ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและพืช

การวิเคราะห์คุณสมบัติของพืช

ไนโตรเจนทั้งหมด(total-N) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมสารละลาย 2% boric acid-indicator(2% H_3BO_3)

ชั่ง H_3BO_3 จำนวน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มล. เติมน้ำกลั่นจำนวน 200 มล. นำไปอุ่นเพื่อให้ H_3BO_3 ละลายจนหมด จากนั้นเติมน้ำกลั่นอีก 600 มล. ปล่อยไว้ให้เย็น เติม mixed indicator (metylred 0.0660 g. และ bromcresol green 0.0990 g. ละลายใน ethanol จำนวน 100 ml.) จำนวน 20 มล. ปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 5.0 โดยใช้ NaOH 0.1 N หรือ HCL 0.1 N จะได้สีของสารละลายเป็นสีม่วงแดง ทดสอบว่าสีของสารละลายใช้ได้หรือไม่ โดยการนำสารละลาย boric acid-indicator มาจำนวน 10 มล. ใส่ในกระบอกตวงแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจำนวน 10 มล. สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีเขียวทันที แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มล.(เนาวรัตน์,2527)

2. การกลั่นหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Bremner, 1996) ใช้ volumetric pipette ขนาด 25 มล. ดูดสารละลายที่ย่อยได้นำมาใส่ในหลอดกลั่นของเครื่องกลั่นไนโตรเจน เติม 40% NaOH 20 มล. รองรับของเหลวที่ได้รับจากการกลั่น ประมาณ 75 มล. นำ erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. ที่มี boric acid-indicator บรรจุอยู่เป็นจำนวน 15 มล. มารองรับใต้ condenser ของเครื่องกลั่นโดยให้ปลายของ erlenmeyer flask ที่บรรจุสารละลายที่ได้ซึ่งมีสีเขียวใสมาไตเตรตกับ standard H_2SO_4 0.005 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวใสเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรต และนำมาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจากสมการ

$$\text{Total-N}(\%) = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 14 \times V_d \times 100}{1000 \times V_a \times W}$$

เมื่อ V_s : ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง (มล.)

V_b : ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรต blank (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

W : น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(tatal-P) (ศรีสม, 2544)

1. การเตรียมสารละลาย Mixed reagent

ละลาย ammonium vanadate 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นอุ่นจำนวน 200 มล. เติม HNO_3 (s.p.= 1.42) ปริมาตร 158.42 มล. เขย่าให้เข้ากันจะได้เป็นสารละลาย ก สำหรับสารละลาย ข ได้จากการละลาย ammonium molybdate tetrahydrate จำนวน 25.00 กรัม ในน้ำกลั่นอุ่น 300 มล. หลังจากนั้นผสมสารละลาย ก และสารละลาย ข เข้าด้วยกันแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มล. โดยใช้ volumetric flask

2. การเตรียม standard-P 100 ppm.

ชั่ง potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 2 ชม. จำนวน 0.4390 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มล.แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียม standard curve ให้มีความเข้มข้นของ P เป็น 0 4 8 12 16 และ 20 ppm.

ใช้ volumetric pipette ดูด standard-P 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติม mixed reagent ลงไปปริมาตร 5 มล. หลังจากนั้นเติม H_2SO_4 ความเข้มข้น 1.88 M จำนวน 2 มล. ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. โดยน้ำกลั่น เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที นำไปวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นเป็นค่าการส่องผ่านของแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 470 *nm.* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าที่อ่านได้โดยใช้กราฟ

4. การหาปริมาณ P

ดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อย จำนวน 5 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติม mixed reagent จำนวน 5 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าตั้งทิ้งไว้ 20 นาที แล้วนำไปวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นเหมือนกับ standard curve ในข้อ 3 เทียบค่าความเข้มข้นของตัวอย่างกับ standard curve แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างจากสมการ

$$\text{Total-P(\%)} = \frac{C \times V_f \times V_d \times 100}{10^6 \times V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น P ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve-P(ppm.)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W : น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณโพแตสเซียมทั้งหมด (total-K) (Helkme และ Sparke,1996)

1. การเตรียม standard-K 1,000 ppm.

ละลาย KCl บริสุทธิ์ (อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 2 ชม.) จำนวน 0.9533 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 500 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียม standard-K 100 ppm.

ดูด standard-K 1,000 ppm. จำนวน 10 มล. โดยใช้ volumetric pipette ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียม standard curve ให้มีความเข้มข้นของ K เป็น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

ใช้ volumetric pipette ดูด standard-K 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ใส่ใน volumetric ขนาด 100 มล.เติม H_2SO_4 ความเข้มข้น 1.88 M จำนวน 2 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันแล้วนำอ่านด้วยเครื่อง Flame photometer ที่ความยาวคลื่น 766.5 *n*m. ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m. และที่ energy อยู่ในช่วง 66-70

4. ดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อย จำนวน 1 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านด้วยเครื่อง Flame photometer เหมือนกับ standard curve แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ K ดังสมการ

$$\text{Total-K (\%)} = \frac{C \times V_f \times V_d \times 100}{V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น K ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve-K(ppm.)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W : น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณ Ca และ Mg (Walinga *et al.*, 1989)

1. การเตรียมสารละลาย 5% Lanthanum chloride.

ชั่ง Lanthanum oxide จำนวน 58.65 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มล. เติม 37% HCl ลงไปปริมาตร 250 มล. ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล.ด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียมสารละลาย 0.2% Lanthanum chloride.

ดูดสารละลาย 5% Lanthanum chloride จำนวน 40 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียมสารละลาย standard-Ca ที่มีความเข้มข้น 1,000 ppm. และสารละลาย standard-Ca ที่มีความเข้มข้น 100 ppm.

ชั่ง $CaCo_3$ จำนวน 2.5250 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มล. เติม conc.HCl จำนวน 5 มล.แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่นใน volumetric flask จะได้ standard-Ca 1,000 ppm.สำหรับ standard-Ca ที่มีความเข้มข้น 100 ppm.เตรียมได้จากการดูดสารละลาย standard-Ca 1,000 ppm. จำนวน 10 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล.แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

4. การเตรียมสารละลาย standard-Mg ที่มีความเข้มข้น 1,000 ppm. และสารละลาย standard-Mg ที่มีความเข้มข้น 100 ppm.

ชั่ง $MgSO_4.7H_2O$ จำนวน 1.0271 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น สำหรับ standard-Mg ที่มีความเข้มข้น 100 ppm. เตรียมได้จากการดูดสารละลาย standard-Mg 1,000 ppm. จำนวน 10 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

5. การเตรียม standard curve ของ Ca และ Mg ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

เตรียม standard curve ของ Ca ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm. จากการดูดสารละลาย standard-Ca 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม H_2SO_4 1.88 M. ปริมาตร 2 มล. ปรับปริมาตรด้วย 0.2% Lanthanum chloride และสำหรับ standard curve ของ Mg ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm. เตรียมจากการดูดสารละลาย standard-Mg 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล.ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม H_2SO_4 1.88 M ปริมาตร 5 มล. ปรับปริมาตรด้วย 0.2% Lanthanum chloride เช่นเดียวกัน เขย่าแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ซึ่งตั้ง Lamp ที่ 30 โดย Ca จะอ่านที่ความยาวคลื่น 422.7 *n*m. ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m. และที่ energy เท่ากับ 73 ส่วน Mg จะอ่านที่ความยางคลื่น 285.2 *n*m. ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m. และที่ energy อยู่ในช่วง 69-74.

6. การหาปริมาณ Ca และ Mg

ดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อย มาจำนวน 1 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มล. ปรับปริมาตรด้วย 0.2 % Lanthanum chloride เขย่าแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Spectrophotometer เช่นเดียวกับ standard curve ในข้อที่ 5 แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ Ca และ Mg ดังสมการ

$$\text{Ca หรือ Mg (\%)} = \frac{C \times V_f \times V_d \times 100}{V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น Ca หรือ Mg ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W : น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

ปริมาณ Fe Mn และ Zn (Walinga *et al.*, 1989)

1. การเตรียมสารละลาย standard-Mn Zn และ Fe ความเข้มข้น 100 ppm.

