การตอบสนองต่อปุ๋ย ธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50

The Response of Micronutrients on Cassava Root Yield of Rayong 72 and Kasetsart 50

วัฒนะ วัฒนานนท์[1/] เสาวรี ตังสกุล[1/] เมธี คำหุ่ง[1/]

Watana Watananonta[1/] Saowaree Tangsakul[1/] Methee Kamhung[1/]

จำลอง กกรัมย์[1/] สมพงษ์ ชมภูนุกูลรัตน์[1/] สุกิจ รัตนศรีวงษ์[1/]

Chamlong Kogram[1/] Sompong Chompunukulrat[1/] Sukit Ratanasriwong[1/]

สุวพันธ์ รัตนะรัต[1/] ปรีชา เพชรประไพ[2/] ไรน์ฮาร์ด เฮาเลอร์[3/]

Suwapan Ratanarat[1/] Preecha Phetprapi[2/] Reinhardt Howeler[3/]

ABSTRACT

Cassava has been growing in Thailand, resulting in a decrease in the soil's micronutrient content due to crop removal and soil erosion. Symptoms of Zn deficiency in upper leaves are now often occured, especially in the calcareous soils. Three experiments were conducted to determine the response of Cassava varieties namely Rayong 72 and Kasetsart 50 to micronutrient. The rate and method of four micronutrients had an significant and effect on fresh root yield but not on starch content from the first experiment. The application of 0.8 kg Zn/rai to the soil and soaking the cutting in 2% $ZnSO_4 7H_2O$ for 15 minutes befere planting gave the highest fresh root yield of 4,579 and 4,567 kg/rai and starch content of 27.9 and 26.6%, respectively. Then, the second experiment was conducted to determine the most effective method and rate of applications of Zn to the same two varieties. Highest yields were obtained with three foliar applications of 4% $ZnSO_4 7H_2O$ 1, 2 and 3 months after planting. The treatment was 243 baht/rai made an income of 685 baht/rai. It should be recommended to farmers in the areas where Zn deficiency has been a serious problem in

[1/] สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900
Field Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[2/] มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ชั้น 15 อาคารลุมพินีทาวเวอร์ พระราม 4 กทม. 10120
Thai Tapioca Development Institute (TTDI) 5th Floor, Lumpini Tower, Phraram IV, Bangkok 10120

[3/] ศูนย์วิจัยเกษตรเขตร้อนนานาชาติ ประจำภาคพื้นเอเชีย กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) in Asia, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

cassava growing from the second experent. The third experiment indicated that the various treatments on rate and method of specificed micronutrients had no effect on fresh root yield and starch content at Maha Sarakham, Roi Et and Ubon Ratchathani provinces respectively. The response of micronutrient on fresh root yield of Rayong 72 was higher than Kasetsart 50. It was found that the symptoms of Mg deficiency had been shown in lower leaves at Kalasin province.

Key words: micronutrients, Rayong 72, Kasetsart 50

บทคัดย่อ

การปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ธาตุอาหารพืชในดินลดลง เนื่องจากพืชนำไปใช้และจากการชะล้าง ซึ่งสังเกตได้โดยใบมันสำปะหลังแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี หรือธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาการตอบสนองของธาตุอาหารเสริมต่อมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 รวม 3 การทดลอง ในการทดลองที่ 1 พบว่าวิธีการใส่และอัตราการใช้ธาตุโบรอน สังกะสี เหล็ก และทองแดง ให้ผลผลิตหัวสด แตกต่างอย่างชัดเจน ในขณะที่เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกัน วิธีการที่ดีที่สุดคือการใส่สังกะสีทางดิน อัตรา 0.8 กก./ไร่ และวิธีการชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % นาน 15 นาทีก่อนปลูกให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 4,579 และ 4,567 กก./ไร่ ในขณะที่การไม่ใส่สังกะสีให้ผลผลิตหัวสด 4,070 กก./ไร่ การใส่สังกะสีอัตรา 0.8 กก./ไร่ ทางดินยังให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสูงสุด คือ 27.9 % การทดลองที่ 2 วิธีการและอัตราการใส่สังกะสีอย่างเดียวพบว่าวิธีการที่ดีที่สุด คือ การพ่นสังกะสีซัลเฟต (4%) 3 ครั้ง ที่อายุ 1 2 และ 3 เดือน ให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มสูงสุด 928 กก./ไร่ (ขายได้ 928 บาท) เมื่อคิดต้นทุนวิธีการนี้ 243 บาท/ไร่ ให้รายได้เพิ่มขึ้น 685 บาท/ไร่ การทดลองที่ 3 พบว่าทั้ง 4 แห่งที่จังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี มันสำปะหลังยังไม่แสดงอาการตอบสนองต่อการขาดธาตุอาหารเสริม วิธีการใส่สังกะสี 0.8-1.6 กก./ไร่ หรือใส่ธาตุเหล็ก 0.8-1.6 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้นได้ พันธุ์ระยอง 72 ตอบสนองต่อธาตุอาหารเสริม โดยให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และที่จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า มันสำปะหลังแสดงอาการขาดแมกนีเซียม โดยมันสำปะหลังมีอาการใบสีเหลืองซีดเกิดเป็นทางระหว่างเส้นใบ ในขณะที่เส้นใบยังเขียว จะเป็นที่ใบล่างก่อน

คำหลัก: ธาตุอาหารเสริม ระยอง 72 เกษตรศาสตร์ 50

คำนำ

มันสำปะหลังในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ดินมีลักษณะพื้นที่เป็นลอนลูกคลื่น ทำให้มีการชะล้างพังทลายของดินในอัตราค่อนข้างสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงสูญเสียไปอย่าง

รวดเร็ว (ปิยะ, 2546) การแก้ไขปัญหาความเสื่อมของความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนใหญ่เป็นการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารหลัก ในการที่จะรักษาระดับผลผลิตให้สูงคงที่ตลอดไป (ชุมพลและคณะ, 2540)

