

การประเมินความเข้มของสีใบด้วย SCMR การเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง ที่ปลูกภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

Evaluation of leaf color intensity by SCMR, growth and yield of cassava under different nitrogen fertilizer managements

คมสันต์ พันธุ์พาน¹ และ ปรมศ บรรเทิง^{1,2*}

Komsan Phunthupan¹ and Poramate Banterng^{1,2*}

บทคัดย่อ: SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่ใช้บอกความเข้มของสีใบ ซึ่งเป็นการคาดคะเนปริมาณคลอโรฟิลล์ในทางอ้อม ค่า SCMR ที่ได้อาจนำมาใช้เพื่อศึกษาการตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่ต่างกันได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมิน SCMR การเจริญเติบโต และผลผลิตของ มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ระยอง 9 (RY 9) และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) ภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน ทำการทดลองที่บ้านโคกสี อ.เมือง จ.ขอนแก่น ในระหว่างเดือนธันวาคม 2557-กันยายน ปี 2558 โดยใช้แผนการทดลอง split-plot design จำนวน 4 ซ้ำ กำหนดปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ คือ 0, 15, และ 30 กิโลกรัม/ไร่ เป็น main-plot factor และ สุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design, RCBD) พันธุ์มันสำปะหลัง เป็น sub-plot factor ซึ่งจากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าเมื่อมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน ค่า SCMR ของใบมันสำปะหลังใบที่ 5 ที่แผ่ขยายเต็มที่ นับจากยอดของลำต้นหลัก เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ แตกต่างกัน ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวม และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก และที่อายุเก็บเกี่ยว ในลักษณะน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารพบว่า มันสำปะหลัง ทั้งสองพันธุ์ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นเหมือนกัน มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยว เท่ากับ 1206.0 กรัม/ต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 และจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีความ เข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของค่า SCMR ในใบมันสำปะหลัง

คำสำคัญ: คลอโรฟิลล์, มันสำปะหลัง, ปุ๋ยไนโตรเจน

ABSTRACT: SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) is a parameter to indicate leaf color intensity. It can be used for indirect observation for chlorophyll content. SCMR may use to be an alternative trait to study the responses of cassava cultivar to different nitrogen fertilizer managements. The objective of this study was to evaluate the SCMR, growth and yield of 2 cassava cultivars, i.e., Rayong 9 (RY9) and Kasetsart 50 (KU50), under different additional nitrogen fertilizer levels. The experiment was conducted at Ban Kok Sri, Maung district, Khon Kaen province during December 2014-September 2015. A Split-plot design with 4 replications was used. Three different additional nitrogen fertilizer levels (main-plot factor), i.e., 0, 15, and 30 kg/rai, were random by following the randomized complete

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: bporam@kku.ac.th

block design (RCBD). Two cassava cultivars were assigned as sub-plot factor. The recorded data indicated that the SCMR values for the fifth fully expanded leaves from top of main stem at 90 days after planting were not significant difference among different levels of additional nitrogen fertilizer. There were significant differences among different levels of additional nitrogen fertilizer for total dry weight and storage root dry weight at 90 days after planting and at harvesting date. The responses of 2 cassava cultivars in different additional nitrogen fertilizer levels were similar for storage root dry weight. Kasetsart 50 produced higher storage root dry weight (1206.0 g/plant) than Rayong 9. Further study is necessary for more understanding about the role of SCMR value in cassava.

Keywords: chlorophyll, cassava, nitrogen fertilizer

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญอันดับที่ 5 ของโลก ซึ่งสามารถปลูกได้ในละติจูด 30°N ถึง 30°S แต่แหล่งปลูกส่วนใหญ่อยู่ระหว่างช่วงละติจูด 20°N ถึง 20°S (ศูนย์สารสนเทศชุมชน, 2554) ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญ แต่ผลผลิตของมันสำปะหลังยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำหรือประมาณ 3.5 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ขณะที่การคัดเลือกพันธุ์สำปะหลังที่มีผลผลิตสูงจะต้องใช้ระยะเวลายาวนาน มีค่าใช้จ่ายสูง และอาจไม่สามารถควบคุมปัจจัยแวดล้อมได้ (Uddling et al., 2007) ขณะที่การตรวจวัดค่า SCMR ที่ใบสามารถทำได้รวดเร็ว และมีรายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช คือ แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) และ *Lindera melissifolia* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า SCMR (Hawkins et al., 2009; Ruttanaprasert et al., 2010) ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการนำค่า SCMR มาอธิบายปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช ในขณะที่ Evans (1989) กล่าวว่า คลอโรฟิลล์ในใบพืชมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีผลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางใบ ทำให้ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้น (กอบเกียรติ, 2551; กฤษฎาพร, 2555) ซึ่ง สืบสกุล (2554) ได้ทำการศึกษาค่า SCMR ของข้าวโพด พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear relationship) กับ น้ำหนักแห้งมวลชีวภาพสูงสุด และผลผลิต แสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการอธิบายน้ำหนักแห้งมวลชีวภาพ และผลผลิตได้

Anand and Byju (2008) ได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ Sree Vijaya และ M-4 มีความสัมพันธ์กับค่า SCMR และองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์เอ และบี ดังนั้นการศึกษาค่า SCMR ควบคู่กับการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ที่มีพฤติกรรมแตกต่างที่ต่างกัน ภายใต้การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกัน จะให้องค์ความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับความการเปลี่ยนแปลงของสีใบต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน และมีความเข้าใจพฤติกรรมการแสดงออกของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ ภายใต้สภาพเงื่อนไขดังกล่าวมากขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อช่วยในการพิจารณาเกณฑ์ สำหรับการเลือกพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่ง Kaweewong et al. (2013) ทำการศึกษาผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินลพบุรี พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ ที่ให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด (10,256 กิโลกรัม/ไร่) และ ชัยนัต์ (2557) รายงานว่า การใส่ไนโตรเจนในอัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้มันสำปะหลังพันธุ์ยอง 9 ที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด ให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด (4,650 กิโลกรัม/ไร่) ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อศึกษาค่า SCMR การเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง พันธุ์ยอง 9 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ภายใต้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน เพื่อให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับบทบาทของค่า SCMR ในการอธิบายการตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลัง ภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ต่างกัน และเพื่อใช้ค่า SCMR เป็นเกณฑ์สำหรับช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว

วิธีการศึกษา

ศึกษาพันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ระยอง 9 ซึ่งไม่มีการแตกกิ่ง (non-forking) และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการแตกกิ่ง (forking) ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นมันสำปะหลังพันธุ์แนะนำที่ให้ผลผลิตหัวสดและมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง เหมาะกับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ทำการทดลองที่บ้านโคกสี ต.บ้านค้อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ซึ่งเป็นชุดดินอินทรี ในระหว่างเดือนธันวาคม 2557-กันยายน ปี 2558 โดยใช้แผนการทดลอง split-plot design ที่มีการสุ่ม main-plot factor คือ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ (0, 15 และ 30 กิโลกรัม/ไร่) แบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก และมี sub-plot factor คือ พันธุ์มันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

การเตรียมพื้นที่ปลูกเริ่มจากไถแปร จากนั้นไถพรวน และยกร่องปลูก ระยะห่าง 1 เมตร ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้จากต้นที่มีอายุ 9 เดือนหลังปลูก ตัดท่อนพันธุ์ให้มีความยาว 15 เซนติเมตร ก่อนปลูกแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ด้วยสารเคมีกำจัดเพลี้ยแป้ง (thiamethoxam 25% WG) อัตราส่วน 4 กรัม/น้ำ 20 ลิตร นาน 5-10 นาที เพื่อกำจัดเพลี้ยแป้งที่ติดมากับท่อนพันธุ์ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร หลุมละ 1 ต้นขนาดพื้นที่แปลงย่อย 120 ตารางเมตร การจัดการวัชพืชทำ 2 ครั้ง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 30 วัน และเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก การจัดการปุ๋ย โดยทำการใส่ปุ๋ยครั้งแรกเมื่อมันสำปะหลังอายุ 30 วันหลังปลูก โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (N - P₂O₅ - K₂O) อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยครั้งที่สอง เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก ซึ่งใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 15 กิโลกรัม/ไร่ โดยวิธีจุดเป็นจุดหรือหลุมข้างต้นในทุกๆแปลงย่อย พร้อมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 3 ระดับคือ 0, 15 และ 30 กิโลกรัม/ไร่ ตามแผนการสุ่ม

