mn-EDTA และ $KMnO_4$ 4 ระดับ คือ 1) 0 (Mn_0) 2) 0.5 ในรูป Mn-EDTA ($Mn(IV)_{0.5}$) 3) 0.25 ในรูป Mn-EDTA และ 0.25 ในรูป $KMnO_4$ ($Mn(II)_{0.25}$+$Mn(IV)_{0.25}$) 4) 0.5 ในรูป $KMnO_4$ ($Mn(IV)_{0.5}$) มล.แมงกานีส ต่อลิตร จากการทดสอบพบว่า พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สามารถเปลี่ยน Mn(IV) ให้อยู่ในรูป Mn(II) ได้ จึงทำให้ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในใบ YEB-1 จำนวนใบ จำนวนหน่อ และ สมรรถภาพการดูดแมงกานีสต่อน้ำหนักรากของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในทุกระดับและทุกรูปของแมงกานีสไม่ต่างกัน ในขณะที่พันธุ์พิษณุโลก 1 ไม่สามารถปลดปล่อยสารละลายจากรากได้จึงทำให้ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในใบ YEB-1 จำนวนใบ จำนวนหน่อ และ สมรรถภาพการดูดแมงกานีสต่อน้ำหนักรากของพันธุ์พิษณุโลก 1 ใน $Mn(IV)_{0.5}$ ต่ำกว่าใน $Mn(II)_{0.5}$ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบการเกิดขบวนการ reduction ของ MnIV-oxide บนกระดาษที่ชุบ MnIV-oxide ในบริเวณราก และค่า pH ใน de-ionised water (DI) ที่ปรับ pH ที่ 7$\pm$0.05 ซึ่งพบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แสดงการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

MnIV-oxide บนกระดาษ โดยสีน้ำตาลบนกระดาษที่มี MnIV-oxide กลายเป็นสีน้ำตาลจางลง และพบว่า pH ในน้ำ DI ลดลงเมื่อขาดธาตุแมงกานีส ส่วนพันธุ์พิษณุโลก 1 ไม่สามารถเปลี่ยน MnIV-oxide บนกระดาษ และลด pH ในน้ำ DI ลงได้ เมื่อขาดธาตุแมงกานีส

เมื่อนำข้าวพันธุ์พิษณุโลก 1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาปลูกเปรียบเทียบในสารละลายธาตุอาหารที่ให้ออกซิเจน และไม่ให้ออกซิเจน ทั้งสองพันธุ์ไม่พบความแตกต่างในความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในใบ YEB-1 ความยาวราก และความสูงต้น เมื่อปลูกในสภาพขาดธาตุแมงกานีส ดังนั้นสามารถใช้วิธีการปลูกข้าวในสารละลายที่ไม่ให้ออกซิเจนในการประเมินความมีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสในข้าวได้

ทดสอบกลไกของสมรรถภาพการดูดธาตุแมงกานีสระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 โดยปลูกทดสอบในสารละลายธาตุอาหารที่ 3 ระดับแมงกานีส คือ 0 0.25 และ 0.5 มล.แมงกานีส ต่อ ลิตร (Mn_0, $Mn_{0.25}$ และ $Mn_{0.5}$) จากการทดสอบพบว่า พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบ YEB-1 จำนวนใบ และจำนวนหน่อ สูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 1 ซึ่งผลดังกล่าวเกิดจากความสามารถในการนำธาตุแมงกานีสจากนอกรากเข้าสู่รากภายใต้สภาพขาดอันเนื่องมาจากสมรรถภาพในการดูดธาตุแมงกานีสของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แสดงออกอย่างชัดเจนถึงการเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถภาพในการดูดธาตุแมงกานีส

เพื่อเป็นการยืนยันถึงสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีส จึงประเมินกลไกของสมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 โดยการประเมินการสร้างและการแบ่งส่วนของคาร์โบไฮเดรต ปลูกทดสอบในสารละลายธาตุอาหารที่แมงกานีส 2 ระดับคือ Mn_0 และ $Mn_{0.5}$ พบว่าใน Mn_0 ค่า relative น้ำหนักแห้งต้น และราก กับ relative ความเข้มข้นของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ในต้นของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีสูง ยกเว้นความเข้มข้นของ TNC ในรากมีต่ำกว่าในพันธุ์พิษณุโลก 1 ซึ่งอาจเกิดจากความต้องการเพิ่มพื้นที่ของรากเพื่อเพิ่มการดูดซับธาตุแมงกานีสจากภายนอกราก ดังนั้นจึงส่งผลต่อความเข้มข้นของ TNC ในต้นและเป็นผลให้ยับยั้งการเจริญของต้นในพันธุ์พิษณุโลก 1 แต่อย่างไรก็ตามการขาดธาตุแมงกานีสก็ลดปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตและการสร้าง TNC ด้วย นอกจากนั้นในการเปรียบเทียบผลผลิตของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 จากการปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ Mn_0 และ $Mn_{0.5}$ ใน Mn_0 พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สามารถสร้างผลผลิตได้สูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 1 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุแมงกานีสเข้าไป มีผลทำให้เพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก 1 อีก ซึ่งการตอบสนองดังกล่าวสามารถจัดจำแนกได้สองรูปแบบ คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่สมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสแบบมีการตอบสนอง (Mn efficient responders) และพันธุ์พิษณุโลก 1 เป็นพันธุ์ที่ไม่มีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีสแบบมีการตอบสนอง (Mn inefficient responders)

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สามารถแสดงให้เห็นถึงสมรรถภาพในการทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส โดยมีสมรรถภาพในการหา การดูด และการใช้ธาตุแมงกานีสที่ดีกว่าพันธุ์พิษณุโลก 1 ซึ่งไม่สามารถแสดงสมรรถภาพในด้านต่างๆ ออกมาได้เลย นอกจากนี้จากการประเมินพันธุ์ครั้งแรก พบว่าข้าวไร่พันธุ์สามเหลิน เป็นพันธุ์ที่แสดงออกถึงการทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส และจากการพบพันธุ์ที่ทนต่อการขาดธาตุแมงกานีสและเข้าใจถึงกลไกของสมรรถภาพในการทนต่อการขาดธาตุแมงกานีส สามารถช่วยจัดการในการผลิตข้าวไร่และข้าวนาน้ำฝน และยังสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับลักษณะการทนต่อการขาดธาตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แมงกานีสที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป อย่างไรก็ตามควรทดสอบความสามารถในการทนต่อการขาดธาตุแมงกานีสในพันธุ์อื่นๆ ที่ปลูกในพื้นที่ดินปูนในที่อื่นๆ อีก ส่วนพันธุ์สามเหลินควรทดสอบความแปรปรวนภายในพันธุ์โดยการตรวจสอบในระดับโมเลกุล และควรทดสอบกลไกที่แสดงถึงการเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถภาพในการใช้ธาตุแมงกานีส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved