

ธาตุอาหารในดินปลูกส้มจุก

Nutrient Element in Soil Cultivation of Neck Orange (*Citrus reticulata* Lin.)

มงคล แซ่หลิม¹ จรัสศรี นวลศรี¹ สุมาลี สุทธิประดิษฐ์²
วิชัย พันธนะหิรัญ² สุทธิรักษ์ แซ่หลิม³

Mongkol Lim, Charassri Nualsri, Sumalee Suthipradit

Wichai panthanahiran, Suthirak Lim

ABSTRACT

Cultivation problems of neck oranges decline at Amphur Chana, Songkhla Province, Were investigated. As essential nutrient elements were the first suspected problem, bulk soil samples around the problem site were randomly collected. The soil was mixed, sieved and employed for all glasshouse experiments. There were to find a suitable rate of basal nutrient, to evaluate fertility status of the soil and suitable rates of individual nutrient elements. Maize was used as the tested plant and its shoot dry weight was employed as a measured parameter.

Results demonstrated 3xAll of the basal nutrient element gave best growth of maize grown on this soil type. The soil was deficient in N, P, S, Cu, Mo and Zn. Hence, rates of these nutrient elements were studied. It was found that maximum corresponding rates for N, P, S, Cu, Mo and Zn were 120, 150, 75, 6, 0.8 and 5 kg element/ha respectively. There after, these rates of elements were used in a farmer plot to test whether these elements would help in preventing the decline in growth of the neck orange.

Key words : soil nutrient elements, neck orange cultivation.

บทคัดย่อ

การศึกษายปัญหาและการปรับปรุงการปลูกส้มจุกในแปลงปลูกเกษตรกร เขต อ.จะนะ จังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ปัญหามาทดลองในเรือนกระจกและ

ศึกษาในแปลงปลูกของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

การหาอัตราของธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสมเพื่อใส่ในดินปลูกส้มจุก (ใช้สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง) ใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดลอง พบว่าการใส่ธาตุอาหารในดินครบ

1 ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สงขลา.

Dept. of plant Science, Fac. of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90000, Thailand.

2 ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

Dept. of Earth Sciences, Fac. of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90000, Thailand.

3 ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา

Dept. of Pest Management, Fac. of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkal 90000, Thailand.

ทุกธาตุ และทุกระดับมีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.5$) เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ธาตุอาหาร อัตราการใส่ธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกส้มจุกในดินชุดบาเงา/บ้านทอน คือระดับที่ 3 เท่า และไม่ต้องงมมีการใส่ปุ๋ยเพื่อยกระดับ pH

การศึกษาระดับธาตุอาหารในดินของสวนเกษตรกร โดยการวัดการเจริญเติบโตของข้าวโพด และศึกษาลักษณะอาการที่ข้าวโพดทดลองแสดงออกที่ใบพบว่า ดินชุดนี้มีระดับ ไนโตรเจนฟอสฟอรัส กำมะถัน ทองแดง สังกะสี และโมลิบดีนัมไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การศึกษาอัตราการที่เหมาะสมของธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่าการใช้ธาตุไนโตรเจนอัตรา 120 กก./เฮกตาร์ ฟอสฟอรัส 150 กก./เฮกตาร์ กำมะถัน 75 กก./เฮกตาร์ ทองแดง 6 กก./เฮกตาร์ สังกะสี 5 กก./เฮกตาร์ และโมลิบดีนัม 0.8 กก./เฮกตาร์ เป็นอัตราที่เหมาะสม ทั้งนี้กล่าวคือทำให้เพิ่มผลผลิตพืชทดลองสูงสุด

คำนำ

ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) (เต็ม, 2524) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย จัดอยู่ในกลุ่มแมนดาริน มีแหล่งปลูกดั้งเดิมที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา และได้ปรากฏเป็นแหล่งปลูกใหม่ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากมีปัญหาต้นโทรมน้อยกว่า ปัจจุบัน ปัญหาโรคใบเหลืองต้นโทรมของส้มจุกจึงไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าเกิดจากสาเหตุใดซึ่งอาการดังกล่าว

มีลักษณะคล้ายกับโรคต้นโทรมที่เกิดกับส้มชนิดอื่นๆ เช่น ส้มเขียวหวาน ส้มตรา ส้มเกลี้ยง ฯลฯ การโทรมของต้นมีสาเหตุหลายประการ เช่น เกิดจากโรค อาทิโรคทริส โรคเต่าที่เกิดจากเชื้อไวรัส โรคกรีนนิงจากเชื้อมายโคพลาสมา รวมไปถึงโรคใบแก้วซึ่งเกิดจากการขาดธาตุสังกะสี หรืออาจเกิดจากหลายสาเหตุรวมกัน (อำไพวรรณ และคณะ, 2527) มงคล และคณะ (2531) สรุปว่าการขาดธาตุอาหารบางธาตุ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการโรคต้นโทรมของส้มจุก ทั้งนี้เพราะการทดลองที่ ต.คลองแงะ อ.หาดใหญ่ พบว่า การใส่ปุ๋ยขาวพร้อมกับ Zn-EDTA อัตรา 30 กรัม/ต้น มีแนวโน้มในการแก้ไขอาการใบเหลืองของส้มจุกได้ในระดับหนึ่ง จากการสำรวจพื้นที่ปลูกส้มจุกแถบอำเภอจะนะ พบอาการของโรคใบเหลืองต้นโทรมทั่วไป แต่ก็ยังมีบางพื้นที่ที่พบอาการไม่รุนแรงนัก ต้นส้มยังคงเจริญเติบโตอยู่จนกระทั่งให้ผลผลิตได้นานนับสิบปี แต่ในบางพื้นที่ต้นส้มแสดงอาการรุนแรงมาก ทำให้ต้นตายภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว สมมติฐานประการหนึ่งที่น่าจะมีส่วนสัมพันธ์กับอาการรุนแรงของโรคคือ ความแข็งแรงของต้น เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ซึ่งเป็นผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช การทดลองปรับปรุงดินโดยให้แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในอัตราที่เหมาะสมในแปลงปลูกส้มจุกจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวและช่วยในการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ดังนั้นวิธีการตรวจสอบโดยการนำดินทดลองในเรือนกระจกและการทดลองในแปลงปลูกอีกครั้งหนึ่งจึงเป็นการยืนยันสาเหตุความผิดปกติต้นนี้ได้

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกส้มจุก

Table 1 Some chemical properties of Bacho /Banthon soil series grown to neck orange in Amphur Chana.

Depth	pH (1/5)		%OM	Available Extractable		Exchangeable cations				CEC
	H ₂ O	0.01 M CaCl ₂		P (Bray 2)	K	Ca	Mg	K	Na	
			ppm		ppm		me/100 g			
0-15	5.21	4.10	1.11	3.7	154	0.2	0.1	0.40	0.08	3.08
15-30	5.23	4.02	1.23	2.7	131	0.1	0.07	0.34	0.09	2.58

ในเขตอำเภอนะจะ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารที่จำกัดการเจริญเติบโตและก่อให้เกิดปัญหาต้นโทรมของส้มจุก เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงดินปลูกส้มจุกในเขตอำเภอนะจะให้เหมาะสม ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการเพิ่มผลผลิตของส้มจุกต่อไป วิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินมีหลายวิธี ในการทดลองนี้ใช้วิธี Omission technique ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีในดินหลายชนิด เช่น ในออสเตรเลีย (Andrew and Fergus 1984) โดยใช้หลักการใส่ธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชต้องการครบทุกธาตุ ยกเว้นธาตุอาหารที่ต้องการทดลอง จากนั้นทำการปลูกพืชทดสอบลงในดินบันทึกการเจริญเติบโต ลักษณะอาการที่พืชแสดงและทำการเก็บเกี่ยวเมื่อพืชมีอายุประมาณ 25-30 วัน บันทึกน้ำหนักแห้ง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบกับพรีดิกเมนต์ที่ให้ธาตุอาหารครบทุกธาตุ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดินแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อยต่อเนื่องกัน โดยแต่ละการทดลองต้องอาศัยผลที่ได้จากการทดลองในแต่ละการทดลองที่ดำเนินมาก่อน

- การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาอัตราธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสม
- การทดลองย่อยที่ 2 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชุด บาเจาะ/บ้านทอน
- การทดลองย่อยที่ 3 การศึกษาธาตุ N, P, S, Cu, Mo และ Zn ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาอัตราธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสม

เป็นการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาอัตราธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของส้มจุกที่ปลูกในดินบาเจาะ/บ้านทอน ที่กสิกรใช้ปลูกส้มจุกในอำเภอนะจะ เก็บตัวอย่างดินในแปลงกสิกรซึ่งได้เริ่มปลูกต้นส้ม