ชั่ง $MnSO_4.H_2O$ จำนวน 0.0308 กรัม ชั่ง $ZnSO_4.7H_2O$ จำนวน 0.0440 กรัม และชั่ง $CuSo_4.5H_2O$ 0.0387 กรัม ที่เก็บรักษาไว้ในโถดูดความชื้น แยกใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล.แต่ละอัน เติมน้ำกลั่น 20 มล. เขย่าให้ละลาย หลังจากนั้นเติม conc.HNO_3 จำนวน 1 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลาย standard-Mn Zn และ Cu ที่มีความเข้มข้น 100 ppm. สำหรับสารละลาย standard-Fe ความเข้มข้น 100 ppm. เตรียมได้จากการชั่ง $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ ที่เก็บรักษาไว้ในโถดูดความชื้น จำนวน 0.0702 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล.เติมน้ำกลั่น 20 มล. เขย่าให้ละลาย เติม conc.H_2SO_4 ปริมาตร 0.25 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียม standard curve ของ Mn Zn และ Fe ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

ดูดสารละลาย standard-Mn และ Fe ที่มีความเข้มข้น 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. โดยแยกเป็นแต่ละธาตุ เติม H_2SO_4 1.88 M. ปริมาตร 12 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดย Mn จะอ่านที่ความยาวคลื่น 279.8 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.2 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 61-74 และ Fe จะอ่านที่ความยาวคลื่น 248.3 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.2 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 45-50 ตามลำดับ

สำหรับการเตรียมสารละลาย standard-Zn ที่มีความเข้มข้น 10 ppm. ได้จากการดูด standard-Zn 100 ppm. มาจำนวน 10 มล. โดยใช้ volumetric pipette ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยน้ำกลั่นหลังจากนั้นดูดสารละลาย Standard-Zn 10 ppm. มาจำนวน 0 2 4 6 8 และ 10 ppm. ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม H_2SO_4 1.88 M. ปริมาตร 12 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดยอ่านที่ความยาวคลื่น 213.9 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 58-64

3. การหาปริมาณ Mn Zn และ Fe

ดูดสารละลายตัวอย่างได้จากการย่อย จำนวน 3 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มล.ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer เหมือนกับ standard curve ในข้อที่ 2 แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ Mn Zn และ Fe ดังสมการ

$$\text{Mn/Zn/Fe (ppm)} = \frac{C \times V_f \times V_d}{V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น Mn/Zn/Fe ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อย (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

W : น้ำหนักตัวอย่างพืชที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)

การวิเคราะห์สมบัติของดิน

pH ดิน (เนาวรัตน์, 2527)

ชั่งดินจำนวน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่น 20 มล. ใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเป็น 1:1 คนให้เข้ากันโดยคน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไปวัด pH โดยใช้ pH-meter

อินทรีย์วัตถุในดิน(organic matter) (Nelson และ Sommers, 1996)

ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มม. จำนวน 0.5 กรัม ใส่ Erlenmeyer flask 250 มล. เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N. จำนวน 10 มล. โดยใช้ volumetric pipette เขย่า flask เบาๆเพื่อให้น้ำยากับตัวอย่างดินผสมเข้ากัน ใส่ H_2SO_4 จำนวน 20 มล.(รินกรดใส่ทีละน้อยเพื่อป้องกันการกระเด็นของอนุภาคดิน ควรเติมกรดในตู้ควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 100 มล. หยด O-phenanthroline ferrous complex ประมาณ 5-6 หยดแล้วนำมาไตเตรททันทีกับ standard Ferrous sulfate 0.5 N จนปริมาตร Ferrous sulfate ที่ใช้ในแต่ละตัวอย่าง end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หาความเข้มข้นที่แท้จริงของ ferrous sulfate โดยการทำ blank คือการใช้ volumetric pipette 10 มล. ดูด $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มล. ใส่ Erlenmeyer flask 250 มล. ใส่กรด H_2SO_4 จำนวน 20 มล. ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 100 มล. นำไปไตเตรทกับ ferrous sulfate โดยใช้ diphenylamine หรือ O-phenanthroline เป็น indicator เช่นเดียวกับตัวอย่าง จนปริมาตร ferrous sulfate ที่ใช้กับ blank end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นดังนี้

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1 = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

V_1 = ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

N_2 = ความเข้มข้นของ Fe_2SO_4 ที่ใช้

V_2 = ปริมาตรของ Fe_2SO_4 ที่ใช้

$$\text{อินทรียวัตถุ}(\%) = \frac{[10-(M \times 0.5)] \times 0.672}{W}$$

M = ปริมาตร Fe_2SO_4 ที่ไตเตรทได้ (มล.)

W = น้ำหนักดิน (กรัม)

อนินทรีย์ไนโตรเจน (Mulvaney, 1996)

อนินทรีย์-N จะมีอยู่ในดินด้วยกัน 2 รูป คือ NH_4-N และ NO_2+ NO_3-N ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์หาดังต่อไปนี้

1. เตรียมสารละลาย KCl 2 N.

ชั่ง KCl จำนวน 149.2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มล. เติมน้ำกลั่น 300 มล. ละลาย KCl ให้หมด ใส่ volumetric flask ขนาด 1,000 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียม MgO

ชั่ง MgO(heavy powder)เผาไล่ CO_2 โดยใช้เตาเผาที่อุณหภูมิ 600-700°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและเก็บไว้ในโถแก้วที่บรรจุ KOH เพื่อกันการดูด CO_2 จากอากาศ

3. การเตรียมสารละลาย 2% Boric acid-indicator(2%H_3BO_3) เช่นเดียวกับวิธีการหา total N ในพืช

4. หาปริมาณ Mineralizable-N ในรูปของ NH_4-N และ NO_2+ NO_3-N ในตัวอย่างดิน

ชั่งดินจำนวน 10 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติม KCl 2 N. จำนวน 100 มล. ปิดจุกเขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่กรองได้ไปกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หาอนินทรีย์-N โดยวิธี Magesium oxide-Devada alloy method แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ Inorganic-N ดังสมการ

$$NH_4\text{-}N\ /NO_2\text{+ NO3-N(ppm)} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 14 \times V_d \times 10^6}{1{,}000 \times V_a \times W}$$

เมื่อ V_s : ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

V_b : ปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรท blank (มล.)

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (มล.)

V_d : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการสกัด (มล.)

N : ความเข้มข้นของ standard H_2SO_4 เท่ากับ 0.05 N.

W : น้ำหนักดินแห้งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินชื้น 10 กรัม

ปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถเป็นประโยชน์ได้ (available-P) (Houba *et al.*, 1988b)

1. เตรียมสารละลาย Bray II

ชั่ง NH_4F จำนวน 1.11 กรัม ปรับปริมาตรด้วย HCl 0.1 N (เตรียมได้จาก conc.HCl 8.28 มล. นำมาปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.) จนได้ปริมาตรเป็น 1,000 มล. ด้วย volumetric flask ขนาด 1,000 มล.

2. เตรียมสารละลาย Reagent A

ชั่ง Ammonium molybdate จำนวน 12.00 กรัม เติมน้ำกลั่น 250 มล. นำไปอุ่นจนกระทั่งละลาย จะได้สารละลาย (a) สำหรับสารละลาย (b) เตรียมได้จากการชั่ง antimony potassium tartrate ($KSbO.C_4H_4O_6$) จำนวน 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. หลังจากนั้นผสมสารละลาย (a) และสารละลาย (b) เข้าด้วยกันใน volumetric flask ขนาด 2,000 มล. เติม H_2SO_4 5 N (เตรียมได้จาก conc.H_2SO_4 จำนวน 141 มล. หรือ 98% H_2SO_4 จำนวน 136.24 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.) จำนวน 1,000 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเสร็จแล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาลและนำไปแช่ไว้ในตู้เย็น

3. เตรียมสารละลาย Reagent B

ชั่ง Ascorbic acid จำนวน 1.056 กรัม เติมสารละลาย Reagent A. จำนวน 200 มล. ซึ่ง Reagent B. นี้จะมีอายุการใช้งานไม่เกิน 24 ชั่วโมง

4. เตรียมสารละลาย standard curve-P ที่มีความเข้มข้น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm.

ใช้ volumetric pipette ดูดสารละลาย standard-P 100 ppm. จำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมสารละลาย Reagent B จำนวน 4 มล. และเติมสารละลาย Bray II

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวน 5 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที นำไปอ่านค่าการส่องผ่านของแสง (% Tranmittance) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 *nm* บันทึกผล

5. หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน

ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. ใช้ volumetric pipette ขนาด 25 มล. ดูดสารละลาย Bray II เติมลงไปแล้วเขย่าด้วยมือเป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 1 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มล.ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วดูดมาจำนวน 1 มล.ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมสารละลาย Reagent B. จำนวน 4 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที นำไปอ่านค่าการส่องผ่านของแสงเช่นเดียวกับ standard curve-P ในข้อที่ 4 นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสจากสมการ

$$P(\%) = \frac{C \times V_f \times V_e \times 100}{10^6 \times V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น P ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ Std. Curve-P (ppm)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์เท่ากับ 25 มล.

V_e : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการสกัดดินเท่ากับ 25 มล.

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ เท่ากับ 25 มล.

