อิทธิพลของการไม่ใส่มหาธาตุและจุลธาตุอาหารบางชนิดต่อผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คที่ปลูกในดินชุดน้ำพอง

Effect of Omitted Some Macro-Micronutrients on Yield of Jerusalem Artichoke Grown in Nam phong Soil Series

เบ็ญจพร กุลนิตย์ (Benjaporn Kunlanit)* ดร.เพิ่มพูน กีรติกสิกร (Dr.Pirmpoon Keerati-Kasikorn)**
สุมิตรา ภู่วโรดม (Sumitra Poovarodom)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยที่ขาด N P K Ca Mg B Zn และ Cu ต่อผลผลิตและคุณภาพของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค ที่ปลูกในกระถางใส่ชุดดินน้ำพองในโรงเรือน การทดลองมีการวางแผนแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ 10 ตำรับ ได้แก่ ตำรับไม่ใส่ธาตุอาหาร (Nil) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิด (All N P K Ca Mg B Cu Zn และ Mo : 75 52 130 31 28 0.20 0.08 0.66 และ 0.006 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น N (All-N) ตำรับ All-P ตำรับ All-K ตำรับ All-Ca ตำรับ All-Mg ตำรับ All-B ตำรับ All-Zn และตำรับ All-Cu ตามลำดับ จากผลการวิจัยพบว่าธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมากที่สุดคือ N รองลงมาได้แก่ P K Ca Mg B Cu และ Zn ตามลำดับ โดยตำรับ All-N มีการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมลดลงมากที่สุดจนไม่แตกต่างจากตำรับ Nil แต่เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งกับตำรับ All ในตำรับ All-N ลดลง 60 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตำรับ All-P ลดลง 48 และ 29 เปอร์เซ็นต์ ตำรับ All-K ลดลง 31 และ 23 เปอร์เซ็นต์ และตำรับ All-Ca ลดลง 30 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมีการตอบสนองต่อธาตุ Mg B Cu และ Zn ค่อนข้างต่ำ โดยผลผลิตหัวในตำรับ All-Mg All-B All-Cu และ All-Zn ลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All

ABSTRACT

The object of this study was to investigate the effect of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, boron, zinc and copper fertilizers on the yield and quality of Jerusalem artichoke grown in Nam phong soil series. The experiment was carried out in Glasshouse with a Completely Randomized Design consisted of 4 replications and 10 treatments: no fertilizer (Nil); complete nutrient fertilizer (All) containing 75, 52, 130, 31, 28, 0.20, 0.08, 0.66 and 0.006 kg N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Zn

---

* มหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** ศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

and Mo ha^{-1} respectively; nitrogen omitted fertilizer (All-N); All-P, All-K, All-Ca, All-Mg, All-B, All-Zn and All-Cu. Results indicated that N strongly affecting on plants growth and yields following by P, K, Ca, Mg, B, Cu and Zn respectively. Treatment All-N resulted in lowest of plants growth and yields which was no significantly different compared to treatment of Nil. Fresh and dry weight of tuber were decreased to 60 and 61%, 48 and 29 %, 31 and 23% , 30 and 24% in treatment of All-N, All-P, All-K and All-Ca, respectively compared to All- treatment. In this studies Jerusalem artichoke ignobly responsible to Mg, B, Cu and Zn in each treatment as compared to reference treatment (All).

คำสำคัญ : เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค พืชหัว ธาตุอาหารพืช
Key Words: Jerusalem artichoke, Tuber crop, Plant nutrient

บทนำ

เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค (Jerusalem artichoke) หรือ แก่นตะวัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Helianthus tuberosus L. จัดอยู่ใน Genus เดียวกับทานตะวันคือ Genus - Helianthus L. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบอเมริกาเหนือ (Cosgrove et al., 1991) เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คสามารถปรับตัวได้ดีในทุกสภาพพื้นที่ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดี (Bacon and Loxley, 1951 อ้างตามพนารัตน์, 2548) และเป็นพืชหัวที่มีการสะสมน้ำตาลในหัว และลำต้น ซึ่งเป็นน้ำตาลฟรุคโตส (fructose) ที่ต่อกันเป็นโมเลกุลยาว มีชื่อเรียกว่าสารอินนูลิน สารนี้จัดเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ที่ให้แคลลอรีต่ำ(Coussement, 1992) ได้มีการนำอินนูลินไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร (Devereux et al., 2003) และนำไปผลิตแอลกอฮอล์ตามกระบวนการผลิตเอทานอล (NNFCC, 2000) และเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คให้ผลผลิตต่อพื้นที่ต่อปีสูงกว่าพืชให้พลังงานอื่นเมื่อเปรียบเทียบกับพืชให้พลังงาน 2 ชนิดคือ อ้อย และมันสำปะหลัง (สนั่น วีรยา และ รัชนก, 2549)

ดินชุดน้ำพองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3,234,291 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 3 ของพื้นที่ทั้งหมด เป็นดินที่พบในที่ดอนเนื้อดินเป็นทรายจัด และมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (เพิ่มพูน, 2527) ในปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชไร่โดยเฉพาะอ้อย มันสำปะหลัง และปอ ประกอบกับการที่มีโรงงานน้ำตาลเพิ่มขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือหลายแห่งทำให้พื้นที่ปลูกอ้อยขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ โดยเกษตรกรจะปลูกอ้อยแทนในพื้นที่ที่เคยปลูกมันสำปะหลัง และปอ อย่างไรก็ตามปัญหาและข้อจำกัดของการใช้ชุดดินน้ำพองในการปลูกพืชต่างๆ ได้แก่ ปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ปัญหาคุณสมบัติทางกายภาพของดิน และปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และความสามารถของดินในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541; อภิรดี, 2536 ; Suwanarit et al., 1978) ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ (macro-micronutrient elements) มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเท่าเทียมกัน เพียงแต่ปริมาณที่พืชใช้นั้นแตกต่างกัน การปลูกพืชในดินชุดนี้จำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตในระดับที่เหมาะสมตามศักยภาพ แต่สำหรับประเทศไทยนั้นเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คยังเป็นพืชใหม่ที่รู้จักกันน้อยมาก และข้อมูลการวิจัยมีน้อยมาก โดยเฉพาะทางด้านธาตุอาหารพืช

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของการไม่ใส่ธาตุอาหาร N P K Ca Mg B Zn และCu ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค

วิธีการวิจัย

การวิจัยได้ดำเนินการที่โรงเรือนทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน 2550 ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชุดน้ำพอง ก่อนปลูกพืชมีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางเคมีของดิน และผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของดินชุดน้ำพองก่อนปลูกเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค

คุณสมบัติของดิน	วิธีการวิเคราะห์	ค่า
คุณสมบัติทางกายภาพ		
Sand (%)		87
Silt (%)	Pipette method	10
Clay (%)		3
Texture class		Loamy sand
Field capacity (%)	Column method	14.0
คุณสมบัติทางเคมี		
Electrical conductivity (dS m^{-1})	Saturation extract	0.03
Cation Exchange Capacity in soil ($cmol_c$ kg^{-1})	Peech method	1.3
pH	1:5 H_2O	5.30
Organic matter (%)	Wet oxidation	0.37
Total nitrogen (%)	Micro-Kjeldahl	0.02
Bray II extractable phosphorus (mg kg^{-1})	Bray II and Spectrophotometry	4.80
Ammonium acetate extractable potassium (mg kg^{-1})	NH_4 OAC and Flame photometry	9.71
Exchangeable Ca (mg kg^{-1})	NH_4 OAC and atomic absorption spectrophotometry	22.68
Exchangeable Mg(mg kg^{-1})	NH_4 OAC and atomic absorption spectrophotometry	14.25
Exchangeable B (mg kg^{-1})	Hot $CaCl_2$ extraction method, spectrophotometer	0.06
Exchangeable Zn (mg kg^{-1})	DTPA, atomic absorption spectrophotometry	0.46
Exchangeable Cu (mg kg^{-1})	DTPA, atomic absorption spectrophotometry	0.11

การทดลองมีการวางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวนซ้ำมี 4 ซ้ำ และจำนวนตำรับทดลองเท่ากับ 10 ตำรับ ได้แก่ ตำรับไม่ใส่ปุ๋ย (Nil) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิด (All N P K Ca Mg B Cu Zn และ Mo: 75 52 130 31 28 0.20 0.08 0.66 และ 0.006 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิด ยกเว้น N (All-N) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิด ยกเว้น P (All-P) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิด ยกเว้น K (All-K) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น Ca (All-Ca) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น Mg (All-Mg) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น B (All-B) ตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น Zn (All-Zn) และตำรับใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกชนิดยกเว้น Cu (All-Cu) และปลูกเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คพันธุ์ JA 89 ในกระถางพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร ใช้ต้นกล้าอายุ 14 วัน ปลูกกระถางละ 1 ต้น และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 120 วันหลังปลูก โดยเก็บเกี่ยวจำนวนหัว น้ำหนักสด และแห้งของหัว น้ำหนักแห้งของราก ลำต้น และใบ (กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูล (Analysis of variance) ผลผลิตตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตำรับทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C

ผลการวิจัย

ตำรับ All-N ให้ผลผลิตทางด้านจำนวนหัว น้ำหนักหัวสด หัวแห้ง ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลงถึง 31 60 61 31 41 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้การเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-N ไม่แตกต่างจากตำรับ Nil ตำรับ All-P ให้เฉพาะผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลง 48 และ29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตทางด้านจำนวนหัว น้ำหนักใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งของตำรับ All-P ไม่แตกต่างจากตำรับ All (ตารางที่ 2)

ตำรับ All-K ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยลดลง 31 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตทางด้านจำนวนหัว น้ำหนักใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All เช่นเดียวกับตำรับ All-Ca ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลงถึง 30 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ผลผลิตทางด้านจำนวนหัว น้ำหนักใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All ในขณะที่ตำรับ All-Mg ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสด และจำนวนหัวต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลง 23 และ23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวแห้ง ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All (ตารางที่ 2)

ตำรับ All-B ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลง 16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวแห้ง จำนวนหัว น้ำหนักใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All สำหรับตำรับ All-Cu ถึงแม้จะให้จำนวนหัวเพิ่มขึ้นถึง 38 เปอร์เซ็นต์ แต่ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดต่ำกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวแห้ง ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All และตำรับ All-Zn ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวแห้ง และจำนวนหัวสูงกว่าตำรับ All อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเพิ่มขึ้น 23 และ 46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสด น้ำหนักใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนหัว น้ำหนักหัวสด หัวแห้ง ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในกระถางทดลองต่าง ๆ