จุกประมาณ 2 ปี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแปลงในระดับความลึก 0-15 ซม. นำตัวอย่างดินที่ได้ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ย่อยและร่อนโดยผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ซม. สุ่มตัวอย่างดินจำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมี (Table 1) ซึ่งดินหนักประมาณ 2900 กรัมต่อกระถาง ใส่ลงในถุงพลาสติก แล้วบรรจุลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. เคาะเบาๆ เพื่อให้ดินอัดตัวพอควร ทำการใส่ปูนขาว (CaCO_3) เพื่อยกกรดระดับ pH ให้อยู่ในระดับ 6.5 และอีกหนึ่งชุดไม่ใส่ปูนขาว การวางแผนการทดลอง ใช้แบบ Completely Randomize Block Design (CRD) ทำสองซ้ำโดยมีพรีดิกเมนต์ต่างๆ 8 พรีดิกเมนต์ ได้แก่ ไม่ใส่ธาตุอาหารเลย (-All) ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ (All) ใส่ธาตุอาหารลดครึ่งหนึ่ง ($1/2$ All) ใส่ธาตุอาหารเพิ่มเป็น 2 เท่า (2 All) ใส่ธาตุอาหารเพิ่มเป็น 3 เท่า (3 All) ใส่ธาตุอาหารเพิ่มเป็น 4 เท่า (4 All) ใส่ธาตุอาหารครบและใส่ปูน (All + L) และใส่ธาตุอาหารเพิ่ม 2 เท่าและใส่ปูน (2 All + L) ทั้งนี้เพื่อศึกษาระดับธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช อัตราและสูตรทางเคมีของสารเคมี A.R. grade ที่ใช้สำหรับงานทดลอง แสดงใน Table 2

เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชที่แสดงอาการตอบสนองต่อธาตุอาหาร และแสดงลักษณะอาการขาดธาตุอาหารเมื่อได้รับไม่เพียงพออย่างชัดเจน ดังนั้นในการทดลองทั้งหมดในช่วงแรกใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดสอบ ปลูกข้าวโพดกระถางละ 5-6 เมล็ด เมื่อข้าวโพดงอกแล้วประมาณ 5-7 วัน ถอนแยกให้เหลือ 3 ต้น รดน้ำที่ระดับภาคสนาม (pF_2) ตลอดการทดลอง ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพด (เฉพาะส่วนเหนือดิน) เมื่ออายุได้ 1 เดือน แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 45 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งของต้น

การทดลองย่อยที่ 2 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การศึกษาระดับความอุดมสมบูรณ์ เพื่อต้องการทราบว่ามิธาตุอาหารทุกธาตุเพียงพอต่อความต้องการของ

Table 2 Rate of nutrients and chemical formular of the basal trial.

Nutrient	Chemical Formular	Rates as element (kg/ha)
N	NH_4NO_3	120
P	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$	50
K	KCl	50
S	Na_2SO_4	25
Ca	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	30
Mg	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	15
Cu	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	2
Zn	$ZnCl_2$	2.5
Mn	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	4.5
Mo	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.2
B	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	0.3
Fe*	Fe -EDTA*	5

* FeEDTA sprayed 1-2 weeks after planting.
0.975 g of lime was put in labeled pot per pot (485.1 kg/ha)

พืช โดยใช้ธาตุอาหารครบทุกธาตุยกเว้นธาตุที่ต้องการทดลองหลังจากนั้น ศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะอาการที่พืชแสดงออก

วิธีการเตรียมดินทุกขั้นตอนดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 และสูตรทางเคมีที่ใช้เป็นธาตุอาหารรองพื้น (basal nutrients) ดังแสดงใน Table 4 วางแผนการทดลองแบบ CRD 14 ทริตเมนต์ 4 ซ้ำ ได้แก่ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ (All) และธาตุอาหารครบทุกด้วยกเว้นไนโตรเจน (-N) ฟอสฟอรัส (-P) โพแทสเซียม (-K) กำมะถัน (-S) แคลเซียม (-Ca) แมกนีเซียม (-Mg) ทองแดง (-Cu) สังกะสี (-Zn) แมงกานีส (-Mn) โมลิบดิน (-Mo) โบรอน (-B) เหล็ก (-Fe) และไม่ได้ใส่ธาตุอาหารทุกชนิด (-All) เมื่อใส่ธาตุอาหารครบทุกทริตเมนต์แล้วคลุกเคล้าให้กับดิน ปลูกข้าวโพดลงในกระถางดินที่

Table 3 The rates and chemical formular of the basal elements (3All).

Element	Chemical Formular	Rate of Basal Element (kg/ha)
N	NH_4NO_3	380
P	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$	150
K	KCl	150
S	Na_2SO_4	75
Ca	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	90
Mg	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	45
Cu	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	6
Zn	$ZnCl_2$	7.5
Mn	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	13.5
Mo	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.8
B	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	0.9
Fe*	FeEDTA	1%

FeEDTA sprayed 1-2 weeks after planting.