บันทึกค่า SCMR ของใบที่ 5 ของลำต้นหลัก นับจากบนลงล่าง โดยใบที่ 1 นับจากใบแรกบนยอดที่มี

การแผ่ขยายของแผ่นใบ ซึ่งใบที่ 5 มีการแผ่ขยายเต็มที่ ไม่อ่อนจนเกินไป และเป็นตำแหน่งที่ได้รับแสงมากเมื่อเทียบกับใบอื่นๆ (Haripriyaan and Byju, 2008) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 90 วันหลังปลูกเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ต้น และเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (300 วันหลังปลูก) เก็บตัวอย่างจำนวน 8 ต้น เพื่อบันทึกน้ำหนักแห้งรวม (ไม่รวมราก) และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร แล้วนำมาแยกใส่ถึงกระดาษเป็น ส่วนใบ ส่วนก้านใบ ส่วนลำต้น ส่วนท่อนพันธุ์ และส่วนหัว หลังจากนั้นนำไปเข้าตูอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง split-plot design ที่มีการสุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จาก Figure 1 แสดงให้เห็นการตอบสนองของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน มีความแตกต่างกัน นอกจากนั้นมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ มีค่า SCMR ของใบที่ 5 และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร ที่อายุ 90 วันหลังปลูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักแห้งรวมที่อายุ 90 วันหลังปลูก น้ำหนักแห้งรวม และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยว (1206.0 กรัม/ต้น) มากกว่าพันธุ์ระยอง 9 (967.7 กรัม/ต้น) (Table 1)

การเปรียบเทียบผลของการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า ค่า SCMR ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ ค่าน้ำหนักแห้งรวม และค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 90 วันหลังปลูก และที่อายุเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยที่การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 30 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้มันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารเฉลี่ยที่อายุเก็บเกี่ยวสูงที่สุด (1341.3 กรัม/ต้น)

นอกจากนี้ จากการศึกษายังไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับค่า SCMR ค่าน้ำหนักแห้งรวม ค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 90 วันหลังปลูก และค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยว แสดงให้เห็นว่า ในลักษณะดังกล่าวการตอบสนองของพันธุ์ ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) แต่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับค่าน้ำหนักแห้งรวมที่อายุเก็บเกี่ยวแสดงให้เห็นว่า ในลักษณะดังกล่าวการตอบสนองของพันธุ์ ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1)

จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มในอัตราที่แตกต่างกัน จากอัตรา 0,15 และ 30 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีผลทำให้ค่า SCMR ในใบที่ 5 ของมันสำปะหลังเมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก แตกต่างกัน ทำให้ค่า SCMR ในใบที่ 5 เมื่อทำการวัดที่อายุ 90 วันหลัง

ปลูก ยังไม่เพียงพอต่อการใช้เป็นลักษณะที่ใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่ง Altland et al. (2003) ได้รายงานไว้ว่า ค่า SCMR ในใบของดอกหน้าแมว (*Pansy, viola tricolor* var. *hortensis*) จะแปรผันตามสภาพแวดล้อม ปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับ อายุใบความหนาของใบ และช่วงเวลาที่ทำการวัด ดังนั้นเพื่อการอธิบายการตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลัง ภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตราที่แตกต่างกัน ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่า SCMR ในใบอื่นๆ หรือเพิ่มจำนวนครั้งในการวัด รวมถึงมีการศึกษาในพันธุ์ และพื้นที่ปลูกที่หลากหลาย เพื่อเชื่อมโยงกับการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง ซึ่งจะสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตสูง เมื่อมีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม

Table 1 Means of SCMR, total dry weight and storage root dry weight at 90 days after planting and at harvest time of 2 cassava cultivars under different nitrogen fertilizer managements.