W : น้ำหนักดินแห้งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินชื้น 2.5 กรัม

ปริมาณ K ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable-K) (Helkme และ Sparke, 1996)

1. เตรียมสารละลาย Ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N pH 7

ชั่ง NH_4Oac จำนวน 77.08 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 มล. เติมน้ำกลั่น 800 มล. แล้วนำไปวัด pH และปรับ pH ให้เป็น 7 โดยใช้ NH_3-solution หรือ acetic acid แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่น

2. เตรียม standard curve ให้มีความเข้มข้นของ K เป็น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

ใช้ volumetric pipette ดูด standard-K 5ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม NH_4Oac 1 N pH 7 จำนวน 20 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง flame photometer

3. หาปริมาณ K ที่สามารถแลกเปลี่ยน (exchangeable-K) ได้ในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 4 กรัม ใส่ในหลอดเขย่าดิน เติมสารละลาย NH_4Oac 1 N pH 7 จำนวน 40 มล. เขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 หลังจากนั้นดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านด้วยเครื่อง Flame photometer เช่นเดียวกับข้อ 2 บันทึกผลแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ K ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ดังสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$K(ppm) = \frac{C \times V_f \times V_d}{V_a \times W}$$

เมื่อ C : ความเข้มข้น K ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ std.curve-K(ppm.)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์เท่ากับ 25 มล.

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อยเท่ากับ 40 มล.

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ เท่ากับ 5 มล.

W : น้ำหนักดินแห้งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินชื้น 4 กรัม

Exchangeable Ca และ Mg (Suarez, 1996)

1. เตรียม standard curve ของ Ca ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

การดูดสารละลาย standard-Ca 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม NH_4Oac ปริมาตร 5 มล. ปรับปริมาตรด้วย 0.2% Lanthanum chloride เขย่าแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 422.7 *n*m

2. standard curve ของ Mg ที่มีความเข้มข้น 0 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 ppm.

ดูดสารละลาย standard-Mg 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติมน้ำยาสกัด NH_4OAc ปริมาตร 5 มล. ปรับปริมาตรด้วย 0.2% Lanthanum chloride เช่นเดียวกัน เขย่าแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 285.2 *n*m

3. หาปริมาณ Ca และ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 4 กรัม ใส่ใน centrifuge tube เติมน้ำยาสกัด NH_4Oac จำนวน 40 มล. นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 แล้วดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 2 มล. ใส่ใน volumetric flask 25 มล. ปรับปริมาตรด้วย Lanthanum chloride 0.2% เขย่าให้เข้ากันนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Ca ที่ความยาวคลื่น 422.7 *n*m และ Mg ที่ความยาวคลื่น 285.2 *n*m บันทึกผลและนำมาคำนวณดังนี้

$$Ca/Mg\ (ppm) = \frac{C \times V_f \times V_d}{V_a \times W}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ C : ความเข้มข้น Ca/Mg ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ std.curve-Ca/Mg (ppm)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์เท่ากับ 25 มล.

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการสกัดดินเท่ากับ 40 มล.

V_a : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์เท่ากับ 2 มล.

W : น้ำหนักดินแห้ง เท่ากับ 4 กรัม

Extractable Fe Cu Mn และ Zn (Lindsay และ Norvell, 1978)

1. การเตรียม standard curve ของ Mn Cu และ Fe ที่มีความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ 5 ppm.

ดูดสารละลาย standard-Mn Cu และ Fe ที่มีความเข้มข้น 100 ppm. มาจำนวน 0 1 2 3 4 และ 5 มล. ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. โดยแยกเป็นแต่ละธาตุ เติมน้ำยาสกัด DPTA จำนวน 5 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดย Mn จะอ่านที่ความยาวคลื่น 279.8 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.2 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 61-74 สำหรับ Cu จะอ่านที่ความยาวคลื่น 324.8 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 64-74 และ Fe จะอ่านที่ความยาวคลื่น 248.3 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.2 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 45-50 ตามลำดับ

2. การเตรียม standard curve ของ Zn ที่มีความเข้มข้น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm.

เตรียมสารละลาย standard-Zn ที่มีความเข้มข้น 10 ppm. จากการดูด standard-Zn 100 ppm. มาจำนวน 10 มล. โดยใช้ volumetric pipette ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นหลังจากนั้นดูดสารละลาย standard-Zn 10 ppm. มาจำนวน 0 2 4 6 8 และ 10 มล.ตามลำดับ ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล.เติมน้ำยาสกัด DPTA จำนวน 5 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดยอ่านที่ความยาวคลื่น 213.9 *n*m ที่ slit width เท่ากับ 0.7 *n*m และที่ energy อยู่ในช่วง 58-64

3. การเตรียม DTPA (Diethylene triamine pentacetic acid) (10 ลิตร)

โดยการนำสาร TEA(Triathanolamine) จำนวน 149.2 กรัม ละลายในน้ำเล็กน้อย แล้วนำ DTPA จำนวน 19.67 กรัม มาละลายในสารละลาย TEA ที่เตรียมไว้ จากนั้นเติม $CaCl_2.2H_2O$ ลงไปอีกจำนวน 14.7 กรัม คนให้ละลายเข้ากัน เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรใกล้ 10 ลิตร และปรับ pH ให้เป็น 7.3 ด้วยกรด HCl จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 10 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การหา Fe Mn Cu และ Zn ที่สกัดได้ในดิน

ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 4 กรัม ใส่น้ำยาสกัด DPTA จำนวน 40 มล. นำไปเขย่าประมาณ 2 ชั่วโมง นำสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการสกัดกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 แล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดย Fe จะอ่านที่ความยาวคลื่น 248.3 *n*m Mn จะอ่านที่ความยาวคลื่น 279.8 *n*m Cu จะอ่านที่ความยาวคลื่น 324.8 *n*m และ Zn อ่านที่ความยาวคลื่น 213.9 *n*m บันทึกผลและนำมาคำนวณดังนี้

$$\text{Fe/Mn/Cu/Zn (ppm)} = \frac{C \times V_e}{W}$$

C : ความเข้มข้น Fe/Mn/Cu/Zn ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ std.curve(ppm)

V_e : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยตัวอย่างพืชเท่ากับ 100 มล.

W : น้ำหนักดินแห้ง เท่ากับ 4 กรัม

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน (Nunan *et al.*, 1998)

1. เตรียมสารละลาย K_2SO_4 0.5 N

ชั่ง K_2SO_4 87.14 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มล.

2. หามวลชีวภาพของจุลินทรีย์โดยวิธี Chloroform Fumigation และ UV-absorption ที่ 280 *n*m

ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ด้วยช้อนตักสารที่ผ่านการจุ่ม alcohol แล้วเผาไฟ และใช้กระดาษที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วใส่ลงในขวดแก้วขนาด 50 มล. โดยแยกดินออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ตัวอย่าง โดยชุดที่ 1 สำหรับรม Chloroform และชุดที่ 2 ไม่รม Chloroform นำตัวอย่างดินชุดที่ 1 ใส่ลงในโถดูดความชื้นที่มีกระดาษทิชชูชื้นวางอยู่ด้านล่าง ใส่ Chloroform ปริมาตร 40 มล. ในบีกเกอร์แล้วนำไปวางไว้ในโถดูดความชื้น ปิดฝาโถดูดความชื้นใช้เครื่องดูดอากาศดูดอากาศในโถดูดความชื้นออกจนกระทั่งไอของ Chloroform มาเกาะตามผนังของโถดูดความชื้น รม Chloroform ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในที่มืด สำหรับดินชุดที่ 2 นำไปบ่มไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน เมื่อครบ 24 ชั่วโมงนำ Chloroform และกระดาษทิชชูออก ดูด Chloroform ที่เหลือในตัวอย่างดินออกโดยใช้เครื่องดูดอากาศดูดอากาศออก 8 ครั้งๆละ 3 นาที นำดินถ่ายใส่ขวดพลาสติกที่มีฝาปิด เติม K_2SO_4 0.5 N จำนวน 100 มล. เขย่าเป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 นำสารละลายที่กรองได้ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงของ UV ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 280 *n*m ภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากการกรอง นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณชีวมวลคาร์บอนและชีวมวลไนโตรเจนดังสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Biomass C = 21,747(E_{280})

Biomass N = 3,479(E_{280}) + 40

เมื่อ E_{280} : ค่าการดูดกลืนแสงต่อกรัมของดิน

Biomass C : มีหน่วยเป็น $\mu C.g^{-1}$ soil

Biomass N : มีหน่วยเป็น $\mu N.g^{-1}$ soil

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกผักคะน้า ผักบุ้ง กวางตุ้ง ฮ่องเต้ โขมจีน และสลัดใบ ในระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช(PF)และระบบเกษตรกรรมอินทรีย์(OG)

