วิทยานิพนธ์

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน

EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS ON SOME SOIL PROPERTIES AND YIELD OF CHINESE TEAS

นายโกศล เคนทะ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน

Effect of Organic Fertilizers on Some Soil Properties and Yield of Chinese Teas

นามผู้วิจัย นายโกศล เคนทะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรื่นรมณ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรอแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 4 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน

Effect of Organic Fertilizers on Some Soil Properties and Yield of Chinese Teas

โดย

นายโกศล เดนทะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2551

โกศล เดนทะ 2551: อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D. 160 หน้า

การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน ดำเนินการในแปลงชาจีนของเกษตรกรภายในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประกอบด้วยชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และก้านอ่อน ดำเนินการระหว่างปี 2549-50 มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการผลิตชาจีนอินทรีย์ และผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ตำรับการทดลอง ได้แก่ มูลวัว (ควบคุม) มูลไก่ มูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร และดอยคำเบอร์ 1

ผลการทดลอง พบว่า ระยะเวลา 1 ปี ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีแนวโน้มทำให้สมบัติทางเคมี และทางกายภาพส่วนใหญ่ของดิน เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ การอิ่มตัวเบส ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ความหนาแน่นรวม และสภาพนำน้ำดีขึ้น แต่ไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยทั้งสองชนิด

การใช้ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตรวมของพันธุ์เบอร์ 12 และพันธุ์ก้านอ่อนรวม 2 ปีเท่ากับ 2,834.4 และ 1,578.3 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (2,837.7 และ 1,622.6 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ) ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มการให้ผลผลิตใบชาสดของทั้งสองพันธุ์ต่ำกว่าแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในทุกตำรับการทดลองพืชมีแนวโน้มการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป สำหรับการสะสมธาตุธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบยอดของชาจีนทั้งสองพันธุ์ พบว่า ผลต่อการสะสมธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ชัดเจน แต่มีแนวโน้มในการดูดใช้ไนโตรเจนสูงขึ้นในปีที่สอง โดยทุกตำรับการทดลองเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.6-3.34 ในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกเป็นร้อยละ 4.23-4.35 ในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายสำหรับพันธุ์เบอร์ 12 และจากร้อยละ 1.69-3.70 เป็นร้อยละ 4.20-4.51 สำหรับพันธุ์ก้านอ่อน ส่วนการสูญเสียธาตุอาหารหลักไปกับผลผลิต พบว่า มีปริมาณต่ำกว่าส่วนที่เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ทุกประเภทโดยเฉพาะฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

การผลิตชาจีนอินทรีย์พื้นที่นี้สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีพอสมควร โดยเฉพาะการมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมอยู่ในระดับสูง การใช้ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวน่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของชาจีนทั้งสองพันธุ์

29 / มี.ค. / 51

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

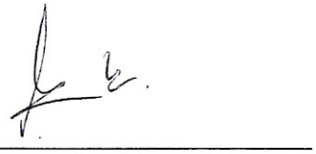
Kosol Khentha 2008: Effect of Organic Fertilizers on Some Soil Properties and Yield of Chinese Teas. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Mr. Somchai Anusontpornperm, Ph.D. 160 pages.

A study on the effect of organic fertilizers on some soil properties and yield of Chinese teas was undertaken in farmer' tea plantations in the area of Ang Khang Royal Agricultural Station between 2006-2007. The experiments included two varieties, namely No. 12 and Oolong. It was aimed at investigating suitable type of organic fertilizers for tea production and it's impact on some soil properties. The experiments were similarly in Randomized Complete Block Design (RCBD), employing four treatments, cow manure as a control, chicken manure, cow manure, cow manure plus Doi Kham No. 1 liquid organic fertilizer and cow manure plus Poo Petch liquid organic fertilizer with each comprising four replications.

Result showed that both manures tentatively improved some soil chemical and physical properties such as OM. content, total N, available P and K, % BS, CEC, BD and Ksat of soil. There was, however, no statistical difference between the effects of these two manures.

The use of chicken manure tended to give satisfactory yield of Chinese teas. Total yield of two year harvest was 2,834.4 and 1,578.3 kg rai^{-1} for No. 12 and Oolong varieties, respectively, which was nearly comparable with those applied with cow manure plus Doi Kham No. 1 liquid organic fertilizer (2,837.7 and 1,622.6 kg rai^{-1}) The use of cow manure alone and cow manure plus Poo Petch liquid organic fertilizer seemingly gave lower yield but insignificantly. Yields of all treatments were likely to increase from the first year. Teas had no response to the type of organic fertilizers in taking up nitrogen, phosphorus or potassium. Nevertheless, nitrogen seemed to be accumulated more in the first three leaves from the tip, increasing from 1.61-3.34% in the first harvest to 4.23-4.35% in the last harvest for No.12 variety while Oolong also showing the same trend. The loss of major nutrients by crop removal was far lower than those applied in the form of organic fertilizers, particularly for the case of phosphorus and potassium.

Organic tea production can successfully be managed in this area because soils are basically fertile enough, especially with high level of residual phosphorus and potassium in soils. Chicken manure application solely is probably ideal for growing Chinese teas in this case.



Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตร์ตราจารย์ ดร.เอิบ เขียวรื่นรมณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และท่านอาจารย์รังสฤษ กาวีต๊ะ ที่ได้ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาชี้แนะ และช่วยเหลือทั้งในด้านการเรียนการทำงานตลอดจนในการเขียนและช่วยขัดเกลาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ รวมถึงขอขอบพระคุณทางคณาจารย์ของภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่าน

ขอขอบคุณทางมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้ทุนเพื่อสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และสถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่ให้พื้นที่ในการทดลอง และกรุณาในเรื่องที่พัก และอำนวยความสะดวกในการทำงาน ขอขอบพี่เก๋ ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฯ ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ที่คอยดูแลแปลงชา และอำนวยความสะดวกในการทำงานเป็นอย่างดี ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของโครงการหลวงที่ช่วยให้ความสะดวกในการเดินทาง

ขอบขอคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาที่ให้การช่วยเหลือในการทำงานนี้ และคำแนะนำที่มีประโยชน์ มาโดยตลอด

และที่สำคัญขอกราบขอบพระคุณท่านบุพการีทั้งสอง และขอขอบพระคุณเหล่าญาติ ๆ พี่น้องทั้งหลายที่ให้การสนันสนุนมาเป็นอย่างดี ที่คอยให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และเป็นที่ปรึกษาจนสำเร็จการศึกษา

โกศล เคนทะ

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	108
สรุป	108
ข้อเสนอแนะ	110
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	111
ภาคผนวก	126
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	147

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพื้นที่ของดินที่มีอินทรียวัตถุระดับต่างๆ ของประเทศไทย	5
2	ปริมาณธาตุอาหารพืชหลักในมูลสัตว์แต่ละชนิด	11
3	ตารางแสดงปริมาณธาตุรอง และจุลธาตุอาหารที่มีอยู่ในมูลสัตว์แต่ละชนิด	12
4	แสดงสมบัติทางเคมีและสารประกอบอนินทรีย์และอินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ใช้วัสดุหลักต่าง ๆ	14
5	แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชและสมบัติทางเคมีบางประการของปุ๋ยอินทรียน้ำทั้ง 2 ชนิด	27
6	สัณฐานวิทยาของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12: Typic Haplohumult	35
7	สัณฐานวิทยาของดินแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน: Typic Haplohumult	36
8	ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	52
9	ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	52
10	แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดตลอดการทดลองของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	74
11	แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	74
12	แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดตลอดการทดลองของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	77
13	แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	77
14	แสดงความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง	83
15	แสดงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง	85
16	แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง	87
17	แสดงความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ตลอดการทดลอง	89
18	แสดงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ตลอดการทดลอง	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนตลอดการทดลอง	92
20	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	97
21	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	97
22	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	99
23	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	99
24	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	101
25	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	101
26	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	103
27	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	103
28	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	105
29	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	105
30	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน2	106
31	แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	106
32	แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักโดยประมาณในปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง	107

ตารางผนวกที่

1	แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12	131
2	แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12	132
3	แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน	133
4	แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
5	ข้อกำหนดที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	135
6	เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณกรดที่สกัดได้	138
7	เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน	139
8	ระดับชั้นของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ	140
9	วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน	141
10	แสดงค่าปริมาณธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีดิน ก่อนการทดลองในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 และแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน	142
11	แสดงค่าสมบัติทางกายภาพของดิน ก่อนการทดลองในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 และก้านอ่อน	142
12	แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 ก่อนและหลังการทดลอง	143
13	แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน ก่อนและหลังการทดลอง	144
14	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบชา (*Camellia sinensis*) โดยใช้ใบที่สามนับจากปลายยอด	145
15	แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit	146

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงพื้นที่เพาะปลูกชาจีนปี 2546 ในประเทศไทย	19
2	สภาพทั่วไปของแปลงทดลองทั้งสองแปลง	31
3	แสดงภาพหน้าตัดดินของดินที่พบในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ก) และแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ข)	33
4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปฏิกิริยาดินที่สกัดด้วยน้ำ (ก) และสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินที่พบในพื้นที่แปลงทดลอง	39
5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ข) กับความลึกของดินที่พบในพื้นที่แปลงทดลอง	41
6	แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) ตามชั้นความลึกภายในหน้าตัดดินตัวแทนของแปลงทดลอง	42
7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ค) และปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ง) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลอง	45
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเบสรวมที่สกัดได้ (ก) สภาพกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของแปลงทดลองทั้งสองแปลง	46
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลองทั้งสอง	47
10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนของแปลงทดลองทั้งสองแปลง	49
11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพการนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลองทั้งสองแปลง	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	55
13	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	57
14	แสดงการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนรวมของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	58
15	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	61
16	แสดงการเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	63
17	แสดงการเปลี่ยนแปลงความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	65
18	แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	67
19	แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	68
20	แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำน้ำของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี	70
21	แสดงปริมาณผลผลิตรวมเฉลี่ย 2 ปี ของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	แสดงปริมาณผลผลิตรวมเฉลี่ย 2 ปีของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน	78
23	แสดงปริมาณผลผลิตใบชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี	80
24	แสดงปริมาณผลผลิตใบชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี	80
25	แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในใบยอดตลอดการศึกษาของชาพันธุ์เบอร์ 12	95
26	แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในใบยอดตลอดการศึกษาของชาพันธุ์ก้านอ่อน	96

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน

Effect of Organic Fertilizers on Some Soil Properties and Yield of Chinese Teas

คำนำ

การปลูกพืชอินทรีย์เป็นที่นิยมแพร่หลายอย่างมากในปัจจุบัน เกษตรอินทรีย์เป็นระบบเกษตรที่ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีการใช้วัสดุที่ได้จากธรรมชาติและหมุนเวียนใช้ทรัพยากรในไร่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับการปรับปรุงบำรุงดินและการเพิ่มผลผลิตพืช โดยทั่วไปมักจะใช้ปุ๋ยชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และปุ๋ยคอก เป็นต้น ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดี คือ สามารถให้ธาตุอาหารได้ทั้งธาตุหลัก ธาตุรองและธาตุเสริมในปริมาณหนึ่ง ช่วยทำให้โครงสร้างดินดีขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ลดความเป็นพิษของธาตุบางตัว เป็นต้น แต่ก็อาจจะมีข้อด้อยเช่นกัน เช่น มีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อย โดยมีการปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านี้ได้อย่างช้า ๆ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้การทำเกษตรอินทรีย์บนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะต้องมีการปรับปรุงสภาพดิน เพื่อให้ได้ผลผลิตพืชอินทรีย์ในระดับที่น่าพึงพอใจ เพราะฉะนั้นปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้จึงมากกว่าระบบเกษตรที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย หากต้องการทดแทนธาตุอาหารพืชที่สูญเสียออกไปจากดินโดยติดไปกับพืชที่ถูกเก็บเกี่ยวออกไป

ชาจีนอินทรีย์ก็เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่นิยมกันในหมู่ผู้บริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับชาจีนที่ผลิตในระบบที่ใช้สารเคมี การปลูกชาอินทรีย์ที่สำคัญนั้นจะต้องได้จากระบบการผลิตที่ไม่ใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ ปุ๋ยเคมี หรือที่มีการตัดต่อสารพันธุกรรม จะต้องเป็นชาที่ปลอดสารพิษตกค้าง ชา (tea) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia Sinensis* (L.) O.Kuntze. เป็นพืชเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคกันทั่วไป ประเทศที่มีการดื่มชากันมากที่สุดก็คือ ประเทศอังกฤษ ในรูปแบบของชาดำ (black tea) สำหรับชาจีนและชาเขียวเป็นที่นิยมกันในแถบเอเชียตะวันออก รวมทั้งประเทศไทยด้วย พื้นที่ปลูกชาในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 60,658 ไร่ในปี 2543 เป็น 75,056 ไร่ ในปี 2547 โดยเฉพาะในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอม่อนปิ่น จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสถานีที่มีการผลิตพืชอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งรวมถึงชาจีนด้วย ปัจจุบันพันธุ์ชาจีนที่ได้รับการคัดเลือกว่าเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ ได้แก่ พันธุ์เบอร์ 12 และพันธุ์ก้านอ่อน แต่เนื่องจากนโยบายการปรับเปลี่ยนมาปลูกพืชอินทรีย์ของสถานีฯ เพิ่งจะเริ่ม

ได้ไม่นานนัก เกษตรกรซึ่งเป็นชาวเขาเผ่าปะหล่องมักจะใช้เพียงปุ๋ยคอก เช่น มูลวัวและมูลไก่เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีเท่านั้น โดยยังไม่มีข้อมูลด้านชนิดและปริมาณของปุ๋ยอินทรีย์อื่นที่เหมาะสมต่อการผลิตชาจีนที่ปลูกในบริเวณนี้แต่อย่างใด เช่นเดียวกับผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อสมบัติของดินด้วย ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติของดินและผลผลิตของชาจีนอินทรีย์ในพื้นที่นี้ จึงน่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกชาจีนที่ได้รับการส่งเสริมจากมูลนิธิโครงการหลวง รวมถึงเป็นการพิสูจน์ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวสำหรับการปลูกชาจีนสามารถให้ผลตอบแทนเป็นที่น่าพึงพอใจแก่เกษตรกรผู้ปลูก และช่วยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการให้ผลผลิตชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และพันธุ์ก้านอ่อน

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมธาตุอาหารพืชในใบชาจีนเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดกับผลผลิตใบชาสด

การตรวจเอกสาร

1. อินทรียวัตถุในดิน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการทำการเกษตรมาช้านาน ผลจากการทำการเกษตรทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของดินเสื่อมถอยลงไปโดยเฉพาะดินในพื้นที่เกษตรกรรม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ควรจะมีปริมาณอินทรียวัตุอยู่ร้อยละ 5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ยกเว้นพื้นที่ที่เป็นที่ลาดชันเชิงซ้อน ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง การที่ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำส่งผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของดินในลักษณะเสื่อมถอยลง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้ การที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีอยู่น้อยเกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและอิทธิพลของลมมรสุมซึ่งส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดได้อย่างรวดเร็ว การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่ได้มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่สภาพพื้นดินที่มีความลาดเอียงทำให้เกิดการสูญเสียดินจากกระบวนการการกร่อนดิน การใช้ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดิน ดินมีหน้าดินตื้นและดินในบริเวณที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2540)

1.1 ลักษณะของอินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุในดินหรือฮิวมัส (humus) โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นสารฮิวมิก (humic substances) เป็นส่วนที่มีโครงสร้างซับซ้อน และคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์อย่างมาก โครงสร้างหลักประกอบขึ้นมาด้วยสารประกอบ aromatic compound เป็นแกนทำให้สลายตัวได้ยาก กับส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (nonhumic substances) เป็นสารประกอบประเภทที่มีโครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อน ย่อยสลายได้ง่ายกว่าพวกสารฮิวมิก สารประกอบเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ไพบูลย์, 2546)

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่ของดินที่มีอินทรียวัตถุระดับต่างๆ ของประเทศไทย

ระดับอินทรียวัตถุในดิน (%)	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ทั้งหมด (%)
< 0.5	1,122,439	0.31
> 0.5 – 1.0	22,160,155	6.85
> 1.0 – 1.5	45,250,335	15.01
> 1.5 -2.0	114,071,888	35.50
> 2.0 – 2.5	32,294,176	9.96
> 2.5 – 3.5	4,553,894	1.55
> 3.5 – 4.5	4,489,757	1.24

ที่มา: ปรัชญา และคณะ (2540)

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของอินทรียวัตถุ

อาจกล่าวได้ว่าการสลายตัวของอินทรียวัตถุนั้นถูกกำหนดโดยสภาพแวดล้อมเป็นหลัก ซึ่งประ กอบด้วยปัจจัยทางด้านสภาพภูมิศาสตร์ (geography) สภาพภูมิอากาศ วัตถุต้นกำเนิดดิน พืชพรรณและการจัดการ และ เวลา Weil and Magdoff (2004) ได้อธิบายถึงปัจจัยเหล่านี้ที่มีอิทธิพลต่อการสะสมอินทรียวัตถุในดิน กล่าวว่า สภาพภูมิประเทศนั้นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อระดับของอินทรียวัตถุในดิน ถึงแม้ว่าพืชพรรณ และวัตถุให้กำเนิดดินจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความปรวนแปรของอินทรียวัตถุในดินบ้างก็ตาม สภาพภูมิประเทศนั้นยังก่อให้เกิดอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศด้วย ในที่นี้คือ อุณหภูมิ และหยาดน้ำฟ้า ซึ่งการที่มีอุณหภูมิที่ต่ำจะส่งให้อินทรียวัตถุเกิดการสลายตัวต่ำลง ส่วนอิทธิพลของหยาดน้ำฟ้านั้นจะพบว่าในเขตอบอุ่น และ เขตร้อนในช่วงแคบ ๆ ฝนที่ตกนั้นจะมีผลกับการเจริญของต้นพืช มากกว่าการสลายตัวของอินทรียวัตถุ ถึงแม้ว่าอินทรียวัตถุจะมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับหยาดน้ำฟ้าก็ตาม นอกจากนี้แล้วภายใต้สภาวะของการเปียกชื้นมาก ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับน้ำใต้ดิน ที่ตื้นการสลายตัวจะถูกจำกัดภายใต้สภาวะขาดออกซิเจน นอกจากนี้เรื่องของความสูงต่ำของพื้นที่ นั้นก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของสภาพภาพภูมิประเทศที่อิทธิพลต่อการสะสมอินทรียวัตถุในดิน เช่นในพื้นที่สูง และที่ที่เป็นภูเขานั้นมักจะมีระดับของคาร์บอนอยู่ในระดับที่สูงมาก เรื่องของทิศด้านลาด (aspect) ความชัน

(steepness) และตำแหน่งทางภูมิทัศน์ (landscape) นั้นถือได้ว่าเป็นปัจจัยอีกอันหนึ่งที่ส่งผลต่อระดับของการสะสมอินทรียวัตถุในดินเป็นอย่างมาก

ปัทมา (2534) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการใช้ที่ดินการจัดการดินทางเกษตรกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทำการเก็บดินเนื้อทราย ที่มีการใช้ที่ดินต่าง ๆ เช่น ป่าไม้ วนเกษตร นา ปลูกผัก ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และพืชไร่ เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่า การใช้ที่ดินและการจัดการดินมีอิทธิพลอย่างสูงต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งดินในระบบนิเวศที่ได้รับอินทรียวัตถุกลับคืนสม่ำเสมอ เช่น ดินป่าไม้ หรือระบบที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ จะมีอินทรียวัตถุสูงกว่าดินที่มีการใช้ที่ดินที่มีการให้กลับคืนของอินทรียวัตถุน้อยกว่า

1.3 อินทรียวัตถุกับสมบัติต่างๆของดิน

1) อินทรียวัตถุกับธาตุอาหาร และสมบัติทางเคมีของดิน

อินทรียวัตถุเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุหลักได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ธาตุอาหารรอง ได้แก่ ธาตุกำมะถัน และยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารเสริมด้วย ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยผ่านกระบวนการ minerlization ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน อินทรียวัตถุยังช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารได้สูง เนื่องจากการที่อินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิว รวมถึงการมีประจุลบที่ผิวมาก โดยเฉพาะในกลุ่มพวก carboxylic และ phenolic OH ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการป้องกันมิให้ธาตุอาหารพืชถูกชะละลายสูญหายไปกับน้ำโดยง่าย นอกจากนี้ยังช่วยต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินซึ่งเป็นผลมาจากการที่อินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมาก และมีความสามารถดูดซับแคตไอออนได้สูง นอกจากนี้ยังสามารถลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น ธาตุอะลูมิเนียม และแมงกานีสซึ่งอาจจะละลายอยู่ในสารละลายดินได้ในปริมาณมากโดยเฉพาะในดินที่เป็นกรด โดยผ่านกระบวนการ chelation โดยมีสารอินทรีย์เป็นสารคีเลต (chelating agent) ทำให้เกิดเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนทำให้อยู่ในที่ไม่เป็นพิษต่อพืช(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ปรัชญา และคณะ, 2540:Dolton *et al.*, 1951; Brage *et al.*, 1952)

ปัทมา (2534) พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุในดินกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจุเพิ่มขึ้น 7 มิลลิอีคิวาเลนล์ต่อ 100 กรัมดิน เมื่อมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นร้อยละ 1

อาทิตย์ และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาอินทธิพลของการใช้วัสดุคลุมดินและปุ๋ยพืชสดต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและความอุดมสมบูรณ์ของดินในชุดดินจันทึก (Siliceous, Isohyper-thermic Typic Ustipsamments) พบว่าทุกตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดโดยการไถกลบถั่วพร้า ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยพืชสดและนอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดินกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยปริมาณความชื้นของดินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เพิ่มขึ้น

Edmeades (2004) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุและจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินบน นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินล่างก็สูงขึ้นด้วย

Clark *et al.* (1998) ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในระบบฟาร์มที่มีจัดการในลักษณะฟาร์มอินทรีย์และระบบฟาร์มที่เป็นแบบกึ่งอินทรีย์กึ่งเคมี เมื่อเวลาผ่านไป 4 ปี แปลงเกษตรอินทรีย์ดินจะมีคาร์บอนอินทรีย์ ฟอสเฟตที่ละลายได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปลี่ยนแปลงไป และจากศึกษาของ Hati *et al* (2007) ภายหลังระยะเวลา 28 ปี จากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของคาร์บอนอินทรีย์ของดิน โดยมีการจัดการที่มีการปลูกพืชหมุนเวียนประกอบด้วย ถั่วเหลือง ข้าวสาลี และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี 100%NPK (20-35-16.6 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในถั่วเหลือง 120-35-33.2 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในข้าวสาลี และ80-26-33.2 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอก (Farm Yard Manure (FYM)) ในอัตรา 15 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ สามารถที่จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินได้จากช่วงเริ่มต้นที่มีเพียง 1.14 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เป็น 1.78 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

สุภัทตรา (2545) ทำการศึกษาผลของปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกท้อ และผลผลิตท้อพันธุ์ EarliGrande ในกระถาง ระยะเวลา 2 ปี โดยทำ

การวิเคราะห์ดินก่อนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 (ปีแรก) และหลังการทดลอง (ปีที่ 2) จากผลการทดลองเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างตำรับควบคุม (ไม่มีการใส่ปุ๋ย) กับตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในอัตราต่าง ๆ (0.5, 1.0, 1.5 และ2.0 กิโลกรัมต่อกระถาง) พบว่า โดยรวมในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่สูงกว่าในตำรับควบคุมในทุกตำรับ ทั้งในปีแรก และปีที่ 2 และนอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราสูงขึ้นก็ยังทำให้ปริมาณธาตุทั้งสามเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่ลงไป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดิน Chang *et al.* (1990) พบว่า ?การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลง Schoenau (2006) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเพิ่มหรือการลดลงของค่าปฏิกิริยาดินที่เกิดขึ้นว่า การเปลี่ยนแปลงของค่านี้ขึ้นอยู่กับสารบัฟเฟอร์ (buffering agent) ว่ามีมากน้อยเท่าไหร่ ซึ่งถ้าในขณะนั้นปุ๋ยคอกมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ก็จะช่วยให้ดินต้านการลดลงของค่าปฏิกิริยาดินได้ แต่ถ้าปุ๋ยคอกมีแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูง และมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ก็จะทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลง โดยเฉพาะเมื่อมีการใส่ซ้ำ ๆ ในอัตราสูง เนื่องจากแอมโมเนียมถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนเตรต ซึ่งในระหว่างกระบวนการก็จะมีการสร้างกรดขึ้นมาซึ่งขัดกับผลการทดลองของ Reganold (1988) ที่ได้รายงานว่าโดยทั่วไปค่าปฏิกิริยาดินจะเพิ่มสูงขึ้นภายใต้การจัดการแบบอินทรีย์

2) อินทรียวัตถุกับสมบัติทางกายภาพของดิน

อินทรียวัตถุในดินช่วยส่งเสริมการเกิดเม็ดดินเนื่องจากอินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมทำให้เม็ดดินจับตัวกันเป็นโครงสร้างดินที่เสถียร ทำให้ดินสามารถต้านทานต่อแรงของเม็ดฝนที่ตกลงมากระแทกไม่แตกออกจากกันโดยง่าย และจากการเกิดเม็ดดินที่ดีก็จะทำให้ดินโครงสร้างที่แข็งแรง โปร่งร่วนซุย ส่งผลต่อการแทรกซึมน้ำของดิน ช่วยให้ดินสามารถดูดยึดน้ำและระบายอากาศได้ดีขึ้น ทั้งยังทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง และเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ประเสริฐ, 2543; วิเชียร, 2548)

สุภัทตรา (2545) พบว่าหลังจากทดลองเป็นเวลา 2 ปี การใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวสามารถลดความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ที่ใช้ปลูกท้อ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (0.686 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และมีแนวโน้มที่ความหนาแน่นรวมของดินจะลดมากขึ้นเมื่อใส่ในอัตราที่สูงขึ้น โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลโคในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อกระถาง (0.452 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) เป็นตำรับที่ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าต่ำสุด

Cerlik *et al.* (2004) ทำการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของดินในช่วงระยะเวลา 5 ปี พบว่า สมบัติทางกายภาพได้รับผลกระทบอย่างชัดเจนจากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยในช่วงความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ปุ๋ยคอกสามารถทำให้มีขนาดสมมูลของเม็ดดิน(mean weight diameter (MWD)) สูงที่สุด ในขณะที่ ปุ๋ยหมักทำให้ความพรุนรวมและค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงที่สุดในช่วงความลึก 0-15 เซนติเมตร และยังเพิ่มความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินได้ดีกว่าตำรับอื่น ๆ ที่มีการศึกษาเปรียบเทียบด้วย

Arriaga and Lowery (2003) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกเป็นระยะเวลาหลายปีติดต่อกันทำให้ ความหนาแน่นของดินลดลงร้อยละ 10 และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงขึ้นเป็นสองเท่า นอกจากนี้ยังทำให้ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดินเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Shirani *et al.* (2002) ได้ทดสอบอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ในระบบที่มีการไถพรวนต่อสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้นคือ 0, 30 และ 60 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์สามารถเพิ่มขนาดสมมูลของเม็ดดินได้เป็น 0.33, 0.40 และ 0.75 มิลลิเมตรตามลำดับ ขณะที่การใส่ปุ๋ยในอัตราดังกล่าวยังทำให้ ความหนาแน่นรวมของดินลดลง เท่ากับ 1.39, 1.22 และ 1.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาสก์เมตร

3) อินทรียวัตถุกับสมบัติทางชีววิทยาของดิน

ดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งกิจกรรมอันสำคัญของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆไม่ว่าจะเป็น พืชชั้นสูง สัตว์ ตลอดจนจุลินทรีย์ที่มีรูปแบบการดำรงชีวิตและบทบาทหน้าที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะจุลินทรีย์ดินซึ่งมีสัดส่วนที่มากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ มักมีบทบาทในการทำเกิดกระบวนการ หรือกิจกรรมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ แบคทีเรีย แอกติโนไมซีส และเชื้อรา เป็นต้น อินทรียวัตถุเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมจำนวนของจุลินทรีย์ในดิน เนื่องจากจุลินทรีย์จะใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งพลังงานทำ ผลที่เกิดขึ้นเมื่ออินทรียวัตถุนั้นถูกย่อยสลาย คือ ปลดปล่อยธาตุอาหารซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ออกมาให้อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืช และนอกจากนี้ยังเกิดผลพลอยได้จากกระบวนการย่อยสลายก็คือ กรดคาร์บอนิก และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้เกิดการละลายของธาตุอาหารพืชบางชนิดในดินซึ่งมักอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ยกตัวอย่างเช่น

ธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่กับธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ/หรือแคลเซียมให้กลับมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; สุรนัย, 2548) นอกจากนี้ อินทรียวัตถุยังสามารถควบคุมจุลลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชได้ Sunanthapongsuk *et al* (1987) ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยหมักต่อการเกิดโรค Charcoal rot ของข้าวโพดซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* โรคเน่าคอดินซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักตั้งแต่ 4 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชดังกล่าวและอัตราการประเมินการเกิดโรคของพืชทั้ง 2 ลดลงอย่างชัดเจน

2. ปุ๋ยอินทรีย์

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ยพุทธศักราช 2518 ได้ให้ความหมายของปุ๋ยไว้ว่า ปุ๋ย คือ สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามสำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พุทธศักราช 2518 โดยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากเศษซากพืช ซากสัตว์ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เซลล์จุลินทรีย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ก็ต่อเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์เสียก่อน (ธงชัย, 2546) เมื่อพิจารณาด้านปริมาณธาตุอาหาร พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารพืชอยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก และสมบัติต่าง ๆ ค่อนข้างแปรปรวนเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี (อำนาจ, 2548) ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2.1 ปุ๋ยคอก

ยงยุทธ (2542)ได้ให้ความหมายของ manure ว่า เป็นปุ๋ยอินทรีย์จากคอกสัตว์ แต่เดิมคำนี้ หมายถึงปุ๋ยทั่วไป ต่อมามีความหมายเฉพาะเพียงปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก(farmyard manure, FYM) และปุ๋ยพืชสด (green manure) สำหรับปุ๋ยคอก หมายถึง สิ่งขับถ่าย(อุจจาระ และปัสสาวะ)ของสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย สัตว์ปีก แพะ แกะฯลฯ รวมทั้งวัสดุรองพื้นคอกที่ติดไปด้วย การเตรียมปุ๋ยคอกให้มีคุณภาพด้านธาตุอาหารสูงขึ้นประกอบไปด้วยขั้นตอนการตากให้แห้ง บดเป็นชิ้นเล็กหมัก หรือกระทำโดยวิธีอื่นก็ได้ ปุ๋ยคอกที่ดีไม่ควรมีวัสดุรองพื้นคอกมากเกินไป ยอมให้มีเพียงการใช้เพื่อปรับสภาพพื้นคอกอย่างพอเหมาะแก่สุขอนามัยที่ดีของสัตว์เลี้ยง และดูดซับธาตุอาหารจากสิ่งขับถ่ายที่เป็นของเหลวเอาไว้ ธาตุอาหารในอุจจาระสัตว์อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ แต่เมื่อสลายตัวก็

จะปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้ประโยชน์อย่างช้า ๆ ส่วนปัสสาวะสัตว์มีไนโตรเจนในรูปของยูเรียจึงเป็นประโยชน์ต่อพืชง่าย ธาตุอาหารของพืชในมูลสัตว์โดยเฉพาะธาตุหลักและธาตุรอง แสดงไว้ในดังตารางที่ 2 และนอกจากนี้มูลสัตว์ยังเป็นแหล่งปุ๋ยจุลธาตุด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์ อาหารที่สัตว์กิน หรือความชื้น (มลินี, 2536) เมื่อใส่ลงไปในดินปุ๋ยเหล่านี้จะถูกย่อยสลายอย่างช้า ๆ โดยจุลินทรีย์ทำให้สารต่าง ๆ ในปุ๋ยถูกปลดปล่อยละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินเป็นประโยชน์ต่อพืชต่อไป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และนอกจากจะมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบแล้วก็ยังพบว่า มีจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งที่ถูกย่อยจนเป็นฮิวมัส (humus substance) และส่วนที่ยังไม่เป็นฮิวมัสซึ่งเป็นส่วนที่ยังถูกย่อยสลายยังไม่หมด เช่น เซลลูโลส ลิกนิน และสารอินทรีย์อื่น ๆ และยังพบว่ามีวิตามิน และฮอร์โมนพืชบางชนิดด้วย เช่น กรดอะมิโน ไทอามีน ไบโอติน และไพริดีอกซิน (ธงชัย, 2546)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารพืชหลักในมูลสัตว์แต่ละชนิด

มูลสัตว์	%N	$\%P_2O_5$	$\%K_2O$
เป็ด	0.8-3.7	2.7-6.9	0.5-1.9
ไก่	1.2-4.9	1.2-9.4	0.5-4.2
ห่าน	0.7	2.1	2.1
หมู	2.2	5.2	1.6
วัว	0.8-1.2	0.5-0.9	0.5-3.7
ม้า	0.1	0.8	0.8
ค้างคาว	0.1-2.9	0.6-36.8	0.4-22
นกนางแอ่น	10.5	3.4	0.9

ที่มา: คณาจารย์ปฐพีวิทยา (2548)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงปริมาณธาตุรอง และจุลธาตุอาหารที่มีอยู่ในมูลสัตว์แต่ละชนิด

มูลสัตว์	ธาตุรอง (%)			จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
โคนม	1.4	0.8	0.3	1,800	165	165	30	20	-
โคเนื้อ	1.3	0.7	0.5	5,000	40	8	2	14	1
สุกร	1.6	0.3	0.3	1,100	182	390	150	75	0.6
ไก่เนื้อ	2.3	1.0	0.6	1,000	413	400	170	40	0.7

ที่มา: ยงยุทธ (ม.ป.ป.)

2.2 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

อารมย์ (ม.ป.ป.) ได้แสดงความคิดเห็นถึงความหมายของ น้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำว่าเป็นคำเดียวกัน คือหมายถึงสารละลายที่ถูกสกัดออกมาจากเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ โดยใส่น้ำตาลหรือกากน้ำตาลลงไป สารละลายที่ได้จะมีสีน้ำตาลอ่อนหรือแก่ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาล สารละลายจะถูกจุลินทรีย์หมักต่อไป การหมักจะหมักแบบไม่ต้องการอากาศ (anaerobic condition) คือหมักโดยวิธีปิดฝานั่นเอง จุลินทรีย์จะเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติมากมายหลายชนิดด้วยกัน นอกจากนั้นในสารละลายยังพบสารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ ได้แก่ ประกอบพวกคาโบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอ็นไซม์ และอื่น ๆ สารละลายที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ เช่นเดียวกับอตินุช และคณะ (2548) กล่าวว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หรือเรียกอีกอย่างว่า ปุ๋ยน้ำหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของเหลวที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากพืชหรือสัตว์โดยผ่านกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ใช้กากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายแดงที่เติมลงเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถจำแนกตามชนิดและอัตราส่วนในการผลิตตามวัสดุหลักที่ใช้ผลิตน้ำหมักชีวภาพ (กรมวิชาการเกษตร, 2546) ได้ 2 ประเภทดังนี้

1. น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืช ได้แก่ ผักต่าง ๆ ผลไม้ วัชพืช ตลอดจนสมุนไพร ในสัดส่วนต่าง ๆ กัน

2. น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากสัตว์ ได้แก่ ปลา หอยเชอรี่ เปลือกกุ้ง กระดองปู แมลง เศษชิ้นส่วนของสัตว์

ระดับหรือระยะเวลาของการหมักขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ ถ้าวัสดุหลักที่ใช้หมักเป็นพืช จะใช้เวลาหมัก 7-10 วัน ถ้าวัสดุหลักที่ใช้หมักเป็นสัตว์ จะใช้เวลาหมักประมาณ 1 เดือนขึ้นไป ซึ่งอาจมีการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ลงไปด้วย เมื่อหมักโดยสมบูรณ์แล้วปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือปุ๋ยน้ำชีวภาพจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีกลิ่นเปรี้ยวของกรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์อยู่เล็กน้อย (อตินุช และคณะ, 2548) ในส่วนของของเหลวที่ได้จากการหมักประกอบไปด้วยสารประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป จากการรวบรวมและวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืช น้ำหมักชีวภาพในประเทศไทยของกรมวิชาการเกษตร (ม.ป.ป.) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4 สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่มตามชนิดของวัสดุอินทรีย์หลักที่นำมาใช้ คือ พืช สมุนไพร ปลา หอย และผสม (วัสดุหลักผสมจากพืช สัตว์ ตลอดจนเศษอาหาร) พบว่า สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุอินทรีย์หลักที่ใช้ และปริมาณกากน้ำตาล ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นกรด (pH 3.3-6.0) ยกเว้นบางตัวอย่างที่ใช้วัสดุหลักที่มาจากหอย สมุนไพร และส่วนผสมที่ได้จากพืช สัตว์หรือเศษอาหารมีสมบัติเป็นด่าง (pH 7.0-9.0) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืช และสมุนไพรอยู่ระหว่าง 0.12-9.85 เดซิซีเมนซ์ต่อเมตร และมีค่าต่ำกว่าค่าการนำไฟฟ้าที่ได้จากน้ำหมักจากสัตว์ผสมอยู่ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่พบในน้ำหมักแต่ละชนิดจะแตกต่างกันมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.04-21.49 พบกรดฮิวมิกในปริมาณน้อยระหว่างร้อยละ 0.004-0.98 ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุหลักทั้งหมด พบว่า มีอยู่ในปริมาณที่น้อย และพบว่าปุ๋ยน้ำหมักที่ได้จากปลาเป็นวัสดุหลักจะมีปริมาณธาตุหลักโดยเฉลี่ยสูงกว่าปุ๋ยน้ำหมักที่ได้จากน้ำหมักชนิดอื่น ส่วนปริมาณธาตุรองจะพบมากในปุ๋ยน้ำหมักที่ได้จากสัตว์ในปริมาณสูงกว่าที่ได้จากพืช ส่วนปริมาณจุลธาตุอาหารจะพบในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากหอยและวัสดุที่ผสมกันในปริมาณมากกว่าปุ๋ยน้ำหมักที่ได้จากวัสดุชนิดอื่น ส่วนสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 กลุ่ม คือ Auxins(IAA) Gibberellins (GA_3) และ Cytokinins (Zeatin และ Kinetin) พบว่ามีปริมาณที่ไม่แน่นอนขึ้นกับชนิดของวัสดุอินทรีย์หลัก อายุการหมัก สภาพแวดล้อมในการหมัก และการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่น้อย ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงควรเพิ่มธาตุอาหารพืช

ในรูปปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วยเช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ ปุ๋ยชีวภาพ นอกจากนี้มักมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงจึงควรมีการผสมกับน้ำก่อนใช้ (อตินุช และคณะ, 2548)

ตารางที่ 4 แสดงสมบัติทางเคมีและสารประกอบอนินทรีย์และอินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ใช้วัสดุหลักต่าง ๆ

สมบัติทางเคมีและสารประกอบอนินทรีย์/อินทรีย์	ชนิดของวัสดุหลัก				
	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
pH	3.3–5.1	3.5–8.8	3.6–6.2	3.4–8.4	3.7–9.0
EC (dS/m at 25°c)	0.12–8.54	0.17–9.85	3.1–33.8	0.24–10.92	0.63–12.52
OC (%)	0.14–18.88	0.004-21.49	3.2-19.4	0.12-20.59	1.02-14.25
Himic acid(%)	0.03-0.98	0.01-0.35	0.03-0.18	0.03-0.18	0.004-0.42
Total N (%)	0.05-1.65	0.10-1.80	0.32-2.00	0.28-1.29	0.06-1.82
Total P (%)	0.01-0.59	0.01-0.26	0.01-3.74	0.003-0.35	0.01-3.41
Water soluble K_2O(%)	0.02-1.89	0.03-3.38	0.38-1.72	0.04-1.53	0.02-4.93
CaO(%)	0.008-0.95	0.007-0.87	0.09-1.08	0.02-2.26	0.013-2.57
MgO(%)	0.001-0.22	0.006-0.33	0.05-0.2	0.01-0.84	0.002-0.22
S(%)	0.006-0.38	0.01-0.26	0.07-0.35	0.01-0.28	0.01-0.58
Fe (mg/L)	10-730	13-100	48-530	7-980	10-1100
Mn(mg/L)	1-120	1-100	8-72	1-750	4-200
Cu(mg/L)	1-6	1-32	5-8	4-40	2-70
Zn(mg/L)	3-230	1-74	15-35	2-30	4-150
B(mg/L)	3-40	2-95	5-19	3-40	2-40
Cl(%)	0.01-1.07	0.02-1.28	0.13-8.52	0.09-0.58	0.03-1.01
IAA(mg/L)	0.1-3.5	0.1-1.5	0.1-3.4	0.1-9.0	0.1-7.4
GA_3(mg/L)	0.4-241.7	1.0-25.7	3.2-124.5	0.9-127.6	1.0-149.6
Kinetin(mg/L)	0.1-18.5	0.1-28.9	1.0-13.4	0.2-22.1	0.1-11.0

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (ม.ป.ป.)

3. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการให้ผลผลิตพืช

ศิริวรรณ และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับปุ๋ยคอก ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี คือ ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้และไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีควบคุม) ตำรับที่มีการใส่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1 ต่อ 300 ทุก 15 วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยมูลวัวในอัตรา 500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าการฉีดผ่นน้ำส้มควันไม้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกอัตราต่าง ๆ มีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมูลวัวในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 821 636 และ588 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับในขณะที่ตำรับควบคุมได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 414.8 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น

ประสงค์ และ เจริญ (2538) ได้ทำการศึกษาถึงอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยคอก กับพันธุ์หม่อน 2 พันธุ์คือ พันธุ์นครราชสีมา-60 และพันธุ์บุรีรัมย์-60 ในดินชุดธาตุพนม (Ultic Haplustalfs; fine, mixed) โดยใช้ปุ๋ยคอก 3 อัตราคือ 0, 4 และ 8 ตันต่อไร่ และปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตราคือ 0, 30 และ 60 กิโลกรัมต่อไร่ จากการทดลองพบว่าหม่อนทั้ง 2 พันธุ์ มีการตอบสนองต่อปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตใบ โดยการใช้ปุ๋ยคอกอย่างเดียวพบว่าที่อัตรา 8 ตันต่อไร่ ทำให้หม่อนทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 3,124 และ 3,557 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับขณะในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีผลผลิตเพียง 2,605 และ 2,232 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ชนิษฎา และคณะ (2548) ทำการศึกษาการใช้มูลไก่เป็นฟอสฟอรัสสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลยในกระถาง โดยมีแหล่งฟอสฟอรัสมาจากปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และปุ๋ยมูลไก่ ประกอบด้วยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 0 100 และ 200 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อกิโลกรัมดิน จากผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟต การใส่มูลไก่อย่างเดียว และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยร่วมกันนั้นมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าที่อัตรา 100 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อกิโลกรัมดิน ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 46, 34 และ 39 และที่อัตรา 200 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อ

กิโลกรัมดิน ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 53, 52 และ 41 จากตำรับที่ไม่ได้รับปุ๋ยแต่ระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยนั้นให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ

จำลอง และคณะ (2548) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ในดินร่วนปนทราย ของศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ระยะเวลา 1 ปี ด้วยแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in RCBD ปัจจัยที่ 1 เป็นมูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 0, 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ปัยจัยที่ 2 เป็นปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-8 อัตรา 0, 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวที่อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้มีผลผลิตหัวสด มันแห้ง และแป้ง เท่ากับ 6,892 , 2,886 และ 2,247 กิโลกรัมต่อไร่ และในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ได้เท่ากับ 7,415 3,102 และ2,413 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทั้ง 2 อัตราให้ปริมาณที่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างมีนัยสำคัญ และการใส่ปุ๋ยมูลไก่ทั้งสองอัตรายังให้ผลไม่แตกต่างกัน

จตุรงค์ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการผลิตคะน้า โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นระยะเวลา 1 ปี แผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วยตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมัก ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักผสมแหนแดง อัตรา 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพจากผักผสมน้ำ อัตรา 1:1000 ฉีดพ่นทุก 7 วัน และตำรับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ กับการเสริมด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มสามารถให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดเมื่อเปรียบกับตำรับที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ โดยในฤดูหนาวให้ผลผลิตเท่ากับ 2,904 กิโลกรัมต่อไร่ และฤดูฝนให้ผลผลิตเท่ากับ 1,774 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Shirani *et al.* (2002) จากการศึกษาอัตราของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการผลผลิตข้าวโพด จำนวน 3 อัตราคือ 0, 30 และ 60 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ พบว่า การใส่ในอัตรา 30 และ60 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตข้าวโพดเป็น 26.17 และ26.71 60 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งสูงกว่าการไม่ได้ใส่ (13.69 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาแล้วการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองอัตราสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของข้าวโพดได้เป็นสองเท่าของการไม่ใส่ปุ๋ยเลย และทั้งสองอัตรานั้นยังให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่ก็มีแนวโน้วว่าการใส่ในอัตราที่สูงขึ้นนั้นมีโอกาสที่จะทำให้ผลผลิตแห้งข้าวโพดสูงขึ้น

4. การผลิตชาในระบบเกษตรอินทรีย์

ระบบเกษตรอินทรีย์ได้เข้ามามีบทบาทในการผลิตพืชเป็นอย่างมากเมื่อไม่นานมานี้ เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคที่มีมากขึ้นและชาก็เป็นพืชหนึ่งในหลาย ๆ พืชที่มีการผลิตอยู่ภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ และกำลังเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบันทั้งในและนอกประเทศ (ไพฑูรย์, 2547) นุกูล (2549) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของพื้นที่ที่ใช้ในการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ว่า ควรเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงซึ่งถ้าทำในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำอยู่แล้ว ก็อาจส่งผลต่อการให้ผลผลิตของพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ในระดับต่ำกว่าระบบเกษตรเคมีโดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีการปรับเปลี่ยน William (2005) กล่าวว่า การจัดการเรื่องธาตุอาหารในระบบเกษตรอินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากที่จะต้องพิจารณา เนื่องจาก มีผลกระทบต่อทั้งคุณภาพและการให้ผลผลิตของพืช ดังนั้นการจัดการอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการรักษาระดับการให้ผลผลิตของพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งถ้าสามารถจัดการได้สำเร็จ ก็จะทำให้ได้ทั้งคุณภาพและผลผลิตพืชที่ทัดเทียมกับระบบเกษตรทั่วไป Scow *et al.* (1994) ได้รายงานถึงความเสื่อมถอยลงของผลิตภาพดินภายหลังช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบเกษตรทั่วไป (conventional agriculture)ไปเป็นระบบเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture) ว่า ผลผลิตที่ได้จากระบบเกษตรอินทรีย์จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าระบบเกษตรทั่วไป Power and Doran (1984) โดยการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนเพื่อผลิตในระบบฟาร์มอินทรีย์ พบว่า เกือบจะทั้งหมดของฟาร์มที่มีการปรับเปลี่ยนไปเป็นเกษตรอินทรีย์ อาจจะต้องใช้เวลา 3 ถึง 5 ปี เพื่อที่จะให้ได้ระดับผลผลิตพืชที่คงที่

5. ชา

ชามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน จัดอยู่ในวงศ์ (family) Theaceae หรือ Ternstroemaceae อยู่ในสกุล (Genus) Camellia เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งในวงศ์นี้มีทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม พบได้ในเขตอบอุ่นและเขตร้อน (สัณห์, 2535) สำหรับชนิดชาที่ปลูกเป็นการค้าทั่วโลก ประกอบด้วย กลุ่มพันธุ์ชาจีน (*Camellia sinesis* var *sinesis*) มีลักษณะเป็นต้นไม้ขนาดเล็ก โตช้า ใบหยักเหมือนฟันเลื่อยและมีสีเขียวเข้ม ทนต่อสภาพอากาศที่หนาวเย็น และสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวน สามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่ให้ผลผลิตต่ำ เหมาะกับการนำมาผลิตเป็นชาเขียว (green tea) ซึ่งเป็นชาชนิดที่ไม่ผ่านการหมัก (non-fermented tea) และชาอู่หลงซึ่งเป็นชากึ่งหมัก (semi-fermented tea) และกลุ่มพันธุ์ชาอัสสัม (*Camellia sinesis* var *assamica*) มีลักษณะต้นที่สูงใหญ่ เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

ใบมีขนาดใหญ่ ขอบใบหยักแหลมลักษณะลู่ลงสู่พื้น ต้องการอุณหภูมิและความชื้นในอากาศสูงและคงที่ ให้ผลผลิตสูงกว่าในกลุ่มพันธุ์ชาจีน เหมาะกับการนำมาผลิตเป็นชาดำหรือชาฝรั่ง (black tea) ซึ่งเป็นชาที่ผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ (fully-fermentated tea) (อาภรณ์, 2536; Katikarn and Swynnerton, 1982; Purseglove, 1987; Takeda, 1994) การผลิตชาพบอยู่ทั่วไปตามพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก ในแต่ละปีมีผลผลิตออกมาประมาณ 2.9 ล้านตันโดยประเทศอินเดียสามารถผลิตมากที่สุดคือประมาณ 750,000 ตัน แต่ประเทศที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดคือประเทศจีนโดยมีพื้นที่ปลูกอยู่ประมาณ 950,000 เฮกตาร์

พื้นที่ปลูกชาในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณที่สูงชันทางภาคเหนือ (ภาพที่ 1) ซึ่งอยู่สูงจากระดับทะเลระหว่าง 700 ถึง 1,300 เมตร กระจายตัวในพื้นที่ของ 7 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน นาน แพร่ ลำปาง และจังหวัดตาก โดยจังหวัดที่มีการปลูกชามากที่สุดคือ เชียงใหม่และเชียงราย โดยมีพื้นที่ปลูกครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่ปลูกชาทั้งหมด ในอดีตการปลูกชาทางภาคเหนือของประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เป็นการปลูกเพื่อที่จะนำมาทำเป็นเมี่ยง ซึ่งเป็นที่นิยมของคนในท้องถิ่นทางภาคเหนือ แต่ในปัจจุบันความนิยมการบริโภคชาในรูปของเมี่ยงลดลง รูปแบบการปลูกชาในลักษณะนี้มักเป็นสวนชาเก่าที่มีจำนวนต้นต่อไร่ต่ำ ขาดการดูแลและการจัดการที่ดี จึงทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่และคุณภาพของชาต่ำ (กาญจนา, 2531; ระเบียบ, 2538; Noppakoonwong and Nillavesana, 1999) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันกลับมีการบริโภคชากันมากขึ้นทำให้มีการส่งเสริมจากภาครัฐ และเอกชนให้มีการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการบริโภคทั้งในและนอกประเทศ จากข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2546 ถึง 2548 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานว่า การค้าของตลาดชาในโลกเพิ่มขึ้นจาก 1.38 ล้านตัน เป็น 1.45 ล้านตัน โดยไทยได้ทำการส่งออกไปขายยังต่างประเทศเพิ่มจาก 1,191 เป็น 3,532 ตัน และมีส่วนแบ่งในตลาดโลกจากร้อยละ 0.08 เพิ่มเป็นร้อยละ 0.24 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

6. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อการปลูกชา

6.1 สภาพภูมิประเทศ

ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล สภาพภูมิประเทศ และทิศด้านลาดมีความสำคัญอย่างมากต่อการปลูกชา เช่นในประเทศอินเดีย การปลูกชาที่ระดับความสูงที่แตกต่างกัน คือตั้งแต่ความสูง

100 ถึง 2,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง อัตราการเจริญเติบโตของชาที่ปลูกอยู่ในที่สูงกว่าจะต่ำกว่าชาที่เจริญเติบโตในพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอุณหภูมิบริเวณที่อยู่สูงจากระดับทะเลมากกว่าจะต่ำกว่า ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางมาก ๆ จะให้ผลผลิตของชาที่ต่ำกว่าคือประมาณ 145-177 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ชาเมื่อปลูกบนพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าได้ผลผลิต 452 กิโลกรัมต่อไร่ ในทางตรงกันข้าม พบว่า การปลูกชาในพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ สามารถให้ใบชาที่มีคุณภาพดีเยี่ยมกว่าในพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่า ดังนั้น การที่ผลิตชาในพื้นที่เขตร้อนจึงควรจะปลูกบนพื้นที่ภูเขาสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป (Kanda and Roger, 1982)

ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่เพาะปลูกชาจีนปี 2546 ในประเทศไทย

6.2 สภาพภูมิอากาศ

ชาเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของชาขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของน้ำฝนและอุณหภูมิ (Kanda and Roger, 1982) ปัจจัยทั้งสองนี้จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพและผลผลิตของชา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) อุณหภูมิมีผลต่อการให้ผลผลิตซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการสังเคราะห์แสง การควบคุมการเจริญเติบโต และการพักตัวของตายอด โดยเฉพาะในช่วนฤดูหนาว พืชจะเกิดการพักตัวของตายอดเนื่องมาจากการที่มีช่วงวันสั้นและมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ชามีการเจริญเติบโตช้าและให้ผลผลิตลดลง(UPASI TEA RESEARCH FOUNDATION, 2006) มีรายงานว่า ในพื้นที่ปลูกชาควรมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่มากนัก อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตควรอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส (สัณห์ , 2535)

Nakayama *et al.* (1979) พบว่า ปริมาณแสงที่ต้นชาได้รับมีผลต่อปริมาณสารฟลาวานอล และกรดอะมิโน ซึ่งเมื่อชาในรับแสงแดดเต็มที่จะทำให้มีการสะสมกรดอะมิโนในปริมาณต่ำ (1,810 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของใบชา) ขณะที่สารฟลาวานอลมีปริมาณสูงขึ้นถึงร้อยละ 13.1 แต่ถ้าหากได้รับปริมาณของแสงลดลงจะทำให้มีปริมาณกรดอะมิโนเพิ่มสูงขึ้น (2,078 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของใบชา) และปริมาณสารฟลาวานอลลดต่ำลง (ร้อยละ 10.6) Holton (1973a) พบว่า เมื่อต้นพันธุ์ชาได้รับร่มเงาเพียงร้อยละ 25 อัตราส่วนของ gallated กับ non-gallated catechins จะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Holton and Palmer–Jones (1973b) ยังได้รายงานว่า ในช่วงฤดูหนาวซึ่งต้นชามีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ นั้นระดับของ epigallocatechin gallate มีปริมาณลดลงแต่ catechins ชนิดอื่นกลับเพิ่มมากขึ้น

6.3 ลักษณะของดิน

ชาสามารถปลูกได้เกือบจะทุกพื้นที่ของโลก แต่โดยทั่วไปแล้วชาจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำดี เป็นดินลึก ค่าปฏิกิริยาดินควรอยู่ระหว่าง 4.5–5.5 ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุมากดินตื้นและมีการอัดตัวแน่นในดินชั้นล่างจะจำกัดการเจริญของรากชา (UPASI TEA RESEARCH FOUNDATION, 2006) ชาสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดิน และสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป Mann (1935) กล่าวว่าดินที่ให้ผลผลิตชาที่ดี

ควรเป็นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพาในบริเวณ Brahmaputra valley และพื้นที่ที่มาจากการชะล้างภูเขาหินทรายของ North bank ซึ่งจะเป็นตะกอนค่อนข้างใหม่ และนอกจากนี้อาจเป็นดินเก่าที่เกิดจากหินไนส์ซึ่งพบในประเทศบังคลาเทศ และแทนซาเนีย หรือหินแกรนิตในประเทศยูกานดาและพื้นที่ตอนกลางของประเทศญี่ปุ่น และนอกจากนี้อาจเป็นดินที่เกิดมาจากหินเถ้าภูเขาไฟ ซึ่งก็สามารถปลูกชาได้ดีด้วยเช่นกัน

Annoymous (2006) รายงานว่า ทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย ชาส่วนใหญ่ปลูกในดิน latosols ซึ่งพัฒนามาจากหินไนส์ที่มีอัตราการผุพังสลายตัวสูง ส่งผลให้ดินเป็นกรด มีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำ มีเซสควิออกไซด์มาก ปริมาณอินทรียวัตถุสูง สมบัติทางเคมีโดยทั่วไปไม่ค่อยดีนัก เช่นเดียวกันกับที่ Natesan (1999) ได้สรุปไว้ว่า ลักษณะของดินที่ปลูกชาส่วนใหญ่มักมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นแร่หลัก รองลงมาคือ แร่กิบบ์ไซต์ (gibbsite) และแร่ดินเหนียวจำพวก 2:1 ทำให้ดินเหล่านี้มีปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้(exchangeable bases) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchangeable capacity) ต่ำ ดินมีประจุที่เป็นประจุผันแปร (variable surface charge) รวมถึงระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชต่ำ

7. ความต้องการธาตุอาหารของชา

ชาต้องการปัจจัยต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต โดยเฉพาะปัจจัยด้านธาตุอาหารพืช ซึ่งถ้าชาได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ การผลิตชาเพื่อให้ได้ทั้งผลผลิตและคุณภาพก็สามารถทำได้

7.1 ธาตุไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต และการสร้างสารที่สำคัญในพืช เช่น คลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน และฮอร์โมน เป็นต้น ดังนั้นพืชจึงต้องการในปริมาณมาก ซึ่งหากพืชขาดไนโตรเจนก็จะแสดงอาการผิดปกติออกมาโดยจะพบว่า ใบล่างจะปรากฏอาการเหลืองซีด (chlorosis) เพราะเป็นธาตุที่เคลื่อนย้าย (mobile) ในท่อลำเลียงได้ และถ้าพืชได้รับในปริมาณที่มากเกินไปก็จะแสดงอาการโดยใบมีสีเขียวจัด และใบใหญ่ไม่ยอมแก่ เป็นต้น โดยทั่วไปจะพบว่ามีไนโตรเจนอยู่ในใบระหว่างร้อยละ 4.5-5 โดยน้ำหนัก (Eden, 1976) โดยธรรมชาติของการปลูกชานั้น ชาถูกเด็ดใบยอดและกิ่งอยู่เป็นประจำจึงทำให้ชามีความต้องการไนโตรเจนมากกว่าธาตุอื่นเพื่อนำมาสร้างส่วนที่ถูกตัดออกไป ดังนั้น ต้นชาจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างชัดเจนและ

รวดเร็วโดยการให้ผลผลิตใบชาจะเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 กิโลกรัม ในการสร้างใบต่อการใส่ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) จากการศึกษาของ VenKatesan *et al*. (2004) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะยาว เป็นระยะเวลา 9 ปี กับชาพันธุ์ UPASI-9 พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 450 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี สามารถเพิ่มผลผลิตใบชามากกว่าตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร้อยละ 66 Hilton *et al.* (1973) ได้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแคตเทชินที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นต้น

Owuor *et al.* (1987) ได้ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโพแทสเซียมในใบชา พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตเจนเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบแก่ลดลง ซึ่งสัณนิฐานได้ว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของโพแทสเซียมในในต้นพืช หรืออาจเป็นการเร่งให้โพแทสเซียมสูญเสียโดยการชะละลาย มากขึ้น จึงมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลง และปุ๋ยไนโตรเจนยังมีผลต่อปริมาณอะลูมิเนียมในใบชาแก่และอะลูมิเนียมที่สกัดได้ในดินด้วย โดยพบว่า เมื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณอะลูมิเนียมในใบแก่ลดลง

7.2 ธาตุฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน ส่วนใหญ่ได้มาจากการสลายตัวของหินและแร่ รวมทั้งอินทรียสารต่าง ๆ ซึ่งความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสนั้นขึ้นอยู่กับค่าปฏิกิริยาของดินโดยมีค่าอยู่ในพิสัยที่แคบมาก การที่ดินมีค่าปฏิกิริยาที่สูงหรือต่ำไปอาจทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะในดินที่ปลูกชาซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดมาก Li Ching-kwei (1983) รายงานว่าประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูกชาในประเทศจีนซึ่งกระจายตัวในพื้นที่ที่เป็นดินสีแดงนั้นปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่ได้จากการใส่ปุ๋ยมีค่าต่ำเนื่องมาจากดินมีการผุพังสลายตัวอย่างรุนแรง ทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงโดยเหล็ก อะลูมิเนียม และแคตไอออนอื่น ๆ ในสภาพที่ดินเป็นกรด

ธาตุฟอสฟอรัสจัดว่าเป็นธาตุอาหารพืชที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพบเป็นองค์ประกอบของอินทรียสารที่สำคัญมากมายหลายชนิดในพืช ได้แก่ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) และ อะดีโนซีนไดฟอสเฟต (ADP) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องการเคลื่อนย้ายอิเล็คตรอนในกระบวนการหายใจ และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

ในโครงสร้างสารพันธุกรรม (DNA และ RNA) มีความจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นบทบาทหลักของการสร้างเนื้อไม้และรากขึ้นมาใหม่ การได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอนั้นจะทำให้พืชไม่สามารถให้ผลผลิตได้ในระดับที่เหมาะสม ในใบชานั้น พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วจะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่างร้อยละ 0.18 – 0.39 ต่อน้ำหนักแห้ง และถ้าพบว่าใบชามีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ต่ำกว่าร้อยละ 0.18 ต่อน้ำหนักแห้ง แสดงว่าพืชมีการเจริญเติบโตอยู่ในขั้นวิกฤตที่พืชจะแสดงอาการขาดฟอสฟอรัสขึ้น (Bonheure, 1990) ในประเทศศรีลังกา ชาสามารถให้ผลผลิตได้สูงถึง 1000 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี เมื่อมีการใส่ฟอสฟอรัสในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งเป็นระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของชา อย่างไรก็ตาม เมื่อใส่เพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปีก็ยังสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีก (Wickremasingle and Kishnapillai, 1986)

สำหรับอิทธิพลของฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพของชานั้น มีรายงานว่า ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับการให้กลิ่นและรสชาติของน้ำชา โดยที่ฟอสฟอรัสจะไปลดอิทธิพลของไนโตรเจนที่มีผลทำให้ชามีกลิ่นและรสชาติไม่ดี (Wilson and Choudhury, 1969) เนื่องจากฟอสฟอรัสจะไปลดปริมาณของกรด oleic และ linoleic ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ทำให้ชามีรสชาติและกลิ่นที่ไม่ดี (Bajaj and Dev Choudhury, 1984)

7.3 ธาตุโพแทสเซียม

โพแทสเซียมจัดอยู่ในกลุ่มธาตุหลักที่พืชต้องการในปริมาณที่สูง ธาตุนี้มักได้มาจากการสลายตัวของหินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งรวมถึงอินทรียวัตถุด้วย ธาตุโพแทสเซียมจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในสารละลายดินในรูปของไอออน ซึ่งพืชสามารถดูดดึงขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ ไอออนเหล่านี้จะไม่ถูกนำไปสร้างเป็นองค์ประกอบของเซลล์เหมือนกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่ยังคงรูปของไอออนเหมือนเดิมภายในเซลล์และในเนื้อเยื่อ โดยจะมีหน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอมไซม์ ช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์แสง คอยควบคุมปริมาณน้ำในเซลล์พืช และการขยายตัวทางลำต้น (vegetative phase) นอกจากนี้ยังช่วยลดความรุนแรงที่เกิดจากการได้รับไนโตรเจนมากเกินไปด้วย (มุกดา, 2544; Soil Improvement Committee California Fertilizer Association, 1995). Golam Kibria. (1994) กล่าวว่า ชาเป็นพืชที่ต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงมาก และเมื่อขาดก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดอาการผิดปกติทางกายภาพของพืช ผลก็คือทำให้ได้ผลผลิตต่ำ มีอัตราการตายของต้นชาสูง และไม่ต้านทานต่อการเกิด

โรคด้วย ดังนั้นการขาดธาตุโพแทสเซียมก็มีผลอย่างยิ่งต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของชา จากการศึกษาของ Wanyoko and Othieno (1987) เกี่ยวกับอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมกับพันธุ์ชา 6/8 ใน Kenya ในอัตราที่สูงกว่าอัตราที่มีการใช้ ประกอบด้วย ปุ๋ยโพแทสเซียม 4 อัตรา คือ 0, 50, 100 และ 250 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ต่อปี ปรากฏว่าปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราต่าง ๆ นั้นไม่มีผลต่อผลผลิตใบชา แต่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในใบอ่อนสูงสุดใกล้เคียงที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงกว่าในทุก ๆ อัตราทั้งใบอ่อนและใบแก่ Wu Xun and Ruam Jianyun (1992) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในแปลงชา พบว่า อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นทำให้มวลชีวภาพของราก ลำต้น และใบสูงขึ้น และจะยังสูงขึ้นไปอีกเมื่อใส่ในอัตราสูงสุดคือ 800 มิลลิกรัมต่อดินหนึ่งกิโลกรัม และมีผลทำให้ปริมาณกรดอะมิโนในใบเพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ในด้านคุณภาพของชา ความสมดุลระหว่างระดับโพแทสเซียมกับไนโตรเจนมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อคุณภาพของชา โดยมีรายงานว่า การได้รับโพแทสเซียนในระดับสูง มีผลต่อการลดลงของ theaflavins และ thearubigins ซึ่งทำให้คุณภาพของชาไม่ดี (Dev Choudlhury and Bajaj, 1988) แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เหมาะสมร่วมกับการใส่ฟอสฟอรัสในระดับที่เพียงพอแล้วก็จะทำให้ชาคุณภาพดีขึ้น (Ranganathan and Natesan, 1987)

8. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 16,577 ไร่ อยู่ในเขตตำบลม่อนปิ่น และตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 19° 15'-19° 57' เหนือ และ 99° 01'-99° 03 ตะวันออก มีสภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งรูปรี ประกอบด้วยเทือกเขาสูงชัน ทอดยาวตามแนวเหนือใต้ขนานกันและบรรจบกันทางทิศเหนือและทิศใต้ โดยเทือกเขาทางด้านทิศตะวันตกเป็นภูเขาหินปูน กั้นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า (เมียนมาร์) และภูเขาที่ทอดขนานทางทิศตะวันออก ส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินดินดาน บางส่วนแปรสภาพเป็นหินฟิลไลต์ และพบหินทรายแทรกตัวอยู่บ้างแต่เป็นบริเวณแคบ ๆ โดยบริเวณที่เป็นภูเขาหินปูนที่พบบริเวณตอนกลางของพื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งมีลักษณะภูมิประเทศแบบ คาสต์ (karts topography) มีลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาที่สำคัญปรากฏอยู่ คือ เทอร์ราโรสซา (terra rosa) หลุมยุบ (sinkhole) แม่น้ำหาย (lost river) ถ้ำ (caverns) ป่าช้าหิน (lapies) โดยหินปูนเหล่านี้มีอายุอยู่ในยุคเพอร์เมียน (Permian) ส่วนหินดินดานมีอายุอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) แต่บริเวณที่เป็นแอ่งต่ำตอนกลางจะเป็นตะกอนที่ถูกพัดพามาทับถมจากบริเวณที่สูงกว่าหรือจากการพัดพาของทางน้ำในอดีต ซึ่งจัดอยู่ในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary)

พื้นที่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันถึงเป็นพื้นที่สูงชันมากโดยมีความลาดชันตั้งแต่ร้อยละ 12 ถึงมากกว่าร้อยละ 75 และอยู่สูงจากระดับทะเลประมาณ 1,080 ถึง 1,900 เมตร (กรมพัฒนาที่ดิน และมูลนิธิโครงการหลวง, 2547) จากการศึกษาข้อมูลดินในบริเวณเทือกเขาอ่างขางของ บุญยงค์ (2522) พบว่า ดินส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินดินดานและหินปูน ที่เกิดอยู่ในยุคไซลูเรียน (Silurian) ดีโวเนียน (Devonian) และคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) สามารถจำแนกดินออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ กลุ่มดินหลัก Reddish Brown Lateritic Soil ซึ่งได้เสนอให้มีการจัดตั้งเป็นชุดดินบ้านหลวง (Ban Luang series) และในระบบอนุกรมวิธานดิน (soil taxonomy) จะอยู่ในกลุ่มดินย่อย Typic Palehumults มีลักษณะเป็นดินลึกหรือลึกปานกลาง เกิดบนพื้นที่ที่เป็นเนินเขาหรือภูเขา มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือเป็นดินเหนียว มีสีน้ำตาลเข้ม สีแดงปนเหลือง หรือสีแดงเข้ม มีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นกรดแก่ถึงเป็นด่างอ่อน มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงในดินบน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนปานกลาง และมีปริมาณของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำมาก จัดเป็นกลุ่มดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติที่ใช้สำหรับการทำการเกษตรทั่วไปค่อนข้างต่ำ สำหรับดินอีกกลุ่มหนึ่งได้แก่ กลุ่มดินหลัก Red Brown Earths ซึ่งได้เสนอจัดตั้งเป็น ชุดดินอ่างขาง (Ang Khang series) จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย Rhodic Paleudalfs ในระบบอนุกรมวิธานดิน ดินกลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับดินในกลุ่มดินหลัก Reddish Brown Lateritic Soils ซึ่งเป็นดินลึกถึงลึกปานกลาง แต่มักจะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงเป็นดินเหนียว มีสีน้ำตาลแดงเข้มถึงสีแดงเข้ม มีค่าปฏิกิริยาดินค่อนข้างสูง มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึงสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินปานกลาง และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูงมาก จึงจัดได้ว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง แต่ก็ยังมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินในกลุ่มแรกที่ได้กล่าวมาแล้ว ดินในกลุ่มนี้มักพบในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแอ่งกะทะที่ล้อมรอบด้วยภูเขาหินปูนและหินดินดาน

สำหรับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นี้ ตามระบบของ Köppen (1931) สามารถจำแนกสภาพภูมิอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้เป็นเขตภูมิอากาศชุ่มชื้นกึ่งเขตร้อน (humid subtropical climate (Cwa)) ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งในฤดูหนาว ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย -3 ถึง 18 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย < 22 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 10 องศา อย่างน้อย 4 เดือน ฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี 2,063.2 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ย 17.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 68.4 (สถานีตรวจอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2550)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ชาจีนที่ใช้ทดลอง ได้แก่ พันธุ์ก้านอ่อน และพันธุ์เบอร์12

2. ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ ได้แก่ มูลวัว มูลไก่ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร และปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ซึ่งค่าวิเคราะห์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 5

3. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการเก็บตัวอย่างดิน

4. สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

วิธีการ

การวางแผนการทดลอง

เป็นการทดลองในพื้นที่ลาดชันที่มีการทำขันบันไดของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยทดลองในแปลงเกษตรกรที่มีการปลูกชาจีนอยู่แล้วจำนวน 2 แปลงด้วยกัน (แปลงพันธุ์ก้านอ่อนและพันธุ์เบอร์ 12) โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ตำรับการทดลอง แต่ละตำรับดำเนินการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตำรับที่ 1 ตำรับควบคุม (เกษตรกรนิยมใช้) โดยใส่ปุ๋ยมูลวัวในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น (4,000 กก./ไร่) โดยทำการใส่ 3 ครั้งต่อปี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ กรกฎาคม และพฤศจิกายนของแต่ละปี (12,000 กก.ต่อไร่ต่อปี)

ตำรับที่ 2 ใส่มูลไก่เหมือนในตำรับที่ 1 ในอัตราเดียวกัน

ตำรับที่ 3 ใส่มูลวัวเหมือนในตำรับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร ในอัตรา 2 ลิตรไร่โดยฉีดทุก 7 วัน ในแต่ละแปลงย่อย (plot) โดยมีประชากรต้นชาต่อแปลงย่อยจำนวน 20 ต้น ความเข้มข้นในการฉีดแต่ละครั้งจะใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร จำนวน 20 ซีซี ผสมน้ำ 10 ลิตร ฉีดให้ทั่วแปลง (20 ต้น) จนปุ๋ยหมดถัง