Treatments	90 days after planting			Harvesting time	
	SCMR	Total dry weight (g/plant)	Storage root dry weight (g/plant)	Total dry weight (g/ plant)	Storage root dry weight (g/plant)
Additional nitrogen (N) fertilizer					
0 kg N/rai	47.3	70.2 b	30.2 b	1385.8 c	759.1 c
15 kg N/rai	49.4	82.0 b	35.3 b	1948.1 b	1160.1 b
30 kg N/rai	49.8	107.6 a	45.7 a	2340.7 a	1341.3 a
F-test	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	6.9	12.7	18.5	3.8	8.1
Cultivar					
Rayong 9	49.3	81.9 b	35.8	1835.7 b	967.7 b
Kasetsart 50	48.4	91.3 a	38.3	1947.4 a	1206.0 a
F-test	ns	**	ns	**	**
F-test (Cultivar x Nitrogen)	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%) (Cultivar x Nitrogen)	3.5	8.4	12.9	4.9	7.4

ns, ** = non-significant and significant difference at $p < 0.01$, respectively, The different letters within columns are significantly difference at $p < 0.01$ according to LSD.

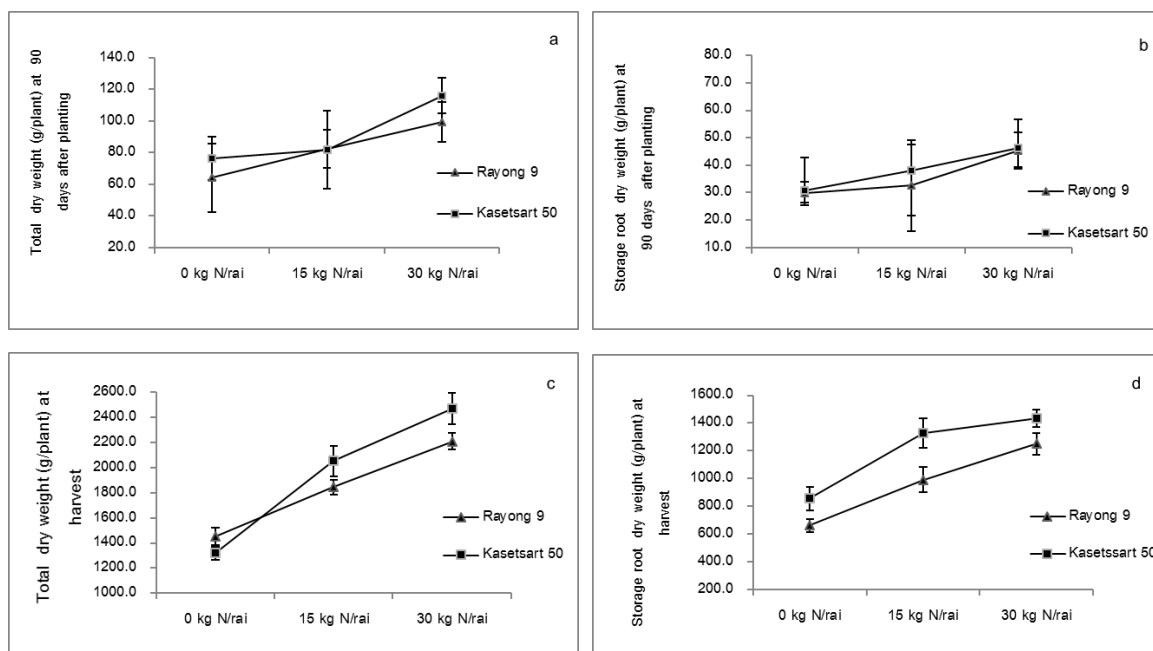


Figure 1 Responses of 2 cassava cultivars to different N applications. (a, b, c and d = total and storage root dry weights at 90 days after planting and at harvest, respectively)