ตำรับ	จำนวนหัว		น้ำหนักหัวสด		น้ำหนักหัวแห้ง		น้ำหนักใบแห้ง		น้ำหนักลำต้นแห้ง		น้ำหนักรากแห้ง	
	tuber plant^{-}	%chang	kg ha^{-1}	%chang	kg ha^{-1}	%chang	kg ha^{-1}	%chang	kg ha^{-1}	%chan	kg ha^{-1}	%chan
T1 All	1,299,020 b	-	8,273 a	-	2,923 b	-	1,377 ab	-	928a b	-	416 a	-
T2 All-N	857,843 c	-31	3,282 e	-60	1,134 e	-61	954 c	-31	544 cd	-41	240 b	-42
T3 All-P	1,446,078 b	+15	4,288 d	-48	2,067 d	-29	1,302 b	-5	671 bcd	-28	369 a	-11
T4 All-K	1,372,549 b	-8	5,743 c	-31	2,241 cd	-23	1,468 ab	+7	802ab c	-14	402 a	-3
T5 All-Ca	1,299,020 b	0	5,804 c	-30	2,226 cd	-24	1,546 ab	+12	815ab c	-12	387 a	-7
T6 All-Mg	931,373 c	-23	6,391 bc	-23	2,622 bc	-10	1,470 ab	+7	1,009 a	+9	426 a	+2
T7 All-B	1,299,020 b	0	6,977 b	-16	2,832 b	-3	1,450 ab	+5	943 ab	+2	391 a	-6
T8 All-Zn	1,862,745 a	+46	8,790 a	+6	3,593 a	+23	1,485 ab	+8	1,015 a	+9	454 a	+9
T9 All-Cu	1,715,686 a	+38	7,072 b	-15	2,496 bcd	-15	1,498 ab	+9	927 ab	-0.1	434 a	+4
T10 Nil	955,882 c	-23	2,795 e	-66	1,022 e	-65	899 c	-35	429 d	-54	234 b	-44
F-test	*		*		*		*		*		*	
CV (%)	14.23		11.3		13.83		14.33		21.39		23.2	

* ค่าเฉลี่ยที่ตัวอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

\- % การลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All, + % การเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All

อภิปรายผลการวิจัย

ดินที่ใช้ศึกษามีปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.37 และ0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถือว่าต่ำมากจึงทำให้เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All ที่มีการให้ N ในอัตรา 75 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ มีการตอบสนองต่อ N สูงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมสูงกว่าตำรับ All-N และผลการทดลองในครั้งนี้คล้ายกับ Cosgrove et al. (1991) รายงานว่าเมื่อให้ N แก่เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในอัตรา 68 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตหัวสดของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คเพิ่มขึ้นถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และในพืชหัวอื่น เช่น มันสำปะหลัง Godprey-Sar-Aggrey (1973) รายงานว่าการใส่ปุ๋ย N อย่างเดียวอัตรา 591 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ เพิ่มผลผลิตหัวของมันสำปะหลังขึ้นเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในตำรับ All-N ที่ไม่มีการให้ N เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมีการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมไม่แตกต่างจากตำรับ Nil และอาการขาด N ในตำรับ All-N ทำให้ใบของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมีสีเหลืองซีดกว่าปรกติ ลำต้นเล็ก และมีการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมต่ำกว่าตำรับ All โดย Mengel and Kirkby (1987) รายงานว่า เมื่อพืชขาดธาตุ N ใบมีสีเหลืองโดยเกิดที่ใบแก่ก่อน และมีอาการเหลืองสม่ำเสมอทั้งเนื้อใบและเส้นใบ เมื่อขาดมากขึ้นพืชทั้งต้นจะมีสีเขียวซีดกว่าปกติ และชะงักการเจริญเติบโตทุกส่วน ทั้งราก ลำต้น ใบ และหัว ลำต้นผอมแกร็น และผลผลิตลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตด้านจำนวนหัว น้ำหนักหัวสด และหัวแห้งในตำรับ All-N โดยลดลงถึง 31 60 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All ผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ Mohamed et al. (2006) รายงานว่า มันฝรั่งเมื่อไม่ได้รับ N ถึงแม้ได้รับ P K และ Mg แต่ก็ทำให้ผลผลิตหัวลดลงถึง 42.3 เปอร์เซ็นต์ และการที่เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-N ให้จำนวนหัวต่ำกว่าตำรับ All เนื่องจาก N มีอิทธิพลต่อจำนวนหัวสอดคล้องกับ Ramanathan (1980) รายงานว่า การใส่ N อัตรา 120 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ ทำให้จำนวนหัวของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าถ้าขาด N อาจทำให้จำนวนหัวของมันสำปะหลังลดลง เช่นเดียวกับจำนวนหัวของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-N และตำรับ All-N ให้ดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำกว่าตำรับ All โดยผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ Sinclair (1998) รายงานว่าเมื่อพืชได้รับ N ในปริมาณที่จำกัดและมีความเข้มข้นของ N ใน YFEL ต่ำจะส่งผลให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของพืชต่ำด้วย ถ้าพืชมีการสะสม N สูงจะส่งผลให้ผลผลิตเศรษฐกิจสูงและทำให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงขึ้นด้วย

ตำรับ All มีการให้ P ในอัตรา 52 กิโลกรัม P ต่อเฮกตาร์ และดินที่ศึกษามีปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 4.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งถือว่าต่ำจึงทำให้เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All มีการตอบสนองต่อ P ค่อนข้างสูง และทำให้ผลผลิตหัวสูงกว่าตำรับ All-P ซึ่งสอดคล้องกับ Nunes (1974) รายงานว่า ใส่ปุ๋ย P อัตรา 40 กิโลกรัม P2O5 ต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 86 เปอร์เซ็นต์ และ Godprey-Sar-Aggrey (1973) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย P อย่างเดียวอัตรา 587 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-P มีใบมีสีเขียวเข้มกว่าปรกติ ใบเล็ก และลำต้นเล็ก ออกดอกช้ากว่าตำรับ All ประมาณ 10 วัน และผลผลิตโดยรวมต่ำกว่าตำรับ All โดยผลผลิตด้านน้ำหนักหัวสดและน้ำหนักหัวแห้งลดลงถึง 48 และ 29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้คล้ายกับในพืชหัวอื่น เช่น มันสำปะหลัง Malavolta et al. (1954) รายงานว่าเมื่อไม่ให้ธาตุ P ผลผลิตหัวของมันสำปะหลังและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวลดลง กล่าวคือ เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวลดลงจาก 32 เปอร์เซ็นต์เหลือ 25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก P ทำหน้าที่ในกระบวนการ phosphorylation of the starch เพื่อที่จะสร้างการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ ในมันฝรั่ง Mohamed et al. (2006) รายงานว่า มันฝรั่งเมื่อไม่ได้รับ P ถึงแม้ได้รับ N K และ Mg แต่ก็ทำให้

ผลผลิตหัวลดลงถึง 49 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าในตำรับ All-P ให้จำนวนหัวของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คสูงแต่ขนาดของหัวเล็กกว่าตำรับ All จึงทำให้ผลผลิตน้ำหนักหัวต่ำกว่าตำรับ All ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับในพืชชนิดอื่น Mengel and Kirkby (1987) รายงานว่า ธัญพืชที่ได้รับ P ไม่เพียงพอมีผลทำให้จำนวนรวงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลดลง ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดโดยรวมลดลงด้วย และในไม้ผล Penningsfeld and Kurzmann (1966) รายงานว่าไม้ผลที่ขาด P มีผลทำให้การติดผลลดลง ซึ่งผลที่ติดก็มีขนาดเล็กและมีคุณภาพต่ำด้วย