สมบัติทางเคมี	ผักคะน้า				ผักบุ้ง				ผักกาดกวางตุ้ง			
	PF	OG	df	T-test	PF	OG	df	T-test	PF	OG	df	T-test
pH	6.64±0.18	7.19±0.11	4.84	*	6.75±0.70	7.12±0.20	3.54	ns	6.82±0.10	7.18±0.10	6	*
N(%)	0.13±0.03	0.12±0.02	6	ns	0.10±0.00	0.14±0.00	6	ns	0.11±0.02	0.14±0.01	6	ns
OM(%)	2.53±0.6	2.42±0.3	6	ns	1.99±0.1	2.71±0.1	6	ns	2.24±0.4	2.73±0.2	6	ns
Available P(mg.kg^{-1})	1657±83	1127±274	3.54	*	1457±94	1325±59	6	ns	1668±153	1523±121	6	ns
Exchangeable K(mg.kg^{-1})	312±123	375±133	6	ns	344±169	366±35	6	ns	307±162	406±174	6	ns
Exchangeable Ca(mg.kg^{-1})	1359 ±109	1591±118	6	*	1454±147	1795±339	4.09	*	1405±360	1966±181	4.42	*
Exchangeable Mg(mg.kg^{-1})	91±10	173±66	3.14	ns	133±44	197±35	6	ns	165±46	212±15	3.65	ns
Extractable Fe(mg.kg^{-1})	56±9	27±13	6	*	51±8	39±5	6	*	69±19	38±9	4.29	*
Extractable Mn(mg.kg^{-1})	19±7	19±7	6	ns	13±6	24±2	6	ns	16±5	22±2	3.77	ns
Extractable Cu(mg.kg^{-1})	2±0.6	1±0.5	6	*	2±0.9	2±0.2	6	ns	3±0.6	2±0.36	6	*
Extractable Zn(mg.kg^{-1})	5±0.4	5±1.2	6	ns	4±0.9	6±0.4	6	ns	5±0.7	6±0.2	6	ns
สมบัติทางเคมี	ผักกาดฮ่องเต้				ผักขมจีน				ผักสลัดใบ			
	PF	OG	df	T-test	PF	OG	df	T-test	PF	OG	df	T-test
pH	6.99±0.08	7.05±0.32	3.36	ns	6.96±0.14	7.64±0.06	4.10	*	6.56±0.64	7.01±0.02	6	ns
N(%)	0.08±0.01	0.07±0.01	6	ns	0.08±0.02	0.12±0.03	6	*	0.11±0.01	0.09±0.01	6	ns
OM(%)	1.59±0.1	1.40±0.1	6	ns	1.63±0.4	2.41±0.4	6	*	2.17±0.2	1.90±0.2	6	ns
Available P(mg.kg^{-1})	1783±222	1445±216	6	*	1201±156	1719±78	3.54	*	1515± 140	1383±153	6	ns
Exchangeable K(mg.kg^{-1})	350±177	283±49	6	ns	248±42	381±152	6	ns	332±91	243±63	6	ns
Exchangeable Ca(mg.kg^{-1})	1017±307	1254±278	6	ns	952±107	1554±95	6	*	1498±206	1590±174	6	ns
Exchangeable Mg(mg.kg^{-1})	142±35	171±39	6	ns	114±9	210±24	6	*	175±17	203±30	6	ns
Extractable Fe(mg.kg^{-1})	65±15	52±14	6	ns	77±11	58±4	6	*	75±8	67±13	6	ns
Extractable Mn(mg.kg^{-1})	22±2	19±4	6	ns	20±6	35±2	6	*	21±2	19±5	3.54	ns
Extractable Cu(mg.kg^{-1})	3±0.65	2±0.37	6	ns	2±0.9	2±0.2	3.28	ns	2±0.3	2±0.5	6	ns
Extractable Zn(mg.kg^{-1})	6±0.4	±0.3	6	ns	5±0.4	6±0.6	6	*	6±0.6	5±0.3	6	ns

PF ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

OG ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์

* แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ตะน้า	pH	6.47	6.49	6.77	6.81	7.04	7.21	7.29	7.21
	%OM	2.17	1.98	3.19	2.79	2.15	2.15	2.59	2.79
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1624	1573	1768	1663	1454	852	1244	948
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	204	208	422	416	519	451	228	305
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1379	1352	1219	1485	1671	1538	1458	1697
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	92	100	77	97	119	115	221	239
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	57	68	52	47	46	17	24	23
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	22	27	12	14	23	24	20	8
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	2.5	2.5	1.2	1.9	0.8	0.6	1.7	0.8
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	5.1	5.1	4.7	5.5	5.9	5	5.8	3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก(ต่อ)

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ผักบุ้ง	pH	7.24	7.35	6.37	6.04	7.01	6.91	7.25	7.32
	%OM	2.02	2.08	1.88	1.98	2.62	2.65	2.76	2.79
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1368	1393	1572	1496	1399	1281	1345	1276
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	189	215	435	536	294	423	355	393
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1258	1538	1432	1590	1590	2016	2144	1432
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	125	93	195	119	183	166	247	194
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	44	45	60	56	36	44	41	35
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	18	6	12	18	27	24	22	24
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	2.7	1.2	1.2	0.8	1.7	1.2	1.2	1.7
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	4.6	2.7	4.7	4.8	6	5.5	5.2	5.8
กวางตุ้ง	pH	6.84	6.93	6.71	6.80	7.36	7.39	7.29	7.23
	%OM	2.02	2.08	1.88	1.98	2.62	2.65	2.76	2.79
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1698	1445	1786	1743	1587	1660	1379	1501
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	521	344	177	185	502	603	255	263
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1135	1058	1769	1656	1811	1811	2093	2150
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	123	126	202	206	203	200	212	233
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	84	86	57	49	26	34	44	45
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	20	9	20	13	20	24	21	21
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	2.9	2.7	3.1	1.8	1.6	2	2.5	1.8
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	5.6	5.5	5.6	4	6	6.4	5.7	6.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก(ต่อ)

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ย่องเต้	pH	7.10	6.91	6.99	6.97	7.29	7.32	6.95	6.64
	%OM	1.58	1.41	1.75	1.61	1.55	1.41	1.31	1.34
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1461	1814	1954	1901	1752	1341	1261	1424
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	373	590	238	198	235	246	328	320
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	747	781	1388	1149	1622	1213	1235	947
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	113	113	180	163	199	208	145	130
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	57	49	74	79	63	63	36	45
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	20	23	21	21	14	17	19	24
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	3.1	2.2	3.5	3.7	1.2	1.8	2.1	1.8
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	6.2	5.3	5.5	5.6	4.8	5.0	5.5	5.4
ขมจีน	pH	6.87	7.03	7.13	6.82	7.60	7.72	7.58	7.65
	%OM	1.18	1.58	2.02	1.75	1.88	2.29	2.59	2.89
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1295	1279	967	1262	1830	1705	1647	1692
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	310	237	214	231	473	490	399	160
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	810	994	937	1064	1523	1645	1611	1434
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	103	117	113	124	175	215	220	227
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	76	79	61	87	58	52	58	60
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	24	23	11	21	33	35	36	33
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	3.3	2.7	1.2	1.8	2.2	1.8	2	1.8
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	5	4.6	4.2	5.2	6.4	7	6.4	5.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก(ต่อ)

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
สลัดใบ	pH	7.27	5.72	6.54	6.70	7.35	7.33	6.74	6.60
	%OM	2.29	2.08	1.92	2.39	1.81	1.68	2.02	2.08
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1639	1314	1550	1555	1455	1486	1155	1435
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	378	427	302	218	285	289	154	244
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1262	1388	1685	1656	1811	1431	1473	1642
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	187	151	175	184	195	164	230	221
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	65	82	78	71	58	53	74	81
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	23	20	19	21	25	21	14	15
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	1.6	2	2.2	1.8	2.2	2.2	1.2	1.6
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	6.4	6.1	5.8	5	5.6	5.3	4.8	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
คะน้า	pH	6.41	6.45	6.65	6.58	7.32	7.29	7.30	7.34
	%OM	1.68	2.99	2.76	2.82	2.12	1.92	2.05	2.29
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1731	1596	1893	1926	1142	1296	1444	1060
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	236	243	224	246	350	405	257	353
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1352	1495	1445	1511	1883	1723	1670	1617
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	106	125	94	109	144	142	165	162
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	65	49	66	57	26	18	30	22
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	19	17	13	12	6.9	6.5	8.8	9
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	2.5	2.2	1.2	1.4	0.6	0.8	0.6	0.6
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	4.6	4.1	5	4.6	3.5	2.8	4.3	3.4
ผักบุ้ง	pH	6.39	6.55	6.25	7.43	7.61	7.56	7.50	7.51
	%OM	2.05	2.18	2.65	2.69	2.08	2.29	2.55	2.55
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1250	1266	1269	1628	1298	1489	1352	1284
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	247	205	275	379	194	262	306	352
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1139	1272	1962	1564	1776	2069	1431	1033
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	67	94	96	74	162	123	157	187
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	84	52	81	40	39	34	47	29
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	18	11	12	10	25	16	20	22
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	2.5	1.8	1.2	0.3	1.2	1.2	1.6	1.8
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	4.7	3.6	5	3.1	5.9	4.6	5.4	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก(ต่อ)