อีกประการหนึ่งการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันนานๆ ทำให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารปริมาณน้อย อันเป็นธาตุที่จำเป็นอีกกลุ่มหนึ่งของพืชถูกนำไปใช้หรือถูกชะล้างได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตต่ำ (สุวพันธ์, 2542) มันสำปะหลังที่ปลูกซ้ำที่เดิมนานนับสิบปี เกษตรกรใส่ปุ๋ยธาตุอาหารหลักอย่างเดียว แต่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมร่วมด้วย ย่อมทำให้พืชดูดใช้ธาตุรองและธาตุอาหารเสริมหมดไปอย่างรวดเร็ว และระยะเวลายิ่งนานปัญหาการขาดธาตุอาหารเหล่านี้มีมากขึ้น ความไม่สมดุลของการใช้ธาตุอาหารพืชที่มีเพิ่มขึ้น ธาตุอาหารเสริมพวกเหล็ก(Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และโบลิบดินัม (Mo) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของคีเลท (chelates) และ เมทาลโลโปรตีน (metalloproteins) ซึ่งควบคุมการเคลื่อนย้ายอีเล็กตรอนในพืช สำหรับธาตุสังกะสีเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของเอ็นไซม์หลายชนิด รวมทั้งออกซิน (auxins) และฮอร์โมนในพืชเกี่ยวข้องกับขบวนการสร้างกรดอินโดลอะเซติค (IAA) เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการสร้างเมล็ดของพืช ตลอดจนมีบทบาทในการสร้างโปรตีนช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในพืช (นิรนาม, 2543)

พืชจะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี ได้ง่าย หากดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง หรือมีธาตุแคลเซียม (Ca) หรือไบคาร์บอเนตสูง (calcareous soil) ซึ่งมักจะเป็นดินเหนียว ร่วนเหนียว ในขณะที่อีกด้านหนึ่ง ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ มีลักษณะเป็นทรายและมีความเป็นกรด พืชก็อาจขาดธาตุสังกะสีได้เช่นกัน

มีรายงานการใช้ปุ๋ยธาตุรอง และสังกะสีกับมันสำปะหลัง ช่วยเพิ่มปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังได้ในดินชุดห้วยโป่งและสัตหีบ สังกะสีมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ซึ่งเห็นชัดเจนในดินชุดห้วยโป่ง (สุวพันธ์, 2542)

นอกจากนี้วิธีการแก้ไขปัญหาอาการขาดสังกะสีของต้นมันสำปะหลัง ด้วยการใส่สังกะสี 0.8-1.6 กก./ไร่ โดยทางดิน หรือฉีดพ่นสังกะสี 1-2 % หรือชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2-4 % นาน 15 นาทีก่อนปลูก ช่วยแก้ไขอาการขาดสังกะสีของมันสำปะหลังได้ (Asher *et al.*, 1980)

มันสำปะหลังแสดงอาการขาดเหล็กจะพบที่ใบอ่อนหรือใบบนมีสีเหลืองส้มหรือซีดอย่างสม่ำเสมอทั่วไป มักจะเกิดในดินที่เป็นด่างดินทราย ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงหรือดินที่เป็นจอมปลวก การขาดเหล็กอาจเกิดจากการใส่ปูนปรับปรุงดินกรดจัดมากเกินไป อาการอาจรุนแรงเมื่อฝนทิ้งช่วง

สำหรับมันสำปะหลังที่แสดงอาการขาดสังกะสี จะพบจุดหรือแถบสีขาว หรือสีเหลืองที่ใบอ่อนหรือใบบน ใบอาจย่นหรือมีรูปร่างเปลี่ยนไป อาจพบจุดที่เป็นเซลล์ตายในใบล่าง มักจะพบเมื่อปลูกในดินร่วนทรายที่เป็นกรดจัด และมีการใส่ปูนสูงหรือดินที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูงติดต่อกันนาน ๆ (นิรนาม, 2543; Asher *et al.*, 1980)

ธาตุอาหารเสริมไม่เพียงแต่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชเท่านั้น ยังมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การใช้ธาตุอาหารเสริมอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุนนั้น มีความจำเป็นต้องทำการทดลองหาวิธีการใส่ และอัตราการใช้ที่เหมาะสม โดยเฉพาะธาตุสังกะสี เพื่อรักษาระดับผลผลิตหรือทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เพื่อหาอัตราการใส่และวิธีการใช้ธาตุอาหารเสริม โดยวางแผนการทดลองแบบ split split plot ทำ 4 ซ้ำ main plot ประกอบด้วยโบรอน สังกะสี เหล็กและทองแดง sub plot ประกอบด้วยอัตราและวิธีการใช้ 16 กรรมวิธีคือ (1) ไม่ใส่โบรอน (2) ใส่โบรอน 0.16 กก./ไร่ ทางดินพร้อมปลูก (3) ใส่โบรอน 0.32 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (4) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยโบแรกซ์ 0.5% นาน 15 นาทีก่อนปลูก (5) ไม่ใส่สังกะสี (6) ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (7) ใส่สังกะสี 1.6 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (8) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % นาน 15 นาที (9) ไม่ใส่เหล็ก (10) ใส่เหล็ก 0.8 กก./ไร่ ทางดินพร้อมปลูก (11) ใส่เหล็ก 1.6 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (12) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยเฟอริกซัลเฟต 5 % นาน 15 นาที (13) ไม่ใส่ทองแดง (14) ใส่ทองแดง 0.32 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (15) ใส่ทองแดง 0.61 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (16) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยคอปเปอร์ซัลเฟต 5 % นาน 15 นาทีก่อนปลูก sub sub plot ประกอบด้วยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50

ขนาดแปลงทดลอง แปลงย่อย 8.4 x 9.6 เมตร แปลงทดลอง 33.6 x 9.6 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 23.68 กก./ไร่ พร้อมกับไนโตรเจนจากปุ๋ยยูเรียอัตรา 8.96 กก./ไร่ และโพแทสเซียมจากปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 7 กก./ไร่ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา ปลูกวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 เก็บเกี่ยววันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2545 อายุ 11 เดือน

การทดลองที่ 2 เพื่อหาอัตราการใช้และวิธีการใช้สังกะสี โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot ทำ 4 ซ้ำ มี 16 กรรมวิธี ดังนี้ (1) ไม่ใส่สังกะสี (2) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % นาน 15 นาที ก่อนปลูก (3) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 4 % นาน 15 นาที (4) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 6 % นาน 15 นาที (5) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 8 % นาน 15 นาที (6) ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (7) ใส่สังกะสี 1.6 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (8) ใส่สังกะสี 3.2 กก./ไร่ ทางดินพร้อมปลูก (9) ใส่สังกะสี 4.8 กก./ไร่ ทางดินพร้อมปลูก (10) พ่นซิงค์ซัลเฟต 1 % ทางใบหลังจากปลูก 1, 2 และ 3 เดือน (11) พ่นซิงค์ซัลเฟต 2 % ทางใบหลังจากปลูก 1 2 และ 3 เดือน (12) พ่นซิงค์ซัลเฟต 3 % ทางใบหลังจากปลูก 1, 2 และ 3 เดือน (13) พ่นซิงค์ซัลเฟต 4 % ทางใบหลังจากปลูก 1, 2 และ 3 เดือน (14) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % + ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ + พ่นซิงค์ซัลเฟต 1 % ทางใบหลังจากปลูก 1 เดือน (15) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % + ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ +

พ่นซิงค์ซัลเฟต 2 % ทางใบหลังจากปลูก 1 เดือน (16) ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % + ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ + พ่นซิงค์ซัลเฟต 4 % ทางใบหลังจากปลูก 1 เดือน sub plot ประกอบด้วยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 ขนาดแปลงทดลอง สถานที่ และใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ปลูกวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2545 เก็บเกี่ยววันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 อายุ 11 เดือน

การทดลองที่ 3 เพื่อหาอัตราและวิธีการใช้ธาตุอาหารเสริม โบรอน สังกะสี เหล็ก และแมกนีเซียม (Mg) วางแผนการทดลองแบบ strip plot ทำ 4 ซ้ำ โดย horizontal factor ประกอบด้วยโบรอน สังกะสี เหล็ก และแมกนีเซียม มี 16 กรรมวิธี ดังนี้ วิธีการที่ 1-12 เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 วิธีการที่ 13-16 เปลี่ยนจากทองแดงเป็นแมกนีเซียม ดังนี้ (13) ไม่ใส่แมกนีเซียม (14) ใส่แมกนีเซียม 3.2 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก (15) ใส่แมกนีเซียม 6.4 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก และ (16) ใส่แมกนีเซียม 9.6 กก./ไร่ทางดินพร้อมปลูก และ vertical factor ประกอบด้วย พันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50

ขนาดแปลงทดลอง และใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทุกการทดลองปลูกระหว่างแถว 1.2 เมตร ระหว่างต้น 0.8 เมตร ดำเนินการทดลอง 4 แห่ง คือ (1) ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตมหาสารคาม ปลูกวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 เก็บเกี่ยววันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 อายุ 12 เดือน (2) ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตกาฬสินธุ์ ปลูกวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2545 เก็บเกี่ยววันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2546 อายุ 12 เดือน (3) ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตร้อยเอ็ด ปลูกวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 เก็บเกี่ยววันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 อายุ 12 เดือน (4) ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปลูกวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2545 เก็บเกี่ยววันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 อายุ 11 เดือน 15 วัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของวิธีการใส่และอัตราการใช้ของธาตุอาหารเสริมทุกตำรับให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน ในขณะที่ทุกตำรับให้แป้งไม่ต่างกัน พันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สำหรับแป้งไม่ต่างกัน การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังต่อธาตุอาหารเสริม 4 ชนิด (Table 1) ธาตุโบรอน วิธีการใส่โบรอน 0.32 กก./ไร่ และวิธีการชุบท่อนพันธุ์ด้วยโบแรกซ์ 0.5 % นาน 15 นาที ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,579 และ 4,535 กก./ไร่ สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่โบรอน ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,310 กก./ไร่ สำหรับแป้งเฉลี่ย 25.6 25.1 และ 25.5 % ตามลำดับ การใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่ และวิธีการชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2% นาน 15 นาที ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,519 และ 4,567 กก./ไร่ สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่สังกะสีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,070 กก./ไร่ สำหรับแป้งเฉลี่ย 27.9 26.6 และ 27.4% ตามลำดับ ธาตุเหล็ก มันสำปะหลังตอบสนองแตกต่างกับธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ ใส่เหล็กทำให้ผลผลิตหัวสดลดลง การไม่ใส่เหล็กให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,471 กก./ไร่ วิธีการใส่เหล็กให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย ระหว่าง 4,070-

Table 1. Effect of various methods and levels of application of B, Zn, Fe and Cu on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at the Research and Development Centre of Thai Tapioca Development Institute, in Huay Bong, Nakhon Ratchasima province in 2001/2002

Treatment	Root yield (kg/rai)				Starch content (%)			
	R 72	KU 50	Ave.	Ave.	R 72	KU 50	Ave.	Ave.
1. 0 B	4,583	4,054	4,310		24.9	26.2	25.5	
2. 0.16 kg B/rai to soil	3,509[1/]	4,054	3,782[1/]		21.3[1/]	27.6	24.4[1/]	
3. 0.32 kg B/rai to soil	4,697	4,070	4,579		24.6	26.6	25.6	
4. 0.5% Borax stake dip	4,871	4,198	4,535		24.1	26.2	25.1	
				4,273				**25.1**
5. 0 Zn	3,814	4,326	4,070		27.0	27.9	27.4	
6. 0.8 kg Zn/rai to soil	4,791	4,246	4,579		27.2	28.6	27.9	
7. 1.6 kg Zn/rai to soil	4,471	4,423	4,455		27.1	27.5	27.3	
8. 2% Zn SO_4.7 H_2O stake dip	4,791	4,342	4,567		25.8	27.5	26.6	
				4,407				**27.3**
9. 0 Fe	4,567	4,375	4,471		24.4	25.0	24.7	
10. 0.8 kg Fe/rai to soil	4,182	4,278	4,070		22.8	25.9	24.3	
11. 1.6 kg Fe/rai to soil	4,775	4,038	4,407		24.6	26.2	25.4	
12. 5% Fe SO_4.7 H_2O stake dip	4,519	3,840	4,166		24.9	25.9	25.4	
				4,326				**24.9**
13. 0 Cu	4,727	3,894	4,310		24.7	25.3	25.0	
14. 0.32 kg Cu/ rai to soil	4,519	4,118	4,310		23.6	24.6	24.1	
15. 0.64 Cu/rai to soil	4,503	4,246	4,375		25.6	27.4	26.5	
16. 0.5% Cu SO_4.7 H_2O stake dip	3,798	2,756	3,253		24.2	24.5	24.3	
				4,070				**25.0**
Average	**4,455**	**4,086**	**26.6**		**24.8**	**26.4**	**25.6**	
CV (%)			**14.4**				**6.4**	
Micronutrient x methods/level			**				Ns	
$LSD_{.05}$ (kg/rai)			176					
Variety			**				Ns	
$LSD_{.05}$ (kg/rai)			160					
Type of micronutrient			Ns				Ns	
Other interactions			Ns				Ns	

[1/] Low yield and starch contents due to competition from near by trees in one replication

Soil properties: pH = 6.2 , Organic matter = 1.7 %, Avail P_2O_5 = 23 ppm, Exchange.K_2O = 20.08 me/100g, Ca = 21.1 me/100g, Bo = 1.13 ppm., Zn= 0.28 ppm, Cu= 0.03 ppm, Fe= 0.04 ppm

4,407 กก./ไร่ สำหรับแป้งใกล้เคียงกัน 24.3-24.7% แสดงถึงพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังยังมีธาตุเหล็กพอเพียงต่อการใช้ของมันสำปะหลัง ธาตุทองแดง วิธีการใส่ทองแดงอัตรา 0.32 และ 0.64 กก./ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,310 และ 4,375 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ทองแดงให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,310 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันสำหรับแป้งเฉลี่ย 24.1, 26.5 และ 25.0% ตามลำดับ

สำหรับพันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน โดยพันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสด 4,455 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งให้ 4,086 กก./ไร่ และระยอง 72 ให้แป้งเฉลี่ย 24.8 % ต่ำกว่าเกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งให้แป้งเฉลี่ย 26.4% และพันธุ์ระยอง 72 มีการตอบสนองต่อสังกะสี ในด้านผลผลิตหัวสดสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 ธาตุสังกะสีมีบทบาทช่วยให้มันสำปะหลังให้แป้งสูงกว่าธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ สอดคล้องกับสรุปงานวิจัยของนิรนาม (2543) ว่าสังกะสีช่วยเร่งการเจริญเติบโต สร้างคลอโรฟิลล์และการสะสมแป้งที่หัวมันสำปะหลังให้ปริมาณเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 ผลของวิธีการใส่และอัตราการใช้ธาตุสังกะสีต่อมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกัน ผลของวิธีการใส่และอัตราการใช้สังกะสีที่มีต่อมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ (Table 2) พบว่า กรรมวิธีที่ 13 (พ่นซิงค์ซัลเฟต 4 % หลังจากปลูก อายุ 1, 2 และ 3 เดือน) ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,376 กก./ไร่ แป้งเฉลี่ย 21.3 % ตามด้วยกรรมวิธีที่ 9 (ใส่สังกะสี 4.8 กก./ไร่) ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,168 กก./ไร่ แป้งเฉลี่ย 21.9 % ตามด้วยกรรมวิธีที่ 14 (ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 %+ ใส่สังกะสี 0.8 กก./ไร่+พ่นซิงค์ซัลเฟต 1 %) ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,168 กก./ไร่ แป้งเฉลี่ย 22.9 % อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสูงสุด คือ 24.3 % ได้จากกรรมวิธี 16 คือ ชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2% ร่วมกับการให้ปุ๋ยสังกะสีทางดินตอนปลูก 0.8 กก./ไร่ และพ่นปุ๋ยสังกะสี 4% ทางใบ

เมื่อพิจารณาต้นทุนวิธีการใส่และอัตราการใช้มีถึง 6 วิธีการที่เพิ่มกำไรต่อหน่วย คือ กรรมวิธีที่ 2, 7, 12, 13, 14 และ 16 โดยที่กรรมวิธีที่ 13 (พ่นซิงค์ซัลเฟต 4 % ที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือน ต้นทุน 243 บาท/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงขึ้น 928 กก./ไร่ (ราคาหัวสด กก.ละ 1 บาท) ซึ่งทำให้มีรายได้ประมาณ 928 บาท/ไร่ หรือกำไรเพิ่มขึ้น 685 บาท/ไร่ (วัฒนะและคณะ, 2547) ดังนั้นการใส่ธาตุสังกะสีมีแนวโน้มทำให้หัวมันสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุนการใช้ปุ๋ยสังกะสี

การใส่ธาตุสังกะสี ช่วยแก้ไขอาการที่มันสำปะหลังขาดธาตุสังกะสี ซึ่งพบอาการเป็นจุดหรือแถบสีขาวหรือสีเหลืองที่ใบบนหรือใบอ่อน ใบอาจย่นหรือเปลี่ยนรูปร่าง อาจพบจุดที่เซลล์ภายในใบล่าง เนื่องจากธาตุสังกะสีเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของเอนไซน์หลายชนิด รวมทั้งออกซิเจนและฮอร์โมนในพืช (นิรนาม, 2543) เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างกรดอินโดลอะเซติก (indole acetic acid, IAA) เป็นธาตุจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการสร้างเมล็ดของพืช ตลอดจนมีบทบาทในการสร้างโปรตีน ช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในพืช (นิรนาม, 2543)

Table 2. Effect of various methods and levels of application of Zn on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at the Research and Development Center of Thai Tapioca Development Institute, in Huay Bong, Nakhon Ratchasima province in 2002/2003