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลวัวเหมือนในตำรับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ในอัตราเดียวกันกับตำรับที่ 3 ที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชและสมบัติทางเคมีบางประการของปุ๋ยอินทรียน้ำทั้ง 2 ชนิด

สมบัติปุ๋ยอินทรีย์น้ำ		ชนิดปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	
		ปูเพชร	ดอยคำ เบอร์ 1
N	(%)	0.46-0.61	0.30
P		0.04-0.11	0.02
K		0.56-1.15	0.75
Ca		0.36-0.43	0.60
Mg		0.14-0.19	0.10
S		0.02-0.06	- [1/]
Fe	(mg kg^{-1})	59.5-221.9	400
Cu		- [1/]	0.65
Mn		70.6-189.7	20
Zn		9.1-13.5	2
EC	(dS m^{-1})	47.25-90.0	20-22
pH		4.0-4.2	3-4

หมายเหตุ: [1/] ไม่ได้ทำการการวิเคราะห์

การเก็บ และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชและดิน

การเก็บตัวอย่างพืช

การเก็บเกี่ยวผลผลิต จะเก็บในช่วงเวลาที่ชาสร้างยอดอ่อนจนสมบูรณ์ โดยจะเก็บยอด ใบอ่อนที่ 1 2 และใบที่ 3 แล้วนำยอดชาที่เก็บได้มาชั่ง แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

การเก็บตัวอย่างดิน

แบ่งการเก็บตัวอย่างดินเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะเก็บก่อนที่จะทำการทดลองซึ่งผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 6 และ 7 สำหรับการเก็บดินครั้งที่ 2 จะเก็บหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองในปีแรก การเก็บดินนั้นจะทำการเก็บเพื่อวัตถุประสงค์สองประการด้วยกันคือ เก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมี และเก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งจะเก็บอยู่สองลักษณะด้วยกันคือ การเก็บดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed soil sample) และการเก็บดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed soil sample)

การวิเคราะห์พืช

1) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542 ; Jackson, 1958) นำสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยด้วย digestion mixture จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ใน distillation flask แล้วเติม NaOH เข้มข้น 40% ปริมาณ 5 มิลลิลิตร แล้วกลั่น โดยไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูป $(NH_4)_2SO_4$ จะถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของ NH_4 ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในกรดบอริกในรูป NH_4OH มีสารละลายกรดบอริค เป็นตัวเก็บแอมโมเนียมในรูป NH_4OH แล้วนำเอาสารละลายที่กลั่นได้ไป titrate ด้วย กรดที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน คือ 0.01M H_2SO_4 จนถึงจุดยุติ ดังสมการข้างล่าง

$$(NH_4)_2SO_4 + \text{Conc. NaOH} \xrightarrow{heated} \text{boric acid indicator} + NH_4OH \quad \ldots\ldots(1)$$

$$\text{boric acid indicator} + NH_4OH \xrightarrow{titrate\ 0.001N\ H_2SO_4} \text{จุดยุติ (สีชมพู)} \quad \ldots\ldots(2)$$

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorous) โดยวิธี Vanado–molybdate yellow color (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542; Yoshida et al.,1971) ดูดสารละลายที่ได้จากการย่อยได้มา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ ammonium molybdate และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่าทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จะได้สารละลายสีเหลืองใสซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อน แล้วนำมาวัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง spectronic 21 ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total potassium) โดยการนำสารละลายที่ได้มาเจือจาง แล้วนำมาวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Mill and Jones, 1996)

การวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี

1) ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction, pH) วัดโดยใช้เครื่องวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (Thomas, 1996; National Soil Survey Center, 1996)

2) อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ใช้วิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996)

3) ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965; Bremner and Mulvaney, 1982)

4) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kuntz, 1945)

5) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยใช้ 1N NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Pratt, 1965)

6) เบสรวมที่สกัดได้ (Extractable bases) ประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม สกัดด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Peech, 1975)

7) ความเป็นกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine pH 8.2 (Peech, 1965)

8) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) โดยการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่ไอออนบวกของแอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออนแล้วคำนวณหาที่ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (ทัศนี และ จงรักษ์, 2527; Chapman, 1965; Summer and Miller, 1996)

9) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage) โดยการคำนวณจากค่าปริมาณเบสที่สกัดได้ และสภาพกรดแลกเปลี่ยนได้ (National Soil Survey Center, 1996) ดังสมการข้างล่างนี้

$$\text{Base saturation percentage} = \frac{\text{sumbase}}{\text{sumbase - EA}} \times 100$$

การวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพ

1) การกระจายของอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) ทำโดยการคัดแยกอนุภาพขนาดทรายด้วยวิธีแยกด้วยตะแกรง (sieving method) และขนาดอนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว โดยวิธี pipette method (ถนอม, 2528; Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ทำการแจกแจงประเภทเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Surver Division Staff, 1993)

2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินชนิดไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (ถนอม, 2528; Blake and Hartge, 1986)

3) สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated hydralic conductivity) โดยใช้วิธี variable head method (Klute, 1965)

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะดินในพื้นที่ทำการทดลอง

1.1 สภาพแวดล้อม และลักษณะทั่วไปของดิน

พื้นที่ศึกษาพบอยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 2,063 มิลลิเมตร และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 27.7 องศาเซลเซียส แปลงทดลองทั้งสองอยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมาก พื้นที่มีการปรับเปลี่ยนเป็นขั้นบันไดแบบเสมอ (level terrace) ดินที่พบมีเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นเศษหินเชิงเขาวางตัวบนวัสดุตกค้างของหินชนวน (colluvium over residuum derived from slate) ดินบนหนาประมาณ 30-50 เซนติเมตร เป็นดินลึกถึงลึกมาก มีการระบายน้ำดี สภาพให้ซึมได้ของน้ำที่ผิวดินเร็ว น้ำไหลบ่าที่ผิวดินช้าเนื่องจากการทำขั้นบันได สภาพพื้นที่ทั่วไปแสดงไว้ในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 สภาพทั่วไปของแปลงทดลองทั้งสองแปลง

1.2 สัณฐานวิทยาสนาม

1.2.1 สัณฐานวิทยาสนามของดินในแปลงทดลองชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

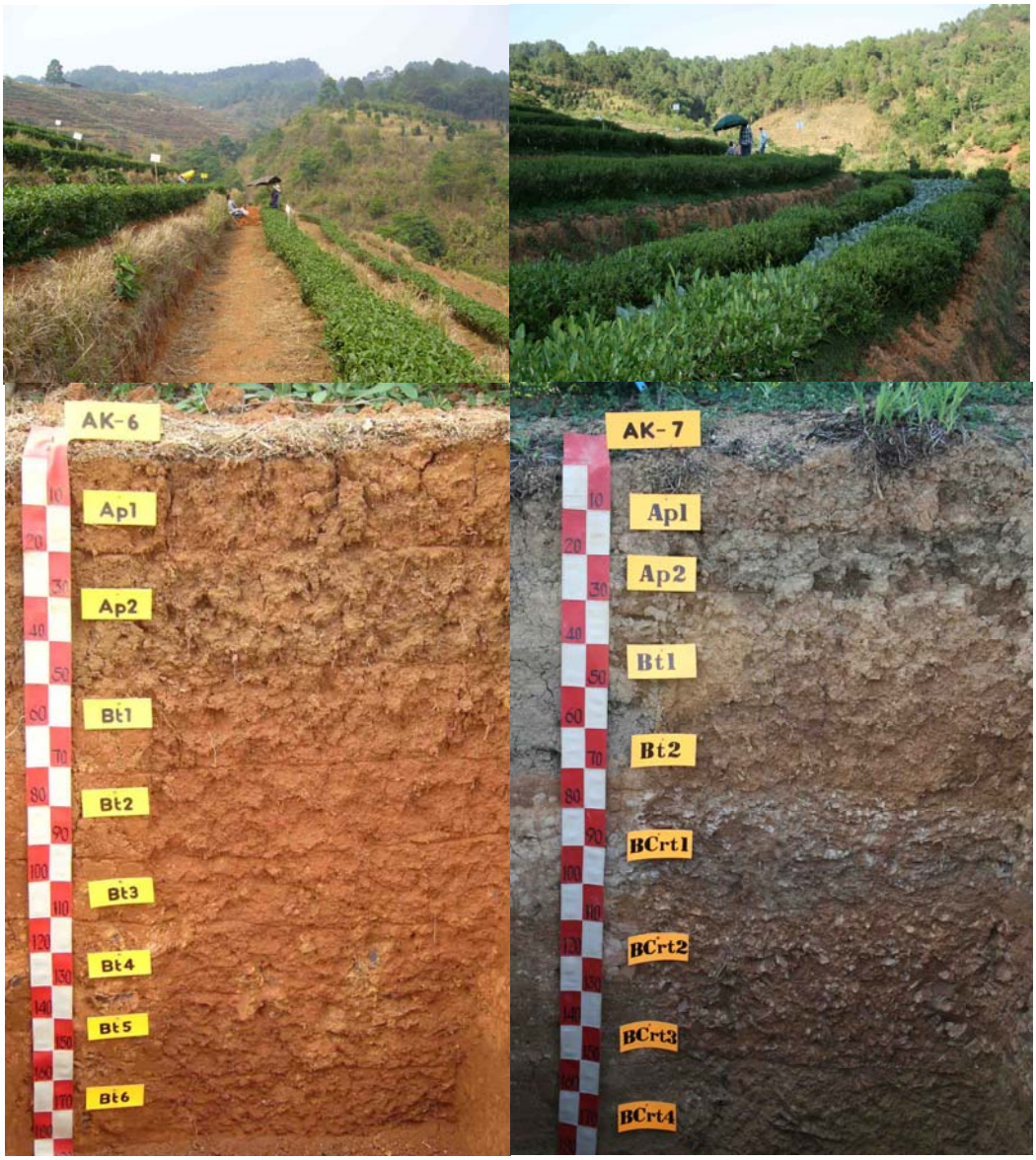
ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ พบว่า แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ภาพที่ 3 (ก) และตารางที่ 6) อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,415 เมตร สภาพภูมิประเทศมีลักษณะเป็นพื้นที่ชันมาก มีความลาดชันร้อยละ 66 แปลงทดลองอยู่บริเวณบนไหล่เขาด้านข้างของความลาดเทหุบเขา ที่อยู่ในสัณฐานภูมิประเทศหลักที่เป็นไหล่หุบเขาตอนบนของเดือยเขาที่มีการทำเป็นขั้นบันได (shoulder valley side slope of the upper part of terraced spur) ดินที่พบเป็นดินที่พัฒนามาจากเศษหินเชิงเขาวางตัวอยู่บนวัสดุตกค้างของหินชนวน มีพัฒนาการของหน้าตัดเป็นแบบ Ap-Bt

ชั้นดินบนหนา 50 เซนติเมตร สามารถแยกเป็น 2 ชั้นคือ ชั้น Ap1 และชั้น Ap2 มีสีผสมของสีแดงกับสีน้ำตาล ดินมีเนื้อเป็นดินเหนียว ที่มีโครงสร้างดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-6.5)

ชั้นดินล่างเริ่มตั้งแต่ 50 เซนติเมตรจนถึง 190+ เซนติเมตร มีสีแดง มีโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน และพบการสะสมดินเหนียวตลอดหน้าตัดดิน โดยพบเศษหินชนวนผุที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีปริมาณมากขึ้นตามความลึก ค่าปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดปานกลาง (field pH 6.0)

1.2.2 สัณฐานวิทยาสนามแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ภาพที่ 3 (ข) และตารางที่ 7) พบอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,391 เมตร พื้นผิวสภาพภูมิประเทศเป็นแบบเนินเขา (hilly) มีความลาดชันร้อยละ 30 ลักษณะสัณฐานภูมิประเทศตั้งอยู่บริเวณส่วนยอดของความลาดเทตอนปลายของเดือยเขาที่มีการทำเป็นขั้นบันได (crestal slope of the lower part of terraced spur) ดินที่พบเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นเศษหินเชิงเขา โดยมีพัฒนาการของหน้าตัดเป็น Ap-Bt-BCrt



(ก) (ข)

ภาพที่ 3 แสดงภาพหน้าตัดดินของดินที่พบในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ก) และแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ข)

ดินนี้มีชั้นดินบนหนา 50 เซนติเมตร สามารถแยกเป็น 2 ชั้นคือ ชั้น Ap1 และ Ap2 มีสีผสมของสีแดงกับสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีโครงสร้างดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมคม ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (field pH 4.5-5.5)

ชั้นดินล่างเริ่มที่ความลึก 30-200+ เซนติเมตร ดินมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วงกรดจัดมากถึงกรดจัด ดินมีสีเหลืองแดงและสีน้ำตาลเข้ม พบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวในชั้นดินล่าง โครงสร้างดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบสารเคลือบดินเหนียวที่ผิวของเม็ดดิน และผิวของเศษหินผุ ตั้งแต่ความลึก 75 เซนติเมตรลงไป พบชั้นหินชนวนผุ ค่าปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (field pH 4.5-5.5)

ตารางที่ 6 สัณฐานวิทยาของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12: Typic Haplohumult

Horizon	Depth (cm)	Soil Color	Texture	Structure	Consistence	Boundary	pH	Others
Ap1	0-20	Mixed 2.5YR 4/8, 7.5YR 4/4	C	3fmSBK	H, Fri, VS, VP	Abrupt, smooth	6.5	Few traces of weathered rock fragments
Ap2	20-50	7.5YR 4/4	C	3fmSBK	H, Fri, VS, VP	Abrupt, smooth	6.0	Previous topsoil before terrace construction
Bt1	50-72	2.5YR 4/6	C	3fmSBK	VH, F, VS, VP	Gradual, smooth	6.0	-
Bt2	72-94	2.5YR 4/8	C	3fmSBK	H, F, VS, VP	Gradual, smooth	6.0	Few small angular gravel of highly weathered rock fragments
Bt3	94-113	2.5YR 4/8	C	3fmSBK	H, F, VS, VP	Clear, smooth	6.0	Common small to medium angular stones of highly weathered slate
Bt4	113-135	2.5YR 4/8	C	3fmSBK	SH, Fri, MS, VP	Gradual, smooth	6.0	Many medium to large angular stones of highly weathered slate
Bt5	135-162	2.5YR 4/8	C	3fmSBK	S, Fri, MS, VP	Clear, smooth	6.0	Many small to large angular stones of highly weathered slate
Bt6	162-190+	2.5YR 4/8	C	3fmSBK	S, Fri, MS, VP	-	6.0	Common small angular stones of highly weathered slate

ตารางที่ 7 สัณฐานวิทยาของดินแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน: Typic Haplohumult

Horizon	Depth (cm)	Soil Color	Texture	Structure	Consistence	Boundary	pH	Others
Ap1	0-15	Mixed 7.5YR 7/8, 7.5YR 7/6	CL	3fmSBK	H, F, VS, VP	Abrupt, smooth	5.5	Few traces of dead roots
Ap2	15-30	Mixed 10YR 4/3, 10YR6/6	CL	3fmSBK	SH, F, SS, VP	Abrupt, smooth	5.0	Previous topsoil before terrace construction
Bt1	30-53	7.5YR6/8	C	3fmSBK	SH, F, SS, VP	Gradual, smooth	4.5	-
Bt2	53-75	7.5YR5/6	C	3fmSBK	SH, F, SS, VP	Abrupt, smooth	4.5	-
BCrt1	75-106/106	Mixed 7.5YR 5/6, 7.5YR 7/6, 10YR 5/1	C	2fSBK	SH, Fri, SS, VP	Abrupt, smooth	5.5	Few traces of dead roots
BCrt2	106-130	Mixed 7.5YR 6/8, 7.5YR 4/4, 10YR 8/2	CL	2fSBK	SH, Fri, SS, VP	Gradual, smooth	5.0	Few traces of dead roots
BCrt3	130-154/163	Mixed 7.5YR 6/8, 10YR 8/2	CL	2fSBK	SH, Fri, SS, VP	Abrupt, smooth	5.0	Few traces of dead roots
BCrt4	163-200+	Mixed 10YR 7/8, 10YR 8/4	CL	2fSBK	SH, Fri, SS, VP	-		Few traces of dead roots

คำย่อในตาราง

หมายเหตุ

เนื้อดิน (Texture)

C = clay

CL = clay loam

โครงสร้าง (Structure)

2 = moderate

3 = strong

f = fine

m = medium

SBK = subangular blocky

การยึดตัว (Consistence)

S = soft

SH = slightly hard

H = hard

VH = very hard

Fri = friable

F = firm

SS = slightly sticky

MS = moderately sticky

VS = very sticky

VP = very plastic

1.3 สมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 และแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน แสดงในตารางผนวกที่ 1 และ 3

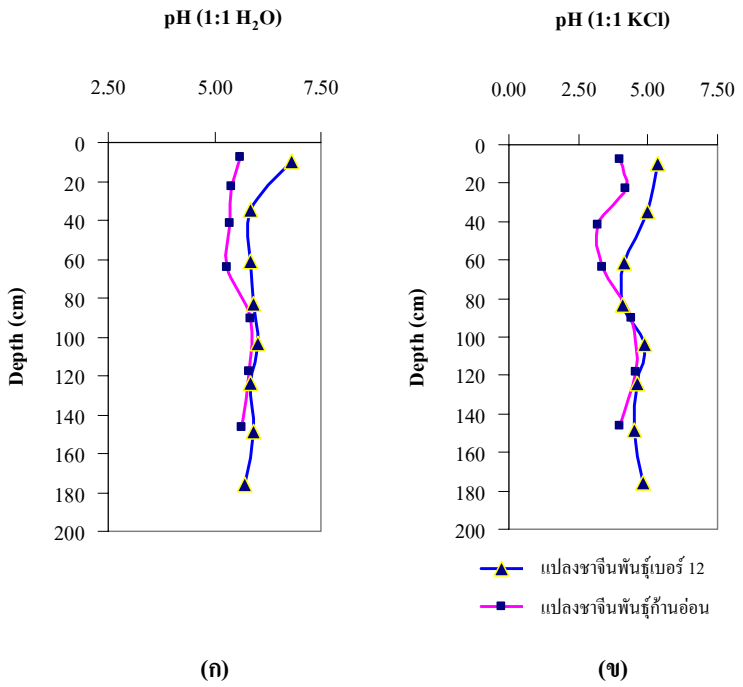
1.3.1 ปฏิกิริยาดิน

ผลการวิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดินของทั้งสองแปลง เมื่อวัดโดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แสดงไว้ในภาพที่ 4 (ก) พบว่า ดินทั้งสองแปลงมีพิสัยของค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วงที่เป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.30-6.80) โดยแปลงปลูกชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่าปฏิกิริยาดินบนที่เป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 5.85-6.80) ส่วนดินชั้นล่างมีค่าเป็นกรดปานกลาง (5.70-6.00) โดยค่าปฏิกิริยาดินมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน ส่วนแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีค่าปฏิกิริยาดินบนอยู่ในพิสัยเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.40-5.60) ส่วนดินล่างมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.30-5.85)

สำหรับผลการวิเคราะห์เมื่อวัดโดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ อัตราส่วน 1:1 แสดงดังภาพที่ 4 (ข) พบว่าดินทั้งสองแปลงมีพิสัยค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 3.20-5.35) โดยแปลงปลูกชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่าปฏิกิริยาดินบนที่เป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 5.00-5.35) ส่วนดินชั้นล่างมีค่าเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก (pH 4.10-4.90) ส่วนแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีค่าปฏิกิริยาดินบนเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.00-4.20) ส่วนดินล่างมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก (pH 3.20-4.55)

ผลการวิเคราะห์ที่พบว่าดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง โดยความเป็นกรดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างไฮโดรเจนไอออนที่ได้จากกรดคาร์บอนิกกับพวกเบสิกแคตไอออนที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียว โดยเฉพาะในบริเวณที่มีฝนตกชุก ซึ่งน้ำฝนจะทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นกรดคาร์บอนิกที่สามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน ในขณะที่ไหลซึมผ่านดินก็จะไล่ที่เบสิกแคตไอออนที่ดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดินและสูญหายไปกับน้ำที่ไหลซึมเมื่อกระบวนการนี้ดำเนินไปนานเข้าก็ทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด หรือเกิดมาจากการสลายตัวของอินทรียสารซึ่งจะก่อให้เกิด

กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ดินเกิดเป็นกรดขึ้นเช่นกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าปฏิกิริยาดินที่ได้จากการวัดโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ แสดงให้เห็นว่าค่าปฏิกิริยาดินที่ได้มีค่าน้อยกว่าการวัดโดยใช้น้ำ เป็นลักษณะของดินในเขตร้อนที่แสดงให้เห็นถึงแร่ดินเหนียวในระบบออกไซด์ (oxide system) เป็นระบบที่ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการ (วิโรจ, 2531)



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปฏิกิริยาดินที่สกัดด้วยน้ำ (ก) และสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินที่พบในพื้นที่แปลงทดลอง

1.3.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งสองแปลงแสดงไว้ในภาพที่ 5 (ก) โดยพบว่า ดินตัวแทนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีปริมาณอินทรียวัตถุดินในดินบนอยู่ในระดับที่สูงมาก โดยอยู่ในพิสัย 47.07-55.82 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในชั้นดินล่างมีอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง โดยพบอยู่ในพิสัย 4.28-28.11 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดินตัวแทนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีปริมาณอยู่ในระดับสูงมากในดินบน (47.60-53.89 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนดินล่างมีอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง โดยพบอยู่ในพิสัยอยู่ 4.78-22.48 กรัมต่อกิโลกรัม

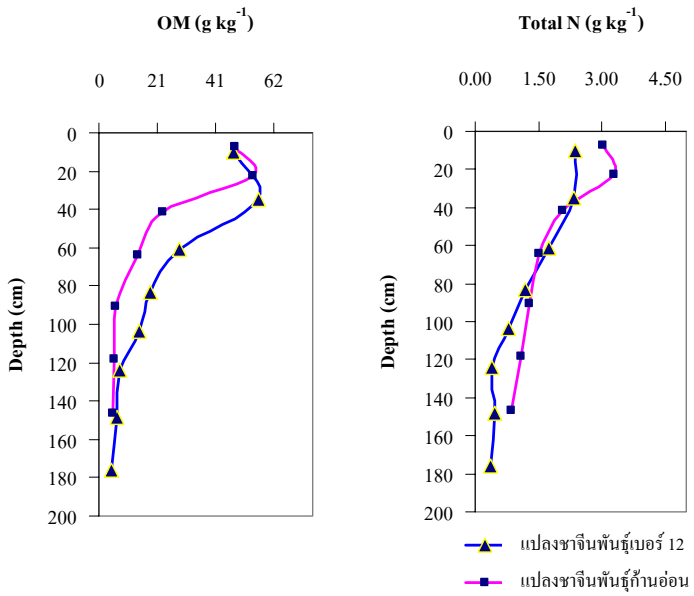
การที่ดินบนมีการสะสมอินทรียวัตถุมากกว่าดินล่าง โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน เป็นผลมาจากการสลายตัวของเศษพืช ใบไม้ หรือรากพืช โดยอาจหลงเหลือมาจากการเกษตรกรรม หรือพืชพรรณธรรมชาติที่ขึ้นปกคลุมผิวดิน (Thomson and Troeh, 1978; Brady and Weil, 2002) โดยดินทั้งสองบริเวณมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก อาจเนื่องมาจากเกษตรกรได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากอย่างต่อเนื่องจึงทำให้เหลือสะสมอยู่ในปริมาณสูง

1.3.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม

ดินชั้นบนในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับสูงมากโดยพบอยู่ในพิสัย 2.34-2.36 กรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึกจนถึงระดับที่ต่ำในตอนล่างของหน้าตัดดิน (0.35-1.75 กรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน พบว่าดินชั้นบนมีอยู่ในระดับสูงมาก อยู่ในพิสัย 3.01-3.28 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนชั้นดินล่างมีอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยพบอยู่พิสัย 0.86-2.07 กรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณลดลงตามความลึกเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 5 (ข)) โดยลักษณะการกระจายตัวของไนโตรเจนภายในหน้าตัดดินสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุที่พบในดินทั้งสอง (Brady and Weil, 2002) เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นแหล่งที่สำคัญของไนโตรเจนในดิน (ไพบูลย์, 2528; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

1.3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมากในดินชั้นบนสุด (56.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนในดินล่างมีปริมาณต่ำมาก โดยพบอยู่ในพิสัย 0.31-0.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ชั้นดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (3.56-3.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชั้นดินล่างมีปริมาณอยู่ในระดับต่ำมาก โดยพบอยู่ในพิสัย 0.38-0.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของทั้งสองแปลงมีปริมาณลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดินอย่างชัดเจน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6 (ก)

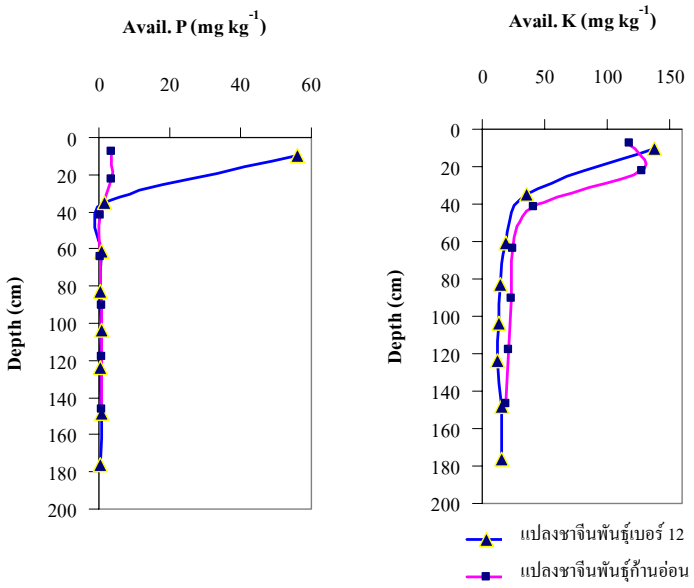


(ก) (ข)

ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับความลึกของดินที่พบในพื้นที่แปลงทดลอง

1.3.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

การแจกกระจายตัวของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินทั้งสองแปลงมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ในดินบนพบอยู่ในปริมาณที่สูงมาก (117.35-137.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับในชั้นดินล่างของทั้งสองแปลง พบว่ามีอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (12.46-41.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินตัวแทนทั้งสองแปลงมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6 (ข)



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 6 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) ตามชั้นความลึกภายในหน้าตัดดินตัวแทนของแปลงทดลอง

1.3.6 ปริมาณเบสที่สกัดได้

1) แคลเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก (3.62-12.52 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ชั้นดินล่างมีอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (0.48-2.17 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึกอขณะที่แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนดินบนมีระดับแคลเซียมที่สกัดได้ต่ำ (2.11-2.40 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ต่ำมากถึงต่ำในชั้นดินล่าง (1.18-2.53 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และปริมาณค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 (ก)

2) แมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินของทั้งสองแปลง พบว่า ชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง (1.35-2.97 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่างพบอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (0.35-1.07 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ส่วนชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง (2.11-2.45 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และต่ำมากถึงต่ำ (0.24-0.55 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่าง โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึกทั้งสองแปลง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 (ข)

3) โพแทสเซียมที่สกัดได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินทั้งสองแปลง พบว่า ชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่ามีโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.09-0.35 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และต่ำมาก (0.03-0.05 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่าง ส่วนชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (0.30-0.33 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และต่ำมาก (0.05-0.11 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่าง แสดงให้เห็นถึงการลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดินของธาตุที่สกัดได้นี้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 (ค)

4) โซเดียมที่สกัดได้

ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ พบว่า ทั้งในดินบนและดินล่างของแปลงชาจีนทั้งสองพันธุ์พบอยู่ระดับต่ำถึงปานกลาง ซึ่งพบอยู่ในพิสัย 0.14-0.62 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณค่อนข้างแปรปรวนภายในหน้าตัดดินตัวแทนของชาจีนทั้งสองแปลง ดังภาพที่ 7 (ง)

1.3.7 ปริมาณเบสรวม

ปริมาณเบสรวมที่พบในชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (5.56-15.98 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และระดับต่ำมากถึงต่ำ (1.65-3.82 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่าง ส่วนชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีค่าอยู่ในระดับต่ำ โดยพบอยู่ในพิสัย3.26-4.17 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนในชั้นดินล่างมีปริมาณต่ำมากถึงต่ำ (1.99-3.34 เซน

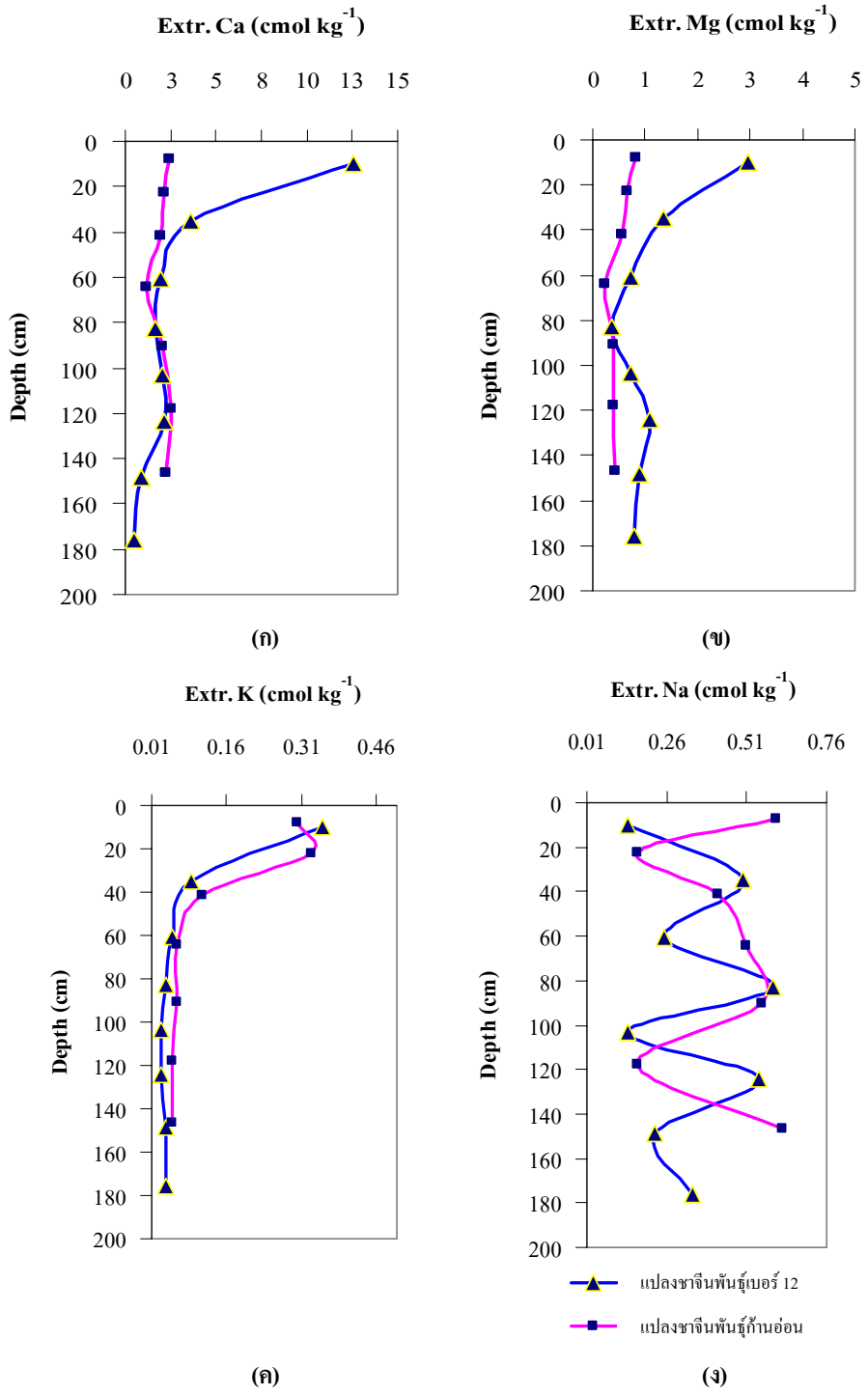
ติโมลต่อกิโลกรัม) โดยทั้งสองแปลงพบปริมาณเบสรวมมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 8 (ก)

1.3.8 สภาพกรดแลกเปลี่ยนได้

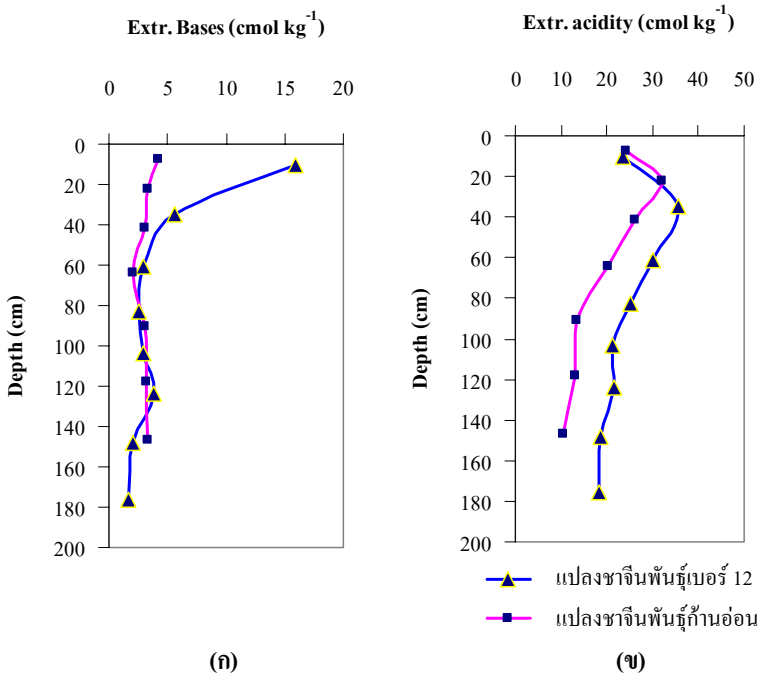
ในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่า ชั้นดินบนมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก พบในพิสัย 23.44-35.25 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนชั้นดินล่างอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (10.34-30.15 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ซึ่งคล้ายคลึงกับดินในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่พบในระดับสูงมาก (24.13-32.03 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินบน และสูงถึงสูงมาก (10.34-26.02 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชั้นดินล่าง ภาพที่ 8 (ข) แสดงให้เห็นว่า ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นใต้ชั้นไถพรวน แล้วมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตามความลึกภายในหน้าตัดดินของทั้งสองแปลง จะเห็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่สกัดได้ในหน้าตัดดินซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณกรดที่สกัดได้มีค่าลดลงเรื่อย ๆ ตามความลึกภายในหน้าตัดของดินทั้งสองแปลง

1.3.9 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่านี้อยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง โดยพบอยู่ในพิสัย 19.3-22.3 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนชั้นดินล่างพบอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (10.9-18.3 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนนั้น พบว่า ชั้นดินบนมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (16.1-18.3 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ส่วนชั้นดินล่างพบอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (6.7-17.5 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน ดังภาพที่ 9 (ก)



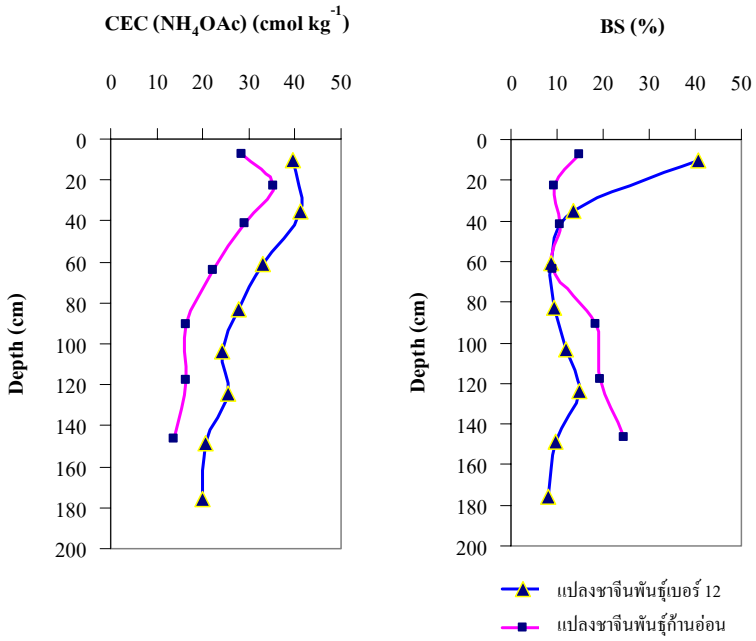
ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ค) และปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ง) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลอง



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเบสรวมที่สกัดได้ (ก) สภาพกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของแปลงทดลองทั้งสองแปลง

1.3.10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ชั้นดินบนมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง พบในพิสัยร้อยละ 13.5-40.5 ส่วนชั้นดินล่างพบว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำกว่า (ร้อยละ 8.2-15.0) และแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนนั้นพบว่า ดินมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำตลอดหน้าตัดดิน โดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 9.2-14.7 ในชั้นดินบน และร้อยละ 9.0-24.4 ในชั้นดินล่าง ในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีอัตราความอิ่มตัวเบสลดลงตามความลึก ส่วนในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่ามีอัตราความอิ่มตัวเบสเพิ่มสูงขึ้นในชั้นดินตอนล่างของหน้าตัดดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 9 (ข)



ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลองทั้งสอง

1.4 สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน แสดงในตารางผนวกที่ 2 และ 4

1.4.1 การกระจายขนาดอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

ลักษณะการกระจายของขนาดอนุภาคดินในทั้งสองแปลงแสดงไว้ในภาพที่ 10 โดยการกระจายอนุภาคขนาดทรายภายในหน้าตัดดินแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีแนวโน้มลดลงในชั้น Bt1 และ Bt2 แล้วเพิ่มขึ้นในตอนล่าง โดยพบค่าสูงสุดเท่ากับ 252 กรัมต่อกิโลกรัมในชั้นล่างสุด ส่วนปริมาณอนุภาคทรายในดินปลูกชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีการกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน (79-138 กรัมต่อกิโลกรัม) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 (ก) สำหรับอนุภาคขนาดทรายแป้ง พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดินของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ซึ่งอยู่ในพิสัย 331-443 กรัมต่อ

กิโลกรัม ส่วนในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีลักษณะของการแจกกระจายคล้ายคลึงกับแปลงแรก แต่มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งสูงกว่า (415-602 กรัมต่อกิโลกรัม) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 (ข)

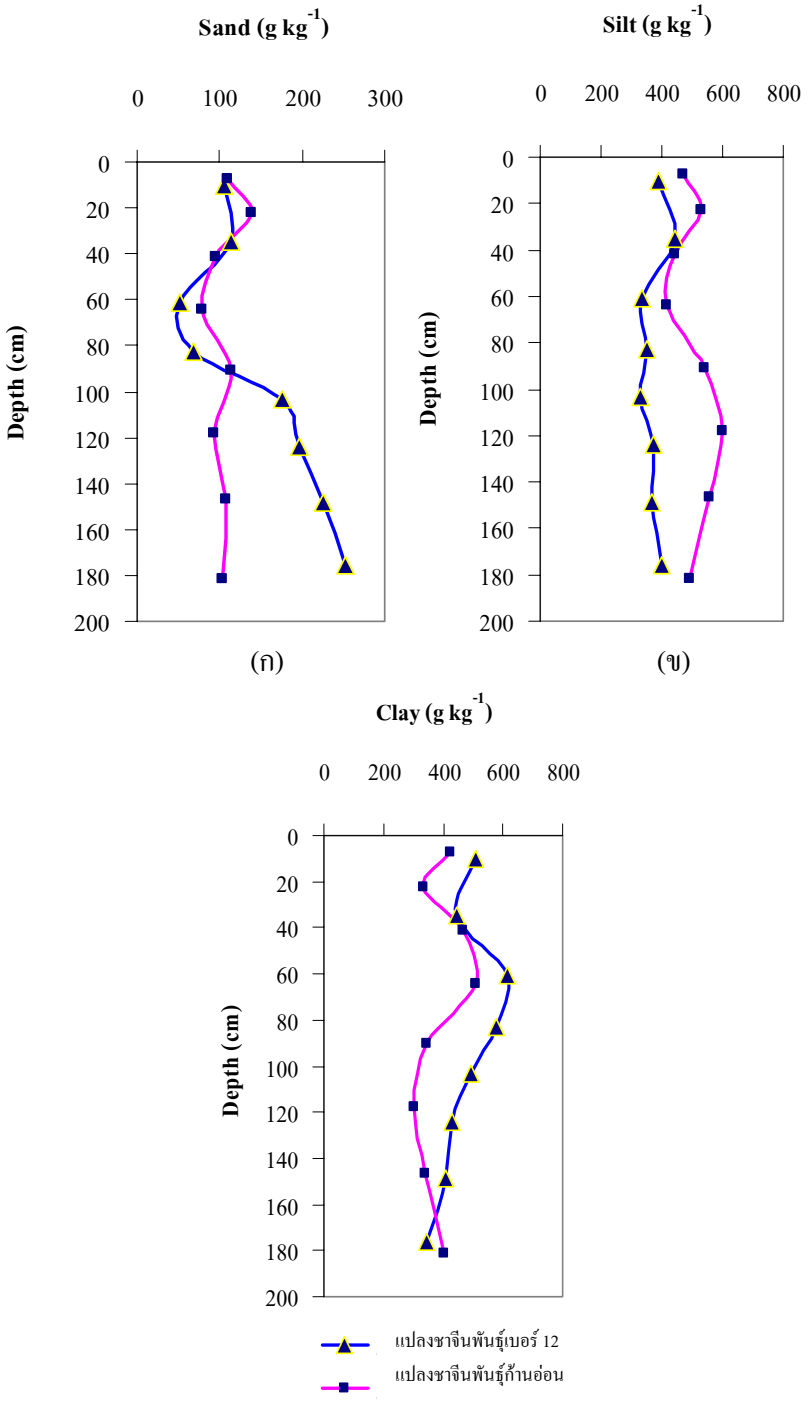
การกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว พบว่า ทั้งสองแปลงดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดในชั้น Bt1 และ Bt2 และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน โดยที่ดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (346-616 กรัมต่อกิโลกรัม) เฉลี่ยสูงกว่าแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (304-506 กรัมต่อกิโลกรัม) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 (ค)

1.4.2 ความหนาแน่นรวมของดิน

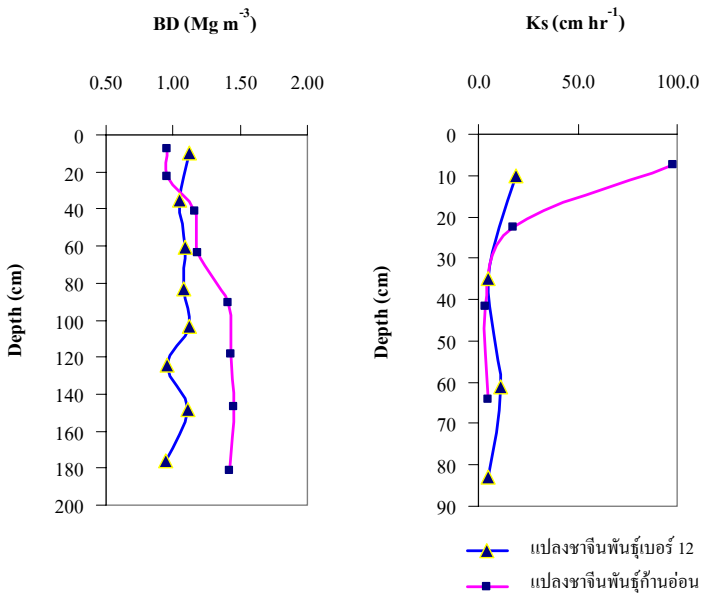
ค่าความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองแปลงแสดงดังภาพที่ 11 (ก) โดยพบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองแปลงอยู่ในพิสัย 0.94-1.45 เมกกะกรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้วเพิ่มขึ้นตามความลึกในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นตามความลึกอาจเป็นผลมาจากการเคลื่อนย้ายของอนุภาคขนาดดินเหนียวลงสู่ดินล่าง ส่วนดินบนมีความหนาแน่นรวมของดินต่ำกว่าดินล่างอาจเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงกว่าดินล่าง (Adam, 1973; Brady and Weil, 2002) อย่างไรก็ตาม แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ค่าความหนาแน่นรวมของดินค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน

1.4.3 สภาพนำน้ำของดิน

ดินทั้งสองแปลงในชั้นดินบนมีสภาพนำน้ำสูงกว่าในชั้นดินล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่มีค่าสูงถึง 97.6 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่ในชั้นดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่าเพียง 18.7 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 11 (ข) ทั้งนี้สภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำเป็นค่าที่แสดงถึงการยอมให้ไหลผ่านของน้ำในดินลงสู่ด้านล่างของหน้าตัดดิน ซึ่งมักถูกควบคุมด้วยปัจจัยด้านโครงสร้างของดิน การแจกกระจายของอนุภาคดิน ปริมาณและการกระจายขนาดของช่องว่างในดิน รวมถึงความต่อเนื่องของช่องว่างดังกล่าว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Hillel, 1998) รวมถึงความหนาแน่นรวมของดินที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินด้วย



ภาพที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนของแปลงทดลองทั้งสองแปลง



ภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพการนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (ข) กับความลึกภายในหน้าตัดดินของดินตัวแทนแปลงทดลองทั้งสองแปลง

1.5 การจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy)

ดินที่พบในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และพันธุ์ก้านอ่อน สามารถจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดิน (เอิบ, 2548; Soil Survey Staff, 2006) ได้เป็น Typic Haplohumults เนื่องจาก การพบชั้นดินล่างวินิจฉัยอาร์จิลลิก และมีความอิ่มตัวเบสน้อยกว่าร้อยละ 35 ที่ระดับความลึก 125 เซนติเมตรใต้ชั้นดังกล่าว จงจำแนกอยู่ในอันดับ (order) อัลทิซอลส์ (Ultisols) และจากการที่ในช่วงบน 15 เซนติเมตรของชั้นดินล่างวินิจฉัยดังกล่าว มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 9 ดินนี้จึงอยู่ในอันดับย่อย (suborder) humults สำหรับในระดับกลุ่มดินใหญ่ (great group) สามารถจำแนกได้เป็น Haplohumults เพราะว่า ดินทั้งสองปริมาณดินเหนียวลดลงมากกว่าร้อยละ 20 จากชั้นที่มีการสะสมอนุภาคขนาดดังกล่าวสูงสุด ส่วนในกลุ่มดินย่อย (subgroup) นั้น เนื่องจากดินไม่มีลักษณะและคุณสมบัติอื่นใดที่แตกต่างไปจากลักษณะเด่นของกลุ่มดินใหญ่ จึงจำแนกให้เป็นกลุ่มดินย่อย Typic ดังนั้น ดินที่เป็นตัวแทนของทั้งสองแปลง สามารถจำแนกได้ในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Haplohumults

1.6 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ดิน

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งสองแปลง โดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) ซึ่งใช้ปริมาณอินทรียวัถุ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และค่าอัตราร้อยละการอิ่มตัวเบส แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 9

1.6.1 แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่า ดินบนที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง และมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำ ส่วนดินล่างที่ระดับความลึก 30-100 เซนติเมตร ผลการประเมิน พบว่า มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน

1.6.2 แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ตารางที่ 10) พบว่า ดินบนที่ช่วงชั้นความลึก 0-30 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูง โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ ส่วนดินล่างที่ระดับความลึกระหว่าง 30-100 เซนติเมตร พบว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ

ตารางที่ 8 ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ความลึก (cm)	ชั้นดิน	OM ($g\ kg^{-1}$)	Avail. P (--------$mg\ kg^{-1}$--------)	Avail. K	CEC ($cmol\ kg^{-1}$)	BS (%)	รวมคะแนน	ระดับความอุดมสมบูรณ์
0-30	ดินบน	51.45 (3)	28.84 (3)	86.22 (2)	20.80 (3)	27.04 (1)	12	ปานกลาง
30-100	ดินล่าง	29.04 (2)	1.04 (1)	20.36 (2)	16.34 (2)	10.94 (2)	9	ปานกลาง

ตารางที่ 9 ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ความลึก (cm)	ชั้นดิน	OM ($g\ kg^{-1}$)	Avail. P (--------$mg\ kg^{-1}$--------)	Avail. K	CEC ($cmol\ kg^{-1}$)	BS (%)	รวมคะแนน	ระดับความอุดมสมบูรณ์
0-30	ดินบน	50.75 (3)	3.59 (1)	122.51 (3)	17.20 (3)	11.95 (1)	10	ปานกลาง
30-100	ดินล่าง	13.94 (1)	0.58 (1)	29.38 (1)	11.77 (2)	12.63 (2)	7	ต่ำ

หมายเหตุ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง)
คะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
คะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง
คะแนนเท่ากับ 13 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

2. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติบางประการของดิน

2.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินก่อนการทดลอง (ตารางผนวกที่ 10 และ 11)

2.1.1 แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ผลการวิเคราะห์ดินบนก่อนการศึกษาในแปลงที่ใส่มูลวัวและมูลไก่ พบว่า ดินเป็นกรดจัดมากและกรดจัด โดยมีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 5.02 และ 5.20 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 57.47 และ 61.38 กรัมต่อกิโลกรัม มีไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับปานกลาง (2.26 กรัมต่อกิโลกรัม และ 2.36 กรัมต่อกิโลกรัม) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (66.36 และ 88.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมาก (383.2 และ 522.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูงมาก (35.56 และ 34.37 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 9.55 และ 12.07) ตามลำดับ สำหรับสมบัติทางกายภาพ พบว่า มีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำ (1.00 และ 0.96 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และสภาพการนำน้ำของดินอยู่ในระดับเร็วมาก (189.2 และ 155.6 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ตามลำดับ

ดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) พบว่า ดินเป็นกรดจัดมาก ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 4.68 และ 5.03 มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับสูงมากทั้งสองแปลง (62.51 และ 55.03 กรัมต่อกิโลกรัม) มีไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับปานกลาง (2.30 และ 2.21 กรัมต่อกิโลกรัม) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและปานกลาง (9.22 และ14.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่สูงมาก (152.7 และ 219.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในระดับสูงมาก (38.59 และ 35.38 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำ (ร้อยละ 4.81 และ 7.35) ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำ (0.92 และ 0.90 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และดินมีสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับเร็วมาก (31.2 และ 48.2 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ตามลำดับ

2.1.2. แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ผลการวิเคราะห์ดินบนก่อนการศึกษาในแปลงที่ใส่มูลวัวและมูลไก่ พบว่า ดินเป็นกรดจัดมาก มีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 4.67 และ 4.73 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับที่สูงมาก (51.10 และ 54.68 กรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับปานกลาง (2.95 และ 2.99 กรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (177.9 และ 184.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูงมาก (322.3 และ 338.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูงและสูงมาก (27.7 และ 33.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 12.2 และ 9.3) ส่วนสมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินพบอยู่ในระดับต่ำ (1.09 และ1.00 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และสภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับเร็วมาก (54.68 และ 28.16 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ตามลำดับ

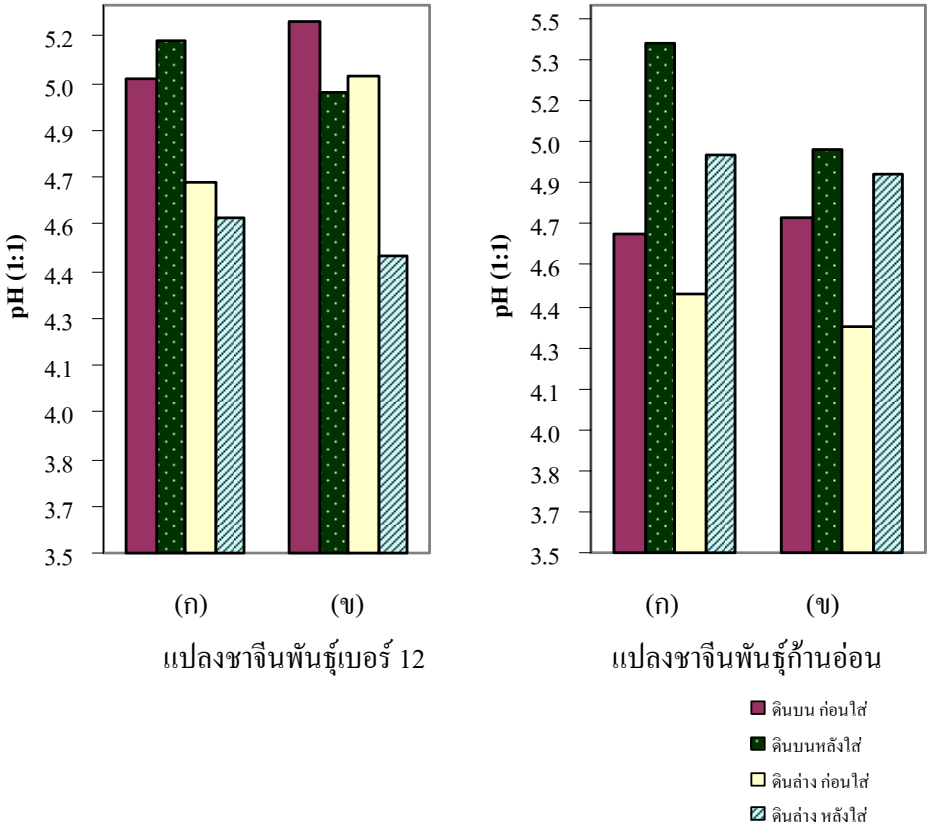
ดินล่างแปลงที่ใส่มูลวัวและมูลไก่ ดินเป็นกรดรุนแรง มีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 4.45 และ 4.33 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมาก (44.51 และ 52.85 กรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณไนโตรเจนรวมในระดับสูงมาก (2.41 และ 2.68 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางและสูง (14.7 และ 25.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมากและสูง (188.0 และ 115.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูง (21.1 และ 24.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในระดับต่ำ (ร้อยละ 8.1 และ 6.8) ส่วนสมบัติทางกายภาพ พบว่า ดินมีความหนาแน่นรวมของต่ำ (1.07 และ 0.88 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และสภาพการนำน้ำพบอยู่ในระดับเร็ว (17.49 และ 13.54 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ตามลำดับ

2.2 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินหลังจากการใส่ปุ๋ยคอกเป็นระยะเวลา 1 ปี

2.2.1 ค่าปฏิกิริยาดิน(ภาพที่ 12)

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัว (pH 5.13) ทำให้ดินมีความเป็นกรดน้อยกว่าในแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (pH 4.98) ส่วนในดินล่าง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวให้ผลในลักษณะเดียวกัน ก็คือ แปลงที่ใส่มูลไก่ค่าปฏิกิริยาดิน (pH 4.45) จะลดลงมากกว่าการใส่มูลวัว (pH

4.61) นอกจากนี้แล้วผลจากการใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดินระหว่างก่อนการทดลองและภายหลังที่มีการทดลองยังให้ผลไม่ชัดเจนในการเพิ่มค่าปฏิกิริยาดิน



ภาพที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน พบว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (pH 5.36) มีค่าปฏิกิริยาดินบนสูงกว่าค่าปฏิกิริยาดินในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ (pH 4.80) สำหรับดินล่างพบว่าค่าปฏิกิริยาดินในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัว(pH 4.95) มีค่าที่สูงกว่าค่าปฏิกิริยาดินในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ (pH 9.92) เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ผลจากการใส่ปุ๋ยคอกต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดินระหว่างก่อนการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยคอกสามารถทำให้ค่าปฏิกิริยาดินของดินบนและดินใต้ชั้นไถพรวนเพิ่มขึ้นได้

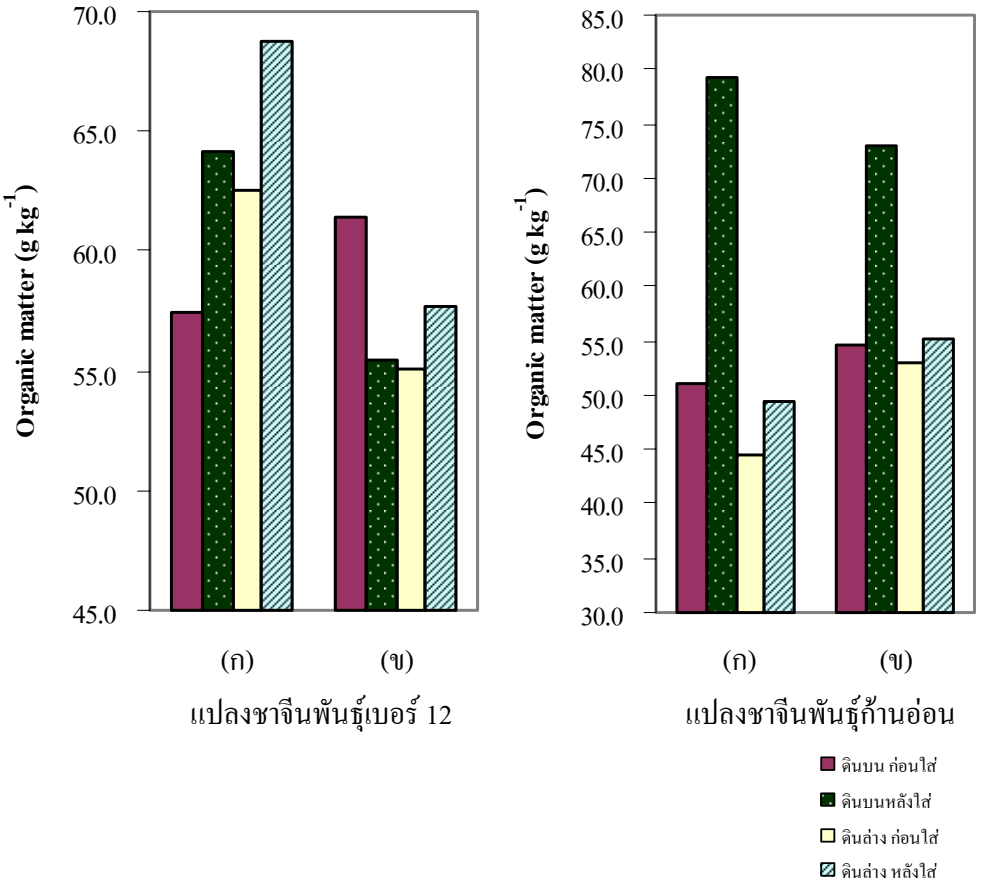
การเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาของดินภายหลังจากการใส่ปุ๋ยคอกเป็นเวลา 1 ปี แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำให้ค่านี้เพิ่มขึ้นและลดลง โดยแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์นั้นมีแนวโน้มทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลงทั้งในดินบนและดินใต้ชั้นไถพรวน ส่วนแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อนกลับพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ค่าปฏิกิริยาดินเพิ่มขึ้นในทั้งสองชั้นดิน ทั้งนี้การลดลงของค่าปฏิกิริยาดินของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 อาจเป็นผลมาจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งจะมีการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น กรดฟีโนลิก ออกมาอยู่ในสารละลายดินทำให้ดินนั้นมีความเป็นกรดมากขึ้นรวมถึงการที่ด่างถูกชะด้วยน้ำฝนลงสู่ส่วนต่ำกว่าและมากกว่าการเข้ามาสะสมของด่าง ส่วนแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนกลับมีค่าเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากความเป็นบัฟเฟอร์ของอินทรียวัตถุที่ให้กับดินซึ่งจะเป็นการต่อต้านไม่ให้ดินเกิดความเป็นกรดได้ง่าย (Hoyt and Rice, 1977) Pavan (1993) พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกทั้งในรูปที่ผ่านการย่อยสลายแล้วและยังไม่ผ่านการย่อยสลาย มีผลทำให้ค่าปฏิกิริยาของดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปุ๋ยคอกที่ยังไม่ผ่านการย่อยสลายจะสามารถเพิ่มค่าปฏิกิริยาดินได้มากกว่าปุ๋ยคอกที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนค่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การสรุปให้ชัดเจนยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากเป็นอิทธิพลที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยคอกในระยะเวลาเพียง 1 ปี เท่านั้น

2.2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (ภาพที่ 13)

ดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวพบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุสะสมสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวมีค่าเท่ากับ 64.20 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเพิ่มขึ้นจากผลการศึกษาระยะเวลา 1 ปีที่พบในปริมาณ 57.47 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีค่าเท่ากับ 55.41 กรัมต่อกิโลกรัมซึ่งลดลงจากเดิม 1 ปีก่อนหน้านี้ซึ่งพบในปริมาณ 61.38 กรัมต่อกิโลกรัม ในดินล่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้มีดินมีการสะสมอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เช่นเดียวกัน โดยการใส่ปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณอินทรียวัตถุเหลืออยู่เท่ากับ 68.77 ซึ่งสูงกว่า 12 เดือนที่ผ่านมาถึง 6.26 กรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้การสะสมอินทรียวัตถุในดินล่างลดลงจากปริมาณก่อนการทดลอง 2.33 กรัมต่อกิโลกรัม (ลดลงจาก 57.65 เป็น 55.03 กรัมต่อกิโลกรัม) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 13 (ก) และ (ข)

ดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงเล็กน้อย ส่วนในดินล่างใต้ชั้นไถพรวนกลับพบว่าการใส่ปุ๋ย

มูลไก่สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวแต่ปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้แล้วผลการใส่ปุ๋ยคอกต่อการสะสมอินทรียวัตถุระหว่างก่อนการทดลองกับภายหลักการทดลองแล้ว 1 ปีพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนเพิ่มขึ้นจาก 51.10 เป็น 79.34 กรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ปุ๋ยมูลไก่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่า คือ เพิ่มจาก 54.68 เป็น เท่ากับ 72.97 กรัมต่อกิโลกรัมในดินบน ส่วนในดินล่างให้ผลในลักษณะเดียวกัน โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุจาก 44.51 เป็น 49.45 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปุ๋ยมูลไก่เพิ่มจาก 52.85 เป็น 55.17 กรัมต่อกิโลกรัม

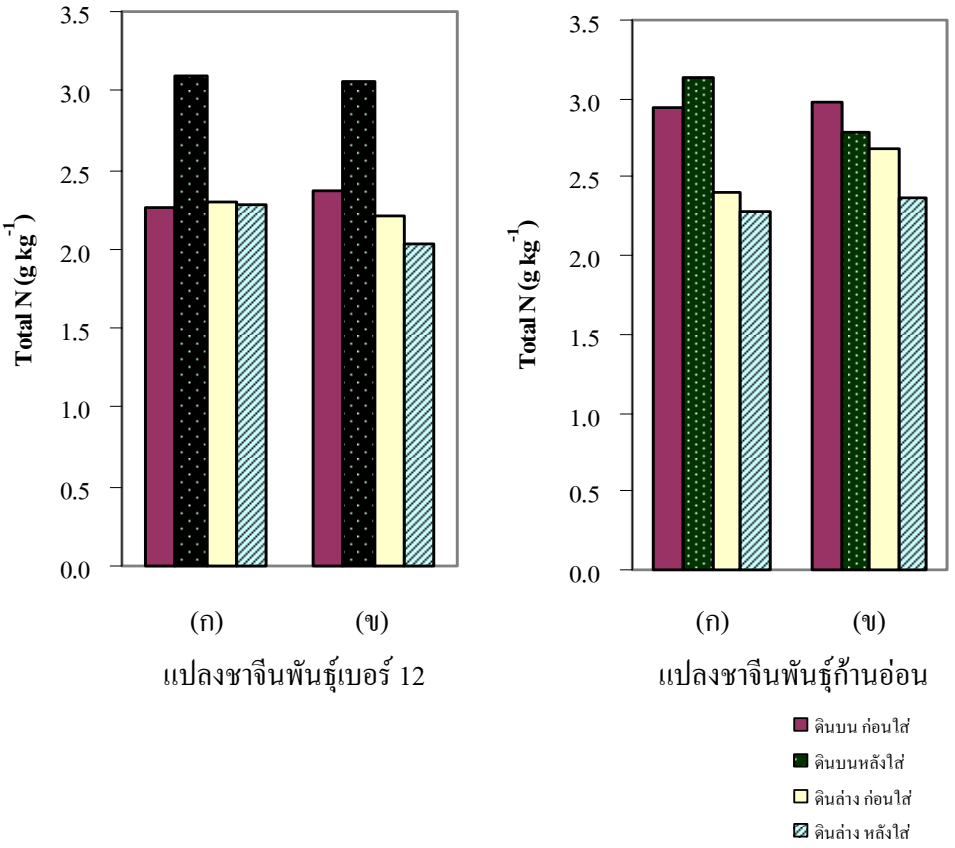


ภาพที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ พบว่า ใน

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเล็กน้อย สำหรับดินล่างพบว่าทั้งสองแปลงมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยมูลวัวหรือปุ๋ยมูลไก่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุภายหลังการทดลองพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์นั้นเป็นแหล่งที่สำคัญของอินทรียวัตถุในดิน เนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอินทรียสาร ดังนั้นเมื่อปุ๋ยคอกถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินก็จะทำให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นอินทรียวัตถุที่หลงเหลืออยู่ใน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2.2.3 ไนโตรเจนรวม (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนรวมของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

การเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี พบว่า ในดินบนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัว (3.10 กรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มสูงกว่าแปลงที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่

(3.05 กรัมต่อกิโลกรัม) เล็กน้อย สำหรับดินล่างก็มีลักษณะเช่นเดียวกันโดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณไนโตรเจนรวมเท่ากับ 2.28 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีค่าเท่ากับ 2.04 กรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อพิจารณาผลของการใส่ปุ๋ยคอกต่อปริมาณไนโตรเจนรวมของดินระหว่างก่อนการทดลองและภายหลังการทดลองแล้ว 1 ปี พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้ปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มสูงขึ้นจาก 2.26 เป็น 3.10 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มจาก 2.36 เป็น 3.05 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับดินล่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวหรือมูลไก่ไม่ทำให้มีระดับของไนโตรเจนรวมเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่าดินบนที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณไนโตรเจนรวม (3.14 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าดินบนที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ (2.79 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนในดินล่างใต้ชั้นไถพรวนพบว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ (2.36 กรัมต่อกิโลกรัม) มีระดับไนโตรเจนรวมสูงกว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (2.28 กรัมต่อกิโลกรัม) เพียงเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาผลต่อการระดับไนโตรเจนรวมระหว่างก่อนการทดลองและภายหลังการทดลองพบว่า ในดินบนการใส่ปุ๋ยมูลวัวมีผลให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนรวมเหลือสะสมมากกว่าเดิม คือจาก 2.95 เพิ่มขึ้นเป็น 3.14 กรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินบนมีแนวโน้มลดลงจาก 2.99 เหลือเพียง 2.79 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับดินล่าง พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนรวมลดลงจาก 2.41 เป็น 2.36 และ 2.68 เป็น 2.36 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าในกรณีของปุ๋ยมูลไก่ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินล่างลดลงมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าดินของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ และนอกจากนี้แล้วผลจากการใส่ปุ๋ยคอกยังมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนรวมทั้งสองแปลงไม่ชัดเจนมากนัก โดยเฉพาะดินใต้ชั้นไถพรวนของทั้งสองแปลงที่ได้รับปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีปริมาณไนโตรเจนรวมลดลง ในกรณีของดินบนอาจเป็นผลมาจากการที่ปุ๋ยอินทรีย์นั้นเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินที่คอยปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาผ่านกระบวนการ mineralization โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (Prasad and Power, 1997) ทำให้เกิดการสะสมในบริเวณจุดที่ใส่ปุ๋ยคอกเหล่านี้ ขณะที่ดินล่างมีปริมาณลดลงน่าจะเป็นผลมาจาก 1. ปุ๋ยคอกมีความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำ เนื่องจากมีความเสถียรภาพต่อการย่อยสลาย (Mugwira and. Mukurumbira, 1984) 2. การดูดใช้โดยชาจีน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวจะมีปริมาณรากชาจีนกระจายอยู่มากกว่าในชั้นดินบน

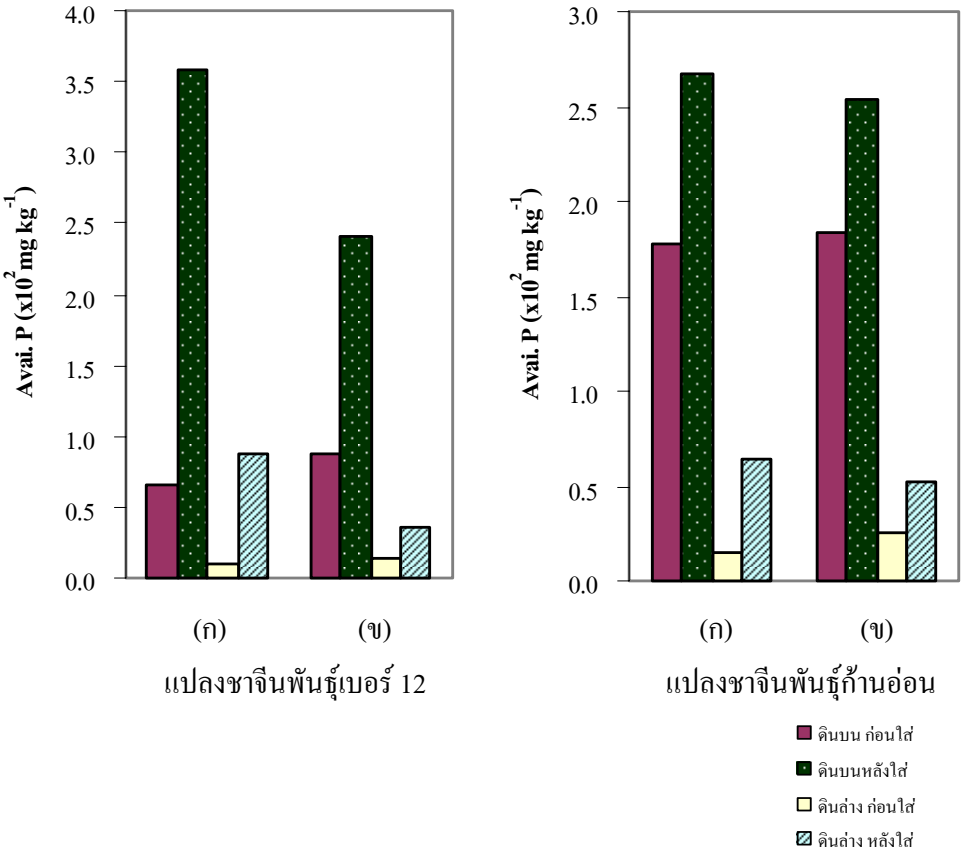
ทำให้มีการดูดใช้ไนโตรเจนที่สะสมอยู่และที่ถูกชะละลายลงมา ดังนั้น หากอัตราการดูดใช้สูงกว่าปริมาณที่ถูกปลดปล่อยจากปุ๋ยคอกและเคลื่อนย้ายลงมา ก็จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนรวมในบริเวณนี้ลดลงได้

2.2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพที่ 15)

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้มีระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ทั้งในดินบนและดินล่าง และนอกจากนี้จะเห็นได้ว่าผลจากการใส่ปุ๋ยคอก (ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่) ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นกว่าปีก่อนอย่างเห็นได้ชัด คือเพิ่มจาก 66.4 และ 88.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 357. 8 และ 239.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ส่วนในดินล่างมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันคือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยทั้งสอง โดยเพิ่มจาก 9.22 และ 10.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็น 97.9 และ 36.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนการใส่ปุ๋ยมูลวัวนั้นมีแนวโน้วทำให้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ทั้งในดินบนและดินล่างแต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยคอกเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า เกิดการสะสมของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในดินบนจาก 177.9 เป็น 267.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว และจาก 184.2 เพิ่มเป็น 253.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในการใช้ปุ๋ยมูลไก่ ส่วนในดินล่างมีแนวโน้มคล้ายคลึง กัน คือ การใส่ปุ๋ยมูลวัวนั้นทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินล่างสูงเพิ่มขึ้นจาก 14.7 เป็น 64.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่แปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 25.3 เป็นเท่ากับ 52.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ผลการศึกษา พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิดมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นทั้งในดินบนและดินล่างใต้ชั้นไถพรวน และเป็นที่น่าสังเกตว่า แปลงที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวทำให้เกิดการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าแปลงที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ ทั้งที่ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยที่มีอยู่ในมูลไก่มักจะสูงกว่าในมูลวัว ทั้งนี้ ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสนั้นถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายปัจจัย ซึ่งโดยส่วนใหญ่ความเป็นกรด-ด่างของดินจะเป็นตัวกำหนดสถานะของฟอสฟอรัส ในดินที่เป็นกรดนั้นมักจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยทั่วไปมักอยู่ในรูปของเหล็กฟอสเฟตหรืออลูมิเนียมฟอสเฟต