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------- ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
กวางตุ้ง	pH	6.93	6.84	6.60	6.73	7.95	7.99	7.83	7.90
	%OM	2.15	2.28	2.62	2.69	2.42	2.35	2.59	2.62
	Available P(mg.kg^{-1})	1639	1681	1781	1615	1274	1439	1559	1584
	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	235	272	153	84	326	374	177	228
	Exchangeable Ca (mg.kg^{-1})	904	858	1713	1656	1268	1888	994	1036
	Exchangeable Mg (mg.kg^{-1})	158	160	180	181	109	169	162	202
	Extractable Fe(mg.kg^{-1})	91	87	68	49	34	27	47	45
	Extractable Mn(mg.kg^{-1})	20	17	17	9	20	21	22	22
	Extractable Cu(mg.kg^{-1})	2.5	2.9	2.9	1.4	1.8	1.8	1.4	1.6
	Extractable Zn(mg.kg^{-1})	5.6	5.1	4.8	3.2	5.2	5.7	5.6	5.6
ฮ่องเต้	pH	7.28	7.46	7.07	7.06	7.90	7.91	7.02	7.78
	%OM	1.68	1.08	1.34	1.55	1.61	1.68	1.21	1.31
	Available P(mg.kg^{-1})	953	1003	1610	1526	1625	1664	1493	1348
	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	375	381	274	306	304	264	182	247
	Exchangeable Ca (mg.kg^{-1})	1290	1224	923	965	1789	1811	1080	1124
	Exchangeable Mg (mg.kg^{-1})	159	149	110	101	225	217	121	131
	Extractable Fe(mg.kg^{-1})	78	70	76	99	58	84	45	42
	Extractable Mn(mg.kg^{-1})	22	21	20	10	9	16	26	24
	Extractable Cu(mg.kg^{-1})	3.3	3.1	2.9	3.1	1.2	1.2	1.6	1.8
	Extractable Zn(mg.kg^{-1})	4.7	3.6	5	3.1	1	1.6	2	1.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก(ต่อ)

ชนิดพืช	ข้อมูล	ระบบการปลูก							
		ปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				เกษตรกรรมอินทรีย์			
		---------- ซ้ำ ----------				---------ซ้ำ ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ขมจีน	pH	6.38	6.94	6.55	6.70	7.55	7.62	7.46	7.42
	%OM	1.31	1.41	1.81	2.02	2.02	2.18	2.55	2.76
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1770	1842	1285	1250	1610	1610	1645	1545
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	128	139	192	193	361	405	419	409
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	923	1106	1092	1078	2150	2220	2136	2206
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	99	116	116	125	165	182	156	162
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	87	89	74	76	65	52	55	32
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	35	27	15	16	33	32	31	27
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	3.9	3.3	1.2	1.8	2.1	2.2	1.8	2.1
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	5.7	5	4.6	4.7	6.5	6.2	5.9	5.5
สลัดใบ	pH	7.01	6.73	6.53	7.04	7.95	7.98	7.25	7.17
	%OM	2.29	2.08	1.88	2.12	1.85	2.15	2.15	2.42
	Available P($mg.kg^{-1}$)	1762	1765	1800	1757	1610	1606	1367	1462
	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	307	254	365	269	189	230	151	209
	Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$)	1545	980	1783	1840	1501	1390	1628	1797
	Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$)	189	128	180	184	184	194	147	171
	Extractable Fe($mg.kg^{-1}$)	73	91	87	95	34	52	461	57
	Extractable Mn($mg.kg^{-1}$)	21	24	23	21	18	25	16	17
	Extractable Cu($mg.kg^{-1}$)	1.6	2.2	3.3	2.9	2	1.8	1.2	1.6
	Extractable Zn($mg.kg^{-1}$)	5.9	7.3	6.3	5.7	5.3	5.9	5.3	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักสด (กรัมต่อตารางเมตร)

ชนิดผัก	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
	1	2	3	4	1	2	3	4
คะน้า	5260	5100	1210	1220	1420	1260	590	630
กวางตุ้ง	2900	3500	3300	1800	2100	1780	1010	575
ฮ่องเต้	2500	2400	4250	3250	1200	930	2100	2200
ผักบุ้ง	550	560	1400	1600	1000	1000	2400	1500
ขมจีน	1420	1610	2300	1550	960	470	1090	830
สลัดใบ	2650	1250	750	600	655	550	650	1100

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)

ชนิดผัก	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
	1	2	3	4	1	2	3	4
คะน้า	546	535	113	112	144	152	64	68
กวางตุ้ง	141	171	146	96	125	109	63	38
ฮ่องเต้	89	58	180	131	83	45	84	70
ผักบุ้ง	43	27	70	80	50	50	103	78
ขมจีน	141	161	230	155	96	47	108	83
สลัดใบ	45	25	12	14	12	10	10	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิต

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
คะน้า	N (g/m^2)	6.9	6.2	30.3	29.9	5.6	6.2	1.7	1.9
	P (g/m^2)	0.8	0.8	3.0	3.0	0.8	1.0	0.5	0.7
	K (g/m^2)	6.2	5.8	31.7	33.3	8.2	7.5	2.9	3.0
	Ca (g/m^2)	3.2	2.8	12.7	11.7	2.5	2.6	1.6	1.4
	Mg (g/m^2)	0.5	0.5	2.4	2.2	0.7	0.7	0.3	0.3
	Zn (mg/m^2)	1.3	3.1	3.1	5.0	1.9	0.6	0.6	0.6
	Fe (mg/m^2)	13.8	11.3	54.4	43.1	15.6	16.9	2.5	6.3
	Mn (mg/m^2)	6.9	3.1	16.3	16.3	7.5	9.4	1.9	2.5
ผักบุ้ง	N (g/m^2)	2.7	1.6	3.7	4.7	1.6	1.7	3.7	3.1
	P(g/m^2)	0.2	0.2	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	0.3
	K (g/m^2)	3.5	2.0	4.5	4.7	3.1	3.1	5.5	4.3
	Ca (g/m^2)	1.5	1.8	3.7	2.2	1.2	1.2	1.7	0.9
	Mg (g/m^2)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.2
	Zn (mg/m^2)	0.6	0.6	0.6	0.6	1.9	1.9	2.5	0.6
	Fe (mg/m^2)	6.3	3.1	2.5	6.3	18.9	12.5	18.1	12.5
	Mn (mg/m^2)	1.9	1.9	0.6	3.1	5.0	3.8	5.0	3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิต (ต่อ)

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
กวางตุ้ง	N (g/m^2)	6.8	7.7	8.8	6.5	7.7	5.8	2.3	1.4
	P (g/m^2)	1.3	1.5	0.8	0.6	1.0	0.8	0.7	0.3
	K (g/m^2)	12.3	14.3	7.6	6.2	9.2	6.8	4.1	2.2
	Ca (g/m^2)	2.8	3.4	3.4	3.3	1.4	1.7	2.3	2.0
	Mg(g/m^2)	0.3	0.3	0.7	0.3	0.5	0.6	0.1	0.2
	Zn (mg/m^2)	1.9	1.9	1.3	1.3	1.9	1.3	1.9	0.6
	Fe (mg/m^2)	8.8	15.0	30.6	23.1	13.8	26.3	1.9	6.9
	Mn (mg/m^2)	2.5	3.8	5.6	3.1	4.4	6.3	0.6	1.3
ฮ่องเต้	N (g/m^2)	4.8	3.4	10.7	8.0	3.0	1.5	6.0	4.7
	P (g/m^2)	1.0	0.8	1.0	0.9	0.8	0.4	0.6	0.5
	K (g/m^2)	6.2	5.2	7.9	6.0	4.9	3.0	5.4	4.6
	Ca (g/m^2)	2.9	2.4	3.2	2.1	1.8	2.0	3.3	3.3
	Mg (g/m^2)	0.3	0.2	0.9	0.6	0.4	0.2	0.4	0.3
	Zn (mg/m^2)	1.9	1.3	0.6	0.6	1.3	0.6	0.6	0.6
	Fe (mg/m^2)	10.0	10.0	45.0	46.2	9.4	5.6	16.9	19.4
	Mn (mg/m^2)	2.5	2.5	6.9	10.0	2.5	1.3	1.9	1.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิต (ต่อ)