Treatment	Root yield (kg/rai)				Starch content(%)			Cost (baht/rai)		
	R 72	KU 50	Ave.		R 72	KU 50	Ave.	$ZnSO_4$ [1/]	Labour	Total
1. Check, no Zn application	2,176	2,704	2,448	0	22.0	23.2	22.6	0	0	0
2. Stake dip, 2%$ZnSO_4$	2,979	2,736	2,864	416	21.6	22.6	22.1	20	40	60
3. Stake dip, 4%$ZnSO_4$	2,128	2,752	2,448	0	21.1	21.4	21.2	41	40	81
4. Stake dip, 6%$ZnSO_4$ [2/]	2,544	2,352	2,448	0	22.6	22.1	22.3	61	40	101
5. Stake dip, 8%$ZnSO_4$ [2/]	2,528	2,240	2,384	-64	21.5	21.4	21.4	82	40	122
6. Soil application, 0.8kgZn/rai [2/]	2,464	2,656	2,560	112	20.3	22.8	21.5	111	40	151
7. Soil application, 1.6kgZn/rai [2/]	2,624	3,136	2,880	432	22.0	22.4	22.2	222	40	262
8. Soil application, 3.2kgZn/rai	2,656	3,024	2,848	400	21.6	23.0	22.3	444	40	484
9. Soil application, 4.8kgZn/rai	3,088	3,232	3,168	720	22.0	21.9	21.9	666	40	706
10. Foliar application 1%$ZnSO_4$	2,160	2,320	2,256	-192	19.6	21.1	20.3	30	120	150
11. Foliar application 2%$ZnSO_4$	2,720	2,336	2,528	80	21.9	22.5	22.2	61	120	181
12. Foliar application 3%$ZnSO_4$ [3/]	2,928	2,736	2,832	384	21.4	21.9	21.6	92	120	212
13. Foliar application 4%$ZnSO_4$ [3/]	3,648	3,104	3,376	928[4/]	21.0	21.7	21.3	123	120	243
14. Stake 2%+0.8kgZn+1% foliar [3/]	3,504	2,816	3,168	720	22.8	23.1	22.9	162	200	362
15. Stake 2%+0.8kgZn+2% foliar [3/]	3,040	2,608	2,816	368	22.3	21.5	21.9	193	200	393
16. Stake 2%+0.8kgZn+4% foliar	3,008	3,136	3,072	642	23.9	24.7	24.3	254	200	454
Average	2,768	2,752		2,752	21.7	22.3	22.0			
CV (%)			16.7				6.9			
Zn application x methods/level			Ns				Ns			
Variety			Ns				**			
LSD 0.5 (kg/rai)							0.3			
Treatment of Zn			Ns				Ns			
Other interaction			Ns				Ns			

[1/] 1 kg$ZnSO_4$ = 32 baht

[2/] Assuming usage of 32 l/rai for stake treatment

[3/] Assuming usage of 32 l/rai, each of times

[4/] Price: cassava 1 baht/kg. 928 kg/rai = 928 baht/rai

Ns = Non significant

Soil properties: in the same as Table 1

การทดลองที่ 3 ดำเนินการ 4 แห่ง ดังนี้ แปลงทดลองที่ 1 ที่ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตมหาสารคาม พบว่าธาตุโบรอนไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสำหรับธาตุสังกะสี วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดและแป้งไม่แตกต่าง รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 ที่ชุบท่อนพันธุ์ก่อนปลูกด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % โดยวิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น จาก 6,149 เป็น 7,006 ถึง 7,207 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 18.1-19.4 % พันธุ์ระยอง 72 ให้แป้งต่ำ 17.3 % ขณะที่เกษตรศาสตร์ 50 ให้แป้ง 20.6 % การให้ธาตุเหล็ก มีผลเช่นเดียวกับธาตุสังกะสี การไม่ใส่ธาตุเหล็กให้ผลผลิตหัวสด 6,579 กก./ไร่ แต่การให้เหล็กทางดิน 0.8-1.6 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้นเป็น 7,056-7,194 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 19.1-20.1 % การให้ธาตุแมกนีเซียม ไม่มีผลต่อผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้ง วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 5,930-7,140 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 19.0-20.3 % (Table 3)

แปลงทดลองที่ 2 ที่ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตกาฬสินธุ์ พบว่าธาตุโบรอน วิธีการใส่และพันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างวิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 4,072-4,749 กก./ไร่ ซึ่งพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 4,702 และ 4,000 กก./ไร่ วิธีการใส่และพันธุ์ให้แป้งที่แตกต่าง โดยวิธีการใส่ธาตุโบรอน 0.16 และ 0.32 กก./ไร่ ให้แป้งสูงเท่ากัน 20.2% สูงกว่าการไม่ใส่โบรอน พันธุ์ระยอง 72 ให้แป้ง 17.3% ต่ำกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งให้แป้ง 21.6 % ธาตุสังกะสี ผลเช่นเดียวกับธาตุโบรอน วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 3,264-4,375 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 17.2-19.3 % ธาตุเหล็ก วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดและแป้งไม่แตกต่าง โดยวิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 4,166-4,593 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 18.2-20.4% พันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสด 4,635 กก./ไร่ และแป้ง 16.6% ขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 3,994 กก./ไร่ และแป้ง 21.9 % ธาตุแมกนีเซียมผลเช่นเดียวกับธาตุเหล็ก (Table 4)

มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้แป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 72 และการใส่ธาตุโบรอน สังกะสี เหล็กและแมกนีเซียม ไม่ทำให้น้ำหนักหัวมันสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ยกเว้นโบรอนที่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใส่สังกะสี โดยการชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % กลับทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งลดลง

แปลงทดลองที่ 3 ที่ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตร้อยเอ็ด พบว่าธาตุโบรอน วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดและแป้งไม่แตกต่าง โดยวิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 4,451-4,874 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 24.7-27.2 % พันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างแต่ให้แป้งแตกต่าง โดยพันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสด 4,209 กก./ไร่ แป้ง 23.7 % พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 5,192 กก./ไร่ แป้ง 28.3 % ธาตุสังกะสีผลเช่นเดียวกันกับธาตุโบรอน วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 3,874-5,208 กก./ไร่ แป้งตั้งแต่ 23.5-26.4 % พันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสด 4,103 กก./ไร่ แป้ง 21.9 % เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 5,426 กก./ไร่ แป้ง 27.2 % ธาตุเหล็ก วิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดและแป้งไม่แตกต่างวิธีการใส่ให้ผลผลิตหัวสดตั้งแต่ 4,822-5,020 กก./