ภาพที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

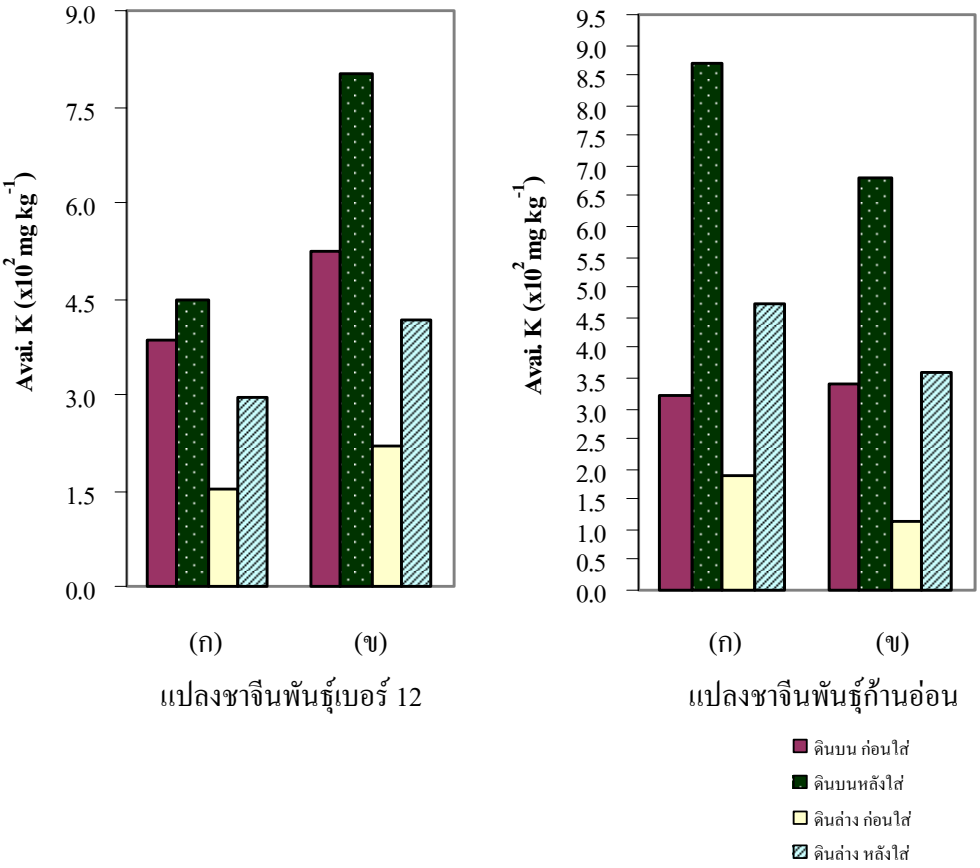
การที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาคีเลต (chelation) ระหว่าง hydroxyl organic acids เช่น tartaric, citric, malonic และ malic acids ซึ่งเกิดขึ้นจากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งกรดเหล่านี้ก็จะทำปฏิกิริยากับ Fe^{+3} หรือ Al^{+3} ที่อยู่ในสารละลายดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งเป็นการป้องกันการทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตทำให้การลดการตรึงฟอสเฟสลงไป (ไพบูลย์, 2546) นอกจากนี้ ชาจีนเป็นพืชที่มีการเก็บยอด ดังนั้น ปริมาณความต้องการฟอสฟอรัสจะไม่สูงนัก ดังนั้น จึงเกิดการสะสมธาตุนี้ได้ง่ายทั้งในดินบนที่มีการใส่ปุ๋ยคอกและในดินชั้นถัดไปที่มีการชะละลายลงมา

2.2.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ภาพที่ 16)

เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปีในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้วที่ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว นอกจากนี้ผลจากการใส่ปุ๋ยคอก (ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่) มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนเพิ่มสูงขึ้นจาก 383.2 และ 522.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 446.7 และ 801.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่ในดินล่างการใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจาก 152.7 และ 219.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 296.5 และ 414.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยจะสังเกตได้ว่า ปริมาณธาตุที่เป็นประโยชน์นี้ในดินล่างเพิ่มขึ้นประมาณเท่าตัวจากค่าวิเคราะห์ก่อนที่จะมีการใส่ปุ๋ยเป็นระยะเวลา 1 ปี เมื่อมีการใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิด สำหรับในกรณีของดินบนนั้น ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในอัตราที่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 63.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อใส่ปุ๋ยมูลวัว และ 278.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่

แปลงชาจีนพันธ์ก้านอ่อน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวเป็นเวลา 1 ปี ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ และผลจากการใส่ปุ๋ยคอกยังมีทำให้มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าปริมาณที่มีเมื่อเริ่มการทดลองทั้งดินบนและดินใต้ชั้นไถพรวน โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 322.3 เป็น 871.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณเพิ่มจาก 338.1 เป็น 682.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับในดินล่าง พบว่า มีแนวโน้มคล้ายคลึงกันคือ แปลงที่ทำการใส่ปุ๋ยมูลวัวนั้นจะมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มจาก 188.0 เป็น 471.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่จะทำให้ดินมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจาก 115.3 เป็น 361.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงไว้ในภาพที่ 25 (ก) และ (ข)

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ทำการทดลองมีแน้วโน้มในทางเพิ่มขึ้นทั้งในดินบนและดินล่างใต้ชั้นไถพรวน ทั้งในกรณีของการใช้ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่ ทั้งนี้เนื่องจาก ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีธาตุโพแทสเซียมสะสมอยู่ในปริมาณพอสมควร เมื่อปุ๋ยเหล่านี้สลายตัวก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมให้แก่ดิน และอิทธิพลของอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ยเหล่านี้ ก็มีผลต่อการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมด้วย เช่นเดียวกับกรณีของฟอสฟอรัส เนื่องจากชาจีนเป็นพืชที่เก็บเกี่ยวใบยอด ปริมาณความต้องการโพแทสเซียม



ภาพที่ 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

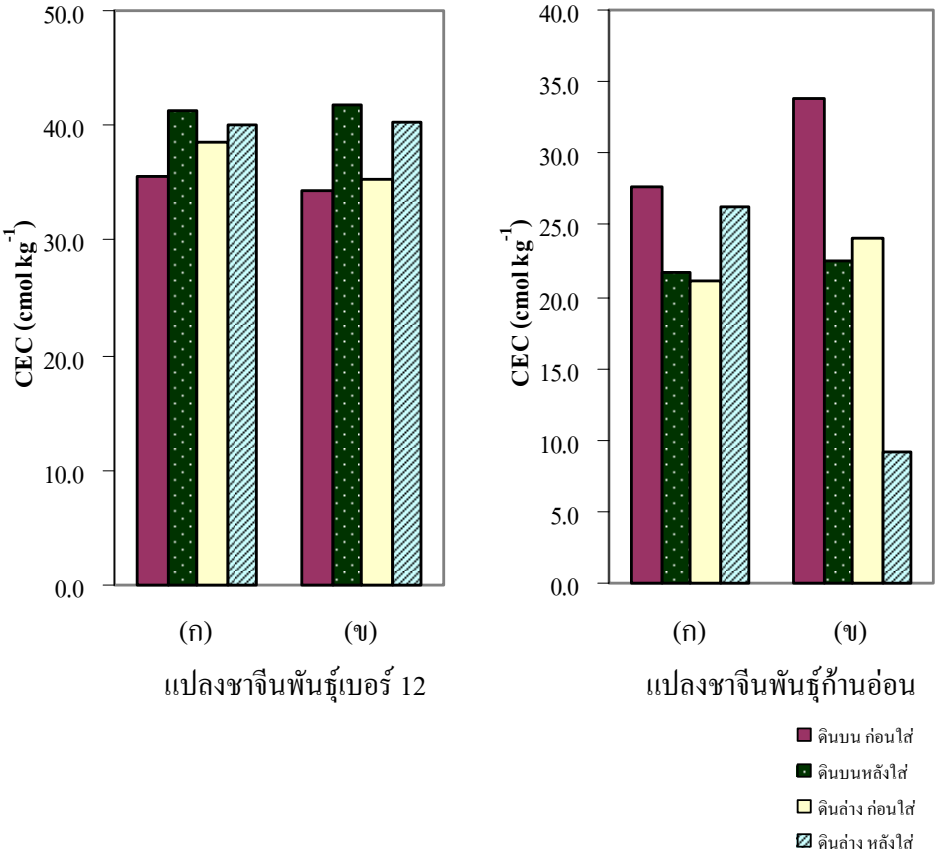
เมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจนจะน้อยกว่ามาก การสะสมจึงเกิดขึ้นจากการปลดปล่อยออกมาจากปุ๋ยคอก และปริมาณโพแทสเซียมดั้งเดิมที่อยู่ในรูปต่าง ๆ โดยเฉพาะมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมากทั้งในดินบนและดินล่าง โดยพบอยู่ในพิสัยสูงถึง 1115.3-522.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ก็ยังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกภายหลังจากการใส่ปุ๋ยคอกเป็นระยะเวลา 1 ปี แสดงให้เห็นว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในดินที่ทำการทดลองร่วมกับปริมาณที่ใส่เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ยคอกมีมากเกินความต้องการของชาจีน นอกจากนี้ ในดินล่างที่มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องมาจาก การชะละลายลงไปสะสมภายหลังจากที่ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไอออนที่ถูกเคลื่อนย้ายได้ง่าย

2.2.6 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ภาพที่ 17)

ผลระหว่างปุ๋ยมูลวัวและมูลไก่ต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนทั้งสองชั้นดินของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่าให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน และภายหลังจากการใส่ปุ๋ยมูลวัวและมูลไก่เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีผลทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้นเล็กน้อยจากค่าเริ่มต้นการทดลอง โดยในดินบนเพิ่มสูงขึ้น จาก 35.56 และ 34.37 เซนติโมลต่อกิโลกรัมเพิ่มเป็น 41.75 และ 41.25 เซนติโมลต่อกิโลกรัมตามลำดับ สำหรับดินล่างพบว่าให้ผลคล้ายคลึงกับในดินบน คือเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 38.59 และ 35.38 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เป็น 40.22 และ 40.12 เซนติโมลต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มที่จะช่วยเพิ่มค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินล่างมากกว่าปุ๋ยมูลวัว ดังแสดงไว้ในภาพที่ 17 (ก) และ (ข)

สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่า อิทธิพลของปุ๋ยทั้งสองต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนยังไม่ชัดเจนมากนัก นอกจากนี้จากการใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลงจากค่าเริ่มต้นการทดลอง โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวดินบนมีค่าลดลงเล็กน้อยจาก 27.7 เป็น 22.5 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ขณะที่แปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ค่านี้จะลดลงมากกว่า คือลดลงจาก 33.8 เป็น 21.7 เซนติโมลต่อกิโลกรัม สำหรับดินล่าง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวกลับทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงเพิ่มขึ้นจาก 21.1 เป็น 26.2 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีค่าลดลงเกือบสามเท่าคือเปลี่ยนจาก 24.1 เป็นเหลือเพียง 9.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ดังแสดงไว้ในภาพที่ 26 (ก) และ (ข)

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้นทั้งในดินบนและดินล่างเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีแนวโน้มลดลงเป็นส่วนใหญ่ การเพิ่มขึ้นของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองระยะยาวของ Gao and Chang (1996) ที่ทำการทดลองเป็นเวลา 18 ปี ซึ่งพบว่า การใส่ปุ๋ยคอกอัตราต่าง ๆ ในระบบที่มีและไม่มีการชลประทานมีผลทำให้ดินในช่วงชั้นความลึก 0-15 และ15-30 เซนติเมตร มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นตามอัตราที่สูงขึ้นโดยพบว่าในระบบที่มีการชลประทานในแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยเป็น 23.64 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงที่มีการใส่มีค่าเฉลี่ยเป็น 30.47 เซนติโมลต่อกิโลกรัม สำหรับในระบบที่ไม่มีระบบชลประทานพบว่าในแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยเป็น 23.58 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และส่วนที่มีการใส่มีค่าเฉลี่ยเป็น 26.63 เซนติโมลต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

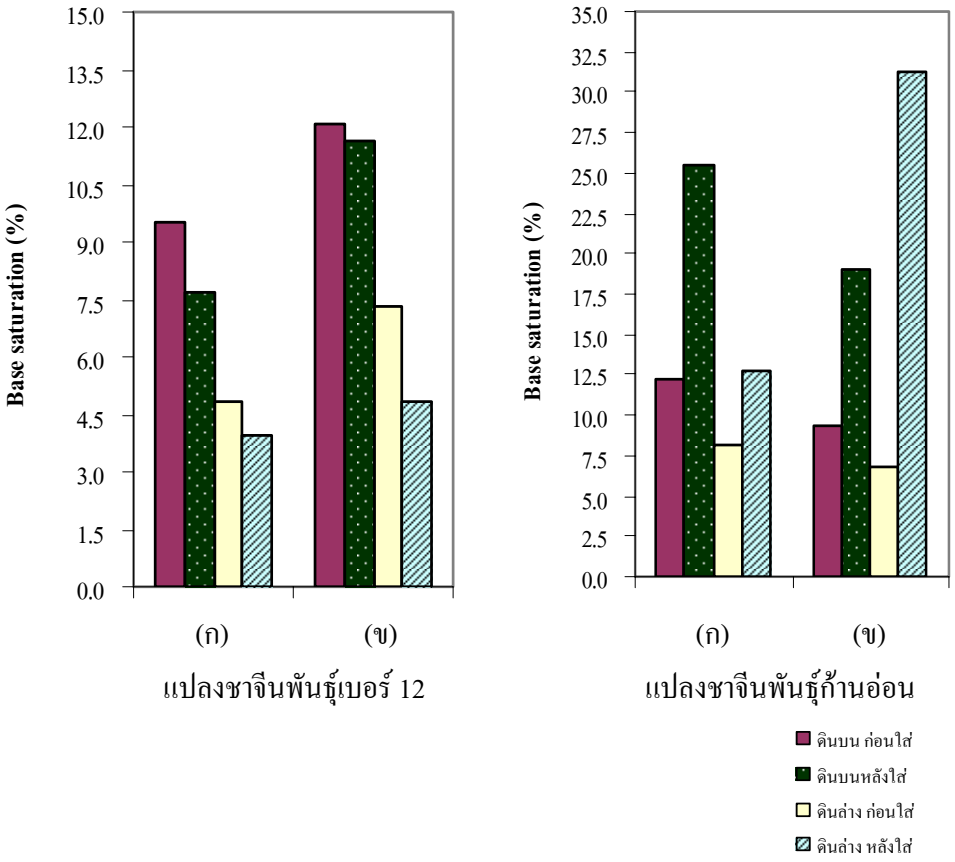
และนอกจากนี้ยังพบว่าค่าที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนรวมด้วย ซึ่งตรงข้ามกับการทดลองระยะสั้นของ Whalen *et al.* (2000) ที่พบว่าการหมักปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ กับดินในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนแต่อย่างใด ซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาทดลองที่สั้นเกินไป จึงไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่นเดียวกับในกรณีของดินในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนซึ่งค่านี้มีแนวโน้มลดลง การเปลี่ยนในทางบวกอาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องก็เป็นได้ ทั้งนี้เพราะตัวอินทรียวัตถุนั้นเป็นแหล่งสำคัญของประจุแบบไม่ถาวรซึ่งจะแตกตัวตามค่าปฏิกิริยาดิน ซึ่งถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงก็จะทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลง แต่ถ้ามีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่านี้ของดินสูงขึ้นด้วย (วิโรจ, 2531)

2.2.7 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ภาพที่ 18)

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 หลังจากที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีผลทำให้ดินทั้งดินบนและดินล่างมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสลดลง โดยการใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้ค่านี้ลดลงจากร้อยละ 9.55 และ 4.81 เป็นร้อยละ 7.68 และ 3.93 ตามลำดับ ขณะที่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ดินมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในดินบนเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จากร้อยละ 12.07 เป็นร้อยละ 11.62 ขณะที่ดินล่างมีค่าลดลงมากกว่าคือจากร้อยละ 7.35 เป็นร้อยละ 4.80 ดังแสดงไว้ใน

ค่าวิเคราะห์ดินของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน หลังจากทำการทดลองไป 1 ปี แสดงให้เห็นว่า อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในดินบนและดินใต้ชั้นไถพรวนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิด โดยดินบนของแปลงใส่ปุ๋ยมูลวัวมีค่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.2 เป็นร้อยละ 25.4 ส่วนในกรณีของปุ๋ยมูลไก่ให้ค่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.3 เป็นร้อยละ 19.1 ในดินล่างพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสเพิ่มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว ซึ่งดินที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีค่านี้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.8 เป็นร้อยละ 31.2 ขณะที่การใช้ปุ๋ยมูลวัวมีผลทำให้อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยจากร้อยละ 8.1 เป็นร้อยละ 12.7 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 27 (ก) และ (ข)

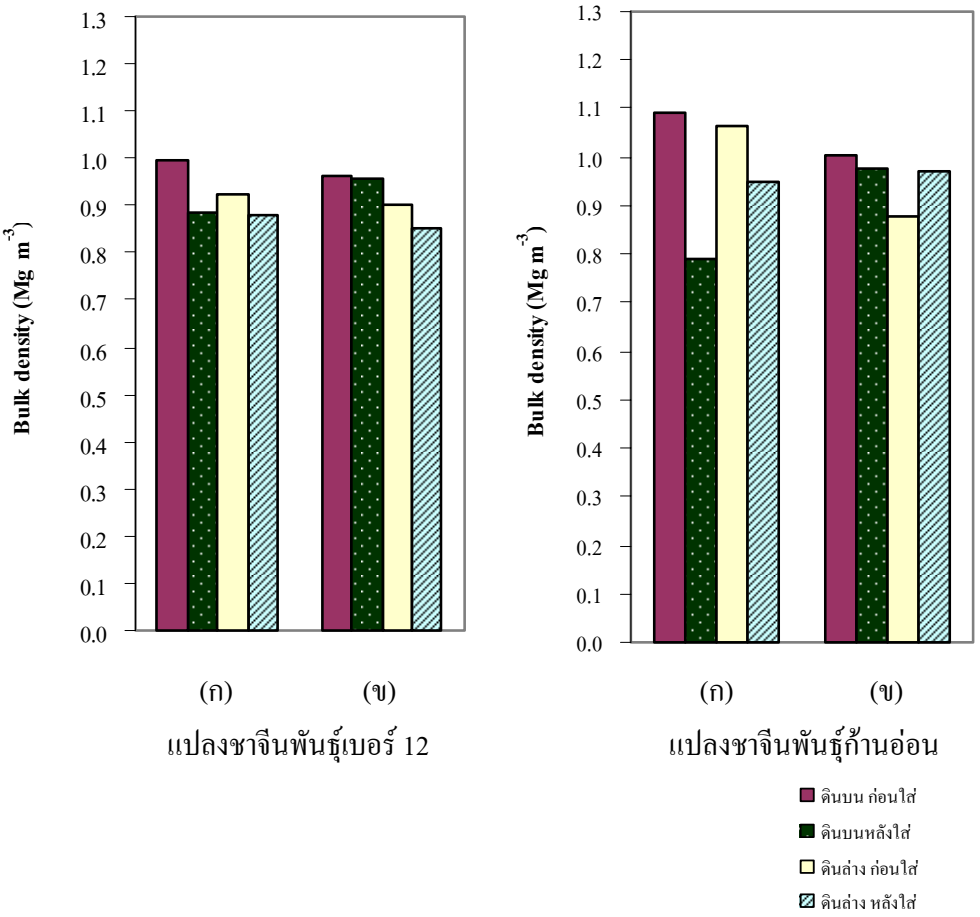
อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีแนวโน้มลดลงหลังจากที่ได้มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่ทั้งในดินบนและดินล่าง ซึ่งแตกต่างกับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีแนวโน้มทำให้มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่าง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสภาพพื้นที่และปริมาณน้ำฝนแล้ว ทั้งสองแปลงอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น อิทธิพลของการชะละลายที่เกิดจากฝนที่ตกลงมาน่าจะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชาจีนทั้งสองแปลงปลูกอยู่บนพื้นที่ที่ได้มีการทำขั้นบันไดเหมือนกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนก่อนการทดลองมีค่าต่ำมาก คือในดินบนพบอยู่ในพิสัยร้อยละ 9.3-12.2 ส่วนในชั้นดินล่างที่อยู่ใต้ชั้นไถพรวนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.8 และ 8.1 ซึ่งต่ำกว่าดินในบริเวณแปลงปลูกชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 อยู่พอสมควร ดังนั้น การใส่ปุ๋ยคอกซึ่งมีแคตไอออน เช่น แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมปะปนอยู่อาจจะเป็นการช่วยเพิ่มตัวความอิ่มตัวของเบสเหล่านี้ในดินได้เล็กน้อย เช่นเดียวกับการเพิ่มความสามารถในการเก็บแคตไอออนไว้ในดินซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณอินทรียวัตถุและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าปฏิกิริยาดินด้วย



ภาพที่ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

2.2.7 ความหนาแน่นรวม (ภาพที่ 19)

ในระยะเวลา 1 ปี ของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 เปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่ พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวมีแนวโน้วทำให้ความหนาแน่นรวมของดินบนลดลง โดยลดจาก 1.00 เป็น 0.89 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ทำให้ดินบนมีความหนานแน่นรวมเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ส่วนในดินล่างกลับพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลวัว โดยลดจาก 0.90 เป็น 0.85 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ปุ๋ยมูลวัวทำให้ความหนานแน่นรวมของดินล่างลดลงจาก 0.92 เป็น 0.88 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงไว้ในภาพที่ 19 (ก) และ (ข)



ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

ในแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวมในดินบนเป็นอย่างมาก โดยทำให้ดินมีค่านี้ลดลงจาก 1.09 เป็น 0.79 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวมเท่าใดนัก สำหรับดินล่างใต้ชั้นไถพรวน การใส่ปุ๋ยมูลวัวยังมีแนวโน้วช่วยลดความหนาแน่นของดินลงเล็กน้อย โดยลดลงจาก 1.07 เป็น 0.95 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ดินในแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่กลับมีค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้นจาก 0.88 เป็น 0.97 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงไว้ในภาพที่ 28 (ก) และ (ข)

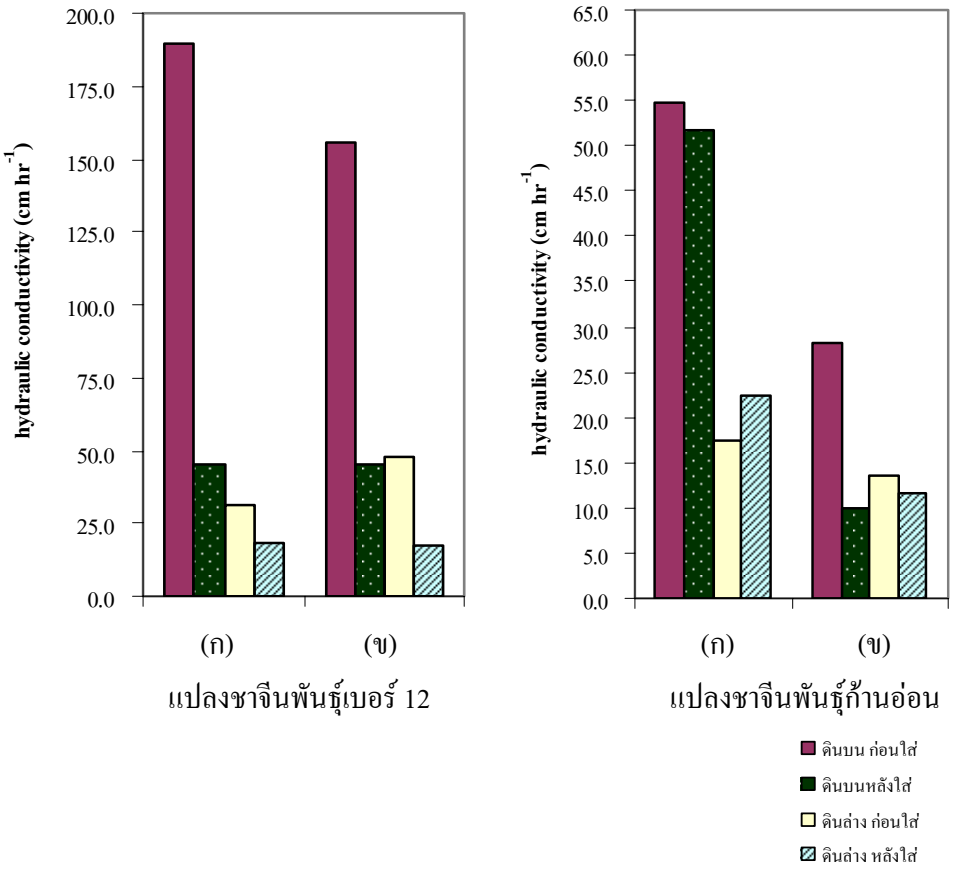
ผลการศึกษา พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลวัวมีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินทั้งในดินบนและดินล่างลดลง (Hati *et al*., 2006; khaleel *et al.*, 1981) เล็กน้อยในทั้งสองแปลง ขณะที่

การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทั้งสองแปลง ความหนาแน่นรวมไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเริ่มแรกก่อนการทดลองทั้งในดินบนและดินล่างใต้ชั้นไถพรวน ซึ่งโดยปกติแล้ว ค่านี้ควรจะลดลงเมื่อมีการใช้ปุ๋ยคอกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าดินทั่วไป แต่เนื่องจาก ดินในบริเวณที่ใช้ปลูกชาจีนทั้งสองพันธุ์มีค่าความหนาแน่นรวมค่อนข้างต่ำอยู่ก่อนแล้ว การใช้ปุ๋ยคอกในระยะเวลาเพียง 1 ปี จึงอาจจะไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนเท่าใดนัก ประกอบกับปุ๋ยคอกทั้งสองชนิด ได้ผ่านการหมักมาแล้ว จะมีเยื่อใยเหลืออยู่น้อยกว่าพวกปุ๋ยหมักที่หมักจากฟางข้าว เศษหญ้า หรือพืชปุ๋ยสด ทำให้ไม่ค่อยมีผลต่อการลดความแน่นของดิน

2.2.8 สภาพการนำน้ำ

ภายหลังจากที่มีการใส่ปุ๋ยคอกเป็นระยะเวลา 1 ปี ของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดทำให้สภาพการนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำแตกต่างกัน (ภาพที่ 20) โดยปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีผลทำให้สภาพการนำน้ำของดินทั้งดินบนและดินล่างช้าลง โดยเมื่อใช้ปุ๋ยมูลวัวทำให้สภาพการนำน้ำในดินบนลดลงจาก 189.94 เป็น 44.85 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่ดินล่างลดลงจาก 31.17 เป็น 18.46 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่ สภาพการนำน้ำของดินบนลดลงจาก 152.62 เป็น 44.94 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และ 48.24 เป็น 13.54 เซนติเมตรต่อชั่วโมงในดินล่าง

สำหรับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ผลจากการใส่ปุ๋ยคอกแสดงให้เห็นว่า ดินบนที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวเป็นเวลา 1 ปี สภาพการนำน้ำลดลงเล็กน้อยจาก 54.68 เป็น 51.61เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ดินบนมีสภาพการนำน้ำลดลงค่อนข้างมากจาก 28.16 เป็นเท่ากับ 10.06 เซนติเมตรต่อชั่วโมง สำหรับดินล่างใต้ชั้นไถพรวน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวมีผลให้สภาพการนำน้ำของดินสูงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 17.49 เป็น 22.52 เซนติเมตรต่อชั่วโมง เช่นเดียวกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ซึ่งมีค่านี้เพิ่มขึ้นจาก 13.54 เป็นเท่ากับ 11.55 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 29 (ก) และ (ข)



ภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำน้ำของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัว (ก) และปุ๋ยมูลไก่ (ข) เป็นระยะเวลา 1 ปี

การเปลี่ยนแปลงสภาพการนำน้ำของดินทั้งสองแปลง เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่ มีแนวโน้มของค่านี้ลดลงแต่ก็ยังอยู่ในอัตราที่เร็วมากในดินบน และเร็วถึงเร็วปานกลางในดินล่างใต้ชั้นไถพรวน ซึ่งค่านี้มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นรวมของดินที่เปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกัน สาเหตุที่ดินมีค่าสภาพการนำน้ำเร็วก็เนื่องมาจาก ดินในตอนบนของทั้งสองแปลงมีปริมาณอินทรียวัตถุสะสมอยู่ค่อนข้างสูง ซึ่งก็จะมีผลต่อความเสถียรภาพของเม็ดดินทำให้ดินมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการไหลของน้ำลงไปในดิน (Nyamangara *et al*., 2001) และมีอนุภาคขนาดทรายอยู่มากกว่าในตอนล่าง อย่างไรก็ตาม สภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ลดลงแต่ไม่มากนักอาจมีผลดีในด้านการชะลอการไหลของน้ำในแนวดิ่งลงเล็กน้อย ซึ่งจะเป็นการลดอิทธิพลของการชะละลายที่จะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกไปจากชั้นรากพืชได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม จะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเพิ่มเติมด้วย แต่ไม่ได้มีการศึกษาในครั้งนี้แต่อย่างใด

3. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการให้ผลผลิตของชาจีน

3.1 ผลผลิตชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11)

ปริมาณผลผลิตใบชาจีนสดในการศึกษานี้ พบว่า ตลอดการทดลองการให้ผลผลิตของชาพันธุ์เบอร์ 12 ในแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปีแรกเท่านั้นโดยเป็นการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 เป็นตำรับที่มีการให้ผลผลิตใบชาสดได้สูงที่สุด โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 360.0 และ 177.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ให้ผลผลิตใบชาสดไม่ต่างกันกับในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว ซึ่งให้ผลผลิตสดเท่ากับ 350 และ 165.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการเก็บเกี่ยวนั้นการให้ผลผลิตน้ำหนักสดของแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 และการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร (311.0 กิโลกรัมต่อไร่) และ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว (450.8 กิโลกรัมต่อไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงที่สุด ส่วนในการเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 6, 7 และ 8 พบว่าตำรับที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักใบชาสดสูงที่สุดคือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 โดยให้ผลผลิตน้ำหนักสดเท่ากับ 519.7, 371.6 และ 513.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สำหรับผลผลิตรวมในปีแรกของการเก็บเกี่ยว การให้ผลผลิตใบชาจีนสดของแต่ละตำรับทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวให้ผลผลิตน้ำหนักสดรวมสูงที่สุดเท่ากับ 836.3 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่ต่างกับน้ำหนักสดที่ได้จากตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ (800.8 กิโลกรัมต่อไร่) โดยตำรับที่ 4 เป็นตำรับที่ให้ผลผลิตสดเฉลี่ยต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวกับปุ๋ยมูลไก่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่นั้นให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว และระหว่างการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดก็พบว่าตำรับที่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรนั้นให้ผลผลิตเฉลี่ยรวมทั้งปีในปีแรกของการศึกษาสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 และยังพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการฉีดพ่นหรือไม่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรในตำรับที่ 3 มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตเฉลี่ยรวมในปีแรกสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นฉีดพ่น (ตำรับควบคุม) ส่วนการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 (ตำรับที่ 4) ไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากได้รับผลผลิตใบชาสดเฉลี่ยต่ำกว่าตำรับควบคุมที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว

ส่วนในปีที่สองพบว่า การให้ผลผลิตใบชาจีนสดของแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตใบชาจีนสดได้สูงสุด ได้แก่ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 2,122.2 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 2 ซึ่งใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวที่มีแนวโน้มการให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบในตำรับที่ 3 โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 2,002.1 และ 1,985.0 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ สำหรับตำรับควบคุมที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวนั้นให้ผลผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 1,947.0 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่กับการให้ผลผลิตใบชาจีนสด พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่นั้นสามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว และเมื่อมีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำทางใบ พบว่า การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตดีกว่ากว่าการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร และนอกจากนี้ยังพบว่าระหว่างที่มีการฉีดพ่นกับไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อการให้ผลผลิต การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรและปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยมูลวัว มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ได้ฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (ตำรับควบคุม) ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว

สำหรับผลรวมของผลผลิตชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ในระยะเวลา 2 ปี (ภาพที่ 20)พบว่า การให้ผลผลิตน้ำหนักสดของแต่ละตำรับการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างใด การใช้ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียว (ตำรับที่ 2) ให้ผลผลิตรวมตลอดระยะเวลา 2 ปีเท่ากับ 2,834.4 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากตำรับที่ 4 ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบที่ได้ผลผลิตเท่ากับ 2,837.7 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าอย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตใบชาสดระหว่างตำรับควบคุมกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวนั้นพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่สามารถให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงกว่าในตำรับควบคุม และระหว่างตำรับควบคุมซึ่งไม่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ กับตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำก็พบว่าการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถให้ผลผลิตใบชาสดที่สูงกว่าตำรับควบคุม

ผลผลิตที่ได้จากแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 แสดงแนวโน้มของการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการเก็บเกี่ยว 3 ครั้งหลังสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการได้รับธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2546) เสริมเข้ามา ซึ่งโดยปกติแล้วถึงแม้ว่าจะปริมาณในปุ๋ยอินทรีย์ชนิดนี้น้อยมาก

แต่เนื่องจากพืชก็สามารถที่จะได้รับสารเหล่านี้ทางใบได้ และนำไปใช้ทันที (ยงยุทธ, 2547) ในขณะที่การได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยคอกทางดินที่ถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ ขณะเดียวกันการใส่ปุ๋ยมูลไก่ดูเหมือนว่าจะให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับ ภูมิศักดิ์ และคณะ (2542) ที่พบว่าในปริมาณที่เท่ากัน มูลไก่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตพืชมากกว่ามูลสุกรและมูลวัว ตามลำดับ และในการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ประมาณ 3 เท่าของการไม่ใส่ปุ๋ย

3.2 ผลผลิตชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ตารางที่ 12 และ ตารางที่ 13)

ตลอดการทดลองการให้ผลผลิตของชาพันธุ์ก้านอ่อนในแต่ละตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปีแรกซึ่งเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จำนวน 3 ครั้ง ตำรับที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงที่สุด ได้แก่ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละครั้งเท่ากับ 145.5, 146.3 และ 213.3 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการเก็บเกี่ยว สามารถเก็บเกี่ยวได้จำนวน 4 ครั้ง ผลผลิตของแต่ละตำรับการทดลองยังคงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ให้ผลผลิตใบชาสดที่สูงที่สุดเปลี่ยนเป็นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (276.3 กิโลกรัมต่อไร่) สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 300.5 กิโลกรัมต่อไร่ การเก็บเกี่ยวที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 270.4 กิโลกรัมต่อไร่ และในการเก็บเกี่ยวในครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 4 ของปีที่สอง) พบว่าเป็นตำรับที่มีใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว (ตำรับควบคุม) ให้ผลผลิตได้สูงที่สุดเท่ากับ 303.9 กิโลกรัมต่อไร่

การเปรียบเทียบผลผลิตรวม พบว่า การให้ผลผลิตใบชาสดของแต่ละตำรับทดลองในปีแรกนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีแนวโน้มให้ผลผลิตใบชาจีนสดเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ โดยให้ผลผลิตใบชาจีนสดเท่ากับ 502.1 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (ตำรับที่ 2) ซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 467.8 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 427.6 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบการให้ผลผลิตของชาจีนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 377.4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับ

ตารางที่ 10 แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดตลอดการทดลองของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตใบชาจีนสดเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	280.0c	292.8	185.0a	310.8	450.8	443.3	319.6	422.5
ตำรับที่ 2	350.0ab	321.3	165.0ab	309.3	445.9	441.2	362.2	443.5
ตำรับที่ 3	360.0a	263.3	177.5a	311.0	439.3	482.0	321.2	431.5
ตำรับที่ 4	320.0b	250.5	145.0b	294.1	423.8	519.7	371.6	513.0
F-test > 0.01	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	23.6	28.2	19.3	7.9	12.9	12.1	14.5	10.2

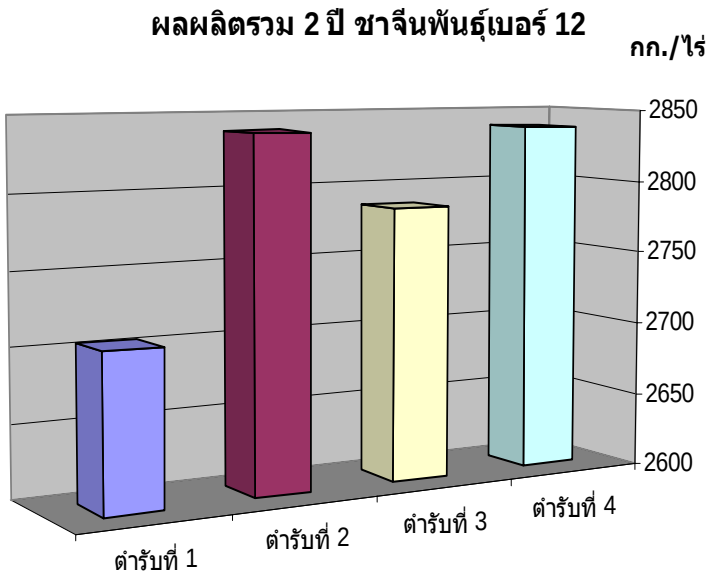
ตารางที่ 11 แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตใบชาจีนสดรวม (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีแรก	ปีที่สอง	ตลอดทั้งสองปี
ตำรับที่ 1 (control)	757.8bc	1,947.0	2,705
ตำรับที่ 2	836.3a	2,002.1	2,838
ตำรับที่ 3	800.8ab	1,985.0	2,768
ตำรับที่ 4	715.5c	2,122.2	2,838
F-test > 0.01	**	ns	ns
% C.V.	6.0	7.8	6.4

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก	ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง	ครั้งที่ 4, 5, 6, 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control)	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ



ภาพที่ 21 แสดงปริมาณผลผลิตรวมเฉลี่ย 2 ปี ของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

การฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบประมาณ 125 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อเปรียบเทียบการให้ผลผลิตกันระหว่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวและมูลไก่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มการให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงกว่า ขณะที่การฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดเปรียบเทียบกัน พบว่า การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ มีแนวโน้มการให้ผลผลิตสูงกว่าการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ นอกจากนี้การได้รับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำกับการไม่ได้รับการฉีดพ่น พบว่า การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำอาจจะช่วยเพิ่มผลผลิตใบชาจีนสดได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวเฉพาะในกรณีของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ฉีดพ่นทางใบ ส่วนการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตต่ำกว่า

ผลรวมผลผลิตใบชาจีนสดเฉลี่ยปีที่สอง ยังคงแสดงให้เห็นว่า การให้ผลผลิตของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนในตำรับการทดลองต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับปีแรก ทั้งยังมีแนวโน้มในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันด้วย โดยตำรับที่ 4 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีแนวโน้มการให้ผลผลิตรวมทั้งปีสูงสุดเท่ากับ 1,120.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ก็ใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากตำรับที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียว (1,110.5 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนตำรับที่ 3 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มการ

ให้ผลผลิตทั้งปีต่ำกว่าสองตำรับข้างต้น (1,049.6 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ใกล้เคียงกับตำรับควบคุมที่ได้ผลผลิตเท่ากับ 1,040.1 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยมูลวัวกับปุ๋ยมูลไก่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่จะให้ผลผลิตใบชาจีนสดเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว และระหว่างการฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด พบว่า การฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่สูงกว่าการฉีดด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ ขณะที่การเปรียบเทียบกันระหว่างการฉีดกับการใช้ปุ๋ยคอกโดยไม่มีการฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่า ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทางใบทั้งสองชนิดมีแนวโน้มการให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับควบคุมซึ่งเป็นตำรับที่ไม่ได้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่น

ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวจากแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของผลผลิตเป็นอย่างมาก แต่ก็มีแนวโน้มการให้ผลผลิต เช่นเดียวกันการให้ผลผลิตในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

สำหรับกรณีของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ผลผลิตรวมตลอดระยะเวลา 2 ปีที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 22) พบว่า การให้ผลผลิตน้ำหนักสดของแต่ละตำรับการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต และมีแนวโน้มของการตอบสนองของผลผลิตใบชาจีนสดต่อชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ในลักษณะเดียวกับชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 คือ การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียว (ตำรับที่ 2) มีแนวโน้มการให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่มูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 1,578.3 และ 1,622.6 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนการใช้มูลวัวอย่างเดียวและการใช้มูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบให้ผลผลิตรวมตลอดระยะเวลา 2 ปีต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด (1,467.7 และ 1,427.0 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตใบชาสดระหว่างตำรับควบคุมกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวนั้นพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่สามารถให้ผลผลิตใบชาจีนสดสูงกว่าในตำรับควบคุม และระหว่างตำรับควบคุมซึ่งไม่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำกับตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่า การฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถให้ผลผลิตใบชาสดที่สูงกว่าตำรับควบคุม

ตารางที่ 12 แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดตลอดการทดลองของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตใบชาจีนสดเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	122.8	96.3	208.5	225.5	246.0	264.7	303.9
ตำรับที่ 2	135.0	122.5	210.3	256.3	300.5	257.2	296.5
ตำรับที่ 3	94.0	111.3	172.1	231.5	272.8	270.4	274.9
ตำรับที่ 4	142.5	146.3	213.3	276.3	296.3	254.3	293.6
F-test > 0.01	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	25.7	22.5	24.6	13.9	10.8	15.4	15.3

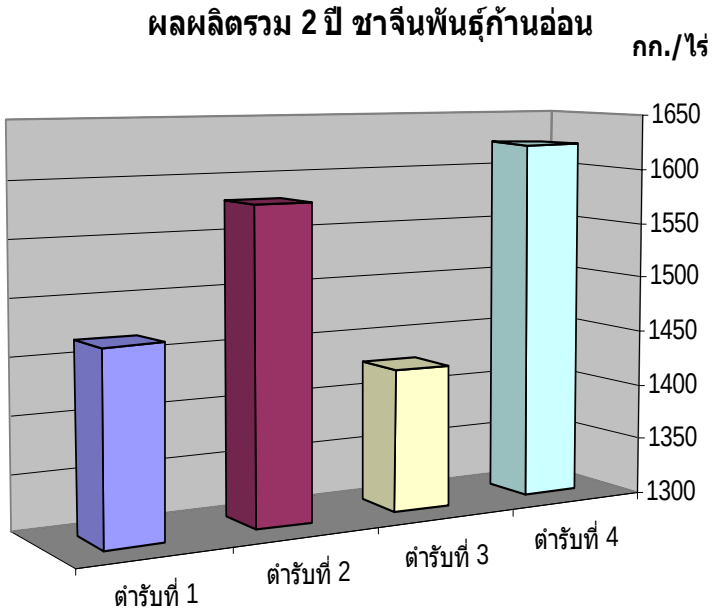
ตารางที่ 13 แสดงน้ำหนักผลผลิตใบชาสดรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตใบชาจีนสดรวม (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีแรก	ปีที่สอง	ตลอดทั้งสองปี
ตำรับที่ 1 (control)	427.6	1,040.1	1,468
ตำรับที่ 2	467.8	1,110.5	1,578
ตำรับที่ 3	377.4	1,049.6	1,427
ตำรับที่ 4	502.1	1,120.5	1,622
F-test > 0.01	ns	ns	ns
% C.V.	17.9	10.6	11.3

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ



ภาพที่ 22 แสดงปริมาณผลผลิตรวมเฉลี่ย 2 ปีของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

3.3 ผลผลิตรวม 2 ปีของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ผลผลิตจากการทดลองระยะเวลา 2 ปีของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 แสดงไว้ในภาพที่ 23 ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด 8 ครั้ง และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนแสดงไว้ในภาพที่ 24 โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด 7 ครั้ง

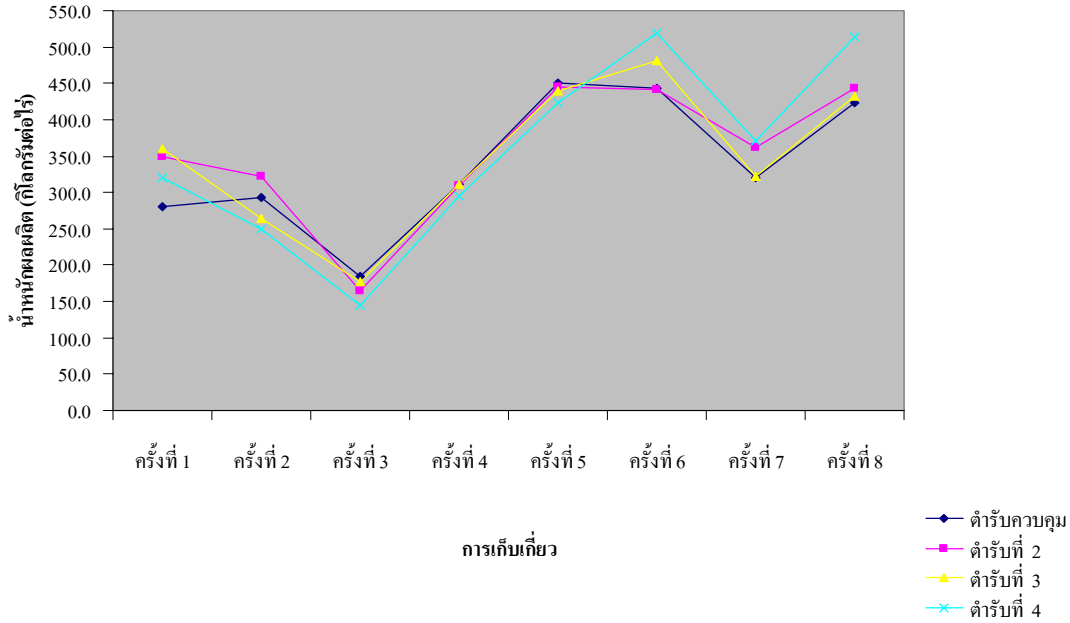
ผลผลิตที่ได้จากแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 แสดงแนวโน้มของการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการเก็บเกี่ยว 3 ครั้งหลัง ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มว่าจะให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว แต่ผลยังไม่ชัดเจนนัก ขณะที่ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวจากแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของผลผลิตเป็นอย่างมาก แต่ก็มีแนวโน้มว่า การใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวอาจจะเพียงพอต่อการเจริญเติบให้ผลผลิตของชาจีนพันธุ์นี้ เนื่องจากผลผลิตในระยะหลังมีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับการใช่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่นทางใบ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากภาพแสดงข้างต้น จะเห็นได้ว่า ผลผลิตของชาจีนทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าจะได้ผลผลิตลดลงบ้างในบางครั้งของการเก็บเกี่ยวที่มีสภาพอากาศค่อนข้างแปรปรวน และไม่ค่อยมีแสงแดดเท่าไรเนื่องจากเป็นช่วงปลายปีที่มีอากาศค่อนข้างหนาว และเย็น ซึ่งก็จะมีการพักตัวของตายอดตามมา จากการที่ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง น่าจะมีผลมาจาก

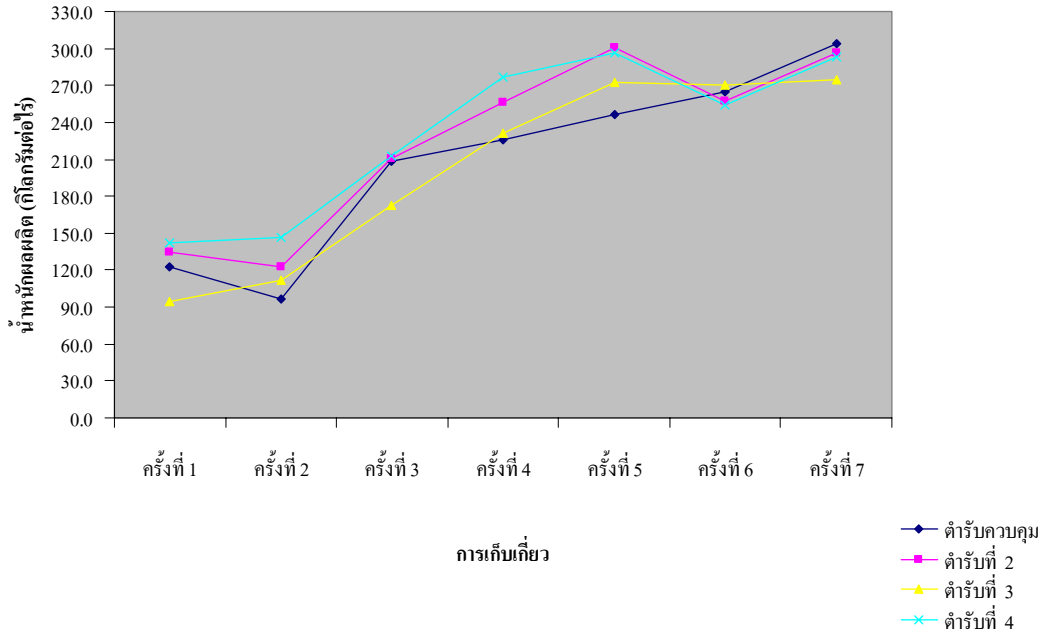
1) ชาจีนมีอายุมากขึ้น ทำให้ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น จำนวนใบยอดที่ถูกเก็บเกี่ยวจึงเพิ่มขึ้น

2) การจัดการดูแลต้นชาที่ดีขึ้น ทั้งด้านการตัดแต่งกิ่ง ทรงพุ่ม การใช้เศษเหลือจากการตัดแต่งสำหรับการคลุมดิน การให้ปุ๋ยที่เป็นระบบและต่อเนื่อง มีการให้คำแนะนำเรื่องการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง และการจัดการตกแต่งต้นชาทั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง และช่วงที่ชาจีนพักตัว (ฤดูหนาว)

ผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่า การพิจารณาเลือกใช้การให้ปุ๋ยอินทรีย์ทางใบอาจจะต้องคำนึงผลผลิตที่ได้รับเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการใช้ปุ๋ยทางใบจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย และแรงงานสำหรับการดำเนินการที่จะต้องฉีดพ่นทุกอาทิตย์ สำหรับชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 การใช้ปุ๋ยมูลไก่น่าจะให้ผลตอบแทนดีที่สุด ขณะที่ชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนซึ่งปกติจะให้ผลผลิตต่ำกว่าชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 แต่ผลผลิตมีราคาสูงกว่าเท่าตัว ผลผลิต (ระยะเวลา 2 ปี) เมื่อมีการใส่มูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบที่สูงกว่าการใส่มูลไก่เพียงอย่างเดียว ประมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาถึงรายได้ที่เพิ่มขึ้นประมาณ 4,000-5,000 บาท การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำดังกล่าวอาจจะไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจเช่นเดียวกับกรณีของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 อย่างไรก็ตาม หากมีการดำเนินการต่อในปีที่ 3 ก็อาจจะได้คำตอบที่มีความชัดเจนมายิ่งขึ้น



ภาพที่ 23 แสดงปริมาณผลผลิตใบชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี



ภาพที่ 24 แสดงปริมาณผลผลิตใบชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี

4. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการสะสมธาตุอาหารในใบชาจีน

4.1 ชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 (ตารางที่ 14, 15 และ 16)

1) ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบยอดปีแรก

ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบชาจีนในปีแรก มีค่าอยู่ในพิสัยที่กว้าง โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.52 ถึง 3.94 โดยการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ตำรับที่ใบชาจีนมีการสะสมไนโตรเจนสูงสุด คือ ตำรับที่ 4 ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ร้อยละ 3.34) ซึ่งใกล้เคียงกับการสะสมในใบชาจีนของตำรับที่ 3 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร (ร้อยละ3.32) ใบชาจีนที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว (ตำรับที่ 2) มีการสะสมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3.30 ซึ่งมากกว่าในตำรับควบคุม (ร้อยละ 2.96) และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า ในทุกตำรับการทดลองปริมาณไนโตรเจนในใบที่ถูกเก็บเกี่ยวออกไปมีระดับความเข้มข้มไม่ต่างกันมากนัก โดยพบอยู่ในพิสัยร้อยละ 3.77-3.94 ตำรับที่ 3 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มของการสะสมไนโตรเจนในใบยอดสูงสุด ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวนั้นมีแนวโน้มของการสะสมต่ำที่สุด (ร้อยละ 3.77)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ที่เก็บเกี่ยวในปีแรกเปรียบเทียบระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่กับตำรับควบคุมที่ใส่เฉพาะปุ๋ยมูลวัว พบว่า มีแนวโน้มของการสะสมธาตุนี้ไม่แตกต่างกัน ส่วนผลของการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดมีแนวโน้มทำให้พืชดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นไปสะสมในใบยอดมากกว่าตำรับควบคุมเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกเท่านั้น ส่วนอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดเมื่อเปรียบเทียบกันไม่มีผลต่อการสะสมไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนพันธุ์นี้แต่อย่างใด

2) ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบยอดปีที่สอง

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารของแต่ละตำรับการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะในครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่ 2) เท่านั้น และนอกจากนี้ยังมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากในปีแรก โดยในการเก็บเกี่ยวในครั้งนี้ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นทางใบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดมีระดับความเข้มข้นของ

ไนโตรเจนที่สูงที่สุดคือร้อยละ 5.00 ทั้งคู่ การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) ตำรับที่มีแนวโน้มว่าของระดับความเข้มข้นสูงสุดคือตำรับควบคุม (ร้อยละ 4.80) และตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว (ร้อยละ 4.80) ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่มีแนวโน้มว่าจะมีระดับไนโตรเจนสะสมสูงสุดคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 (ร้อยละ 4.45) ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว (ร้อยละ 4.38) การเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 7 (ครั้งที่ 4 ของปีที่สอง) พบว่า ตำรับที่มีแนวโน้มของการสะสมสูงสุด ได้แก่ ตำรับควบคุมที่ใส่แต่ปุ๋ยมูลวัว (ร้อยละ 4.65) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร (ร้อยละ 4.60) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ร้อยละ 4.58) และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายของปีที่ 2 พบว่า มีปริมาณการสะสมธาตุนี้ลดลงจากการเก็บเกี่ยวในครั้งก่อน ตำรับที่มีแนวโน้มของการสะสมไนโตรเจนในใบยอดสูงสุด คือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 เท่ากับร้อยละ 4.35

สำหรับในปีที่สองของการเก็บเกี่ยว พบว่า ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ขณะที่การเก็บเกี่ยวที่เหลือไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใด ส่วนผลจากการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดแสดงให้เห็นว่าทำให้มีระดับความเข้มข้นในใบได้สูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเฉพาะการเก็บเกี่ยวครั้งแรกเท่านั้น ส่วนใบชาจีนจากการเก็บเกี่ยวที่เหลือมีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบยอดใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำเช่นเดียวกันกับการดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นไปสะสมในใบยอดของชาจีนพันธุ์นี้ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่แตกต่างกัน

3) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในใบยอดปีแรก

ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนของการเก็บเกี่ยวครั้งแรก พบว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ตำรับที่ 4) มีแนวโน้มมีการสะสมของฟอสฟอรัสในใบปริมาณสูงสุดในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.74 และร้อยละ 0.72 ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสี่ตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยพบอยู่ใน

พิสัยแคบ ๆ ระหว่างร้อยละ 0.61-0.69 เท่านั้น ซึ่งตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุดเป็นตำรับควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.69

ตารางที่ 14 แสดงความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	1.66	2.96	3.92	4.65c	4.80	4.20	4.65	4.23
ตำรับที่ 2	1.61	3.30	3.77	4.90b	4.80	4.38	4.55	4.25
ตำรับที่ 3	3.32	1.52	3.94	5.00a	4.73	4.25	4.60	4.23
ตำรับที่ 4	3.34	1.81	3.90	5.00a	4.45	4.45	4.58	4.35
F-test > 0.01	-	-	-	**	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	2.3	3.6	4.7	5.6	3.0

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6, 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

การเก็บเกี่ยวในปีแรกนั้นแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้มีระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบชาต่ำกว่าตำรับควบคุมในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว ส่วนผลจากการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่า มีแนวโน้มทำให้มีระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดสูงกว่าตำรับควบคุมบ้างเป็นบางครั้ง ส่วนการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีแนวโน้มทำให้พืชดูดใช้ฟอสฟอรัสขึ้นไปสะสมยังใบยอดมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรฉีดพ่น

4) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในใบยอดปีที่สอง

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดปีที่สองในแต่ละตำรับมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสะสมฟอสฟอรัสในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งพบอยู่ในพิสัยแคบ ๆ เท่านั้น (ร้อยละ 0.31-0.38) การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) ที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียว และตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้วการสะสมฟอสฟอรัสในใบสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.35 ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) และ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีแนวโน้มการสะสมฟอสฟอรัสสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.37 ในการเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 7 (ครั้งที่ 4 ของปีที่สอง) ตำรับควบคุมที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมสูงสุด (ร้อยละ 0.36) และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายของปี พบว่า ตำรับควบคุมและตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีระดับของฟอสฟอรัสสะสมในใบสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.38

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบชาจีนในปีที่สองของการศึกษา แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยน้ำอินทรีย์โดยการฉีดพ่นทางใบไม่มีผลต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสของชาจีนขึ้นไปสะสมยังใบยอดแต่อย่างใด

5) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดปีแรก

การเก็บเกี่ยวครั้งแรก พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ มีแนวโน้มว่ามีระดับความเข้มข้นอยู่ในระดับสูงสุด (ร้อยละ 2.39) รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบที่มีการสะสมธาตุนี้เท่ากับร้อยละ 2.37 ในการเก็บเกี่ยวครั้งต่อมา ให้ผลในทางตรงข้าม โดยตำรับที่มีแนวโน้มว่ามีระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงสุดคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (ร้อยละ 2.29) รองลงมาคือตำรับควบคุมมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.10 การเก็บเกี่ยวครั้งในครั้งที่ 3 พบว่า พืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมขึ้นไปสะสมในใบยอดในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 2.53-2.83) โดยเป็นที่น่าสังเกตว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของธาตุนี้ในใบยอดพบอยู่ในระดับที่สูงกว่าใบยอดที่เก็บเกี่ยวในสองครั้งที่ผ่านมา

ตารางที่ 15 แสดงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	0.64	0.69	0.60	0.33	0.36	0.33	0.36	0.38
ตำรับที่ 2	0.54	0.68	0.50	0.35	0.36	0.31	0.34	0.37
ตำรับที่ 3	0.33	0.61	0.45	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36
ตำรับที่ 4	0.74	0.65	0.72	0.34	0.37	0.37	0.31	0.38
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	4.3	4.2	4.0	5.8	4.8

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6, 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในใบยอดของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ที่เก็บเกี่ยวในปีแรก พบว่า ความเข้มข้นในใบยอดมีความแปรปรวนพอสมควร ยกเว้นในครั้งสุดท้ายที่มีการสะสมสูงขึ้นอย่างชัดเจนในทุกตำรับการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีแนวโน้มว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่นเพิ่มเติมไม่มีผลต่อพืชในการดูดใช้โพแทสเซียมแต่อย่างใด เนื่องจาก ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดของชาจีนพบอยู่ในระดับต่ำกว่าในตำรับควบคุม

6) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดปีที่สอง

การเก็บเกี่ยวปีที่สอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนของแต่ละตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ และตำรับที่มีการสะสมโพแทสเซียมอยู่สูงสุดก็ผันแปรไปในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว โดยการเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบให้ค่าการสะสมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 2.11 ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ร้อยละ 2.09) ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีการสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก โดยพบอยู่ในพิสัยร้อยละ 1.95-1.99 การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีการสะสมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 2.22 ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 7 ของปีที่สอง พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่พืชมีแนวโน้มการสะสมธาตุนี้สูงสุด (ร้อยละ 2.05) และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย มีปริมาณการสะสมลดลงจากการเก็บเกี่ยวครั้งก่อนอย่างชัดเจนในทุกตำรับการทดลอง โดยตำรับที่มีแนวโน้มว่ามีความเข้มข้นอยู่ในระดับสูงที่สุดเป็นตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.87

ผลในปีที่สองของการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มที่จะทำให้พืชมีระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดสูงกว่าตำรับควบคุมในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยวแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิดมีแนวโน้มทำให้มีระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดสูงกว่าตำรับควบคุมเกือบทุกครั้งของการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใดต่อการทำให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมขึ้นไปสะสมในใบยอด

4.2 ชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน (ตารางที่ 17, 18 และ 19)

1) ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบยอดปีแรก

การสะสมไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนในตำรับการทดลองต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการทดลอง และตำรับที่มีระดับการสะสมไนโตรเจนสูงสุดก็ยังแตกต่างกันออกไปในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว โดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 1.69 ถึง 3.70

ในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก พบว่า ตำรับที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงที่สุดคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (ร้อยละ 3.70) ซึ่งเกือบเท่ากับตำรับที่ 3 ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ (ร้อยละ 3.69) การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยทางใบฉีดพ่น (ตำรับที่ 1 และ 2) ชาจีนมีแนวโน้มการดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นไปสะสมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 2.75 และ 2.67 ตามลำดับ และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ตำรับควบคุมซึ่งใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวมีแนวโน้มที่พืชดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นไปสะสมที่ใบยอดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 3.68 ขณะที่ตำรับอื่น ๆ ใบยอดของชาจีนมีปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่ใกล้เคียงกันตั้งแต่ร้อยละ 3.11-3.20

ตารางที่ 16 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	1.46	2.10	2.83	1.97	1.95	2.10	2.01	1.66
ตำรับที่ 2	1.39	2.29	2.59	2.03	1.98	2.14	2.05	1.67
ตำรับที่ 3	2.37	1.47	2.53	2.11	1.99	2.07	1.99	1.87
ตำรับที่ 4	2.39	1.83	2.65	2.09	1.98	2.22	2.01	1.74
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	5.5	3.5	4.1	2.7	10.8

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในใบชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในปีแรกค่อนข้างแปรผัน ในการเก็บเกี่ยวสองครั้งหลัง พบว่า ตำรับควบคุมพืชมีแนวโน้มการสะสมไนโตรเจนในใบยอดสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว และสูงกว่าทั้งสองตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์ทางใบร่วม สำหรับผลจากการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนักระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิด

2) ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบยอดปีที่สอง

การสะสมไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนของตำรับการทดลองต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการทดลอง และตำรับที่มีระดับการสะสมไนโตรเจนสูงสุดก็ยังแตกต่างกันออกไปในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว โดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 3.98 ถึง 4.52 โดยการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) พบว่า ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบยอดสูงสุดได้จากตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบซึ่งมีอยู่ร้อยละ 4.52 เช่นเดียวกับครั้งที่ 5 (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 4.05 ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ร้อยละ 4.02) สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีการสะสมไนโตรเจนในใบยอดเท่ากับร้อยละ 4.30 และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ตำรับควบคุมที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวมีแนวโน้มของการสะสมสูงสุด คือ ร้อยละ 4.51

การเก็บเกี่ยวในปีที่สอง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือปุ๋ยมูลวัวไม่ทำให้เกิดความแตกต่างด้านความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน เช่นเดียวกับเมื่อมีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทางใบเพิ่มเติมก็ยังให้ผลใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่มีการฉีดพ่น เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นมาสะสมในใบยอดของการเก็บ 2 ครั้งหลังมีค่าใกล้เคียงกันมาก

3) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในใบยอดปีแรก

ค่าวิเคราะห์ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในปีแรกมีความผันแปรกันมาก โดยพิสัยของค่าวิเคราะห์อยู่ระหว่างร้อยละ 0.21-1.11 ตำรับที่มีการสะสมของฟอสฟอรัสในใบยอดสูงสุดในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ได้แก่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบที่มีแนวโน้มการสะสมในใบยอดสูงสุด (ร้อยละ 0.72) การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่

(ร้อยละ 1.11) ได้ค่าใกล้เคียงกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว (และ 0.90) และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายของปีแรก พบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงสุดได้จากใบพืชของตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ (ร้อยละ 0.89)

ตารางที่ 17 แสดงความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	3.13	2.75	3.68	4.38	3.99	4.22	4.51
ตำรับที่ 2	3.70	2.67	3.15	4.40	3.98	4.25	4.30
ตำรับที่ 3	3.69	2.53	3.11	4.52	4.05	4.25	4.20
ตำรับที่ 4	1.69	2.49	3.20	4.27	4.02	4.30	4.23
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	4.3	4.1	3.2	4.2

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในใบยอดของชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่เก็บเกี่ยวในปีแรก พบว่า ความเข้มข้นของธาตุนี้มีความแปรปรวนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะสังเกตได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งมีปริมาณการสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับการทดลองทำให้การแปลผลการวิเคราะห์การสะสมธาตุนี้ในใบยอดไม่มีความชัดเจน

4) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในใบยอดปีที่สอง

ค่าวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในใบของแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการทดลองของปีที่สอง และมีค่าอยู่ในพิสัยที่แคบกว่าผลการทดลองในปีแรก (ร้อยละ 0.28-0.34) โดยตำรับที่มีการสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงที่สุดจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) เป็นตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ (ร้อยละ 0.33) การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ของปีเดียวกันพบว่า ทุกตำรับการทดลองให้ค่าการสะสมเดียวกันหมดคือ ร้อยละ 0.29

ตารางที่ 18 แสดงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	0.34	0.90	0.75	0.28	0.29	0.33	0.33
ตำรับที่ 2	0.42	1.11	0.71	0.30	0.29	0.33	0.31
ตำรับที่ 3	0.21	0.59	0.36	0.33	0.29	0.34	0.30
ตำรับที่ 4	0.72	0.30	0.89	0.29	0.29	0.33	0.31
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	11.2	4.7	3.3	4.0

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก	ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง	ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร ทางใบมีแนวโน้มการสะสมสูงสุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.34 และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย พบว่า เป็นตำรับควบคุมซึ่งใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวให้ค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.33 การเก็บเกี่ยวในปีที่สองแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าจะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดใด ชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนก็สามารถดูดดึงเอาฟอสฟอรัสขึ้นไปสะสมยังใบยอดได้ในระดับที่ใกล้เคียงกันในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว อีกทั้งปริมาณการสะสมในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยวก็ใกล้เคียงกันด้วย

5) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดปีแรก

ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบชาของแต่ละตำรับการทดลองในปีแรกพบว่าตำรับที่มีแนวโน้มการสะสมโพแทสเซียมอยู่สูงจะแตกต่างกัน โดยการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ตำรับควบคุมและตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่มีค่าการสะสมร้อยละ 2.02 การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีแนวโน้มการสะสมสูงสุด (ร้อยละ 2.19) ขณะที่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า ตำรับควบคุมมีแนวโน้มการสะสมธาตุนี้ในใบยอดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 2.66

ในปีแรกของการศึกษา พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยคอกโดยไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทางใบเพิ่มเติมมีแนวโน้มในการดูดใช้โพแทสเซียมขึ้นมาสะสมมากกว่าตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรอาจจะมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้มากกว่า

6) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดปีที่สอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดในแต่ละตำรับการทดลองของปีที่สอง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (ครั้งที่ 6) เท่านั้น โดยตำรับที่มีการสะสมโพแทสเซียมในใบสูงที่สุดคือ ตำรับควบคุมซึ่งเป็นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว โดยมีค่าร้อยละ 1.92 และยังมีค่าไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว (ร้อยละ 1.88) ส่วนในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปีที่สอง) และครั้งที่ 5 (ครั้งที่2 ของปีที่สอง) พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีการสะสมโพแทสเซียมในใบสูงสุดคิด

เป็นร้อยละ 1.95 และ 1.57 ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวมีแนวโน้มการสะสมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 1.97

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่า ในครั้งหลัง ๆ ของการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้พืชมีการสะสมโพแทสเซียมสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของธาตุนี้แปรผันในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว และไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างตำรับการทดลอง เช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด การสะสมโพแทสเซียมก็ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 19 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนตลอดการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้น (%)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	2.02	2.13	2.66	1.84	1.47	1.92a	1.97
ตำรับที่ 2	2.02	2.14	2.25	1.82	1.44	1.88ab	1.85
ตำรับที่ 3	1.96	2.19	2.30	1.95	1.57	1.76bc	1.79
ตำรับที่ 4	1.28	2.09	2.26	1.84	1.51	1.70c	1.89
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	**	ns
% C.V.	-	-	-	8.8	6.8	5.4	7.7

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

4.3 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการสะสมธาตุอาหารหลักในใบยอดของชาจีน

1) พันธุ์เบอร์ 12

ธาตุไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลองมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบยอดของชาจีนพันธุ์นี้เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 ดังแสดงในภาพที่ 25 (ก) หรือในปีที่ 2 ของการศึกษา และมีค่าค่อนข้างคงที่โดยตลอด ปริมาณการสะสมที่อยู่ระหว่างร้อยละ 4.20 ถึง ร้อยละ 5.00 โดยชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ในทุกตำรับการทดลองมีการดูดใช้ไนโตรเจนขึ้นไปสะสมในระดับที่พอเพียงถึงสูงมาก (ศรีสม, 2547) โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกในตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองชนิด และตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ พบการสะสมอยู่ในระดับที่สูงมาก

ธาตุฟอสฟอรัส ชาจีนจะใช้ฟอสฟอรัสในระดับที่ต่ำกว่าโพแทสเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมในส่วนยอดซึ่งนำมาวิเคราะห์ในการศึกษานี้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า ในปีแรกพืชมีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในใบยอดสูงกว่าในปีที่สองอย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 25 (ข) ขณะที่ในปีที่สอง พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในใบยอดในช่วงร้อยละ 0.31-0.38 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก (ศรีสม, 2547)

ธาตุโพแทสเซียม ปริมาณการดูดใช้ธาตุนี้ของชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 ค่อนข้างคล้ายคลึงกับฟอสฟอรัส ดังแสดงไว้ในภาพที่ 25 (ค) คือ มีการสะสมในระดับสูงในปีแรก แต่ในปีที่สองของการศึกษา ปริมาณการสะสมเริ่มคงที่และลดต่ำลงกว่าในปีแรก โดยพบว่า การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1-4 ในปีที่สอง ปริมาณโพแทสเซียมในใบยอดชาจีนพันธุ์นี้มีอยู่ในระดับที่เพียงพอ (ศรีสม, 2547) แต่ในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย พบว่า ใบชาจีนที่เก็บเกี่ยวจากตำรับที่ 1 (ควบคุม) ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว ตำรับที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว และตำรับที่ 4 ที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในใบยอดอยู่ในระดับต่ำ

2) พันธุ์ก้านอ่อน

ธาตุไนโตรเจน ชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีแนวโน้มการดูดใช่ธาตุนี้เพิ่มสูงขึ้นจากในปีแรกดังแสดงไว้ในภาพที่ 26 (ก) และมีปริมาณการสะสมในใบยอดค่อนข้างคงที่ในปีที่สอง โดยพบ

อยู่ในพิสัยร้อยละ 3.98-4.52 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่อยู่ในระดับพอเพียงต่อการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาที่ผ่านมา (ศรีสม, 2547)

ธาตุฟอสฟอรัส ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน พบว่า มีรูปแบบของการดูดใช้คล้ายคลึงกับชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 โดยในปีที่สอง ในทุกตำรับการทดลองพืชมีการสะสมธาตุนี้อยู่ในระหว่างร้อยละ 0.29-0.34 ซึ่งลดน้อยลงกว่าในปีแรกของการศึกษา ดังแสดงไว้ในภาพที่ ภาพที่ 26 (ข) อย่างไรก็ตาม ปริมาณดังกล่าวอยู่ในระดับที่สูง (ศรีสม, 2547)