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ขมจีน	N(g/m^2)	9.0	10.1	12.1	9.1	6.2	2.3	4.5	4.3
	P (g/m^2)	1.2	1.4	2.2	1.4	0.8	0.3	0.9	0.6
	K (g/m^2)	11.5	14.4	20.6	14.2	5.3	2.4	6.0	5.3
	Ca (g/m^2)	3.3	3.3	6.8	4.3	2.1	1.0	2.3	2.0
	Mg (g/m^2)	0.3	0.4	0.7	0.4	0.9	0.5	1.1	0.8
	Zn (mg/m^2)	1.9	1.3	4.4	3.1	0.3	0.3	1.3	0.6
	Fe (mg/m^2)	34.4	19.4	25.6	18.8	23.1	11.3	26.3	19.4
	Mn (mg/m^2)	4.3	4.8	4.6	3.1	3.4	1.9	4.9	2.5
สลัดใบ	N (g/m^2)	2.7	1.7	0.7	0.9	0.4	0.3	0.5	1.1
	P (g/m^2)	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	K (g/m^2)	3.4	1.6	0.7	0.9	0.9	0.8	0.7	1.3
	Ca (g/m^2)	1.2	1.3	0.3	0.2	0.9	0.8	0.1	0.3
	Mg (g/m^2)	0.2	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1	0.03	0.1
	Zn(mg/m^2)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.1	0.1
	Fe (mg/m^2)	11.3	6.3	1.9	2.5	5.0	3.8	2.5	2.5
	Mn (mg/m^2)	1.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
คะน้า	N (%)	3.89	4.31	5.55	5.59	6.58	6.48	2.63	2.77
	P (%)	0.71	0.69	0.58	0.59	0.58	0.69	0.52	0.64
	K (%)	5.51	5.17	5.81	6.23	5.69	4.92	4.47	4.46
	Ca (%)	2.83	2.46	2.32	2.18	1.72	1.67	1.58	1.44
	Mg (%)	0.47	0.46	0.43	0.41	0.48	0.46	0.39	0.41
	Fe (mg/kg)	120	100	100	80	110	110	40	60
	Mn (mg/kg)	60	30	30	30	57	60	30	40
	Zn (mg/kg)	1	3	4	9	14	5	10	9
ผักปุ้ง	N (%)	6.28	5.71	5.29	5.89	3.23	3.36	3.57	3.85
	P (%)	0.55	0.54	0.50	0.52	0.38	0.39	0.37	0.39
	K (%)	8.08	7.34	6.38	5.84	6.19	6.23	5.31	5.50
	Ca (%)	1.48	1.81	3.72	2.23	1.16	1.58	1.44	1.39
	Mg (%)	0.31	0.32	0.37	0.46	0.42	0.44	0.30	0.28
	Fe (mg/kg)	140	110	180	160	180	150	150	200
	Mn (mg/kg)	40	40	40	20	50	50	20	50
	Zn (mg/kg)	14	13	6	20	20	20	20	12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต (ต่อ)

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
กวางตุ้ง	N (%)	4.84	4.51	6.00	6.77	6.06	5.28	3.60	3.84
	P (%)	0.88	0.89	0.57	0.65	0.81	0.77	1.09	0.81
	K (%)	8.71	8.40	5.18	6.48	7.34	5.94	6.56	5.86
	Ca (%)	2.79	3.39	3.43	3.34	1.25	1.35	2.28	2.00
	Mg (%)	0.58	0.54	0.49	0.53	0.46	0.48	0.90	0.44
	Fe (mg/kg)	100	160	210	240	120	210	160	180
	Mn (mg/kg)	30	40	40	30	40	50	40	40
	Zn (mg/kg)	20	17	18	18	14	12	12	13
ฮ่องเต้	N (%)	5.31	5.81	6.04	6.07	3.60	3.37	7.08	6.64
	P (%)	0.87	0.87	0.63	0.65	0.95	0.92	0.76	0.75
	K (%)	6.92	8.93	4.38	4.56	5.85	6.72	6.36	6.54
	Ca (%)	2.88	2.37	3.16	2.13	1.76	2.00	3.30	3.29
	Mg (%)	0.56	0.67	0.48	0.45	0.45	0.92	0.47	0.46
	Fe (mg/kg)	110	170	250	350	110	130	200	270
	Mn (mg/kg)	30	40	40	30	30	30	35	32
	Zn (mg/kg)	20	20	2	3	17	8	8	12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต (ต่อ)

ชนิดผัก	ธาตุอาหาร	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ----------ซ้ำ----------				ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ขมจีน	N (%)	6.33	6.25	5.27	5.88	4.74	4.11	5.14	5.71
	P (%)	0.87	0.90	0.94	0.89	0.79	0.72	0.81	0.76
	K (%)	8.93	9.16	8.09	8.96	5.49	5.06	5.49	5.75
	Ca (%)	2.27	2.04	2.92	2.78	2.18	2.09	2.14	2.37
	Mg (%)	0.23	0.22	0.29	0.28	0.97	0.95	0.99	0.95
	Fe (mg/kg)	230	240	110	120	240	240	240	230
	Mn (mg/kg)	30	30	20	20	35	40	45	30
	Zn (mg/kg)	13	9	20	20	3	7	9	8
สลัด	N (%)	5.91	6.60	6.04	6.41	3.27	3.07	4.87	5.51
	P (%)	0.95	0.76	0.72	0.74	0.67	0.57	0.76	0.79
	K (%)	7.47	6.29	5.37	6.05	7.07	7.54	6.54	6.17
	Ca (%)	1.21	1.25	2.09	1.48	0.93	0.79	1.30	1.39
	Mg (%)	0.36	0.35	0.34	0.36	0.35	0.27	0.29	0.33
	Fe (mg/kg)	240	240	160	160	160	150	250	130
	Mn (mg/kg)	30	30	45	35	30	30	31	32
	Zn (mg/kg)	4	3	5	3	16	20	12	5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 8 มวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดินก่อนการปลูก

ระบบ	ชนิดผัก	มวลชีวภาพคาร์บอน($\mu gC.g^{-1}soil$) ----------ซ้ำ----------				มวลชีวภาพไนโตรเจน($\mu gN.g^{-1}soil$) ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ปลอดสาร	คะน้า	228	159	783	59	76	66	165	49
ป้องกัน	ผักบุ้ง	843	100	265	783	175	56	82	165
กำจัด	กวางตุ้ง	141	381	315	315	63	101	91	91
ศัตรูพืช	ฮ่องเต้	924	402	435	392	187	104	110	103
	ขมจีน	239	848	348	196	78	176	96	71
	สลัดใบ	196	359	348	196	71	97	96	71
เกษตรกรรม	คะน้า	265	544	337	391	82	127	94	103
อินทรีย์	ผักบุ้ง	478	218	312	1370	117	75	90	259
	กวางตุ้ง	507	805	392	392	121	169	103	103
	ฮ่องเต้	486	654	176	166	118	145	68	66
	ขมจีน	935	565	1120	1130	190	131	219	221
	สลัดใบ	276	489	446	563	84	118	111	131

ตารางภาคผนวกที่ 9 มวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดินหลังการปลูก

ระบบ	ชนิดผัก	มวลชีวภาพคาร์บอน($\mu gC.g^{-1}soil$) ----------ซ้ำ----------				มวลชีวภาพไนโตรเจน($\mu gN.g^{-1}soil$) ----------ซ้ำ----------			
		1	2	3	4	1	2	3	4
ปลอดสาร	คะน้า	125	141	149	88	61	63	72	54
ป้องกัน	ผักบุ้ง	443	1631	139	1459	113	300	62	274
กำจัด	กวางตุ้ง	239	228	804	319	78	77	169	91
ศัตรูพืช	ฮ่องเต้	598	272	294	196	134	84	87	71
	ขมจีน	1109	374	225	326	217	134	57	92
	สลัดใบ	239	207	312	239	78	73	99	78
เกษตรกรรม	คะน้า	341	310	88	219	95	90	54	75
อินทรีย์	ผักบุ้ง	696	178	384	522	151	69	101	124
	กวางตุ้ง	587	544	377	424	134	127	100	108
	ฮ่องเต้	324	361	497	463	92	98	120	114
	ขมจีน	557	413	587	667	134	106	134	147
	สลัดใบ	348	478	500	250	96	117	120	80

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 10 ปริมาณ mineralizable N ของดินจากพื้นที่หลังจากการบ่มในห้องปฏิบัติการ 30 วัน(μgN/gsoil)