Table 3. Effect of various methods and levels of application of B,Zn,Fe and Mg on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at Maha Sarakham Crops Technical Service Centre, Maha Sarakham province in 2002/2003

Treatment	Root yield (kg/rai)			Starch content (%)		
	R 72	KU 50	Ave.	R 72	KU 50	Ave.
1. 0 B	6,496	5,500	5,998	18.4	21.7	20.0
2. 0.16 kg B/rai to soil	6,696	6,024	6,360	18.2	20.2	19.2
3. 0.32 kg B/rai to soil	5,956	4,894	5,425	17.2	20.8	19.0
4. 0.5% Borax stake dip	6,145	5,172	5,660	18.0	21.2	19.6
Average	**6,324**	**5,397**	**5,360**	**17.9**	**21.0**	**19.4**
CV (a) = 19.9% CV(b) = 40.1% CV(c) = 17.9%			**CV (a) = 6.5% CV(b) = 14.9% CV(c) = 9.2%**			
5. 0 Zn	7,248	5,851	6,149	17.9	19.9	18.9
6. 0.8 kg Zn/rai to soil	8,179	6,236	7,207	16.2	22.6	19.4
7. 1.6 kg Zn/rai to soil	7,160	6,900	7,030	18.5	20.3	19.4
8. 2% Zn $SO_4.7H_2O$ stake dip	7,440	6,352	7,006	16.6	19.5	18.1
Average	**7,506**	**6,389**	**6,948**	**17.3 b**	**20.6 a**	**18.9**
CV (a) = 19.9% CV(b) = 27.3% CV(c) = 12.6%			**CV (a) = 19.9% CV(b) = 7.9% CV(c) = 8.2%**			
9. 0 Fe	7,048	5,990	6,519	17.0	23.2	20.1
10. 0.8 kg Fe/rai to soil	7,685	6,704	7,194	18.1	21.4	19.7
11. 1.6 kg Fe/rai to soil	7,372	6,740	7,056	17.7	21.1	19.4
12. 5% Fe $SO_4.7H_2O$ stake dip	6,516	5,604	6,060	15.7	22.5	19.1
Average	**7,155**	**6,259**	**6,707**	**17.1 b**	**20.0 a**	**19.6**
CV (a) = 19.9% CV(b) = 45.8% CV(c) = 17.1%			**CV (a) = 19.9% CV(b) = 9.3% CV(c) = 5.3%**			
13. 0 Mg	7,258	7,021	7,140	16.2	23.0	19.6
14. 3.2 kg Mg/rai to soil	8,228	6,000	7,114	19.2	20.5	19.8
15. 6.4 kg Mg/rai to soil	6,212	6,993	6,602	19.2	21.4	20.3
16. 9.6 kg Mg/rai to soil	6,646	6,127	5,930	17.0	21.0	19.0
Average	**7,086**	**6,307**	**6,696**	**17.9 b**	**21.5 a**	**19.7**
CV (a) = 19.9% CV(b) = 35.0% CV(c) = 25.4%			**CV (a) = 19.9% CV(b) = 15.2% CV(c) = 9.0%**			
Average	**7,018**	**6,006**		**17.6**	**21.3**	

Remarks: (a) = micronutrient (b) = variety (c) = (a) x (b)

Means followed by the same letters in the same column are not significant different at 95% level by DMRT

Soil properties: pH = 6.1 , OM = 0.4 %, Avail P_2O_5 = 43.4 ppm, Exch.K_2O = 0.08 me/100g, Mg = 0.19 me/100g, B = 0.38 ppm, Zn = 2.21 ppm, Fe = 6.50 ppm

Table 4. Effect of various methods and levels of application of B,Zn,Fe and Mg on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at Kalasin Crops Technical Service Centre, Kalasin province in 2002/2003

Treatment	Root yield (kg/rai)			Starch content (%)		
	R 72	KU 50	Ave.	R 72	KU 50	Ave.
1. 0 B	5,228	4,270	4,749	14.6	20.2	17.4 b
2. 0.16 kg B/rai to soil	4,956	3,666	4,312	18.7	21.6	20.2 a
3. 0.32 kg B/rai to soil	4,458	4,083	4,270	17.3	23.0	20.2 a
4. 0.5% Borax stake dip	4,166	3,979	4,072	18.4	21.3	19.9 a
Average	**4,702**	**4,000**	**4,351**	**17.3 b**	**21.6 a**	**19.4**
CV (a) = 18.2% CV(b) = 34.8% CV(c) = 22.7%			CV (a) = 9.6% CV(b) = 17.7% CV(c) = 9.0%			
5. 0 Zn	4,500	4,250	4,375	18.8	19.7	19.3 a
6. 0.8 kg Zn/rai to soil	4,416	3,312	3,264	18.2	19.6	18.9 a
7. 1.6 kg Zn/rai to soil	4,125	4,146	4,135	14.5	22.8	18.7 a
8. 2% Zn $SO_4.7H_2O$ stake dip	4,104	3,640	3,872	15.9	18.3	17.2 b
Average	**4,286**	**3,837**	**4,061**	**16.9 b**	**20.1 a**	**18.5**
CV (a) = 36.7% CV(b) = 23.1% CV(c) = 15.2%			**CV (a) = 5.6% CV(b) = 4.7% CV(c) = 10.1%**			
9. 0 Fe	4,875	3,750	4,312	19.1	21.8	20.4
10. 0.8 kg Fe/rai to soil	5,124	4,062	4,593	16.0	22.7	19.3
11. 1.6 kg Fe/rai to soil	4,229	4,103	4,166	16.2	21.7	18.9
12. 5% Fe $SO_4.7H_2O$ stake dip	4,312	4,062	4,187	15.0	21.5	18.2
Average	**4,635**	**3,994**	**4,315**	**16.6 b**	**21.9 a**	**19.2**
CV (a) = 189.9% CV(b) = 13.9% CV(c) = 33.7%			CV (a) = 13.7% CV(b) = 4.4% CV(c) = 3.4%			
13. 0 Mg	4,687	4,583	4,635	18.8	22.7	20.7
14. 3.2 kg Mg/rai to soil	4,646	3,792	4,219	18.2	21.7	19.9
15. 6.4 kg Mg/rai to soil	4,396	4,229	4,312	18.3	22.5	20.4
16. 9.6 kg Mg/rai to soil	4,520	4,583	4,552	20.7	21.7	21.2
Average	**4,562**	**4,297**	**4,429**	**19.0 b**	**22.2 a**	**20.6**
CV (a) = 26.6% CV(b) = 16.6% CV(c) = 19.3%			CV (a) = 5.1% CV(b) = 2.8% CV(c) = 9.3%			
Average	**4,546**	**4,032**		**17.4**	**21.4**	