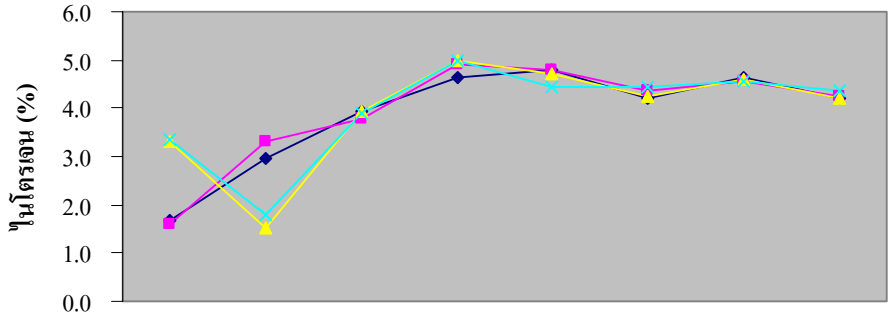
ธาตุโพแทสเซียม มีปริมาณการสะสมต่างกันเล็กน้อยเมื่อเทียบระหว่างปีแรกของการศึกษาและปีที่สอง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 26 (ค) สำหรับในปีที่สอง พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ทุกตำรับการทดลองชาจีนพันธุ์นี้มีการดูดใช้โพแทสเซียมขึ้นไปสะสมยังใบยอดในระดับต่ำเช่นเดียวกับตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองตำรับในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 แต่พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วพืชมีการสะสมธาตุนี้อยู่ในระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโต (ศรีสม, 2547)

5. การสูญเสียธาตุอาหารหลักไปกับใบชาจีน (crop removal)

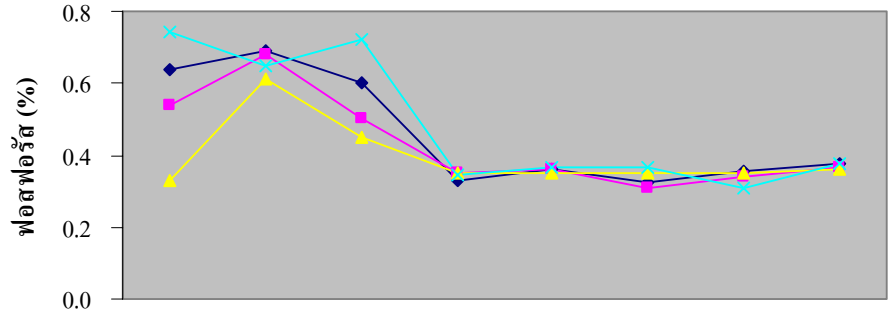
5.1 แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

1) ไนโตรเจน (ตารางที่ 20 และ ตารางที่ 21)

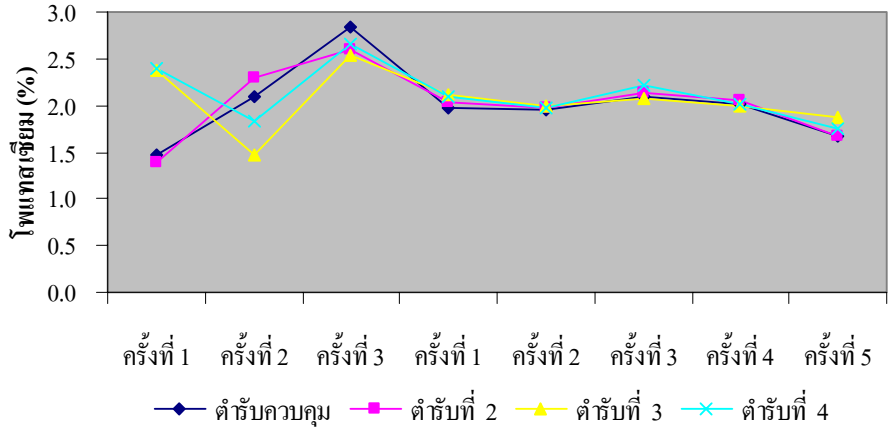
ในปีแรก พบว่า การสูญเสียธาตุไนโตรเจนที่ติดไปกับใบชาสดของแต่ละตำรับการทดลองมีปริมาณที่แตกต่างกัน ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้งสองตำรับที่มีแนวโน้มเกิดการสูญเสียมากที่สุด โดยในตำรับที่ฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบนั้นมีการสูญเสียสูงที่สุดเท่ากับ 2.63 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบมีปริมาณไนโตรเจนที่ติดไปกับใบชาสดเท่ากับ 2.52 กิโลกรัมต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่าเป็นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่และตำรับควบคุมซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนที่ติดไปกับผลผลิตเท่ากับ 2.67 และ 2.23 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า ตำรับควบคุมยังคงแนวโน้มของการสูญเสียธาตุไนโตรเจนสูงกว่าในตำรับอื่น ๆ (1.73 กิโลกรัมต่อไร่) และเมื่อพิจารณาตลอดทั้งปี พบว่า ตำรับที่ 2 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนออกจากพื้นที่จากการเก็บเกี่ยวใบชาสดสูงกว่าในตำรับอื่น ๆ โดยมีปริมาณเท่ากับ 5.36 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี



(ก)

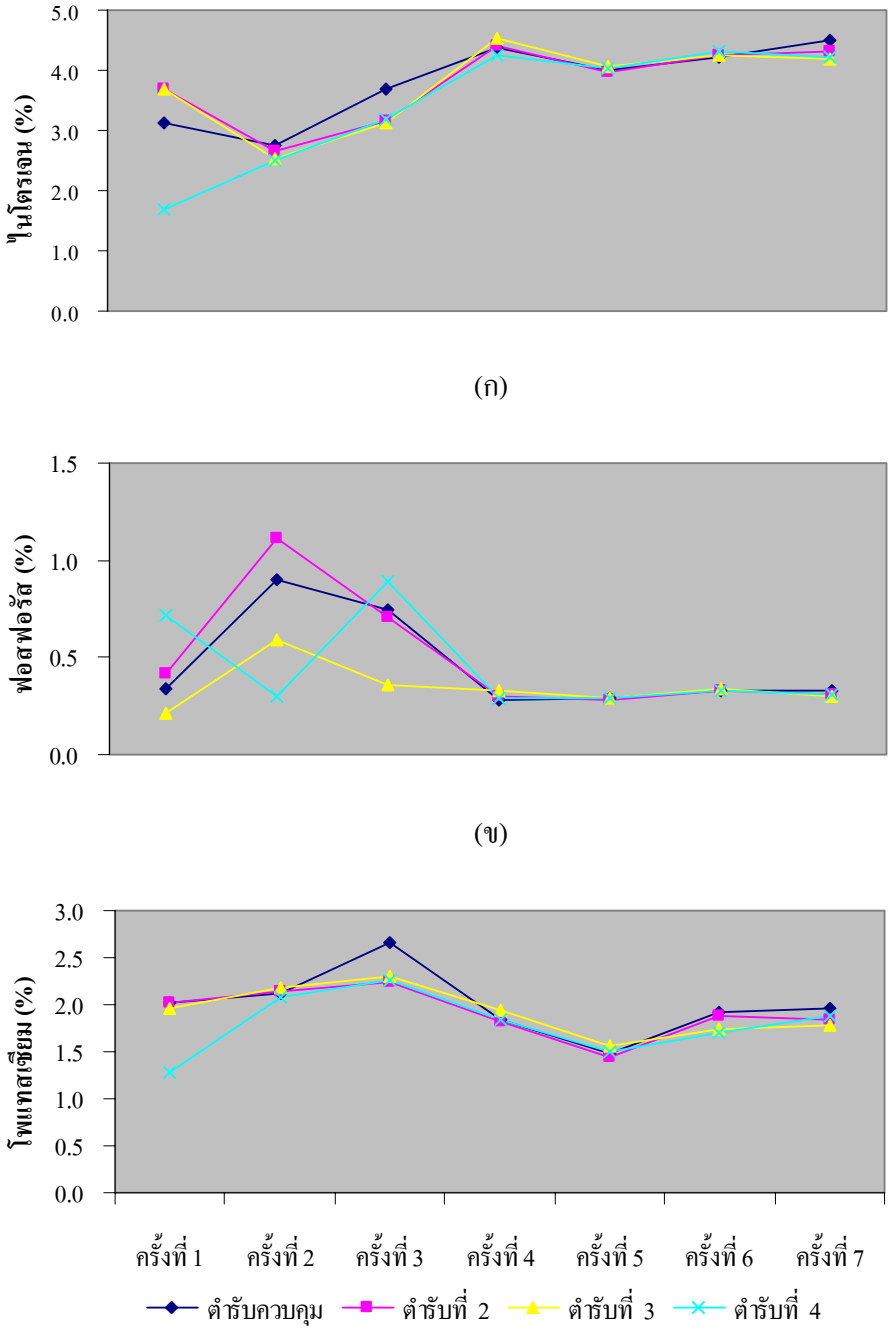


(ข)



(ค)

ภาพที่ 25 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในใบยอดตลอดการศึกษาของชาพันธุ์เบอร์ 12



ภาพที่ 26 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในใบยอดตลอดการศึกษาของชาพันธุ์ก้านอ่อน

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	1.11	2.23	1.73	3.73	4.02	4.38	3.53	4.24
ตำรับที่ 2	1.21	2.67	1.47	3.80	4.11	4.51	3.95	4.21
ตำรับที่ 3	2.52	1.01	1.63	3.76	3.93	4.80	3.22	3.89
ตำรับที่ 4	2.63	1.13	1.38	3.67	4.01	5.06	3.82	4.89
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	9.5	13.8	24.8	17.8	10.5

ตารางที่ 21 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	5.07	19.90
ตำรับที่ 2	5.36	20.57
ตำรับที่ 3	5.17	19.60
ตำรับที่ 4	5.14	21.44
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	7.3

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ในปีที่สองของการเก็บเกี่ยว พบว่า การสูญเสียธาตุไนโตรเจนในรูปที่ติดไปกับผลผลิตของแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 4 และครั้งที่ 5 (ครั้งแรกและครั้งที่สองของปีที่สองตามลำดับ) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวที่มีแนวโน้มว่ามีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนในลักษณะนี้สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.80 และ 4.11 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบมีการสูญเสียไนโตรเจนไปกับใบสดเท่ากับ 5.06 กิโลกรัมต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 7 (ครั้งที่ 4 ของปีที่ 2) ตำรับที่ใส่มูลไก่อย่างเดียวมีการสูญเสียเท่ากับ 3.95 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมีแนวโน้มสูงสุด และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายของปีนี้ ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ มีการสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 4.89 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาตลอดทั้งปี พบว่า การสูญเสียในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเป็นตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบเป็นมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนออกจากพื้นที่สูงที่สุดโดยคิดเป็น 21.44 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

2) ฟอสฟอรัส (ตารางที่ 22 และ ตารางที่ 23)

การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสที่ติดไปกับผลปลิตใบชาจีนสดจากการเก็บเกี่ยวในปีแรก พบว่า ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์1 ทางใบมีค่าเท่ากับ 0.59 กิโลกรัมต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า ตำรับควบคุมมีแนวโน้มการสูญเสียสูงสุดโดยมีค่า 1.63 และ 0.27 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และผลรวมของการสูญเสียฟอสฟอรัสไปกับผลผลิตในปีแรก ตำรับควบคุมที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียวมีแนวโน้มของการสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 2.32 กิโลกรัมต่อไร่

ในปีที่สองของการเก็บเกี่ยว การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสของแต่ละตำรับการทดลองในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแนวโน้มของการสูญเสียธาตุนี้ไปกับผลผลิตที่ถูกนำออกไปจากแปลงมีแนวโน้มการสูญเสียสูงสุดแตกต่างกัน โดยครั้งที่ 4 (ครั้งแรกของปี) ตำรับที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว ครั้งที่ 5 ได้แก่ตำรับควบคุม (ครั้งที่ 2 ของปีที่สอง) ครั้งที่ 6 (ครั้งที่ 3 ของปีที่สอง) เป็นตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบ ครั้งที่ 7 (ครั้งที่ 4 ของปีที่สอง) ได้แก่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (ตำรับที่ 2) และครั้งสุดท้ายเป็นตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบ โดยมีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปกับผลผลิตเรียงตามลำดับเท่ากับ 0.27, 0.31, 0.39, 0.30 และ 0.42 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง เมื่อพิจารณาปริมาณรวมตลอดปี พบว่า ปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสมีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มของการสูญเสียสูงที่สุดเท่ากับ 1.63 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 22 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	0.43	1.63	0.27	0.26	0.31	0.31	0.27	0.35
ตำรับที่ 2	0.41	0.55	0.19	0.27	0.29	0.34	0.30	0.37
ตำรับที่ 3	0.25	0.41	0.19	0.26	0.28	0.36	0.25	0.33
ตำรับที่ 4	0.59	0.41	0.26	0.25	0.28	0.39	0.29	0.42
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	11.0	12.0	23.9	20.3	9.7

ตารางที่ 23 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	2.32	1.50
ตำรับที่ 2	1.15	1.56
ตำรับที่ 3	0.84	1.48
ตำรับที่ 4	1.25	1.63
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	8.1

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6, 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

3) โพแทสเซียม (ตารางที่ 24 และ ตารางที่ 25)

ในปีแรก พบว่า การสูญเสียธาตุโพแทสเซียมที่ติดไปกับผลผลิต พบว่า การเก็บเกี่ยวครั้งแรกตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีปริมาณเท่ากับ 1.88 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 เป็นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวที่มีการสูญเสียเท่ากับ 1.86 กิโลกรัมต่อไร่ และในครั้งที่ 3 ตำรับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมที่ติดไปกับผลผลิตเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลรวมตลอดทั้งปีโพแทสเซียมที่สูญเสียไปกับใบชาจีนสดที่ถูกเก็บเกี่ยวออกไป พบว่า เป็นตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มสูงสุด เท่ากับ 3.96 กิโลกรัมต่อไร่

ในปีที่สอง พบว่า การสูญเสียธาตุโพแทสเซียมในตำรับการทดลองต่าง ๆ ของการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บเกี่ยวสองครั้งแรกตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรร่วมทางใบมีการสูญเสียธาตุนี้ไปกับผลผลิตเท่ากับ 1.58 และ 2.32 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับซึ่งมีแนวโน้มสูงสุด ครั้งที่ 3 ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบ พบการสูญเสียมีแนวโน้มสูงสุดเท่ากับ 2.08 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 4 เท่ากับ 1.78 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นตำรับที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมไปกับผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 2.08 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อนำผลรวมตลอดปีของการเก็บเกี่ยวในปีที่สอง พบว่า ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มของการสูญเสียสูงที่สุดเท่ากับ 9.35 กิโลกรัมต่อไร่

5.2 แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

1) ไนโตรเจน (ตารางที่ 26 และ ตารางที่ 27)

ในปีแรก พบว่า ในครั้งแรกของการเก็บเกี่ยวชาจีนพันธุ์นี้ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวมีการสูญเสียธาตุนี้ไปกับผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 1.28 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งที่สอง พบว่าตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอิทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบที่มีปริมาณการสูญเสียเท่ากับ 1.05 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย พบว่า ตำรับควบคุมมีแนวโน้มการสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 2.08 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนออกจากพื้นที่รวมทั้งปีสูงสุดเท่ากับ 3.99 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 24 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ตำรับที่ 1 (control)	0.98	1.58	1.25	1.56	2.01	1.68	1.51	1.63
ตำรับที่ 2	1.05	1.86	1.01	1.57	2.02	1.86	1.78	1.64
ตำรับที่ 3	1.81	0.98	1.05	1.58	2.32	2.02	1.39	1.74
ตำรับที่ 4	1.88	1.14	0.94	1.54	1.98	2.08	1.68	2.08
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	11.1	22.7	23.5	16.1	20.4

ตารางที่ 25 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมรวมของแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	3.81	8.39
ตำรับที่ 2	3.92	8.87
ตำรับที่ 3	3.83	9.05
ตำรับที่ 4	3.96	9.35
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	9.3

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6, 7 และครั้งที่ 8

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ในปีที่สอง พบว่า ปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนของแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มของการสูญเสียธาตุไนโตรเจนไปกับผลผลิตสูงกว่าตำรับอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 3.18 และ 3.17 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า ตำรับที่3 ที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรร่วมทางใบมีการสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 2.86 กิโลกรัมต่อไร่ และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ได้แก่ ตำรับควบคุมที่มีการสูญเสียสูงสุด (3.31 กิโลกรัมต่อไร่) สำหรับผลรวมของการสูญเสียทั้งปี พบว่า ปริมาณการสูญเสียในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มการสูญเสียธาตุไนโตรเจนไปกับผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 12.15 กิโลกรัมต่อไร่

2) ฟอสฟอรัส (ตารางที่ 28และ ตารางที่ 29)

ปีแรกของการเก็บเกี่ยว การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งที่ 1 ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีการสูญเสียเท่ากับ 0.27 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวมีปริมาณเท่ากับ 0.40 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบที่มีปริมาณเท่ากับ 0.50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาผลรวมตลอดปี พบว่า ตำรับที่ 2 ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ติดไปกับผลผลิตยอดชาสดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.94 กิโลกรัมต่อไร่

ในปีที่สอง การสูญเสียในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าตำรับการทดลองที่จะมีการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสออกจากพื้นที่ในรูปของผลผลิตในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 ของปีนี้ ได้แก่ ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบ (0.23 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะที่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่เหลือ พบว่า ฟอสฟอรัสที่ติดไปกับผลผลิตมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมากเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองที่ศึกษา โดยพบการสูญเสียที่ติดไปกับผลผลิตอยู่ในพิสัย 0.19-0.24 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น ขณะที่ปริมาณการนำธาตุนี้ออกไปจากพื้นที่ในรูปของผลผลิตในรอบปี พบว่า ในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง (0.81 ถึง 0.88 กิโลกรัมต่อไร่)

ตารางที่ 26 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	1.03	0.78	2.08	2.62	2.64	2.75	3.31
ตำรับที่ 2	1.28	0.95	1.76	2.96	3.15	2.63	3.16
ตำรับที่ 3	0.90	0.77	1.47	2.73	2.96	2.86	2.86
ตำรับที่ 4	0.64	1.05	1.80	3.18	3.17	2.75	3.06
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	18.4	11.4	17.8	15.1

ตารางที่ 27 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจนรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	3.88	11.32
ตำรับที่ 2	3.99	11.90
ตำรับที่ 3	3.14	11.41
ตำรับที่ 4	3.48	12.15
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	11.2

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

3) โพแทสเซียม (ตารางที่ 30 และ ตารางที่ 31)

การเก็บเกี่ยวในปีแรก พบว่า ธาตุโพแทสเซียมที่ติดไปกับผลผลิตมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.70 กิโลกรัมต่อไร่ในครั้งแรกของการเก็บเกี่ยว (ตำรับที่ 2 ที่ใส่มูลไก่อย่างเดียว) ในครั้งที่ 2 เป็นตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีการสูญเสียเท่ากับ 0.88 กิโลกรัมต่อไร่ และในครั้งสุดท้าย ตำรับควบคุมมีการสูญเสียออกไปเท่ากับ 1.50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปริมาณการสูญเสียโดยติดไปกับยอดชาจีน ตำรับควบคุมมีแนวโน้มสูงสุด โดยมีปริมาณเท่ากับ 2.77 กิโลกรัมต่อไร่

ในปีที่สอง ปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในครั้งที่ 4 และ 5 (ครั้งที่ 1 และ 2 ของปีที่สอง) ตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีการสูญเสียโพแทสเซียมไปกับผลผลิตยอดสดเท่ากับ 1.38 และ 1.19 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนในครั้งที่ 6 และ 7 ในปีเดียวกัน ตำรับควบคุมที่มีแนวโน้มของการสูญเสียมากที่สุด 1.25 และ 1.45 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลรวมตลอดปีของแต่ละตำรับการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมไปกับผลผลิตออกไปจากพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 5.02 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 28 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	0.11	0.25	0.42	0.17	0.19	0.21	0.24
ตำรับที่ 2	0.15	0.40	0.39	0.20	0.23	0.21	0.23
ตำรับที่ 3	0.05	0.18	0.17	0.20	0.21	0.23	0.21
ตำรับที่ 4	0.27	0.13	0.50	0.23	0.23	0.21	0.22
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	16.2	12.7	18.6	13.9

ตารางที่ 29 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	0.79	0.81
ตำรับที่ 2	0.94	0.86
ตำรับที่ 3	0.40	0.85
ตำรับที่ 4	0.90	0.88
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	11.4

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

ตารางที่ 30 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน2

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสีย (กิโลกรัมต่อไร่)						
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7
ตำรับที่ 1 (control)	0.66	0.60	1.50	1.10	0.97	1.25	1.45
ตำรับที่ 2	0.70	0.76	1.26	1.22	1.14	1.17	1.35
ตำรับที่ 3	0.48	0.67	1.09	1.18	1.15	1.18	1.22
ตำรับที่ 4	0.48	0.88	1.27	1.38	1.19	1.08	1.37
F-test > 0.01	-	-	-	ns	ns	ns	ns
% C.V.	-	-	-	21.5	14.2	18.3	15.7

ตารางที่ 31 แสดงปริมาณการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมรวมของแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

ตำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียรวม (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีแรก	ปีที่สอง
ตำรับที่ 1 (control)	2.77	4.77
ตำรับที่ 2	2.72	4.88
ตำรับที่ 3	2.23	4.73
ตำรับที่ 4	2.63	5.02
F-test > 0.01	-	ns
% C.V.	-	11.5

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยLSD

ปีแรก	ครั้งที่ 1, 2 และครั้งที่ 3
ปีที่สอง	ครั้งที่ 4, 5, 6 และครั้งที่ 7

ตำรับที่ 1 (control)	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวอย่างเดียว
ตำรับที่ 2	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียว
ตำรับที่ 3	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชรทางใบ
ตำรับที่ 4	ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ทางใบ

5.3 การสูญเสียธาตุอาหารหลักออกจากระบบการปลูกชาจีน

การสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของชาทั้งสองพันธุ์เปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองต่าง ๆ พบว่า การสูญเสียในปีแรกมีความแปรปรวน แต่ในปีที่สอง ชาจีนทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มที่จะเกิดการสูญเสียธาตุอาหารหลักเหล่านี้สูงสุด ได้แก่ ตำรับที่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมออกจากระบบจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตกับปริมาณธาตุหลักทั้ง 3 ที่อยู่ในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งแสดงปริมาณธาตุดังตารางที่ 32 จะเห็นได้ว่าปริมาณการสูญเสียออกไปนั้นมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์มาก โดยเฉพาะปุ๋ยคอกที่มีการใส่ในอัตราสูงถึง 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ เพราะฉะนั้น ปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้เมื่อเกิดการสลายตัวก็จะปลดปล่อยธาตุเหล่านี้ออกมาและทำให้เกิดการสะสมในดิน หรือสูญเสียโดยการชะละลายเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปแล้วการผลิตพืชในเชิงอุตสาหกรรมนั้นปุ๋ยมีความสำคัญมากเนื่องจากการสูญเสียธาตุอาหารสามารถสูญเสียจากพื้นที่ได้หลายทางด้วยกัน แต่เนื่องจากการปลูกชามีการสูญเสียธาตุอาหารหลักออกไปกับผลผลิตค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ใส่เติมเข้าไปในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ข้างต้น ดังนั้น การปลูกชาอินทรีย์ในพื้นที่นี้ น่าจะสามารถดำเนินการได้ เนื่องจากผลผลิตพืชไม่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และความอุดมสมบูรณ์ของดินก็ไม่ลดลงแต่อย่างไร เมื่อพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่ถูกนำออกไปกับปริมาณที่ใส่เพิ่มเติม

ตารางที่ 32 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักโดยประมาณในปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	ปริมาณการเข้าสู่ระบบ		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
	(กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)		
ปุ๋ยมูลวัว	60.0	42.0	126.0
ปุ๋ยมูลไก่	111.0	246.0	111.0
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปูเพชร	0.514	0.072	0.821
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1	0.288	0.019	0.720

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

แปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 และชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนที่ทำการศึกษาทดลองอยู่ในบริเวณที่เป็นดินในกลุ่มดินย่อย Typic Haplohumults มีลักษณะของดินทั่วไปและสมบัติต่าง ๆ ใกลเคียงกัน แต่แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน อยู่ในบริเวณที่ต่ำกว่าในสภาพภูมิประเทศ ทั้งสองบริเวณเป็นขั้นบันไดเสมอที่ปลูกชาจีนในสภาพปัจจุบัน ดินบนทั้งสองแปลงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนดินล่างของแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ในระดับที่ต่ำ

ผลของการใส่ปุ๋ยมูลวัว และมูลไก่เป็นระยะเวลา 1 ปีต่อสมบัติดิน พบว่า สภาพการนำน้ำของดินในแปลงชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 มีค่าลดลงทั้งดินบนและดินล่าง จะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน ซึ่งปุ๋ยทั้งสองมีผลทำให้ค่านี้ลดลงเล็กน้อยเท่านั้น ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเล็กน้อยทั้งดินบนและดินล่างของทั้งสองแปลง ค่าปฏิกริยาดินส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้น ปุ๋ยมูลไก่ที่ทำให้ค่านี้ลดลงในแปลงชาจีนเบอร์ 12 ทั้งดินบนและดินล่าง ปริมาณอินทรียวัตถุก็เพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นดินบนของแปลงชาจีนเบอร์ 12 ที่ใส่มูลไก่ ปริมาณไนโตรเจนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นในดินบนและลดลงเล็กน้อยในดินล่าง ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์แสดงการสะสมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้งในดินบนและดินล่างของทั้งสองแปลง ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นในแปลงชาจีนเบอร์ 12 เมื่อใส่ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิด ส่วนแปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนส่วนใหญ่มีค่าลดลง ซึ่งตรงข้ามกับร้อยละความอิ่มตัวเบสที่ลดลงในแปลงแรก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแปลงหลังทั้งดินบนและดิน แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยคอกทั้งสองชนิดมีแนวโน้มช่วยปรับปรุงให้สมบัติดินส่วนใหญ่ดีขึ้นในระดับที่ใกล้เคียงกัน

ผลผลิตชาจีนทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 2 ปี ทั้งนี้ เนื่องจาก 1) ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยคอกทั้งสองมีเพียงพอต่อความต้องการของชาจีนทั้งสองพันธุ์ สังเกตได้จากการสูญเสียไปกับผลผลิตที่น้อยกว่าปริมาณที่ใส่ และการสะสมธาตุอาหารในดินที่เพิ่มมากขึ้น 2) ชาจีนมีอายุมากขึ้นทำให้ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้มีสามารถเก็บเกี่ยวใบยอดชาสดได้มากขึ้น 3) มีการจัดการดูแลแปลงชาดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ โดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตใบชาจีนพันธุ์

เบอร์ 12 เพิ่มมากกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัว ขณะที่การฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวเพียงเล็กน้อย ส่วนชาจีนพันธุ์ก้านอ่อนมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกับชาจีนพันธุ์เบอร์ 12 โดยการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำดอยคำเบอร์ 1 ร่วมทางใบมีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตใบยอดชาจีนสูงสุด และเช่นเดียวกันการใส่ปุ๋ยมูลไก่ มีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตใบยอดชาจีนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว

ปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดไม่มีผลทำให้มีระดับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบยอดของชาจีนทั้งสองพันธุ์แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี พืชมีแนวโน้มการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนขึ้นไปสะสมยังใบยอดเพิ่มมากขึ้น สำหรับธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบยอดกลับมีแนวโน้มการดูดใช้ลดลง แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยคอกทั้งสองน่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิต แต่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่อยู่ในปุ๋ยคอกทั้งสองไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากดินทั้งสองแปลงมีธาตุทั้งสองสะสมอยู่ในปริมาณสูง และการดูดใช้ขึ้นไปสะสมในยอดใบชาจีนก็อยู่ในระดับที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

การสูญเสียธาตุอาหารหลักไปกับผลผลิตใบยอดชาจีนทั้งสองพันธุ์ไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ โดยที่การสูญเสียไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อชาอายุมากขึ้น ขณะที่ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างคงที่ โดยปริมาณที่สูญเสียออกไปในรูปดังกล่าวมีน้อยกว่าปริมาณที่ใส่เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ มาก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากชาจีนมีอายุหลายปี ธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในรูปของปุ๋ยอินทรีย์มักจะถูกดูดใช้ขึ้นไปเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมอยู่ในรูปต่าง ๆ ในต้นชาจีน ดังนั้น การสะสมธาตุอาหารพืชในดิน ระยะยาวอาจจะไม่เพิ่มขึ้นมากนักจึงจำเป็นที่จะต้องมีการใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ

จากผลการศึกษาเป็นระยะเวลา 2 ปี แสดงให้เห็นว่า การปลูกชาจีนอินทรีย์ในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางนี้สามารถดำเนินการได้ โดยใช้ปุ๋ยคอกในอัตราที่ทดสอบ เนื่องจาก ดินเดิมมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ตกค้างอยู่สูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ชนิดของปุ๋ยคอกที่ควรเลือกใช้ขึ้นอยู่กับราคาและแหล่งที่มาของปุ๋ยซึ่งจะเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง เพราะปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่ไม่ทำให้ปริมาณผลผลิตใบยอดชาจีนแตกต่างกัน ขณะที่การฉีดปุ๋ยอินทรีย์น้ำทางใบร่วมกับการใช้ปุ๋ยคอกไม่ช่วยทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้น จึงไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ รวมถึงเป็นการ

สิ้นเปลืองเวลา และแรงงาน นอกจากนี้ การลดปริมาณปุ๋ยคอกลง อาจจะสามารถทำได้ หากผลวิคราะห์ดินแสดงให้เห็นถึงการสะสมธาตุอาหารพืชที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและไม่ก่อให้เกิดการสะสมธาตุอาหารในดินจนเสียสมดุล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเป็นครั้งคราวเพื่อดูแนวโน้มการสะสม ถ้าหากดินมีการสะสมธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้น ก็สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยคอกลงได้

2. ปุ๋ยมูลวัว และปุ๋ยมูลไก่ไม่ทำให้ผลผลิตใบชาจีนสดที่ได้แตกต่างกันมากนัก และมีผลในเชิงบวกต่อการปรับปรุงดิน ดังนั้น การตัดสินใจเลือกชนิดของปุ๋ยคอก ควรพิจารณาถึง ราคา การขนส่ง และแหล่งที่สามารถหาได้ง่าย

3. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำช่วยเพิ่มผลผลิตได้บ้างแต่ไม่มากนัก เนื่องจากมีธาตุอาหารพืชในปริมาณต่ำกว่าปุ๋ยคอกมาก เพราะฉะนั้น ควรมีการศึกษาเรื่องชนิดของปุ๋ยอินทรีย์น้ำอื่นที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิต เช่นเดียวกับความถี่ในการให้ ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นแหล่งปุ๋ยสำรองในกรณีที่ปุ๋ยคอกขาดแคลน และมีราคาสูงขึ้นเนื่องจากมีความต้องการใช้มากขึ้น

4. การจัดการดินในแปลงปลูกชาอินทรีย์ ควรให้การใส่ใจเกี่ยวกับการกำจัดวัชพืชใต้ต้นชา แล้วกลบเศษเหลือเหล่ารอบทรงพุ่ม หรือใช้คลุมดินเพื่อช่วยรักษาความชื้น และการตัดแต่งกิ่งก่อนเข้าฤดูหนาว ควรมีการย่อยเศษเหลือจากการตัดแต่ง แล้วใช้เศษวัสดุเหล่าคลุมโคนต้น ส่วนการใส่ปุ๋ยคอกในช่วงฤดูแล้ง ถ้าไม่สามารถให้น้ำชลประทานได้ ควรใส่ให้ห่างจากลำต้นหรือรอบ ๆ ทรงพุ่มเพื่อลดปัญหาด้านความเค็มและการขาดความชื้นของพืชที่เกิดจากการดูดความชื้นโดยปุ๋ย ส่วนการปลูกพืชตระกูลถั่วระหว่างแถวปลูก แล้วสับกลมในลักษณะปุ๋ยพืชสดอาจเป็นแนวทางที่เลือกปฏิบัติได้ เพื่อใช้ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยคอกลง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา สิงหอำไพ. 2531. **รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องชา**. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2540. **การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงบำรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ**. โรงพิมพ์ แคนดิดมีเดียจำกัด, นนทบุรี.

_____ และมูลนิธิโครงการหลวง. 2547. **รายงานการสำรวจ และจำแนกและวางแผนการใช้ที่ดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิ่น ตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่**. มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **การรวบรวมและวิเคราะห์น้ำหมักชีวภาพ ในประเทศไทย**.

_____. 2546. ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2538. **ชา**. เอกสารวิชาการที่ 71. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดินโดยระบบโสตทัศนูปกรณ์**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำลอง กกรัมย์, บุญเหลือ ศรีมุงคุณ และวงเดือน ประสมทอง. 2548. การตอบสนองต่อปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7. **วารสารดินและปุ๋ย** 27(3): 115-122.

จตุรงค์ พวงมณี, กุหลาบ อุตสุข, อัตถ์ อัจฉริยมนตรี, พิมพรรณ นันต๊ะภูมิ, กรรณิการ์ มณีหาญ และกาญจนาพร ลอดแก้ว. 2549. ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการผลิตคะน้า. **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร** 23(2): 10-17.

ชนิษฎา พันธุ์เมือง, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และเอ็จ สโรบล. 2548. การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลย. **วารสารดินและปุ๋ย** 27(2): 66-72.

ถนอม คลอดเพ็ง. 2528. **วิธีการของปฐพีฟิสิกส์วิเคราะห์**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ทัศนีย์ อัตตนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวิช ทำนาเมือง. 2548. **ผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์-เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.** ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุกูล ถวิลถึง. 2549. บทบาทของดินต่อการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Role of soil quality on organic agriculture). **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 24(1): 84–91.

บุญยงค์ ภูผาเรือง. 2523. **การสำรวจจำแนกดินและการกำหนดศักยาภาพของที่ดินในบริเวณเทือกเขาอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปัทมา วิตยากร. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินทรายที่มีต่อการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่างกัน. **วารสารดินและปุ๋ย** 13(3): 254-264.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2541. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย, น. 354-394. *ใน* **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ.

ปิโยรส เมธาลักณ์. 2547. **ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของผักคะน้า (Brassisca oleracea L.) พันธุ์อาร์เอส 1 และสมบัติบางประการของดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประสงค์ เชาวนปรีชา และเจริญ พลปัถพี. 2538. การเปรียบเทียบอิทธิพลของไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตใบหม่อน. **วารสารดินและปุ๋ย** 17(4). 218-225.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว.** เอกสารทางวิชาการ กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา วาสนานุกูล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน, น.1-14. *ใน*. **การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไพฑูรย์ พูลสวัสดิ์. 2547. พืชอาหารอินทรีย์ อาหารแห่งยุคสมัย. **กสิกร** 77(1). 13-17.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. **เคมีดิน.** เชียงใหม่พิมพ์สวย, เชียงใหม่.

พจนีย์ มอญเจริญ, ชูจิตต์ สงวนทรัพย์, ละเอียด สินธุเสน และไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์. 2545. รายงานผลการวิเคราะห์ดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารโครงการหลวง** 26(3): 24-28.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, มานัส ลอศิริกุล และประสิทธิ์ กาญจนา. 2542. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่ดินทรายจัด. **เกษตรนเรศวร** 4(2): 10-16.

มุขดา สุขสวัสดิ์. 2544. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

มลินี ว่องมงคลฤทธิ์. 2536. **ปุ๋ยอินทรีย์.** คณะเกษตรศาสตร์บางพระ (พระนครศรีอยุธยาหันตรา) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **การให้ปุ๋ยทางใบ.** ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ . ม.ป.ป. ปุ๋ยอินทรีย์(Organic Fertilizer). *ใน* **เอกสารการสอนวิชาปุ๋ย (009321)**.

ระเบียบ โชติอำไพ. 2538. ชา. **กสิกร** 68(5): 480-481.