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ามันสำปะหลังที่มี การแตกกิ่งที่แตกต่างกันทั้งสองพันธุ์ มีการตอบสนอง ต่อระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้นคล้ายกัน การเพิ่มปุ๋ย ไนโตรเจนที่อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ ให้ค่าน้ำหนักแห้งราก สะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยว สูงที่สุดเท่ากับ 1341.3 กรัม/ต้น และมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ ค่าน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุเก็บเกี่ยวเท่ากับ 1206.0 กรัม/ต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ระยะของ 9

คำขอบคุณ

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัย ขอนแก่น ที่ได้อนุมัติเงินทุนอุดหนุนทั่วไป ประจำปี งบประมาณ 2558 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยปรับปรุง พันธุ์พืช เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน และสาขาพืชไร่ ภาค วิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะ

เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุน การทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎาพร สิ้นชัย. 2555. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และมูลโคที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่ปลูกในดิน ชุดยโสธร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ไพโรจน์ พันธุ์พุกษ์, สุรัตนา เสนาะ และนารูโอ มัสซูโมโต. 2551. การจัดการสมดุลธาตุ อาหาร N, P, และ K เพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่าง ยั่งยืน. รายงานผลการ วิจัยประจำปี 2551. ศูนย์วิจัยพืช ไร่ขอนแก่น สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชยันต์ ภักดีไทย และวิทยา ตริไลเกษตร. 2557. การตอบสนองของ มันสำปะหลังต่อปุ๋ยไนโตรเจน และการให้น้ำชลประทาน แบบหยดเพื่อการเก็บเกี่ยวอายุสั้น. แก่นเกษตร. 42(พิเศษ 1): 192-197.

- ศูนย์สารสนเทศชุมชน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2554. มั่นสำปะหลัง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. แหล่งข้อมูล: <http://202.28.48.140/isaninfo/?p=161>. ค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2558.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้ม ปี 2557. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/BZfbD4>. ค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2558.
- สืบสกุล ศิริยุทธ์. 2554. การประเมินระดับคลอโรฟิลล์ในใบด้วยดัชนีชี้วัดที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Altland, J. E., C. H. Gilliam, G. J. Keever, J. H. Edwards, J. L. Sibley, and D. C. Fare. 2003. Rapid determination of nitrogen status in pansy. *HortScience*. 38(4): 537-541.
- Anand Haripriya M., and G. Byju. 2008. Chlorophyll meter and leaf colour chart to estimate chlorophyll content, leaf colour, and yield of cassava. *Photosynthetica*. 46(4): 511-516.
- Buckland, K., J. R. Reeve, D. Alston, C. Nischwit, and D. Drost. 2013. Effects of nitrogen fertility and crop rotation on onion growth and yield, thrips densities, Iris yellow spot virus and soil properties. *Agriculture Ecosystem and Environment*. 177: 63-74.
- Evans, J. R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia*. 78(1): 9-19.
- Haripriyaan and, M., and G. Byju. 2008. Chlorophyll meter and leaf colour chart to estimate chlorophyll content, leaf colour, and yield of cassava. *Photosynthetica*. 46 (4): 511-516.
- Hawkins, T. S., E. S. Gardiner, and G. S. Comer 2009. Modeling the relationship between extractable chlorophyll and SPAD-502 readings for endangered plant species research. *Journal for Nature Conservation*. 17(2): 123-27.
- Ruttanprasert, R., S. Jogloy, N. Vorasoot, T. Kesmala, R. S. Kanwar, C. C Holbrook, and A. Patanothai. 2012. Relationship between chlorophyll density and SPAD chlorophyll meter reading for Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 44(1): 149-162.
- Uddling, J., J. Gelang-Alfredsson, K. Piikki, and H. Pleijel. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research*. 91(1): 37-46.