ตำรับ All-K ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งต่ำกว่าในตำรับ All โดยลดลง 31 และ23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แม้ว่าการเจริญเติบโตโดยรวมไม่แตกต่างจากตำรับ All ก็ตาม ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้คล้ายกับในพืชหัวอื่นเช่น มันสำปะหลัง Malavolta et al. (1954) รายงานว่ามันสำปะหลังที่ขาด K ทำให้น้ำหนักใบ และลำต้นเพิ่มขึ้นในขณะที่น้ำหนักหัวลดลง เนื่องจาก K จำเป็นต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรทจากลำต้น และใบลงไปสู่หัว และในมันฝรั่ง Mohamed et al. (2006) รายงานว่ามันฝรั่งเมื่อไม่ได้รับ K แต่ได้รับ N P และ Mg ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 36 เปอร์เซ็นต์ สำหรับตำรับ All-Ca ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งต่ำกว่าตำรับ All โดยลดลงถึง 30และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ งานทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับในพืชชนิดอื่น เช่น ถั่วเหลืองBurton, Lauer and McDonald (2000) รายงานว่าในสภาพที่ Ca ไม่เพียงพอทำให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองลดลง และตำรับ All-Mg ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดและจำนวนหัวต่ำกว่าตำรับ All โดยลดลง 23 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับในพืชหัวมันฝรั่ง Mohamed et al. (2006) รายงานว่า ในมันฝรั่งเมื่อไม่ได้รับ Mg แต่ได้รับ N P และ K ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 18 เปอร์เซ็นต์ และในธัญพืช Marschner (1986) รายงานว่าธัญพืชที่ขาด Mg ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของธัญพืช แต่ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่อรวงของธัญพืชลดลง ถึงแม้ว่าในพืชหัวชนิดอื่นมีการตอบสนองต่อ K สูงกว่าธาตุอาหารชนิดอื่น แต่สำหรับเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คที่ทำการทดลองในครั้งนี้มีการตอบสนองต่อ K ต่ำกว่า N และ P ตามลำดับ และตอบสนองต่อ K ของเยรูซาเล็ม อาร์ติโช๊ค ไม่แตกต่างจาก Ca และ Mg

ตำรับ All-B ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดต่ำกว่าตำรับ All โดยลดลง 16 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองในครั้งนี้คล้ายกับอิทธิพลของ B ในพืชชนิดอื่น Maurya and Singh (1985) รายงานว่า การให้ B ในรูปของบอแรกซ์ อัตรา 10 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตของหัวผักกาดเพิ่มสูงขึ้นถึง 41 เปอร์เซ็นต์ และ Hafiz Akter et al. (2001) รายงานว่าการให้ B อัตรา 3 กิโลกรัม B ต่อเฮกตาร์ ทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดของข้าวสาลีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าถ้าพืชเหล่านี้ขาด B ก็จะทำให้ผลผลิตลดลงเช่นเดียวกับผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-B ในพืชชนิดเดียวกันและปลูกในดินชุดน้ำพองเหมือนกัน แพรวพยัพ (2550) รายงานว่า เมื่อให้ B ในรูปของบอแรกซ์อัตรา 0 0.1 0.2 0.4 และ 0.8 กิโลกรัม B ต่อเฮกตาร์ ไม่ทำให้ผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับตำรับ All-Cu ให้จำนวนหัวเพิ่มขึ้นถึง 38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All แม้ว่าตำรับ All-Cu ให้จำนวนหัวสูงแต่ขนาดของหัวเล็กกว่าในตำรับ All จึงทำให้ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสดต่ำกว่าตำรับ All โดยลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับในพืชชนิดอื่น Malhi (2006) รายงานว่าธัญพืชที่ขาด Cu ทำให้ผลผลิตเมล็ดและคุณภาพของธัญพืชลดลง และพืชที่ขาด Cu จะไม่แสดงอาการผิดปรกติให้ปรากฏ แต่ทำให้จำนวนเมล็ดต่อช่อของข้าวสาลีลดลงเป็นผลให้ผลผลิตลดลงจนสังเกตได้ (Jewel et al., 1986 อ้างตามภัทริยากุล, 2549) ส่วน Allison, Last and Bean (1996) รายงานว่า การฉีดพ่น Cu ทางใบให้แก่ชูการ์บีทไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของชูการ์บีทที่ปลูกในดินพีท ถึงแม้ว่าเยรูซาเล็ม