วิโรจ อิ่มพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน (Soil Management) เล่มที่ 1: ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการดินเพื่อการปลูกพืชที่มีความสัมพันธ์กับ น้ำ พืช และสภาพแวดล้อม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ ทิพรักษ์, ดรุณี โชติษฐยางกูร และอนันต์ พลธานี. 2550. ผลของน้ำส้มควันไม้ และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. **แก่นเกษตร** 35: 9-16.

ศรีสม สุวรรณวงค์. 2547. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมนึก มันตานนท์. 2520. **การศึกษาระดับธาตุอาหารพืชและคุณสมบัติของดินที่สำคัญต่อการใช้ที่ดินบนดอยอ่างขาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สัณห์ ละอองศรี. 2535. **ชา.** พิมพ์ครั้งที่ 1. รั้วเขียว, กรุงเทพ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. **ชา**. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร.

สุรนัย รัมมะฉัตร. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์. น. 30-35. *ใน* **เอกสารวิชาการ ปุ๋ยอินทรีย์กับการปรับปรุงบำรุงดิน ในจังหวัดมหาสารคาม.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุภัทตรา นุชนารถ. 2545. **ผลของปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยเคมีต่อคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกท้อและผลผลิตของท้อพันธุ์ Earli Grande.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อตินุช แซ่จิว, จันทร์จรัส วีรสาร และชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2548. มารู้จักปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพกันเถอะ. **วารสารข่าวศูนย์ฯ** 19(1): 14-18.

อาทิตย์ ศุขเกษม, โสพส แซ่ลิ้ม, อโนชา เทพสุภรณ์กุล และเกษมสุข ศรีแย้ม. 2547. ความสัมพันธ์ของความชื้นและปริมาณอินทรียวัตถุในดินทรายจากการใช้วัสดุคลุมดินและปุ๋ยพืชสดเพื่อปลูกแตงโม. **วารสารข่าวศูนย์ฯ** 18(2): 16-18.

อารมย์ แสงวนิชย์. 2524. การใช้น้ำสกัดชีวภาพเพื่อการเกษตร. น. 36-46. *ใน* **การสัมมนาวิชาการ เรื่อง การพัฒนาการใช้น้ำสกัดชีวภาพเพื่อการเกษตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2544**. กรมวิชาการเกษตร.

อาภรณ์ ธรรมเขต. 2536. ชาเขียว เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ. **กสิกร** 66(6): 559–561.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2546. เกษตรอินทรีย์และการใช้ปุ๋ย. *ใน* **ปฐพีวิทยาก้าวไกล วิจัย-วิชาการ**. ภาควิชาปฐพีวิทยา.คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2548. **การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adam, W.A. 1994. The effect of organic matter on the bulk and true density of some uncultivated podzolic soil. **Soil Sci. J.** 24: 10-17.

Arriaga, F.J. and Lowery, B. 2003. Soil physical properties and crop productivity of an eroded soil amended with cattle manure. **Soil Sci.** 168(12): 888-899.

Assefa, B.A., J.J. Schoenau and M. C. J. Grevers. 2004. Effects of four annual applications of manure on Black Chermozemic soils. **Can. Bio. Eng.** 46: 6.39-6.46.

Bajaj, K.L. and M.N. Dev Choudhury. 1984. Effect of phosphorus on fatty acid of tea leaves and on the quality of teas. **J. Food Sci. Tech**. 21: 392-393.

Bonheure, D. 1990. Fertilisation. *In*. **Tea, the Tropical Agiculturalist**, Ed. Rene Coste, Macmillan Education Ltd., The Netherlands.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. *In* A. Klute (ed.). **Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogy Methods.** 2thed. Amer. Soc. of Agr. Inc., Madison, Wisconsin.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2002. **The Nature and Properties of Soils**. 11thed. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, United State of America.

Brage, B.L., M.J. Tompson and A.C. Caldwell. 1952. Longtime effect of applying barnyard manure at varied rates on crop yield and some chemical constituents of the soil. **Agron. J.** 44: 17-20.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci.** 59: 39-45.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black (ed.). **Method of Soil Analysis. Part II: Chemical and Microbiological Properties.** Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Cerlik, I., I. Ortas and S. Kilic. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. **Soil Till. Res.** 78: 59-67.

Chang, C., T.G. Sommerfeldt and T. Entz. 1990. Rates of soil chemical changes with eleven annual applications of cattle feedlot manure. **Can. J. Soil Sci.** 70: 673-681.

Clark, M.S., W.R. Horwath., C. Shennan and K.M. Scow. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. **Agr. J.** 90: 662-671.

Dalton, J.D., G.C. Russell and D.H. Sieling. 1951. Effect of organic matter on phosphate availability. **Soil Sci.** 73: 173-181.

Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black (ed.). **Method of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogy Methods**. Agronomy No. 9. Amer. Soc. Of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Dev. Choudlhury, M.N. and K.L. Bajaj. 1988. Effect of potassium on nitrogen and carbohydrate contents of tea leaves and quality of made teas. **J. Food Sci. Tech.** 2: 105-107.

Eden, T. 1976. **Tea.** 3rd ed. Lowe & Brydone Ltd, Therford, Norfolk.

Edmeades, D.C. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** 66: 165-180.

FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. **Soil Intepretation Handbook for Thailand. Land Classification Division.** Department of Land Development, Bangkok. Thailand.

Gao, G and C. Chang. 1996. Changes in CEC and particle size distribution of soils associated with long-term annual applications of cattle feedlot manure. **Soil Sci.** 161(2): 115-120.

Golam Kibria. A. K.M. 1994. Role of potassium towards higher productivity of tea in Bangladesh, pp. 141-152. *In* R.L.de Silva (ed.). **Proc. of the International Seminar on Integrated Crop Management in Tea: Towards Higher Productivity**. Imprimerie Brinkmann, France.

Hati, K.M., K.G. Mandal., A.K. Misra., P.K. Ghosh and K.K. Bandyopahyay. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. **Bioresource Technology** 97: 2182–2188.

_____, K.M., A. Swarup., A.K. Dwivedi., A.K. Misra and K.K. Bandyopadhyay. 2007. Changes in soil physical properties and organic cabon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 years of continuos cropping, fertilization and manuring. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 119: 127-134.

Hillel, D. 1988. **Environmental Soil Physics**. Academic Press, San Diego, USA.

Hilton, P.J. 1973. Tea. **Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis** 8(1973): 455-518.

Hilton, P.J. and R. P. Jones. 1973a. Relation between flavanol composition of fresh tea shoots and theaflavin content of manufactured tea. **J. Sci. Food Agr.** 24: 813-818.

_____ and R.T. Eillis. 1973b. Effects of season and nitrogen fertilizer upon flavanol composition and tea making quality of fresh tea shoots of tea (Camellia sinensis) in Central Africa. **J. Sci. Food Agr.** 24: 819-826.

Hoyt, P.B. and W.A. Rice. 1977. Effects of high rate of chemical fertilizer and barnyard manure on yield and moisture use of six successive barley crops grown on three gray luvisolic soils. **Can. J. Soil Sci.** 57: 425-435.

Jackson, M.L. 1958. **Soil Chemical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, N.J.

Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis**. Advanced Course. Dept. of Soils, University of Wisconsin, Wisconsin, USA.

Katikarn, K. and R. Swynnerton. 1982. **Important factors affecting the growth and production of tea in Thailand**. Technical Circular 3.

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soil. **Soil Sci.** 68: 15-24.

Köppen, W. 1931. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter Co.

Khaleel, R., K.R. Reddy and M.R. Overcash. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application: a review. **J. Environ.Quality** 10: 133–141.

Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil, pp. 210-220. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis**. **Part I. Physical and Mineralogy Methods.** Agronomy No. 9. Amer. Soc. Agr., Madison, Wisconsin, USA

Magdoff, F. and R.R. Weil, 2004. Soil organic matter management strategies, pp. 45-65. *In* Magdoff, F. and R.R. Weil (eds.). **Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture**. CRC Inc., New York, Washington, D.C., USA.

Mahboubi, A.A., R. Lal and N.R. Fausey. 1993. Twenty-eight years of tillage effect on two soils in Ohhio. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 57: 506-512.

Mann, H.H. 1935. **Tea soils**. Technical Communication. Imperial Bureau of Soil Science, Harpenden, England.

Meek, B., L. Graham and T. Donovan. 1982. Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter and water infiltration rate. **Soi Sci. Soc. Am. J.** 46: 1014-1019.

Mill, H.A. and J.B. Jones. 1996. **Plant Analysis Handbook II: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide**. Micro Macro Publing Inc., USA.

Mugwira, L.M. and L.M. Mukurumbira. 1984. Comparative effectiveness of manures from the communal areas and commercial feedlots as plant nutrient sources. **Zimbabwe Agric. J.** 81: 241-250.

Nakayama, A., Y. Doi and S. Sakai. 1979. Studies on the effect of light quality on growth of the tea plant**. Bulletin of the National Research Institute of Tea** 15: 1-49.

Natesan S. 1999. Tea soils. *In* N.K. Jain (ed.). **Global Advances in Tea Science**. Aravali Printer & Publishers(P) Ltd, New Delhi.

National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

Nyamangara, J., J. Gotosa and S.E. Mpofu. 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. **Soil Till. Res.** 62: 157-162.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, pp. 961-1010. *In* J.M. Bigham (ed.). **Method of Soil Amalysis. Part III. Chemical Methods**. Amer. Soc. of Agron., Madison, Wiscosin. USA.

Owuor, P.O., J.K Wanyoko and C.O. Othieno. 1987. **Effects of Nitrogenous Fertilizers on Leaf Potassium Contents of Tea, *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze**. Tea Research Foundation, kericho, Kenya-Tea(Kenya). 8(1): 4-13. Abstracts on Tropical Agriculture 13(1988): Abstract No. 65209.

Pavan, M.A. 1993. **Evaluation of natural and biodigested cattle manure on soil fertility and nutrition and production of coffee.** Baletim Tecnico. Instituto Agronomico de Parana No. 45. {In CAB Abstr. 1993-4/95}.

Pendias, A.K. and H. Pendias. 2001. **Trace Elements in Soils and Plants**. 3th ed. CRC Press., Boca Raton, America.

Peech, M. 1945. Determinations of exchangeable cations and exchange capacity of soils rapid micromethods utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.

Power, J.F.and J.W. Doran. 1984. N use in organic farming**.** *In* R.D. Hauck,ed. **Nitrogen in Crop Production**. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.

Puresglove, J.W. 1987. **Tropical Crop: Dicotylelons**. Longman Scientific & Technical, New York.

Prasad, R. and J.F. Power. 1997. **Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture**. CRC Press, Boca Raton, FL.

Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black (ed.). **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties.** Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agr., Madison, Wisconsin, USA.

Ranganathan, V. and S. Natesan. 1987. Nutrient elements and quality of tea. **Planters Chronical** 82(2): 55–59.

Reganold, J.P. 1988. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. **Am. J. Altern. Agric.** 3: 144-155.

Ferguson, R.B., J.A. Nienabe., R.A. Eigenberg and B.L. Woodbury. 2005. Long-term effects of sustained beeflot manure application on soil nutrient, corn silage yield and nutrient uptake. **J. Environ. Qual.** 34: 1672-1681.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soil in the Tropics.** John Wiley & Sons. Inc. New York.

Soil Improvement Committee California Fertilizer Association. 1995. **Western Fertilizer Handbook**, 8th ed. Interstate Publishers, Inc., United States of America.

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual.** U.S. Dept. of Agr. Handbook No. 18. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

Soil Survey Staff. 2006. **Keys to Soil Taxonomy**. 10th ed. U.S. Dept. of Agr., U.S. Goverment Printing Office, Washington DC.

Scow, K.M., O.Somasco, N., Gunapala, S., Lau, R., Benette, H., Ferris., R. Miller and C. Shennan. 1994. Transition from conventional to low-input agriculture changes soil fertility and biology. **Calif. Agric.** 48(5): 20-26.

Shirami, H., M.A. Hajabbasi, M. Afyuni and A. Hemmat. 2002. Effects of famyard manure and illage systems on soil physical properties and corn yield in Central Iran. **Soil Till. Res.** 68: 101-108.

Su, Y.Z., Wang, F., Zhang, Z.H. and M.W. Du. 2006. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil-cabon sequestration and soil fertility under the wheat-wheat-maize cropping system in northwest China. **Nutr Cycl Agroecosyst.** 75: 285-295.

Summer, M.E and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchangecoefficients, pp.1021-1229. *In* J.M. Bigham (ed.). **Method of Soil Anlysis. Part III: Chemical Method.** Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin. USA.

Sunanthapongsuk, V., P. Limtong, S. Piriyaprin, P. Thunyadee, P. Juthawantana and U. Pupipat. 1987. **Effects of compost on corn charcoal stalk rot disease and its causal organism, *Macrophomina phaseolina***. Annual Report. Thailand National Corn and Sorghum Program: 324-337.

Tea Research Association. 2007. Tea cultivation and production process. **http://www.tocklai.org/manufacture/index.him**

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner (eds.). **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.** SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin.

Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soils and Soil Fertility.** 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.

UPASI TEA RESEARCH FOUNDATION. 2006. **Tea Cultivation.** แหล่งที่มา: http://www.upasitearesearch.org/html, 29 พฤษภาคม 2551.

Venkatesan, S., S. Murugesan, M. NK. Ganapathy and D. P. Verma. 2004. Long-term impact of nitrogen and potassium fertilizers on yield, soil nutriens and biochemical parameters of tea. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 84(14): 1939-1944.

Wanyoko, J.K. and C.O. Othieno. 1987. Rate of potassium fertilizer on clon 6/8 tea: effects on soil extractable potassium and leaf nutrient contents, uield and plant water status. Tea Research Foundation, kericho, **Kenya-Tea (Kenya)** 8(1): 14-20. Abstracts on Tropical Agriculture 13(1988): Abstract No. 65208.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degrjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the choroma acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Wickremasingle, K.N. and S, Kishnapillai. 1986. Fertiliser use, pp. 63–77. *In*. Sivapalan, P., Kulasegaram, S. and A. Kathiravetpillai (eds.). **Handbook on Tea**. Tea Research Institute of Sri Lanka, Talawakele, Sri Lanka.

Whalen, J.K., C. Chang., G.W. Clayton and J.P. Carefoot. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 64: 962-966.

Xun, W. and R. Jianyun. 1994. Effects of potassium interaction in tea production and quality of green, oolong and black tea in China, pp. 203-214. *In* R.L. de Silva (ed.). **Proc. of the**

International Seminar on Integrated Crop Management in Tea: **Towards Higher Productivity**. Imprimerie Brinkmann, France.

Yoshida, S., D.A. Forno and J.H. Cook. 1971. **Laboratory Manure for Physiological Studies of Rice.** Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

Zhi, L., W. Xun and Y. Yong-ming. 1991. Phosphorus nutrition in tea soil in red earth region of china, pp. 722-726. *In* **Proc. of the International Symposium on Tea Science**. Kuro Fune Printing Co. Ltd., Shizuoka, Japan.

ภาคผนวก

คำอธิบายหน้าตัดดิน

แปลงชาพันธุ์เบอร์ 12

I Information on the site

Profile symbol	:	AK-6
Classification	:	Typic Haplohumult
Date of examination	:	April 6, 2007
Described by	:	Somchai Anusontpornperm, Naruemol Wasuwan, Kosol Khentha, Wittaya Jindaluang, Napaporn Panyachai
Location	:	Chinese Tea (No.12 variety) experimental plot; Ban Ang Khang, Tambon Mon Pin, Amphoe Fang, Changwat Chiang mai
Elevation	:	Approximately 1,415 m (MSL)
Sheet name of topographic map	:	Amphoe Fang
Map sheet number	:	4848 IV Coordination : $47Q0504608^{E}$, 2202548^{N}
Landform		
1. Physiographic position	:	Shoulder valley side slope of the upper part of terraced spur
2. Surrounding landform	:	Very steep
3. Slope on which profile site	:	66% (aspect: 341 N° Azim.)
Land use	:	Tea plantation on level terrace
Annual rainfall	:	Approximately 2,063.2 mm
Mean temperature	:	Approximately 17.8°C
Climate	:	Humid subtropical

II General information on the soil

Parent material	:	Colluvium derived from slate
Drainage	:	Well drained
Permeability	:	Rapid
Runoff	:	Rapid
Depth of ground water	:	Deeper than 2.0 m at time of sampling
Erosion	:	Moderate

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-20	Red (2.5YR 4/8) 70% and brown (7.5YR 4/4) 30%; clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, friable moist, very sticky and very plastic; common very fine and few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; few traces of weathered rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Ap2
Ap2	20-50	Brown (7.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, friable moist, very sticky and very plastic; few traces of dead roots, few spots of highly weathered rock fragments; common very fine and few fine vesicular pores; many very fine and fine roots; former topsoil before terrace construction; moderately

		acid (field pH 6.0); abrupt, smooth boundary to Bt1
Bt1	50-72	Red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds and pore walls; few traces of dead roots; many very fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; common very fine and few fine roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt2
Bt2	72-94	Red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds; few traces of organic debris; common very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; common very fine and few fine roots; few small angular gravel of highly weathered rock fragments; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt3
Bt3	94-113	Red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds; few traces of dead roots, few traces of highly weathered rock fragments; common fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; few very fine and very few fine roots; common small to medium angular stones of highly weathered slate; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt4
Bt4	113-135	Red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, moderately sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds and pore walls; few traces of highly weathered rock fragments; common very fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine roots; many medium to large angular stones of highly weathered slate; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt5
Bt5	135-162	Red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, moderately sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds, pore walls and weathered rock surfaces; few traces of dead roots, few traces of highly weathered rock fragments; common very fine vesicular and few very fine dendritic tubular pores; few very fine roots; many small to large angular stones of highly weathered slate; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt6
Bt6	162-190+	Red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, moderately sticky and very plastic; many faint clay coating on faces of peds, pore walls; few traces of Mn oxide powder, few traces of highly weathered rock fragments; common very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; few very fine roots; common small angular stones of highly weathered slate; strongly acid (field pH 6.0).

แปลงชาจีนพันธุ์ก้านอ่อน

I Information on the site

Profile symbol	:	AK-7
Classification	:	Typic Haplohumult
Date of examination	:	April 23, 2007
Described by	:	Somchai Anusontpornperm, Naruemol Wasuwan, Kamolwan Laopoolkit, Wittaya Jindaluang, Napaporn Panyachai, Nakarin Sobprasonk, Naruenatre Kiatsermkajorn
Location	:	Chinese Tea (Oolong variety) experimental plot; Ban Ang Khang, Tambon Mon Pin, Amphoe Fang, Changwat Chiang mai
Elevation	:	Approximately 1,391 m (MSL)
Sheet name of topographic map	:	Amphoe Fang
Map sheet number	:	4848 IV Coordination : $47Q0504691^{E}$, 2202401^{N}
Landform		
1. Physiographic position	:	Crestal slope of the lower part of terraced spur
2. Surrounding landform	:	Hilly
3. Slope on which profile site	:	30% (aspect: 352 N°Azim.)
Land use	:	Tea plantation (Oolong variety), vegetable grown on terrace floor between tea rows
Annual rainfall	:	Approximately 2,063.2 mm
Mean temperature	:	Approximately 17.8°C
Climate	:	Humid subtropical

II General information on the soil

Parent material	:	Colluvium derived from slate
Drainage	:	Well drained
Permeability	:	Rapid
Runoff	:	Rapid
Depth of ground water	:	Deeper than 2.0 m at time of sampling
Erosion	:	Moderate

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-15	Reddish yellow (7.5YR 7/8) 70% and (7.5YR 7/6) 30%; clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few small angular rock fragments; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to Ap2
Ap2	15-30	Brown (10YR 4/3) 95% and brownish yellow (10YR 6/6) 5%; clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; few traces of dead roots; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine and few fine roots; former topsoil before terrace construction; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to Bt1
Bt1	30-53	Reddish yellowish (7.5YR 6/8); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly

		sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds; few small angular gravel of highly weathered slate; many very fine, few fine vesicular, common very fine and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bt2
Bt2	53-75	Strong brown (7.5YR 5/6); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds; few small angular gravel of highly weathered slate; many very fine, few fine vesicular, few very fine and fine simple tubular pores; many very fine and common fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); abrupt, smooth boundary to BCrt1
BCrt1	75-100/106	Strong brown (7.5YR 5/6) 30%, reddish yellow (7.5YR 7/6) 10%,, and gray (10YR 5/1) 60% rock matrix; clay; mainly colluviated rock structure mixed with moderately fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds and weathered rock surfaces; many various sizes of highly weathered slate; many very fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to BCrt2
BCrt2	106-130	reddish yellow (7.5YR 6/8) 15%, brown (7.5YR 4/4) 5%,, and very pale brown (10YR 8/2) 80% rock matrix; clay loam; mainly colluviated rock structure mixed with moderately fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds and rock surfaces; many small and medium angular stones and boulders of highly weathered slate; common very fine vesicular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to BCrt3
BCrt3	130-154/163	reddish yellow (7.5YR 6/8) 20%,,and very pale brown (10YR 8/2) 80% rock matrix; clay loam; mainly colluviated rock structure mixed with moderately fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds and rock surfaces; many small and medium angular stones and boulders of highly weathered slate; common very fine vesicular and few very fine dendritic tubular pores; few very fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to BCrt4
BCrt4	163-200^{+}	Yellow (10YR 7/8) 50%,,and very pale brown (10YR 8/4) 50% rock matrix; clay loam; mainly colluviated rock structure mixed with moderately fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds; many small angular gravel and stones of highly weathered slate; common very fine vesicular and few very fine dendritic tubular pores; few very fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0).

ตารางผนวกที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12

Depth	Horizon	pH 1:1		OM	Total N	Avail.P	Avail.K	Extractable bases				Sum	Extr.	CEC		BS
		H_2O	KCl					Ca	Mg	K	Na	bases	acidity	by sum	NH_4OAc	
(cm)				(-----g kg^{-1}-------)		(------mg kg^{-1}------)		(----------cmol kg^{-1}----------)								(%)
0-20	Ap1	6.80	5.35	47.07	2.36	56.23	137.35	12.52	2.97	0.35	0.14	15.98	23.44	39.42	19.3	40.5
20-50	Ap2	5.85	5.00	55.82	2.34	1.44	35.08	3.62	1.35	0.09	0.50	5.56	35.52	41.08	22.3	13.5
50-72	Bt1	5.85	4.15	28.11	1.75	0.72	19.09	1.91	0.71	0.05	0.25	2.92	30.15	33.07	18.3	8.8
72-94	Bt2	5.90	4.10	18.15	1.18	0.31	14.00	1.61	0.36	0.04	0.59	2.60	25.19	27.79	13.8	9.4
94-113	Bt3	6.00	4.90	14.07	0.80	0.72	13.28	2.01	0.73	0.03	0.14	2.91	21.35	24.26	10.9	12.0
113-135	Bt4	5.85	4.60	7.50	0.41	0.44	12.46	2.17	1.07	0.03	0.55	3.82	21.71	25.53	11.1	15.0
135-162	Bt5	5.90	4.50	6.39	0.45	0.93	15.92	0.83	0.9	0.04	0.22	1.99	18.60	20.59	13.3	9.7
162-190+	Bt6	5.70	4.80	4.28	0.35	0.44	15.83	0.48	0.79	0.04	0.34	1.65	18.41	20.06	11.4	8.2

ตารางผนวกที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12

Depth	Horizon	Particle size distribution			Textural	Bulk density	Ksat
		Sand	Silt	Clay	class		
(cm)		(-- ---g kg^{-1}-------)				($Mg\ m^{-3}$)	($cm\ hr^{-1}$)
0-20	Ap1	105	389	506	C	1.12	18.69
20-50	Ap2	114	443	443	SiC	1.05	5.14
50-72	Bt1	51	333	616	C	1.09	10.86
72-94	Bt2	68	354	578	C	1.08	5.04
94-113	Bt3	176	331	493	C	1.12	-
113-135	Bt4	196	374	430	C	0.96	-
135-162	Bt5	226	365	409	C	1.11	-
162-190+	Bt6	252	402	346	CL	0.94	-

ตารางผนวกที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินแปลงก้านอ่อน

Depth	Horizon	pH 1:1		OM	Total N	Avail.P	Avail.K	Extractable bases				Sum	Extr.	CEC		BS
		H_2O	KCl					Ca	Mg	K	Na	bases	acidity	by sum	NH_4OAc	
(cm)				(-----g kg^{-1}-------)		(------mg kg^{-1}------)		(----------cmol kg^{-1}----------)								(%)
0-15	Ap1	5.60	4.00	47.60	3.01	3.61	117.35	2.45	0.82	0.30	0.60	4.17	24.13	28.30	16.1	14.7
15-30	Ap2	5.40	4.20	53.89	3.28	3.56	127.67	2.11	0.65	0.33	0.17	3.26	32.03	35.29	18.3	9.2
30-53	Bt1	5.35	3.20	22.48	2.07	0.44	41.18	1.98	0.55	0.11	0.42	3.06	26.02	29.08	17.5	10.5
53-75	Bt2	5.30	3.35	13.54	1.50	0.38	23.89	1.18	0.24	0.06	0.51	1.99	20.14	22.13	10.0	9.0
75-100/106	BCrt1	5.85	4.40	5.80	1.28	0.93	23.08	2.01	0.40	0.06	0.56	3.03	13.43	16.46	7.8	18.4
106-130	BCrt2	5.80	4.55	5.15	1.07	0.86	20.95	2.53	0.40	0.05	0.17	3.15	13.11	16.26	7.8	19.4
130-154/163	BCrt3	5.65	4.00	4.78	0.86	0.93	18.63	2.23	0.44	0.05	0.62	3.34	10.34	13.68	6.7	24.4

ตารางผนวกที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน

Depth	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Bulk density	Ks
		Sand	Silt	Clay			
(cm)		(-- ---g kg^{-1}-------)				($Mg\ m^{-3}$)	($cm\ hr^{-1}$)
0-15	Ap1	110	468	422	SiC	0.95	97.60
15-30	Ap2	138	529	333	SiCL	0.96	17.66
30-53	Bt1	95	441	464	SiC	1.16	3.56
53-75	Bt2	79	415	506	SiC	1.18	5.15
75-100/106	BCrt1	114	540	346	SiCL	1.41	-
106-130	BCrt2	94	602	304	SiCL	1.43	-
130-154/163	BCrt3	107	555	338	SiCL	1.45	-

ตารางผนวกที่ 5 ข้อกำหนดที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน(เอิบ, 2548; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

1. ปฏิกิริยาของดิน (Soil reation), pH (ดิน : น้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.4
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

2. อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย ($g\ kg^{-1}$)
ต่ำมาก (VL)	< 5
ต่ำ (L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ (ML)	10-15
ปานกลาง (M)	15-25
ค่อนข้างสูง (MH)	25-35
สูง (H)	35-45
สูงมาก (VH)	> 45

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg^{-1})
ต่ำมาก (VL)	< 1.0
ต่ำ (L)	1.0-2.0
ปานกลาง (M)	2.0-5.0
สูง (H)	5.0-7.5
สูงมาก (VH)	> 7.5

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (ML)	6-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-25
สูง (H)	25-45
สูงมาก (VH)	> 45

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (VL)	< 30
ต่ำ (L)	30-60
ปานกลาง (M)	60-90
สูง (H)	90-120
สูงมาก (VH)	> 120

6. เบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})				
	extr.Ca	extr.Mg	extr.K	extr.Na	extr.bases
ต่ำมาก (VL)	< 2.0	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 2.6
ต่ำ (L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3	2.6-6.6
ปานกลาง (M)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7	6.6-14.3
สูง (H)	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0	14.3-31.2
สูงมาก (VH)	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0	> 31.2

หมายเหตุ

VL = ต่ำมาก (very Low)

L = ต่ำ (Low)

ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)

M = ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)

MH = ค่อนข้างสูง (Moderate High)

H = สูง (High)

VH = สูงมาก (very Low)

7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก (VL)	<3
ต่ำ (L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ (ML)	5-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-20
สูง (H)	20-30
สูงมาก (VH)	>30

8. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation)

ระดับ (rating)	พิสัย (%)
ต่ำ (L)	<35
ปานกลาง (M)	35-75
สูง (H)	>75

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับสภาพกรดแลกเปลี่ยนได้

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก	<1.0
ต่ำ	1.0-2.0
ปานกลาง	2.0-5.0
ค่อนข้างสูง	5.0-10.0
สูง	10.0-20.0
สูงมาก	>20.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับ (rating)	พิสัย ($Mg\ m^{-1}$)
ต่ำมาก	<1.2
ต่ำ	1.2-1.4
ปานกลาง	1.4-1.6
ค่อนข้างสูง	1.6-1.8
สูง	1.8-2.0
สูงมาก	>2.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 8 ระดับชั้นของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ระดับชั้น	ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ($cm\ hr^{-1}$)
ช้ามาก (very slow)	< 0.125
ช้า (slow)	0.125-0.50
ช้าปานกลาง (moderately slow)	0.50-2.00
ปานกลาง (moderate)	2.00-6.25
เร็วปานกลาง (moderately rapid)	6.25-12.50
เร็ว (rapid)	12.50-25.00
เร็วมาก (very rapid)	> 25.00

ที่มา: O'Neal (1952)

ตารางผนวกที่ 9 วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน (กองสำรวจดิน, 2523)

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ปริมาณอินทรียวัตถุ ($g\ kg^{-1}$)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mg\ kg^{-1}$)	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ($mg\ kg^{-1}$)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ($cmol\ kg^{-1}$)	อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%)
ต่ำ	< 15 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)	< 10 (1)	< 35 (1)
ปานกลาง	15-35 (2)	10-20 (2)	60-90 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)
สูง	> 35 (3)	> 20 (3)	> 90 (3)	> 20 (3)	> 75 (3)

หมายเหตุ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง)

คะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

คะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

คะแนนเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

ตารางผนวกที่ 10 แสดงค่าปริมาณธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีดิน ก่อนการทดลองในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 และแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน

ดินแปลงชา	ชั้นดิน	pH	OM	N	P	K	Ca	Mg	CEC	BS
		(1:1)	(----g kg^{-1}----)		(---mg kg^{-1}---)		(-------cmol kg^{-1}-------)			%
พันธุ์เบอร์ 12	บน	5.04	58.2	2.28	115.9	466.1	0.138	2.184	35.9	10.36
	ล่าง	4.77	60.6	2.28	31.0	269.3	0.103	1.292	38.2	6.48
พันธุ์ก้านอ่อน	บน	4.68	49.4	3.33	179.5	326.3	0.124	1.960	29.2	11.34
	ล่าง	4.42	46.6	2.48	17.4	148.7	0.057	0.989	21.9	7.90

ตารางผนวกที่ 11 แสดงค่าสมบัติทางกายภาพของดิน ก่อนการทดลองในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 และก้านอ่อน

ดินแปลงชา	ชั้นดิน	Bulk density	Hydraulic conductivity	San	Silt	Clay	texture
		(Mg m^{-3})	(cm hr^{-1})	(---------g kg^{-1}---------)			
พันธุ์เบอร์ 12	บน	0.99	180.80	126.0	386.0	488.0	Clay
	ล่าง	0.92	143.98	121.0	416.0	463.0	Silty Clay
พันธุ์ก้านอ่อน	บน	1.07	48.05	129.0	448.0	423.0	Silty clay
	ล่าง	1.02	16.50	109.0	412.0	478.0	Silty clay

ตารางผนวกที่ 12 แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในแปลงชาพันธุ์เบอร์ 12 ก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	pH		O.M.		Total N		Avail. P		Avail. K		CEC		%BS		BD		Ksat	
	ก่อน*	หลัง**	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
	ดินบน [1/]																	
มูลวัว	5.02	5.13	57.47	64.20	2.26	3.10	66.4	357.8	383.2	446.7	35.6	41.3	9.55	7.68	1.00	0.89	189.2	44.9
มูลไก่	5.20	4.98	61.38	55.41	2.36	3.05	86.6	239.9	522.9	801.2	34.4	41.8	12.07	11.62	0.96	0.95	155.6	44.9
	ดินล่าง [2/]																	
มูลวัว	4.68	4.61	62.51	68.77	2.30	2.28	9.2	97.9	152.7	296.5	38.6	40.1	4.81	3.93	0.92	0.88	31.2	18.5
มูลไก่	5.03	4.45	55.03	57.65	2.21	2.04	10.5	36.7	219.0	414.8	35.4	40.2	7.35	4.80	0.90	0.85	82	17.3

หมายเหตุ [1/] ดินบน ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร

[2/] ดินล่าง ที่ความลึก 20-30 เซนติเมตร

* ก่อนใส่ปุ๋ยคอก

** 1 ปีหลังจากใส่ปุ๋ยคอก

ตารางผนวกที่ 13 แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในแปลงชาพันธุ์ก้านอ่อน ก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	pH		O.M.		Total N		Avail. P		Avail. K		CEC		%BS		BD		Ksat	
	ก่อน*	หลัง**	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
	ดินบน 1/																	
มูลวัว	4.67	5.36	51.1	79.3	2.95	3.14	177.9	267.0	322.4	871.5	27.7	21.7	12.17	25.40	1.09	0.79	54.68	51.61
มูลไก่	4.73	4.80	54.7	73.0	2.99	2.79	184.2	253.8	338.1	682.3	33.8	22.5	9.35	19.08	1.00	0.98	28.15	10.06
	ดินล่าง 2/																	
มูลวัว	4.45	4.95	44.5	49.5	2.41	2.28	14.7	64.1	188.0	471.9	21.1	24.1	8.08	6.85	1.07	0.95	17.49	13.54
มูลไก่	4.33	4.92	52.9	55.2	2.68	2.36	25.3	52.1	115.3	361.3	26.2	9.1	12.70	31.20	0.88	0.97	22.52	11.56

หมายเหตุ 1/ ดินบน ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร

2/ ดินล่าง ที่ความลึก 20-30 เซนติเมตร

* ก่อนใส่ปุ๋ยคอก

** 1 ปีหลังจากใส่ปุ๋ยคอก

ตารางผนวกที่ 14 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบชา (*Camellia sinensis*) โดยใช้ใบที่สามนับจากปลายยอด

ธาตุอาหาร	ระดับต่ำ	ระดับพอเพียง	ระดับสูง
		(%)	
ไนโตรเจน	< 3.80	3.80-4.80	> 4.80
ฟอสฟอรัส	< 0.19	0.19-0.25	> 0.25
โพแทสเซียม	< 1.80	1.80-2.00	> 2.00
แคลเซียม	< 0.40	0.40-0.60	> 0.60
แมกนีเซียม	< 0.15	0.15-0.30	> 0.30
กำมะถัน	< 0.10	0.10-0.30	> 0.30

ที่มา: ศรีสม (2547)

ตารางผนวกที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit

Quantity	SI unit	Conversion equation
Electrical conductivity	dS m^{-1}	1 mS/cm = dS m^{-1}
		1 µ/cm = 0.001 dS m^{-1}
Cation exchange capacity	cmol (+) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (+) kg^{-1}
Anion exchange capacity	cmol (-) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (-) kg^{-1}
Exchange cation	cmol (+) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (+) kg^{-1}
Mass ratio	g kg^{-1}	1% = 10 g kg^{-1}
	mg kg^{-1}	1 ppm = 1 mg kg^{-1}
		1 mg/100g = 10 mg kg^{-1}
	µg kg^{-1}	1 ppb = 1 µg kg^{-1}
	mg kg^{-1}	1 ppt = 1 ng kg^{-1}
Mass concentration	g L^{-1}	1% = 10 g L^{-1}
	mg L^{-1}	1 ppm = 1 mg L^{-1}
	µg L^{-1}	1 ppb = 1 µg L^{-1}
Density	Mg m^{-3}	1g/cm^3 = 1 Mg m^{-3}
Specific surface	m^2 kg^{-1}	1 m^2/g = 1000 m^2 kg^{-1}
Pressure	kPa, Mpa	1 bar = 0.1 Mpa
Radioactivity	Bq	1 Ci = 3.7 x 10^{10}
Rate, Yield	kg ha^{-1}	1 kg/10a = 10 kg ha^{-1}
	Mg ha^{-1}	1t/10a = 10 Mg ha^{-1}

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายโกศล เคนทะ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2525
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วุฒิ ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. (เกษตรศาสตร์)) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-