เตรียมไว้ 5-6 เมล็ด/กระถาง ให้น้ำที่ระดับภาคสนาม ตลอดการทดลองโดยการชั่งน้ำหนัก การให้น้ำทำโดยชั่งน้ำหนัก ถอดแยกให้เหลือข้าวโพด 3 ต้น/กระถางเมื่อข้าวโพดอายุได้ 1 สัปดาห์ และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดมีอายุได้ 45 วัน บันทึกน้ำหนักแห้งของดินเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1

การทดลองย่อยที่ 3 ศึกษาระดับธาตุ N, P, S, Cu, Mo, และ Zn ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพด

เป็นการศึกษาอัตราที่เหมาะสมของธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินชนิดนี้

การเตรียมดินเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 และ 2 ใส่ธาตุอาหารรองพื้นในอัตราเดียวกับการทดลองย่อยที่

2 (Table 4) ยกเว้นธาตุอาหารที่จะทำการศึกษา N, P, S, Cu, Zn และ Mo มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ 6 ทรีตเมนต์

ทรีตเมนต์ที่ 1 ใส่ N 6 ระดับ คือ 0, 120, 240, 360, 480, และ 960 กก./เฮกตาร์

ทรีตเมนต์ที่ 2 ใส่ P 6 ระดับ คือ 0, 50, 100, 150, 200 และ 400 กก./เฮกตาร์

ทรีตเมนต์ที่ 3 ใส่ S 6 ระดับ คือ 0, 37.5, 70, 150, 300 และ 600 กก./เฮกตาร์

ทรีตเมนต์ที่ 4 ใส่ Cu 6 ระดับ คือ 0, 3, 6, 9, 12 และ 24 กก./เฮกตาร์

ทรีตเมนต์ที่ 5 ใส่ Mo 6 ระดับ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.6 กก./เฮกตาร์

ทรีตเมนต์ที่ 6 ใส่ Zn 6 ระดับ คือ 0, 2.5, 5, 7.5, 10, และ 20 กก./เฮกตาร์

ปลูกข้าวโพดกระถางละ 3 ต้น รดน้ำที่ระดับความชื้นภาคสนามตลอดการทดลอง ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อพืชมีอายุได้ 45 วัน บันทึกน้ำหนักแห้งต้นเช่นเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา

ผลและวิจารณ์

การหาอัตราธาตุอาหารรองพื้นที่เหมาะสมในการทดลองย่อยที่ 1 พบว่า การใส่ธาตุอาหารในดินทุกระดับมีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ธาตุอาหาร (Table 4) การใส่ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น 3 และ 4 เท่า ให้น้ำหนักแห้งของต้นสูงสุด แต่ ($P>0.05$) ดังนั้นการใส่ธาตุอาหารรองพื้นที่สำหรับดินชุดนี้ ใช้ในระดับเพิ่ม 3 เท่าของอัตราใน Table 2 ก็เพียงพอจากการทดลองปลูกข้าวโพดในกระถางในดินจำนวน 14 ชุดดิน ซึ่งสุ่มเก็บจากหลายจังหวัดในภาคใต้ Nilnond et. al.(1986) พบว่าอัตราธาตุอาหารรองพื้นที่ในระดับ 2 All ก็เพียงพอแล้วอย่างไรก็ตาม สุมาลี และคณะ (ไม่ได้ตีพิมพ์) รายงานว่าธาตุอาหารรองพื้นที่ในระดับ 1.5 All เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่

ปลูกในดินชุดภูเก็ท วิสัย และคอหงส์ แต่ถ้าต้องการจะปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสงในกระถาง ในอัตรา 1 All เหมาะสมที่สุดแสดงให้เห็นว่าดินชุด บาเจาะ/บ้านทอน มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินชุดอื่นๆ มาก