Remarks: (a) = micronutrient (b) = variety (c) = (a) x (b)

Means followed by the same letters in the same column are not significant different at 95% level by DMRT.

Soil properties: pH = 5.3, OM = 0.4%, Avail P_2O_5 = 85.8 ppm, Exch.K_2O = 0.08 me/100g, Mg = 0.06 me/100g, B = 0.40 ppm, Zn = 7.05 ppm, Fe = 63.32 ppm

Table 5. Effect of various methods and levels of application of B,Zn,Fe and Mg on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at Roi Et Crops Technical Service Centre, Roi Et province in 2002/2003

Treatment	Root yield (kg/rai)			Starch content (%)		
	R 72	KU 50	Ave.	R 72	KU 50	Ave.
1. 0 B	4,020	5,729	4,874	22.6	28.4	25.5
2. 0.16 kg B/rai to soil	4,187	5,062	4,624	25.8	28.7	27.2
3. 0.32 kg B/rai to soil	4,437	5,270	4,853	23.6	29.7	26.6
4. 0.5% Borax stake dip	4,194	4,708	4,451	23.1	26.4	24.7
Average	**4,209**	**5,192**	**4,700**	**23.7b**	**28.3a**	**26.0**
CV (a) = 25.1 % CV(b) = 22.9 % CV(c) = 15.3 %			**CV (a) = 9.0 % CV(b) = 5.4 % CV(c) = 5.3 %**			
5. 0 Zn	3,979	5,624	4,801	20.0	27.5	23.7
6. 0.8 kg Zn/rai to soil	4,437	5,916	5,176	23.1	26.3	24.7
7. 1.6 kg Zn/rai to soil	3,333	4,416	3,874	20.6	26.4	23.5
8. 2% Zn SO_4 7 H_2O stake dip	4,666	5,749	5,208	24.0	28.8	26.4
Average	**4,103**	**5,426**	**4,764**	**21.9b**	**27.2a**	**24.5**
CV (a) = 26.6 % CV(b) = 30.6 % CV(c) = 13.0 %			**CV (a) = 10.3 % CV(b) = 16.4 % CV(c) = 10.7%**			
9. 0 Fe	3,833	5,812	4,822	25.7	26.0	25.8
10. 0.8 kg Fe/rai to soil	4,062	5,874	4,968	24.2	27.6	25.9
11. 1.6 kg Fe/rai to soil	4,499	5,541	5,020	23.7	26.7	25.2
12. 5% Fe SO_4 7 H_2O stake dip	4,520	5,499	5,009	24.8	26.7	25.7
Average	**4,228b**	**5,681a**	**4,954**	**24.6**	**26.7**	**25.6**
CV (a) = 21.9 % CV(b) = 24.1 % CV(c) = 17.5 %			**CV (a) = 7.8 % CV(b) = 10.0 % CV(c) = 4.5 %**			
13. 0 Mg	3,833	6,770	5,301	23.3	26.4	24.8
14. 3.2 kg Mg/rai to soil	3,937	5,562	4,749	24.9	26.5	25.7
15. 6.4 kg Mg/rai to soil	4,416	5,812	5,114	24.7	27.7	26.2
16. 9.6 kg Mg/rai to soil	4,729	6,729	5,729	23.3	28.0	25.6
Average	**4,228b**	**6,218a**	**5,223**	**24.0b**	**27.1a**	**22.0**
CV (a) = 15.0 % CV(b) = 11.8 % CV(c) = 11.1 %			**CV (a) = 10.0 % CV(b) = 7.1 % CV(c) = 7.4 %**			
Average	**4,192**	**5,262**		**23.5**	**25.5**	

Remarks: (a) = micronutrient (b) = variety (c) = (a) x (b)

Means followed by the same letters in the column are not significant different at 95% level by DMRT

Soil properties: pH = 5.4, OM = 0.4%, Avail P_2O_5 = 70.5 ppm, Exch.K_2O = 0.07 me/100g, Mg = 0.08 me/100g, B = 0.75 ppm, Zn = 1.63 ppm, Fe = 48.0 ppm

Table 6. Effect of various methods and levels of application of B,Zn,Fe and Mg on the root yield and starch content of two cassava varieties grown at Ubon Ratchathani Field Crops Research Centre, Ubon Ratchatani province in 2002/2003

Treatment	Root yield (kg/rai)			Starch content (%)		
	R 72	KU 50	Ave.	R 72	KU 50	Ave.
1. 0 B	4,900	4,766	4,833	15.7	21.8	18.7
2. 0.16 kg B/rai to soil	6,133	4,800	5,466	16.8	20.9	18.9
3. 0.32 kg B/rai to soil	4,200	4,366	4,283	15.2	19.2	17.2
4. 0.5% Borax stake dip	4,233	4,766	4,500	13.4	19.2	16.3
Average	**4,866**	**4,675**	**4,770**	**15.3 b**	**20.3 a**	**17.8**
CV (a) = 15.5% CV(b) = 39.1% CV(c) = 10.9%			**CV (a) = 13.2% CV(b) = 0.2% CV(c) = 9.9%**			
5. 0 Zn	4,300	3,500	3,900	16.3	19.7	18.0 b
6. 0.8 kg Zn/rai to soil	4,833	4,633	4,733	15.9	19.1	17.5 b
7. 1.6 kg Zn/rai to soil	5,233	5,833	5,533	16.2	19.7	18.0 b
8. 2% Zn $SO_4.7\,H_2O$ stake dip	4,700	3,600	4,150	17.1	22.4	19.7 a
Average	**4,766**	**4,391**	**4,579**	**16.4 b**	**20.2 a**	**18.3**
CV (a) = 22.0% CV(b) = 18.0% CV(c) = 12.4%			**CV (a) = 4.7% CV(b) = 5.7% CV(c) = 7.8%**			
9. 0 Fe	4,066	3,200	3,633	15.7	20.4	18.0
10. 0.8 kg Fe/rai to soil	4,933	4,766	4,850	13.6	20.1	16.8
11. 1.6 kg Fe/rai to soil	4,066	3,533	3,800	16.1	20.6	18.3
12. 5% Fe $SO_4.7\,H_2O$ stake dip	3,700	4,000	3,850	16.7	20.0	18.3
Average	**4,191**	**3,875**	**4,033**	**15.5**	**20.2**	**17.9**
CV (a) = 31.9% CV(b) = 30.9% CV(c) = 24.9%			**CV (a) = 13.5% CV(b) = 16.5% CV(c) = 8.6%**			
13. 0 Mg	4,766	4,133	4,450	15.6	19.6	17.6
14. 3.2 kg Mg/rai to soil	5,000	4,100	4,550	17.2	20.3	18.7
15. 6.4 kg Mg/rai to soil	4,933	3,866	4,400	15.9	19.4	17.7
16. 9.6 kg Mg/rai to soil	4,400	4,466	4,433	15.1	20.7	17.9
Average	**4,755 a**	**4,141 b**	**4,458**	**15.9**	**20.0**	**18.0**
CV (a) = 21.0% CV(b) = 7.1% CV(c) = 11.1%			**CV (a) = 13.0% CV(b) = 17.2% CV(c) = 6.7%**			
Average	**4,644**	**4,270**		**15.8**	**20.2**	

Remarks: (a) = micronutrient (b) = variety (c) = (a) x (b)

Means followed by the same letters in the column are not significant different at 95% level by DMRT

Soil properties: pH = 5.7, OM = 0.4%, Avail P_2O_5 = 104.0 ppm, Exch.K_2O = 0.13 me/100g, Mg = 0.19 me/100g, Zn = 2.78 ppm, Fe = 7.0 ppm

ไร่แป้งตั้งแต่ 25.2-25.9 % พันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างแต่แป้งไม่แตกต่าง โดยพันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสด 4,228 กก./ไร่ แป้ง 24.6 % ขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 6,218 กก./ไร่ แป้ง 27.1 % (Table 5)

แปลงทดลองที่ 4 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี พบว่าการใส่โบรอนและแมกนีเซียมไม่ทำให้หัวมันสดเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตหัวมันสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการใช้สังกะสีและเหล็ก การชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % ยังเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังได้ชัดเจน ในขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสูงกว่าในพันธุ์ระยอง 72 ชัดเจนเช่นกัน (Table 6)

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ชนิดของธาตุอาหารเสริมมีอิทธิพลต่อผลผลิตหัวสด และแป้งของมันสำปะหลัง แต่ขึ้นกับชนิดของธาตุอาหารและพันธุ์มันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยธาตุสังกะสีอัตรา 0.8 กก./ไร่ ทางดินหรือชุบท่อนพันธุ์ด้วยซิงค์ซัลเฟต 2 % นาน 15 นาที จะเพิ่มน้ำหนักหัวสดเฉลี่ยของ มันสำปะหลังได้ และพันธุ์ระยอง 72 ตอบสนองต่อธาตุสังกะสีชัดเจนกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และเพิ่มแป้งได้มากกว่าการใช้ธาตุโบรอนและเหล็ก

การทดลองที่ 2 วิธีการพ่นซิงค์ซัลเฟต 4 % ที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือน รวม 3 ครั้งเป็นวิธีการที่ดีที่สุด โดยให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด และทำให้รายได้เพิ่มมากขึ้น 685 บาท/ไร่ ซึ่งจะได้แนะนำเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในเขตจังหวัดนครราชสีมาที่พบอาการขาดธาตุสังกะสี

การทดลองที่ 3 พบการตอบสนองต่อธาตุโบรอน โดยการใส่โบรอนทุกวิธีการถึงแม้ว่าไม่ทำให้หัวมันสดเพิ่มขึ้น แต่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้นชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

ชุมพล นาควิโรจน์ หริ่ง มีสวัสดิ์ กอบเกียรติ ไพศาล เจริญ และมาโนช ดอนเส. 2540 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-16 และ 16-16-16 กับมันสำปะหลัง. หน้า 12. *ใน* : เอกสารประกอบการจัดนิทรรศการมันสำปะหลังและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ โครงการเผยแพร่และขยายผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 26-28 มิถุนายน 2540.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. หน้า 6-32. *ใน* : เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 เมษายน - 4 พฤษภาคม 2546.

นิรนาม. 2543. เอกสารการประกอบภาพลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร. 119 หน้า.

วัฒนะ วัฒนานนท์ เสาวรี ตังสกุล ปรีชา เพชรประไพ และ R. H. Howeler. 2547. อิทธิพลของปุ๋ยธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง 2 พันธุ์. การประชุม

วิชาการประจำปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42, วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547, หน้า 3-9.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. งานวิจัยปัญหาพิเศษทางดิน-ปุ๋ย พืชไร่ ปี 2515-2525. สรุปงานวิจัย ดิน-ปุ๋ย พืชไร่ ครั้งที่ 1. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร. 219 หน้า.

Asher, C. J., D. G. Edwards and R. H. Howeler. 1980. Nutritional Disorders of Cassava. Press Etching Pty Ltd., Brisbane, Australia. 48 p.