ชนิดผัก	ระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช		ระบบเกษตรกรรมอินทรีย์	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
คะน้า	164	98	119	97
	204	162	122	105
	109	60	102	80
	99	82	97	84
ผักบุ้ง	50	45	108	68
	57	29	121	53
	69	48	120	33
	106	104	104	42
กวางตุ้ง	146	111	107	105
	125	124	120	74
	175	136	91	65
	180	134	92	67
ฮ่องเต้	222	186	210	146
	168	153	261	192
	218	161	124	100
	215	146	122	110
ขมจีน	99	73	103	77
	85	78	94	77
	109	68	95	81
	113	108	87	79
สลัดใบ	300	219	78	54
	140	139	151	71
	170	151	106	85
	181	104	90	84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
pH ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	6.382	0.046	-5.301	4.804	0.004	0.104
pH หลังปลูกคะน้า		19.286	0.005	-13.866	3.236	0.001	5.697E-02
pH ก่อนปลูกผักบุ้ง		25.838	0.002	-1.106	3.539	0.338	0.337
pH หลังปลูกผักบุ้ง		5.877	0.052	-3.337	6	0.016	0.227
pH ก่อนปลูกกวางตุ้ง		0.065	0.807	-8.566	6	0.000	5.808E-02
pH หลังปลูกกวางตุ้ง		2.519	0.164	-14.435	6	0.000	7.915E-02
pH ก่อนปลูกฮ่องเต้		5.707	0.026	-0.348	3.366	0.748	0.165
pH หลังปลูกฮ่องเต้		32.594	0.001	-0.598	3.624	0.585	0.309
pH ก่อนปลูกขมจีน		6.607	0.042	-8.645	4.1	0.001	7.808E-02
pH หลังปลูกขมจีน		2.845	0.143	-6.850	6	0.000	0.127
pH ก่อนปลูกสลัดใบ		0.202	0.669	-1.193	6	0.278	0.375
pH หลังปลูกสลัดใบ		16.133	0.007	-3.040	4.686	0.031	0.250
OM ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	3.687	0.103	0.348	6	0.740	0.323
OM หลังปลูกคะน้า		4.234	0.085	1.527	6	0.178	0.308
OM ก่อนปลูกผักบุ้ง		0.104	0.758	-12.326	6	0.000	5.792E-02
OM หลังปลูกผักบุ้ง		3.390	0.115	0.126	6	0.904	0.199
OM ก่อนปลูกกวางตุ้ง		3.181	0.125	-2.115	6	0.079	0.230
OM หลังปลูกกวางตุ้ง		10.522	0.018	-0.411	4.416	0.700	0.146
OM ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.078	0.789	2.104	6	0.080	0.088
OM หลังปลูกฮ่องเต้		0.024	0.882	-0.230	6	0.825	0.174
OM ก่อนปลูกขมจีน		0.275	0.619	-2.803	6	0.031	0.278
OM หลังปลูกขมจีน		0.000	1	-3.113	6	0.021	0.238
OM ก่อนปลูกสลัดใบ		0.131	0.730	1.940	6	0.100	0.404
OM หลังปลูกสลัดใบ		0.123	0.738	-0.348	6	0.740	0.144

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน (ต่อ)

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
P ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	9.854	0.020	3.710	3.540	0.026	142.86
P หลังปลูกคะน้า		0.068	0.803	4.822	6	0.003	551.25
P ก่อนปลูกผักบุ้ง		2.250	0.184	2.384	6	0.054	55.41
P หลังปลูกผักบุ้ง		1.778	0.231	-0.002	6	0.983	102.84
P ก่อนปลูกกวางตุ้ง		0.151	0.711	1.392	6	0.213	97.47
P หลังปลูกกวางตุ้ง		1.904	0.217	2.696	6	0.036	79.76
P ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.006	0.939	2.186	6	0.072	154.63
P หลังปลูกฮ่องเต้		25.220	0.002	-1.397	4.010	0.235	185.75
P ก่อนปลูกขมจีน		1.820	0.226	-5.922	6	0.001	84.41
P หลังปลูกขมจีน		136.014	0.000	-0.412	3.107	0.707	157.740
P ก่อนปลูกสลัดใบ		0.061	0.813	1.269	6	0.251	103.76
P หลังปลูกสลัดใบ		16.850	0.006	4.335	3.162	0.020	59.88
K ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.017	0.902	-0.696	6	0.512	90.577
K หลังปลูกคะน้า		3.328	0.118	-3.315	6	0.016	31.363
K ก่อนปลูกผักบุ้ง		15.416	0.008	-0.254	3.637	0.813	88.888
K หลังปลูกผักบุ้ง		0.001	0.981	-0.042	6	0.968	50.065
K ก่อนปลูกกวางตุ้ง		0.250	0.635	-0.829	6	0.439	119.10
K หลังปลูกกวางตุ้ง		0.075	0.794	-1.470	6	0.192	61.59
K ก่อนปลูกฮ่องเต้		3.964	0.094	0.736	6	0.489	91.76
K หลังปลูกฮ่องเต้		0.287	0.611	2.319	6	0.060	36.46
K ก่อนปลูกขมจีน		3.349	0.117	-1.673	6	0.145	79.11
K หลังปลูกขมจีน		2.339	0.177	-10.952	6	0.000	21.51
K ก่อนปลูกสลัดใบ		0.926	0.359	1.600	6	0.161	55.41
K หลังปลูกสลัดใบ		0.704	0.433	3.479	6	0.013	29.99

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน (ต่อ)

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
Ca ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.267	0.624	-2.960	6	0.025	78.47
Ca หลังปลูกคะน้า		0.637	0.455	-4.040	6	0.007	67.62
Ca ก่อนปลูกผักบุ้ง		9.890	0.020	-1.847	4.085	0.137	184.59
Ca หลังปลูกผักบุ้ง		0.252	0.633	-0.322	6	0.758	288.38
Ca ก่อนปลูกกวางตุ้ง		25.510	0.002	-2.790	4.422	0.044	201.50
Ca หลังปลูกกวางตุ้ง		0.825	0.399	-0.044	6	0.966	310.76
Ca ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.442	0.531	-1.148	6	0.295	207.29
Ca หลังปลูกฮ่องเต้		103.34	0.000	-1.580	4.191	0.186	221.52
Ca ก่อนปลูกขมจีน		0.007	0.937	-8.414	6	0.000	71.55
Ca หลังปลูกขมจีน		1.597	0.253	-23.79	6	0.000	47.42
Ca ก่อนปลูกสลัดใบ		0.637	0.455	-0.679	6	0.522	134.92
Ca หลังปลูกสลัดใบ		1.455	0.273	-0.195	6	0.852	214.91
Mg ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	106.281	0.000	-2.466	3.143	0.087	33.16
Mg หลังปลูกคะน้า		0.154	0.708	-5.199	6	0.002	8.68
Mg ก่อนปลูกผักบุ้ง		0.157	0.705	-2.322	6	0.059	27.83
Mg หลังปลูกผักบุ้ง		0.371	0.565	-4.960	6	0.003	15.05
Mg ก่อนปลูกกวางตุ้ง		41.760	0.001	-1.970	3.657	0.127	24.14
Mg หลังปลูกกวางตุ้ง		1.498	0.267	0.469	6	0.656	20.26
Mg ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.552	0.486	-1.090	6	0.317	21.00
Mg หลังปลูกฮ่องเต้		37.374	0.001	-1.420	4.497	0.222	30.88
Mg ก่อนปลูกขมจีน		2.770	0.147	-7.607	6	0.000	12.51
Mg หลังปลูกขมจีน		0.012	0.918	-6.699	6	0.001	7.76
Mg ก่อนปลูกสลัดใบ		1.913	0.216	-1.670	6	0.146	16.98
Mg หลังปลูกสลัดใบ		0.428	0.537	-0.200	6	0.848	17.52

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน (ต่อ)

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
Zn ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	2.915	0.139	0.153	6	0.883	0.60
Zn หลังปลูกคะน้า		0.588	0.472	2.955	6	0.025	0.36
Zn ก่อนปลูกผักบุ้ง		2.756	0.148	-2.683	6	0.036	0.53
Zn หลังปลูกผักบุ้ง		3.300	0.119	-2.213	6	0.159	0.52
Zn ก่อนปลูกกวางตุ้ง		3.475	0.112	-2.190	6	0.071	0.42
Zn หลังปลูกกวางตุ้ง		3.935	0.095	-1.606	6	0.159	0.52
Zn ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.010	0.922	1.792	6	0.123	0.26
Zn หลังปลูกฮ่องเต้		1.760	0.233	-0.022	6	0.983	0.56
Zn ก่อนปลูกขมจีน		0.009	0.928	-4.478	6	0.004	0.36
Zn หลังปลูกขมจีน		0.021	0.891	-3.150	6	0.020	0.33
Zn ก่อนปลูกสลัดใบ		1.171	0.321	1.819	6	0.119	0.35
Zn หลังปลูกสลัดใบ		1.017	0.352	2.232	6	0.067	0.40
Mn ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.000	0.992	-0.043	6	0.967	4.98
Mn หลังปลูกคะน้า		17.063	0.006	4.544	3.919	0.011	1.75
Mn ก่อนปลูกผักบุ้ง		5.807	0.053	-3.452	6	0.014	3.17
Mn หลังปลูกผักบุ้ง		0.000	0.999	-3.084	6	0.022	2.64
Mn ก่อนปลูกกวางตุ้ง		10.120	0.019	-2.208	3.713	0.317	2.26
Mn หลังปลูกกวางตุ้ง		4.490	0.078	-2.118	6	0.079	2.51
Mn ก่อนปลูกฮ่องเต้		3.060	0.131	1.092	6	0.317	2.26
Mn หลังปลูกฮ่องเต้		0.964	0.364	-0.164	6	0.875	4.98
Mn ก่อนปลูกขมจีน		4.100	0.089	-4.499	6	0.004	3.18
Mn หลังปลูกขมจีน		10.988	0.016	-1.496	3.424	0.220	4.99
Mn ก่อนปลูกสลัดใบ		9.926	0.020	0.695	3.544	0.513	2.80
Mn หลังปลูกสลัดใบ		2.020	0.205	1.506	6	0.183	2.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน (ต่อ)