อาร์ติโช๊คในตำรับ All-B และ All-Cu ให้ผลผลิตหัวสดต่ำกว่าตำรับ All แต่ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All และตำรับ All-Zn ให้ผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวแห้ง และจำนวนหัวสูงกว่าตำรับ All โดยเพิ่มขึ้น 23 และ 46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสด ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All และ Goomarohit (1975) รายงานว่าการให้จุลธาตุ (Zn B Mn Mo และ Fe) ทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังไม่แตกต่างจากไม่ใส่จุลธาตุเหล่านี้ Sittibusaya and Kurmarohita (1978) รายงานว่าการใส่จุลธาตุ ซึ่งได้แก่ Zn Mn และ Fe ทำให้น้ำหนักลำต้นสดของมันสำปะหลัง ปริมาณแป้ง และน้ำหนักหัวแห้งไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม การที่ผลผลิตด้านน้ำหนักหัวแห้ง และจำนวนหัวของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในตำรับ All-Zn สูงกว่าตำรับ All และผลผลิตทางด้านน้ำหนักหัวสด ใบแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งไม่แตกต่างจากตำรับ All อาจเป็นเพราะว่าปริมาณของ Zn เพียง 0.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินชุดน้ำพองที่ทำการทดลองในครั้งนี้มีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คจึงไม่จำเป็นต้องใส่ Zn เพิ่มอีก

สรุปผลการวิจัย

ธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมากที่สุดคือ N รองลงมาได้แก่ P และ K ตามลำดับ โดยในตำรับ All-N มีการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยรวมลดลงมากที่สุดจนไม่แตกต่างจากตำรับ Nil ซึ่งผลผลิตน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งในตำรับ All-N ลดลงถึง 60 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งในตำรับ All-P ลดลง 48 และ 29 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งในตำรับ All-P ลดลง 48 และ 29 เปอร์เซ็นต์ ตำรับ All-K ลดลง 31 และ 23 เปอร์เซ็นต์ และตำรับ All-Ca ลดลง 30 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมีการตอบสนองต่อธาตุ Mg B Cu และ Zn ค่อนข้างต่ำ โดยผลผลิตหัวในตำรับ All-Mg All-B All-Cu และ All-Zn เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ All

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารต่อเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในครั้งต่อไปมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุ N เพื่อหาอัตรา N ที่เหมาะสมต่อผลผลิตของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค ถึงแม้ว่าธาตุ P และ K เยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คมีการตอบสนองต่ำกว่า N แต่เพื่อการจัดการธาตุอาหารของเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คอย่างมีประสิทธิภาพควรมีการหาอัตราของธาตุ P และ K เพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ในคำนวณสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊ค

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 2 ดินบนที่ดอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ฯ.

พนารัตน์ ขัติยนนท์. 2548. ผลของการเสริมเยรูซาเล็มอาร์ติโช๊คในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตคุณภาพซากและสุขภาพของไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2527. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โครงการสิ่งตีพิมพ์ทางการเกษตร.

แพรวพยัพ นามปากดี. 2550. อิทธิพลของการใส่ธาตุโบรอนต่อแก่นตะวัน. สัมมนาภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภัทริยากุล แก่นแก้ว. 2549. อิทธิพลของทองแดงและสังกะสีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสระดับสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สนั่น จอกลอย วีรยา ลาดบัวขาว และรัชนก มีแก้ว. 2549. แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) : พืชชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน. วารสารแก่นเกษตร. 34 (2):104-111.

อภิรดี อิ่มเอิบ. 2536. ความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารต่อพืชหลังการใส่ปูนในดินกรด. วารสารพัฒนาที่ดิน. 31 (341): 38-52.

Allison, MF., Last, PJ., and Bean, KMR. 1996. Responses of sugar beet (Beta vulgaris) to foliar sprays of copper. Journal of the science of food and agriculture. vol. 72, pp. 219-225.

Burton, MG., Lauer, MJ., and McDonald, MB. 2000. Calcium Effects on Soybean Seed Production, Elemental Concentration, and Seed Quality. Published in Crop Sci. 40: 476-482.

Cosgrove, DR., Oelke, EA., Doll, JD., Davis, DW., Undersander, DJ., and Oplinger, ES. 1991. Jerusalem Artichoke. (Cited 25 June 2007) from: URL: http://www.hort. purdue .edu/newcrop/af cm/jerusart.html

Coussement, AP.1992. Inulin and oligofroctose: Safe intakes and legal status.First Orafti Ressearch Conference, pp.151-161 Orafti, Tienen, Belgium.

Devereux, HM., Jones, GP., Mccormack, L., and Hunter, WC. 2003. Consumer acceptability of low fat food containing inulin and oligofructose. J. Food Tech. 68(5): 1850-1854.

Godprey-Sar-Aggrey, S. 1973. Effects of different fertilizers on root yield, rooting density and tap root weight ratio of cassava in two cropping systems in Sierra Leon. Paper 3 rd. Ibadan, Nigeria.

Goomarohit, K. 1975. A study of the response of cassava to high rates of N P K fertilizer. In Thailand. Department of Agriculture. Field Crop Division. Report of soil -field crop fertilizer. Bangkok. pp. 414-451.

Hafiz Akter, AKM., Mamun, SM., Altaf Hossain, MG., and Biswas, M. 2001. Effect of sowing date and Boron fertilization on the performance of wheat. Bangladesh J. Agril. Sci., 28(2): 317-322.

Malavolta, E., Graner, EA., Coury, T., Brasil, MOC., and Pacheco, JA. 1954. Studies on the mineral nutrition of cassava (Manihot utilissima pohl). Instituto Agronomico, Campinas, Sao Paulo, Brazil.

Malhi, SS. 2006. Copper fertilizer management for optimum crop yield and quality in the Canadian Great Plains. 18th World Congress of Soil Science. July 9-15, 2006- Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Marshner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press: London.

Maurya, KR., and Singh, BK. 1985. Effect of boron on growth, yield, protein and ascorbic acid content of Radish. Indian J. Hort., 42(314): 201-203.

Mengel, K., and Kirkby, EA. 1987. Principles of plant nutrition. 4th Edition. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

Mohamed, SBS., Pillai, MP., Thiyagarajan, TM., and Nagendra Rao, T. 2006. Effect of Nitrogen, Potassium and Magnesium on Tuber Yield, Grade and Quality of Potato Cv. Kufri Giriraj 18th WorldCongress of Soil Science. July 915, 2006 Philadelphia, Pennsylvania, USA.

NNFCC (The National Non-Food Crop Centre). 2002. Jerusalem artichoke. (Cited 20 June 2006) Available from: URL: http: //www. nnfcc .co.uk/crops/info/ Jerusalem artichoke.pdf

Nunes, WDEO. 1974. Response of cassava to mineral fertilization and method of potassium application in low- fertility soils. Serie Agronomica. 9: 1-9.

Penningsfeld, F., and Kurzmann, P. 1966. Response of some important fruits on deficiency in macronutrients. Jahresbericht 1966/67 der Staatl, Forschungsanstalt f. Gartenbau in Weihenstephan, S., pp. 1-50.

Ramanathan, KM. 1980. Influence of nitrogen and potassium on the yieldand quality of cassava. In National Seminar on Tuber Crops Production Technology, Coimbatore, India, 1980. Proceeding. Coimbatore, Tamil Nadu Agricultural University, 1980. pp. 67-71.

Sinclair, TR. 1998. Historical Changes in Harvest Index and Crop Nitrogen Accumulation. Crop Sci 38:638-643.

Sittibusaya, C., and Kurmarohita, K. 1978. Soil fertility and fertilization. Bangkok,

Thailand, Department of Agriculture, 1978. 18p. Engl, IIIus. Paper presented at Workshop on Cassava Production and Utilization, Khon Kaen, Thailand.

Suwanarit, A., Potichan, A., Quadir, M., and Suwanarat, C. 1978. Soil factors limiting growth and yield of soybean grown on Khorat and Roi-Et soils. Thai J. Agr. Sci. 11: 273-286.