การใส่ปุ๋ยเพื่อยกระดับความเป็นกรดต่างของดินให้สูงขึ้นจาก 5.6 เป็น 6.0 (ทรีตเมนต์ที่ 7, และ 8) ไม่มีผลแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย (ทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4) แสดงว่าดินชุดนี้มีระดับ pH ไม่จำกัดต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในการทดลองย่อยที่ 2 พบว่า ทรีตเมนต์ที่มีการใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 22.86 กรัม/กระถาง ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ธาตุ N, P, S, Cu, Zn และ Mo มีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ให้ธาตุอาหารครบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) ธาตุอาหารที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุดคือ P (ผลผลิตน้ำหนักรากต้นพืช 0.9 กรัม/กระถาง) ตามด้วย N (6.17 กรัม/กระถาง) S (6.40 กรัม/กระถาง) Cu (11.66 กรัม/กระถาง) และ Mo (14.17 กรัม/กระถาง) พืชแสดงลักษณะอาการขาดธาตุ P (ใบมีขนาดเล็กเป็นสีม่วง ต้นแคระแกร็น) และธาตุ N (ใบล่างและใบแก่เหลือง ต้นแคระแกร็น) แต่ไม่แสดงอาการของ K ใดๆ ที่ดินบริเวณดังกล่าวเป็นดินทราย ทั้งนี้เพราะดินชุดนี้เกิดจากหินแกรนิต ซึ่งมีปริมาณธาตุ K ในหน้าดิน (0-15 ซม.) สูง (Table 1) ปริมาณธาตุ K ที่พบว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ 90-120 mg/kg-1 (Loue, 1979 cited by Mengel and Kirkby, 1987) สำหรับจุลธาตุที่จำกัดการเจริญเติบโตของข้าวโพดในดินดังกล่าวคือ Zn, Mo และ Cu ซึ่งปัญหาของการขาดจุลธาตุอาหารในดินร่วนทราย เช่น ดินชุด บาเจาะ/บ้านทอน พบกว้างขวางโดยทั่วไป

การศึกษาอัตราที่เหมาะสมของธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินชุดนี้ ตามการทดลองย่อยที่ 3 พบว่า ผลของธาตุอาหารหลักซึ่งได้แก่ N และ P มีดังนี้

ไนโตรเจน การใส่ N ในระดับ 120 กก./เฮกตาร์ ให้ผลผลิตสูงสุดซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมื่อใส่ N ในอัตรา 120 ถึง 360 กก./เฮกตาร์ การเพิ่ม N ในระดับที่สูงกว่านี้จะลดการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะที่ 960 กก./เฮกตาร์ (Figure 1a) ซึ่งผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับการทดลองย่อยที่ 2 (Table 3) พบว่าจะต้องใช้ N ในระดับ 3 All หรือ 360 กก./เฮกตาร์ จึงทำให้ข้าวโพดเจริญเติบโตสูงสุด สุมาลี และคณะ (ยังไม่ได้พิมพ์) รายงานว่า อัตรา N ที่เหมาะสมกับข้าวโพดที่ปลูกในดินซุด คอหงส์ คือ 100 กก./ฮาร์ตาร์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่า 120 กก./เฮกตาร์ ในการทดลองนี้ การใช้ N ในอัตราสูงเกินความต้องการของพืช พบว่าผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง N ในรูปของ NH_4-N ทั้งนี้เพราะ N ในรูปนี้เมื่อใส่อัตราสูงจะเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช (Bernett and Adams, 1970; Mengel and Kirkby, 1987) ในการทดลองนี้พบว่า การให้ N ในรูปของ NH_4NO_3 ในอัตรา 480 และ 960 กก./เฮกตาร์ ซึ่งมี NH_4-N ถึง 240 และ 480 กก./เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะผลผลิตเมื่อให้ N สูงสุด 960 กก./เฮกตาร์ ลดต่ำกว่าไม่ให้ปุ๋ย N เลย (Figure 1a)

ฟอสฟอรัส ในพริตเมนต์ที่ไม่ให้ธาตุ P เลยให้ผลผลิตน้ำหนักรวมสูงการเพิ่มอัตรา P จาก 50 กก./เฮกตาร์ เป็น 150 กก. P/เฮกตาร์ ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมสูงสุด (21.87 กรัม/กระถาง) แต่ผลผลิตนี้ไม่แตกต่างทางสถิติ >0.05 กับการให้ในอัตรา 100 กก./เฮกตาร์ การเพิ่มอัตรา P สูงถึง 400 กก. ทำให้ผลผลิตลดลงจนเหลือเท่ากับที่ไม่ใส่ P (Figure 1b) ปัญหาความเป็นพิษของ P พบอยู่เสมอในดินร่วนทรายซึ่งมี buffering capacity ต่ำ มีปริมาณ P อยู่ในสารละลายของดินสูง Lonergan and Asher (1987) รายงานว่า การปลูกพืชในน้ำยาปลูกที่มีปริมาณ P อยู่ในระดับสูง มีผลทำให้พืชลดการเจริญเติบโต ทั้งนี้เพราะการดึงดูด P ของพืชเป็นปริมาณมาก ทำให้ลดการดึงดูดและเคลื่อนย้ายจุลธาตุพวก Cu Fe และ Zn ทำให้พืชได้รับจุลธาตุเหล่านี้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

Table 4 Effect of nutrient rates on maize growth.

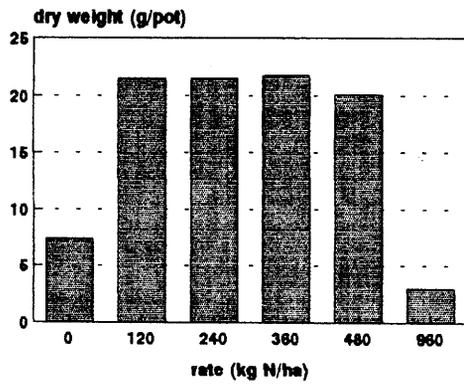
Treatment	Basal Trial	Dry weight (g/pot)
1	- All	2.14 a
2	1/2 All	11.41 b
3	All	15.22 c
4	2 All	21.29 d
5	3 All	24.70 de
6	4 All	25.24 e
7	All + L	16.01 c
8	2 All + L	20.66 d

abcd Means followed by the same letter are not different ($p>0.05$).

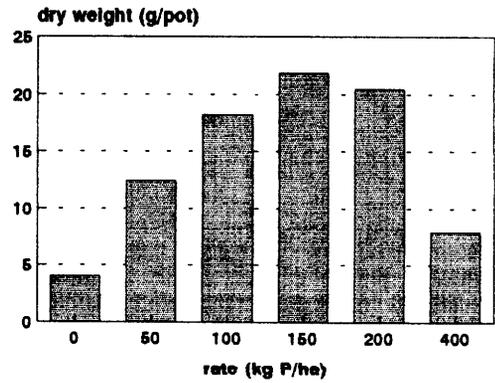
Table 5 The dry weight of maize grown in various treatment.

Treatment	Dry Weight (g/pot)
All	22.86 d
N	6.17 b
P	0.91 a
K	22.86 d
S	6.40 b
Ca	21.95 d
Mg	23.32 d
Cu	11.66 c
Zn	20.57 d
Mn	22.86 d
Mo	14.17 c
B	23.55 d
Fe	22.63 d
All	2.29 a

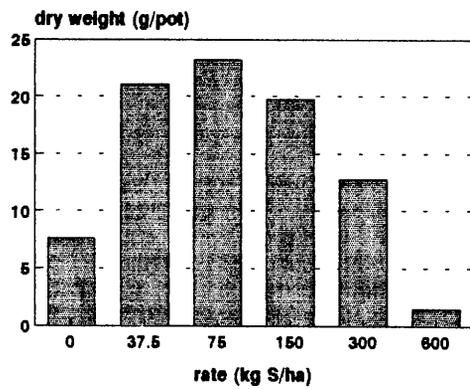
abcd Means followed by the same letter are not different ($p>0.05$).



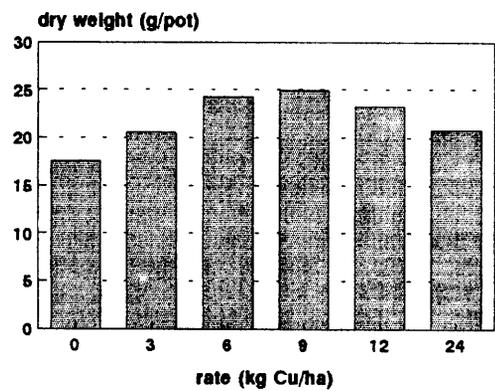
(a) Nitrogen



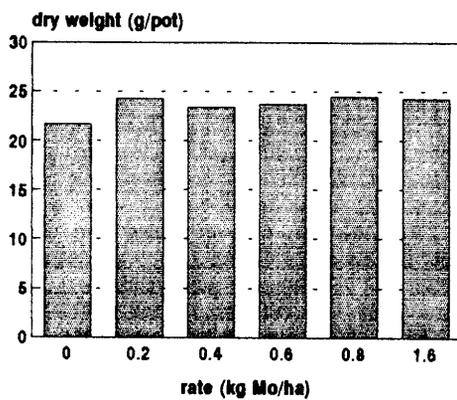
(b) Phosphorus



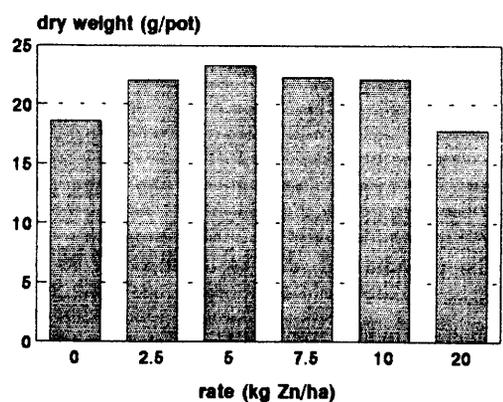
(c) Sulfur



(d) Copper



(e) Molybdenum



(f) Zinc

Figure 1 Effect of nutrient elements on maize growth..

ของพืช ในการทดลองนี้พบว่า เมื่อใส่ P ในระดับสูง (400 กก./เฮกตาร์) พืชแสดงอาการคล้ายขาด Zn (ลำต้นเตี้ย ใบยอดปราศจากสีเขียว) อย่างไรก็ตามสำหรับดินที่มี buffering capacity สูง การใส่ P ในอัตราสูงถึง 600 กก./เฮกตาร์ ไม่มีผลทำให้พืชลดการเจริญเติบโตแต่อย่างใด ในทางตรงข้าม P ในระดับนี้ทำให้พืชเจริญเติบโตสูงสุด (สุทธิประดิษฐ์ และคณะ 1989, ยังไม่ได้ตีพิมพ์)

ธาตุอาหารรอง ได้แก่ กำมะถัน ทองแดง โมลิบดินัม และสังกะสี ผลการทดลองดังนี้

กำมะถัน ผลการทดลองใน Figure 1c พบว่า การใส่ S ในอัตรา 37.5 และ 75 กก./เฮกตาร์ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นเป็น 21.05 และ 23.16 กรัม ตามลำดับ การไม่ใส่ S เลยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพียง 7.62 กรัมเท่านั้น การใส่ S ในอัตราสูงกว่า 150 และ 300 กก./เฮกตาร์ ให้น้ำหนักแห้งเพียง 1.46 กรัม/กระถาง การใส่ S ในระดับสูง (50 mM) มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Mengel and Kirkby, 1987) สำหรับการทดลองนี้ ใช้ NaSO_4 เป็นแหล่งให้ S ดังนั้นการที่พืชชะงักการเจริญเติบโตเมื่อใส่ปุ๋ยนี้ในระดับสูง (300-600 กก. S/เฮกตาร์) อาจมีผลเนื่องมาจากความเป็นพิษของธาตุ Na ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีรายงานมากมายเกี่ยวข้องกับความเป็นพิษของธาตุ Na เมื่อให้กับพืชในระดับสูง (Mengel and Kirkby, 1987)

ทองแดง การใส่ Cu ในอัตรา 9 กก. Cu/เฮกตาร์ ให้ผลผลิตสูงสุด (24.93 กรัม/กระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ Cu ในอัตรา 6 และ 12 กก./เฮกตาร์ แต่การใส่ Cu เพิ่มมากกว่า 9 กก./เฮกตาร์ มีผลทำให้ลดการเจริญเติบโตของพืชทดลอง (Figure 1d) แสดงให้เห็นว่า Cu ในระดับสูงเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช มีรายงานว่า Cu ในระดับสูงนอกจากจะทำให้รากพืชชะงักการเจริญเติบโตโดยทำลาย plasmalemma (Wainwright and Woolhouse, 1975) ยังมีผลทำให้พืชลดการดึงดูด Zn จนทำให้พืชได้ Zn ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ในทางตรงกันข้าม Zn ในระดับสูงจะทำให้พืชดึงดูด Cu ลดลง

โมลิบดินัม ผลการทดลองใน Figure 1e พบว่า การใส่ Mo ในอัตรา 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.6 กก. Mo/เฮกตาร์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทริตเมนต์ที่ไม่ใส่ Mo เลย แต่พบว่า การใส่ Mo ในอัตรา 0.8 กก Mo/เฮกตาร์ มีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงสุด การที่พืชมีได้แสดงอาการตอบสนองต่อปริมาณ Mo ที่ใส่ลงไปดินแสดงให้เห็นว่า ดินนี้มีปริมาณ Mo ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่แล้ว

สังกะสี ผลการทดลองใน figure 1f พบว่า การเจริญเติบโตของพืชในทริตเมนต์ที่ใส่ Zn อัตราระหว่าง 2.5-10 กก./เฮกตาร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ Zn ในอัตราดังกล่าว ให้ผลผลิตสูงกว่าทริตเมนต์ที่ไม่ใส่สังกะสีอัตรา 20 กก./เฮกตาร์และทริตเมนต์ที่ไม่ใส่สังกะสีเลย ($P < 0.05$) จากผลการทดลองชุดนี้จึงเลือกเป็นอัตราการใส่สังกะสีเป็น 5 กก./เฮกตาร์ ในการทดลองชุดต่อไป การที่พืชลดการเจริญเติบโตเมื่อใส่ Zn ในอัตราสูงถึง 20 กก./เฮกตาร์ แสดงให้เห็นว่า Zn ในระดับนี้เป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีการรายงานทั่วไปในพืชหลายชนิด เช่น ในพืชตระกูลถั่ว อาทิ ถั่วเหลือง (Vesper and Weidersaul, 1987; Suthipradit, 1988) ถั่วลิสง (Keisling et al., 1977; Suthipradit, 1988) สำหรับในประเทศไทยมักจะพบรายงานปัญหาดินขาด Zn มากกว่าพบว่า Zn เป็นพิษ โดยเฉพาะการขาด Zn ในพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าว ที่ปลูกในดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สรุป

อัตราที่เหมาะสมในใช้ธาตุอาหาร 6 ธาตุสำหรับดินชุดเบาเจาะ/บ้านทอน ในแปลงปลูกส้มจุกของเกษตรกร อำเภอจะนะในครั้งนี้ได้แก่

ธาตุอาหารหลัก	- N อัตรา	120 กก./เฮกตาร์
	- P อัตรา	150 กก./เฮกตาร์
ธาตุอาหารรอง	- S อัตรา	75 กก./เฮกตาร์

- จุลธาตุอาหาร - Cu อัตรา 6 กก./เฮกตาร์
 - Mo อัตรา 0.8 กก./เฮกตาร์
 - Zn อัตรา 5 กก./เฮกตาร์

แต่อย่างไรก็ตามควรจะมีการทดลองจริงในสภาพไร่นา โดยใช้อัตราที่ได้รับการทดลองในเรือนกระจกเป็นข้อมูลพื้นฐาน

เอกสารอ้างอิง

- เต็ม สมิตินันท์.2524. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.พืชน้ำ พืชมลพิษ. กรุงเทพฯ.
- มงคล แซ่หลิม, วิชัย พันธนะหิรัญ, สุทธิรักษ์ แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี 2531.การศึกษายาพิษและแนวทางการปรับปรุงการปลูกส้มจุก หายใหญ่ 20 น.
- อำไพวรรณ ภราดรนุวัฒน์, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, วิเชียร กำจายภัย, สุพัฒน์ อรรถธรรม และนิพนธ์ ทวีชัย.2527. โรคส้มในประเทศไทย พืชน้ำพืชมลพิษ. กรุงเทพฯ.126 น.
- Andrew, C.S. and I.F. Fergus. 1964. Techniques in plant nutrition and the soil fertility survey. In Some Concepts and Methods in Subtropical Pasture Research. C' Wealth Agric. Bur. Bull. No 47 pp. 173-185.
- Bernett, A.C. and F. Adams. 1970. Concentration of NH₃ (aq) required for incipient NH₃ toxicity to seedlings. Soil Sci., Soc. Am. Proc. 34: 259-263.
- Keisling, T.C., D.A. Lauer, M.E. Walker and R.J. Henning. 1977. Visual, tissue and soil factors associated with Zn toxicity of peanut. Agron. J. 69 : 675-769.
- Loneragan, J.F. and C.J. Asher. 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: II Rate of phosphate absorption and its relation to growth. Soil Sci. 103 : 311-318.
- Mengel, K and E.A. Dirky. 1987. In Principles of Plant Nutrition 4th ed. International Potash Institute, Bern, Switzerland. 684 p.
- Nilnond, C., N. Panapitakkul, J. Nansri, W. Pantanahiran, R.L. Aithen, and C.J. Asher. 1986. Soil fertility assessment in Southern Thailand. In Trans XIII. Congr. of the Intern. Soc. of Soil Sci. 111 : 887-888.
- Suthipradit, S. 1988. Effects of Aluminium on growth and nodulation of some tropical crop legumes. Ph.D. Thesis Univ. of Queensland, Brisbane.
- Vesper, S.J. and T.C. Weidensaul. 1987. Effects of cadmium nickel, copper and zinc on nitrogen fixation by soybeans. Water, Air, Soil Pollution 9 : 413-422.
- Wainwright, S.J. and H.W. Woolhouse. 1975. physiological mechanisms of heavy metal tolerance in plants. p p 231-257. In M.J. Chadwich and G.T. Goodman (ed.) The Ecology of Resource Degradation and Renewal, Blackwell Oxford. London.