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
Fe ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.440	0.532	3.723	6	0.010	7.82
Fe หลังปลูกคะน้า		1.565	0.258	7.289	6	0.000	4.81
Fe ก่อนปลูกผักบุ้ง		5.474	0.058	2.751	6	0.033	4.51
Fe หลังปลูกผักบุ้ง		16.710	0.006	2.370	3.729	0.082	11.42
Fe ก่อนปลูกกวางตุ้ง		14.010	0.010	2.999	4.298	0.036	10.51
Fe หลังปลูกกวางตุ้ง		3.285	0.120	3.263	6	0.017	10.78
Fe ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.084	0.781	1.297	6	0.242	9.97
Fe หลังปลูกฮ่องเต้		0.536	0.492	2.013	6	0.091	11.45
Fe ก่อนปลูกขมจีน		1.734	0.236	3.330	6	0.016	5.70
Fe หลังปลูกขมจีน		0.463	0.522	3.963	6	0.007	7.76
Fe ก่อนปลูกสลัดใบ		4.292	0.084	0.960	6	0.374	7.58
Fe หลังปลูกสลัดใบ		0.129	0.732	4.611	6	0.007	7.76
Cu ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.505	0.504	2.765	6	0.033	0.38
Cu หลังปลูกคะน้า		45.630	0.001	3.883	3.173	0.027	0.25
Cu ก่อนปลูกผักบุ้ง		3.063	0.131	0.155	6	0.912	0.43
Cu หลังปลูกผักบุ้ง		3.682	0.103	-0.005	6	0.996	0.48
Cu ก่อนปลูกกวางตุ้ง		0.510	0.502	1.913	6	0.104	0.33
Cu หลังปลูกกวางตุ้ง		2.965	0.136	2.035	6	0.088	0.36
Cu ก่อนปลูกฮ่องเต้		1.064	0.342	3.781	6	0.009	0.37
Cu หลังปลูกฮ่องเต้		2.048	0.202	6.019	6	0.001	0.25
Cu ก่อนปลูกขมจีน		9.553	0.021	0.556	3.284	0.614	0.47
Cu หลังปลูกขมจีน		24.082	0.003	0.824	3.109	0.469	0.64
Cu ก่อนปลูกสลัดใบ		4.000	0.092	0.361	6	0.730	0.29
Cu หลังปลูกสลัดใบ		3.000	0.134	2.054	6	0.086	0.41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของสมบัติของดิน (ต่อ)

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
MBC ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	0.232	0.647	-0.515	6	0.625	266
MBC หลังปลูกคะน้า		0.000	0.998	-0.781	6	0.465	68
MBC ก่อนปลูกผักบุ้ง		0.882	0.384	0.980	6	0.365	392
MBC หลังปลูกผักบุ้ง		3.648	0.105	0.169	6	0.871	493
MBC ก่อนปลูกกวางตุ้ง		0.995	0.357	-4.568	6	0.004	125
MBC หลังปลูกกวางตุ้ง		8.768	0.025	0.656	3.291	0.555	229
MBC ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.166	0.698	-0.850	6	0.428	224
MBC หลังปลูกฮ่องเต้		8.729	0.025	0.224	3.856	0.834	132
MBC ก่อนปลูกขมจีน		4.632	0.075	-1.511	6	0.182	297
MBC หลังปลูกขมจีน		0.955	0.366	-0.509	6	0.629	467
MBC ก่อนปลูกสลัดใบ		0.175	0.690	-1.316	6	0.236	74
MBC หลังปลูกสลัดใบ		1.747	0.234	0.614	6	0.562	184
MBN ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	27.66	0.002	0.655	3.607	0.552	31
MBN หลังปลูกคะน้า		3.13	0.127	-1.609	6	0.159	10
MBN ก่อนปลูกผักบุ้ง		0.447	0.529	0.458	6	0.663	96
MBN หลังปลูกผักบุ้ง		1.148	0.325	0.461	6	0.661	75
MBN ก่อนปลูกกวางตุ้ง		1.511	0.265	-4.341	6	0.005	20
MBN หลังปลูกกวางตุ้ง		8.764	0.025	0.654	3.295	0.556	37
MBN ก่อนปลูกฮ่องเต้		0.156	0.706	-0.846	6	0.430	36
MBN หลังปลูกฮ่องเต้		1.279	0.301	-0.096	6	0.926	34
MBN ก่อนปลูกขมจีน		4.126	0.089	-0.923	6	0.391	65
MBN หลังปลูกขมจีน		1.558	0.258	-1.142	6	0.297	84
MBN ก่อนปลูกสลัดใบ		0.015	0.906	-2.207	6	0.069	12
MBN หลังปลูกสลัดใบ		2.562	0.161	0.199	6	0.849	28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของ mineral N หลังปม 30 วัน

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
Mineral N ก่อนปลูกคะน้า	CF vs OG	12.045	0.013	1.342	3.378	0.263	25
Mineral N หลังปลูกคะน้า		2.671	0.153	0.397	6	0.705	23
Mineral N ก่อนปลูกผักบุ้ง		2.157	0.192	-3.244	6	0.018	13
Mineral N หลังปลูกผักบุ้ง		1.617	0.251	0.416	6	0.692	18
Mineral N ก่อนปลูกกวางตุ้ง		3.774	0.100	3.693	6	0.010	14
Mineral N หลังปลูกกวางตุ้ง		0.753	0.419	4.447	6	0.004	11
Mineral N ก่อนปลูกฮ่องเต้		9.301	0.023	0.728	3.812	0.509	36
Mineral N หลังปลูกฮ่องเต้		3.295	0.119	1.085	6	0.320	23
Mineral N ก่อนปลูกขมจีน		2.035	0.204	0.958	6	0.375	7
Mineral N หลังปลูกขมจีน		5.757	0.053	0.360	3.068	0.742	9
Mineral N ก่อนปลูกสลัดใบ		1.821	0.226	2.369	6	0.056	39
Mineral N หลังปลูกสลัดใบ		2.067	0.201	3.172	6	0.019	25

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของผลผลิตผัก

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
คะน้า	CF vs OG	1186	0.000	1.908	3.208	0.146	1864
ผักบุ้ง		0.000	0.990	-1.040	6	0.338	688
กวางตุ้ง		0.022	0.887	2.926	6	0.026	825
ฮ่องเต้		0.254	0.632	2.800	6	0.031	870
ขมจีน		0.617	0.462	3.704	6	0.010	381
สลัดใบ		3.255	0.121	1.188	6	0.280	773

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลของการวิเคราะห์ t-test ของงบดุลธาตุอาหารหลัก

parameter	compared treatmant	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	p*(F)	t	df	p*(t)	SE
N คะน้า	CF vs OG	1881	0.000	-2.017	3.184	0.130	6.90
P คะน้า		271	0.000	-2.719	3.161	0.069	0.60
K คะน้า		1082	0.000	-1.574	3.051	0.221	7.70
N ผักบุ้ง	CF vs OG	0.209	0.663	0.770	6	0.471	0.80
P ผักบุ้ง		0.441	0.531	-15.73	6	0.000	0.08
K ผักบุ้ง		0.001	0.975	0.504	6	0.612	0.80
N กวางตุ้ง	CF vs OG	11.420	0.020	-1.628	3.724	0.184	1.60
P กวางตุ้ง		0.988	0.354	-3.716	6	0.010	0.30
K กวางตุ้ง		2.025	0.205	-1.674	6	0.145	2.40
N ฮ่องเต้	CF vsOG	2.100	0.195	-1.221	6	0.268	1.90
P ฮ่องเต้		1.000	0.356	-9.704	6	0.000	0.10
K ฮ่องเต้		0.012	0.915	-1.366	6	0.221	0.80
N ขมจีน	CF vs OG	0.000	1.000	-5.630	6	0.001	1.10
P ขมจีน		0.862	0.389	-8.133	6	0.000	0.30
K โขมจีน		1.647	0.247	-4.952	6	0.003	2.10
N สลัดใบ	CF vs OG	1.000	0.355	-1.814	6	0.120	0.50
P สลัดใบ		2.972	0.136	-16.20	6	0.000	0.08
K สลัดใบ		3.545	0.109	-1.005	6	0.354	0.60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวเนตรดาว ปาลี
วัน เดือน ปี เกิด	17 กุมภาพันธ์ 2522
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายโรงเรียนออนเหนือ
	ปีการศึกษา 2539
	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต(พืชศาสตร์)
	สาขาพืชศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร
	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ปีการศึกษา 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved