ผลงานเรื่องที่ 2

ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ

Management of Soil on Increasing Yield of Physic Nut in Roi- Et Saline Variant Soil Series

ของ

นายปราโมทย์ แย้มคลี่

ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1224
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เสนอ

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ
ตำแหน่งเลขที่ 1224 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ข)
สารบัญตารางภาคผนวก	(ค)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วิธีดำเนินการ	7
อุปกรณ์	7
วิธีการ	7
เวลาและสถานที่	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุป	30
ข้อเสนอแนะ	30
ประโยชน์ที่ได้รับ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีของ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ	9
2	ความสูงของต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	10
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความสูงต้นสบู่ดำอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	11
4	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	12
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	13
6	ขนาดทรงพุ่มสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	14
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของขนาดทรงพุ่มสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	15
8	จำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	16
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของจำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	17
10	น้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	18
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	19
12	ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	20
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของผลผลิตเมล็ดสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก	21
14	ผลของการจัดการดินต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง	24

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนที่ อ. บ้านไผ่ จ. ขอนแก่น ปี 2552	36
2	ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนที่ อ. บ้านไผ่ จ. ขอนแก่น ปี 2553	37
3	ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนที่ อ. บ้านไผ่ จ. ขอนแก่น ปี 2554	38
4	ระดับการประเมินสภาพความเป็นกรดด่างของดิน	39
5	ระดับการประเมินอินทรียวัตถุในดิน	39
6	ระดับการประเมินธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในดิน	40

การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ

ปราโมทย์ แย้มคลี่ บวร บัวขาว

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็ม ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ดำเนินการปลูกสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ที่แปลงทดลองของเกษตรกร บ้านขามเรียน ต.เมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ระหว่างปี 2552-2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการดินเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มผลผลิตสบู่ดำและเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพืชพลังงานทดแทน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCB) 10 ตำรับการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) แปลงควบคุม 2) ปุ๋ยเคมี 3) ปุ๋ยหมัก 2 กก.ต่อต้นต่อปี 4) ปุ๋ยหมัก 4 กก.ต่อต้นต่อปี 5) ปุ๋ยคอก 2 กก.ต่อต้นต่อปี 6) ปุ๋ยคอก 4 กก.ต่อต้นต่อปี 7) ปุ๋ยหมัก 2 กก.ต่อต้นต่อปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ 8) ปุ๋ยหมัก 4 กก.ต่อต้นต่อปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ 9) ปุ๋ยคอก 2 กก.ต่อต้นต่อปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ 10) ปุ๋ยคอก 4 กก.ต่อต้นต่อปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ โดยตำรับที่ 2-10 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ 7-10 ฉีดน้ำหมักชีวภาพอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ เจือจาง 1:500 ทุกเดือน จากผลการทดลองพบว่า การจัดการดินเพื่อปลูกสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็มชุดร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ เป็นดินที่มีปัญหาความเค็มสูง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในสภาพอาศัยน้ำฝน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้สบู่ดำพันธุ์ 18/36 สามารถเจริญเติบโตทางลำต้นได้ แต่ไม่แตกต่างกับแปลงควบคุม ด้านผลผลิตสบู่ดำพบว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยรวม 2 ปี สูงสุดเท่ากับ 325.81 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่า สภาพทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นยกเว้นแปลงควบคุม โดยปริมาณอินทรียวัตถุ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.59-57.65 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.79-140.15 และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 34.72-110.59 ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 20.65-70.65 เมื่อเทียบกับสมบัติของดินก่อนทดลอง นอกจากนี้ยังพบความแปรปรวนค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงทดลอง

คำสำคัญ : สบู่ดำ ดินเค็ม ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก น้ำหมักชีวภาพ
เลขที่ทะเบียนวิจัย 52-54-04-12-30000-010-103-02-11

Management of Roi-Et saline variant soil series on increasing yield of Physic nut

Pramote Yamclee Baworn Buakao

Office of Research and Development for Land Management Land Development Department

Abstract

The management of Roi-Et saline variant soil series on increasing yield of Physic nut was conducted at Banphai district, KhonKaen province from 2009-2011. The objectives were to study the effect of soil amendments on the chemical of soil and yields of physic nut variety 18/36. The experimental design was randomized complete block with 3 replications of 10 treatments were 1) control 2) chemical fertilizer 3) compost 2 kg/plant 4) compost 4 kg/plant 5) farmyard manure 2 kg/plant 6) farmyard manure 4 kg/plant 7) compost 2 kg/plant and bio-extract 8) compost 4 kg/plant and bio-extract 9) farmyard manure 2 kg/plant and bio-extract 10) farmyard manure 4 kg/plant and bio-extract respectively. The treatment 2-10 used chemical fertilizer 15-15-15 rate of 25 kg/rai and treatment 7-10 spraying by the bio-extract rate of 20 l/rai diluted 1:500 every month. The results showed that utilization of organic plus chemical fertilizers and bio-extract result in increasing growth rate of physic nut variety 18/36 but not significantly different with control treatment. The use of farmyard manure 2 kg/plant and chemical fertilizer 15-15-15 rate of 25 kg/rai and bio-extract gave highest seed yield in both 2 years were 325.81 kg/rai. For the chemical properties of soil showed that utilization of soil amendments resulted in increasing soil fertility i.e. organic matter 10.59-57.65 %, available phosphorus 7.79-140.15 %and available potassium 34.72-110.59 %while soil electrical conductivity (EC_e) tended to decrease 20.65-70.65 % as compare with the soil before experiment. However, the variation of EC_e was found due to the effect of salinity movement in the experimental area.

Keywords**:** Physic nut, saline soil, Roi Et saline variance series, compost, manure, bio-extract

Research registration number: 52-54-04-12-30000-010-103-02-1

คำนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นแหล่งพลังงานจึงลดน้อยลงทุกวัน ส่งผลให้เกิดภาวะวิกฤตด้านพลังงานขึ้นอย่างต่อเนื่องหลายประเทศทั่วโลก ประเทศไทยก็ประสบปัญหาพลังงานเช่นเดียวกันเพราะไม่ใช่ผู้ผลิต จึงต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราในการนำเข้าน้ำมันดิบปีละหลายแสนล้านบาทก่อให้เกิดภาวะขาดดุลการค้า ประกอบกับความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงภายในประเทศได้ขยายตัวมากขึ้น ท่ามกลางสถานการณ์ราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งภาครัฐและเอกชนต้องเร่งหามาตรการเพื่อบรรเทาผลกระทบดังกล่าว โดยการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกอื่นๆ ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้คนไทยหันมาประหยัดการใช้น้ำมันอย่างต่อเนื่อง และสร้างพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งแนวทางหนึ่งคือไบโอดีเซลที่สามารถผลิตจากน้ำมันพืชเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลที่มีการใช้ในเครื่องยนต์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยเฉพาะน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำหลังจากสกัดและผ่านการกรองแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนที่รักษาสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี (สมบัติ, 2548)

สบู่ดำ เป็นพืชน้ำมันอีกชนิดหนึ่งที่สามารถสกัดเป็นน้ำมันไบโอดีเซลได้ มีชื่อสามัญว่า Physic nut มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* Linn. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae (supurge family) (Linnaeus, 1753) เช่นเดียวกับละหุ่ง ยางพารา และมันสำปะหลัง (สมบัติ, 2549) มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง เป็นพืชที่นำเข้ามาในประเทศไทยปลายกรุงศรีอยุธยาโดยชาวโปรตุเกส เพื่อผลิตเมล็ดนำไปอัดบีบน้ำมันทำสบู่และใช้จุดไฟให้แสงสว่างเวลากลางคืน พืชชนิดนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ภาคกลางเรียกว่า “สบู่ดำ” เพราะเปลือกเมล็ดมีสีดำภาคเหนือเรียก “ละหุ่งฮั้ว” ภาคใต้เรียก “หงเทศ” ภาคอีสานเรียก “มะเยา” แต่ชาวอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา เรียกว่า สีหลอด (ระพีพันธุ์ และสุขสันต์, 2525) สบู่ดำที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิดคือ สบู่ดำชนิดที่ต้นและใบมีสีเขียว ผิวเรียบลื่น ต้นมียางใสสีขาว โดยเฉพาะที่ยอดและก้านใบ ยอดและใบอ่อนมีสีม่วงเขียว ขอบใบมีรอยหยัก 3-5 หยัก (Lobe) คล้ายใบละหุ่ง ก้านใบยาว 6-18 เซนติเมตร เป็นไม้พุ่มสูง 2-5 เมตร ยืนต้นอยู่ได้หลายปี ออกดอกเป็นช่อมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ช่อดอกกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอด ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ผลรูปทรงหกเหลี่ยมค่อนข้างกลม ผลดิบมีสีเขียวอ่อนเวลาแก่มีสีเหลืองสด ผลหนึ่งมี 3 พูห่อหุ้มเมล็ดเอาไว้ เมล็ดรูปทรงรีมีสีดำขนาดยาว 1.7-1.9 เซนติเมตร หนา 8-9 มิลลิเมตร น้ำหนักร้อยเมล็ดประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว นับตั้งแต่วันออกดอกจนถึงวันผลแก่ใช้เวลา 60-90 วัน อีกชนิดหนึ่งเรียกว่า สบู่แดง เป็นไม้พุ่มต้นเตี้ยใบเล็กสีแดง ลูกและเมล็ดเล็กกว่าสบู่ดำ ใบมี 5 หยักเช่นเดียวกัน ส่วนใหญ่จะขึ้นตามกองขยะเก่า ไม่ได้ปลูกเหมือนสบู่ดำ (ระพีพันธุ์ และสุขสันต์, 2543)

พันธุ์ของสบู่ดำ เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เรียกตามแหล่งปลูก เช่น พันธุ์สตูล มุกดาหาร น่าน บุรีรัมย์ มีระยะการปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 1 x 1 เมตร ปลูกได้ 800 ต้นต่อไร่ ถ้าดินดีอาจปลูกให้ห่างขึ้น เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีอาจใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอกอัตรา 500 - 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ชำนาญ, 2547) การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด สามารถเพาะในถุงเพาะหรือกระบะทราย อายุประมาณ 2 เดือนนำไปปลูก ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะให้ผลผลิตประมาณ 8 - 10 เดือน หลังปลูก ส่วนการใช้ท่อนพันธุ์ ควรใช้สีน้ำตาลปนเขียวยาว 45-50 เซนติเมตร จะเริ่มให้ผลผลิตระยะเวลา 6 - 8 เดือนหลังปลูก การปลูกและการดูแลรักษา ฤดูปลูกที่เหมาะสมคือ เดือนเมษายน - พฤษภาคม พื้นที่ปลูก

ควรเลือกพื้นที่ดอน น้ำไม่ท่วมขัง อยู่กลางแจ้งแสงแดดจัด ควรตัดแต่งกิ่งบ่อยๆ เพื่อให้ลำต้นแตกกิ่งก้าน (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ, 2548)

สบู่ดำ สายพันธุ์ 18/36 คือ สายพันธุ์สบู่ดำที่ได้รับการคัดเลือกจากโครงการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำ จำนวน 12 สายพันธุ์ ในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาระบบการจัดการการผลิตวัตถุดิบจากพืชสำหรับผลิตพลังงาน กิจกรรมที่ 1 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตวัตถุดิบจากพืชสำหรับผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเริ่มดำเนินการปี 2549 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร โดยพบว่า สบู่ดำ สายพันธุ์ 18/36 ให้ผลผลิตสูงสุด เป็นพันธุ์ที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งระยะเวลาหลังดอกบานที่ 40 50 60 และ 70 วัน โดยไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดลดต่ำลง จึงอาจกล่าวได้ว่า สบู่ดำ สายพันธุ์ 18/36 มีความเหมาะสมกับสภาพดินในทุกพื้นที่และวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรที่แตกต่างกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2552ก, กรมวิชาการเกษตร, 2552ข)

การตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ เริ่มแต่งกิ่งเมื่ออายุประมาณ 1 ปี เพื่อให้แตกกิ่งแขนง มี 3 รูปแบบคือ ตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 1 2 และ 3 ซึ่งผลการตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 1 ปรากฏว่าหลังการตัดแต่งกิ่ง สามารถเก็บผลผลิตได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการตัดแต่งกิ่งรูปแบบอื่น และต้นสบู่ดำไม่ทิ้งใบทำให้ยังสามารถติดดอกและออกผลได้ในฤดูแล้ง (สมบัติ, 2548) การตัดแต่งกิ่งนี้นอกจากเป็นการกระตุ้นให้เกิดกิ่งกระโดงใหม่แล้ว ยังเป็นการควบคุมการเจริญเติบโตทางความสูงของสบู่ดำ ซึ่งไม่ควรให้ต้นสบู่ดำสูงเกิน 2 เมตร เพราะ เป็นข้อจำกัดในการเก็บเกี่ยว มีงานวิจัยที่พบว่าหลังตัดแต่งกิ่งเพียง 4 สัปดาห์ สบู่ดำจะเริ่มออกดอกและภายใน 10 สัปดาห์เริ่มติดผล ซึ่งแสดงว่าการตัดแต่งกิ่ง และการให้น้ำจะทำให้สบู่ดำออกดอก ติดผลให้เก็บเกี่ยวได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี สำหรับระยะปลูกที่เหมาะสมมี 2 แบบ คือ หากมีการดูแลและตัดแต่งกิ่ง ใช้ระยะ 2 x 2.5 เมตร ใช้ต้นพันธุ์ 320 ต้นต่อไร่ ถ้าไม่มีการดูแลตัดแต่งกิ่ง ใช้ระยะปลูก 5 x 5 เมตร ใช้ต้นพันธุ์ 64 ต้นต่อไร่ (อนุสรณ์, 2548)

สบู่ดำเป็นไม้พุ่มที่ปลูกง่าย สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ร้อนและแห้งแล้ง เจริญเติบโตเร็ว ขยายพันธุ์ได้ทั้งเมล็ดและกิ่งพันธุ์ สบู่ดำจะทยอยออกดอกตลอดปี จึงสุกแก่และเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน (Jones และ Miller, 1992) เป็นไม้พุ่มที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่ดินเสื่อมโทรม ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อนชื้น สบู่ดำปรับตัวได้ดีในดินกรวด ดินทราย และดินเค็ม (Gao *et al*., 2008) มีรายงานหลายเรื่องที่ระบุตรงกันว่าสบู่ดำสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ในสภาพพื้นที่ดินลูกรัง และดินตื้น ยกเว้นบริเวณที่น้ำขัง มีโรคและแมลงรบกวนน้อยผลผลิตขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพแวดล้อม (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2551) แม้ในสภาพพื้นที่ที่ดินมีปัญหา ต้นสบู่ดำสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี ประมาณ 2-4 กิโลกรัม/ต้น/ปี หรืออาจสูงกว่านี้ ถ้ามีการพัฒนาวิธีการปลูก และการจัดการที่ดี สามารถให้ผลผลิตได้ตั้งแต่ปีแรก และให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 3-5 ปี (Becker and Francis, 2000) โดยหลังจากปลูกประมาณ 1 เดือน ควรใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่อีกครั้งหลังการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาทางลำต้นและผลผลิตของสบู่ดำ ทั้งนี้ยังไม่มีรายงานถึงปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับการปลูกต้นสบู่ดำในประเทศไทย (วิมลรัตน์ และคณะ, 2531) ปัญหาที่สำคัญคือสบู่ดำยังให้ผลผลิตต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสมและยังขาดข้อมูลด้านการจัดการดินที่น่าจะมีผลต่อการผลิตสบู่ดำในเชิงพาณิชย์

ประโยชน์ของสบู่ดำ ในทางการแพทย์พื้นบ้าน ใช้ยางจากต้นป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน แก้ลิ้นเป็นฝ้าขาวโดยใช้น้ำยางสบู่ดำผสมกับน้ำนมมารดาแล้วใช้ป้ายลิ้น ลำต้นตัดเป็นท่อนๆ ต้มน้ำให้เด็กกินแก้ชางตาลขโมย ตัดเป็นท่อนแช่น้ำแล้วอาบแก้โรคพุพอง ประโยชน์ด้านธรรมชาติ ปลูกเป็นแนวรั้วเอาไว้ป้องกันสัตว์เลี้ยง เช่น โค กระบือ แพะ หรืออื่นๆ เข้าทำลายผลผลิต เนื่องจากลำต้น

ผล และเมล็ดมีสารชนิดหนึ่งเป็นกรดชื่อ Hydrocyanic สังเกตได้เมื่อหักต้น ส่วนยอด หรือก้านใบจะมียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมไหลออกมามีกลิ่นเหม็นเขียว และเมล็ดสบู่ดำมีสารพิษเรียกว่า Curcin ที่มีฤทธิ์เหมือนสลอดเมื่อกินเข้าไปจะทำให้ท้องเดิน สัตว์เลี้ยงจึงไม่กินต้นสบู่ดำ นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมทอผ้านุ่งห่ม ทำเป็นสบู่ในวงการเครื่องสำอาง ทำเทียนไข และเมล็ดสบู่ดำที่แก่จัดนำไปบีบเอาน้ำมันไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำโดยตรง ไม่ต้องใช้สารอื่นผสม ปัจจุบันมีนักวิจัยนำน้ำมันสบู่ดำไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราที่เหมาะสม ทดลองใช้กับรถยนต์ ซึ่งมีแนวโน้มความเป็นไปได้สูงที่น้ำมันสบู่ดำจะมาเป็นพลังงานทดแทนได้เป็นอย่างดี สารเคมีที่พบในเมล็ด ลำต้น และยางมี Curcin Photosteroids และ Ricine (สำลี และคณะ, 2526)

สบู่ดำจัดเป็นพืชพลังงานชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพนำมาผลิตไบโอดีเซล เพราะมีน้ำมันในเมล็ดแห้ง 34-35 เปอร์เซ็นต์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) การสกัดน้ำมันสบู่ดำ ใช้ผลสบู่ดำแห้งเปลือกมีสีเหลืองถึงสีดำที่แก่จากต้น นำมากะเทาะเปลือกออกให้เหลือเฉพาะเมล็ด ล้างน้ำทำความสะอาดแล้วผึ่งลมให้เมล็ดแห้ง นำเมล็ดไปบุบให้แตกโดยการทุบหรือบดหยาบแล้วออกตากแดดเพื่อรับความร้อนประมาณ 30 นาที จากนั้นนำเข้าเครื่องสกัดโดยใช้แรงงานคน นำน้ำมันที่ได้ไปกรองเพื่อแยกเศษผง เมล็ดสบู่ดำ 4 กิโลกรัม สกัดน้ำมันได้ 1 ลิตร สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตรได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ส่วนผสมและไม่ทำให้เครื่องยนต์เสียหาย กากเมล็ดสบู่ดำที่เหลือจากการสกัดน้ำมันมีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการ สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ การทดสอบการใช้งาน จากการนำน้ำมันสบู่ดำที่ได้ไปทดลองเดินเครื่องยนต์คูโบต้าดีเซล 1 สูบ แบบสูบนอนระบบ 4 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ปริมาตรกระบอกสูบ 400 ซีซี 7 แรงม้า/2,200 รอบ/นาที เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องยนต์ (รอบ/นาที) และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ซีซี/ชั่วโมง) ระหว่างการใช้น้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ผลจากการทดสอบกับเครื่องยนต์ เมื่อเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันสบู่ดำครบ 1,000 ชั่วโมง ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ออกมาตรวจสอบ เสื้อสูบ ลูกสูบ แหวนลิ้น หัวฉีด และอื่นๆ ไม่พบยางเหนียวจับทุกชิ้นยังคงสภาพดีเหมือนเดิม (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ, 2548)

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในด้านการปรับปรุงสมบัติของดิน ทำให้ดินโปร่ง เพิ่มความพรุนให้กับดิน ทำให้การระบายน้ำ การระบายอากาศในดินดีขึ้น และช่วยในการอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืช ทั้งธาตุอาหารหลักและรองเมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้ในการเพาะปลูกพืชสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ และยังเป็นการเพิ่มผลผลิตพืชให้สูงขึ้น การใช้ประโยชน์สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้น ใส่ปุ๋ยหมักตอนเตรียมหลุมปลูก โดยคลุกเคล้าปุ๋ยหมักให้เข้ากับดินที่ใช้ปลูกแล้วใส่ด้านล่าง อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อหลุม (ฉวีวรรณ และคณะ, 2545)

น้ำหมักชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของเหลวซึ่งได้จากการนำวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ ซึ่งมีลักษณะสด หรือมีความชื้นสูงในลักษณะเป็นของเหลว และอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลาย ทำให้ได้กรดอินทรีย์และฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างได้ผลและมีประสิทธิภาพ ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของรากพืช เพิ่มการขยายตัวของใบ และยืดตัวของลำต้น ส่งเสริมการออกดอกและติดผลดีขึ้น การนำไปใช้ประโยชน์สำหรับไม้ผล ใช้น้ำหมักชีวภาพอัตรา 200 มิลลิลิตรต่อไร่ต่อครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 100 ลิตร ฉีดพ่นหรือลดลงดินทุก 1 เดือน ช่วงกำลังเจริญเติบโต ก่อนออกดอก และช่วงติดผล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ลักษณะของกลุ่มชุดดินที่ 20 เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงทรายร่วน ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา พบจุดประสีน้ำตาล สี

เหลืองหรือสีแดง อาจพบก้อนปูน (Secondary lime concretion) ปะปนอยู่ด้วยและมีเกลือโซเดียมสะสมอยู่สูงถึงสูงมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ดินชั้นบนมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.0) ส่วนดินชั้นล่างปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) ในช่วงฤดูแล้งจะพบคราบเกลือปรากฏให้เห็นบนผิวดิน ได้แก่ ชุดดิน หนองแก กุลาร้องไห้ อุดร ร้อยเอ็ดประเภทที่มีคราบเกลือ ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรไม่ได้ มีแต่ป่าละเมาะ ไม้พุ่มหนาม ขึ้นกระจัดกระจายเป็นหย่อมๆ บางแห่งเป็นแหล่งทำเกลือสินเธาว์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Roi Et, saline variant series : Re-sa) กลุ่มชุดดินที่ 20 จัดอยู่ใน fine-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic Aeric Kandiaquults เกิดจากการทับถมกันเป็นเวลานานของตะกอนลำน้ำและพบบนที่ราบบันไดขั้นต่ำ หรือที่ลุ่มของที่ราบบันไดขั้นกลาง สภาพของพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 1-2 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลางถึงช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่า 1.5 เมตร ในฤดูแล้ง ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างไม่ดี สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.0) ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินเหนียว บางแห่งจะมีกรวดพวกลูกรังปะปนอยู่ในตอนล่าง สีเทาอ่อนหรือสีเทาอ่อนปนน้ำตาล มีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาลและสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก (pH 5.5-6.0) สภาพการระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่สำคัญคือ ความเค็ม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) บริเวณดังกล่าวปรากฏมีคราบเกลือบนผิวดิน ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรไม่ได้ ก่อนปลูกพืชสมควรที่จะมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือเพิ่มมากขึ้น

ดินเค็มเป็นดินที่มีเกลืออยู่ในดินเป็นปริมาณมากจนเป็นอันตรายต่อพืชปลูก มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอิ่มตัวเกินกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 15 เกลือที่พบ เป็นเกลือคลอไรด์ และซัลเฟต ของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) เป็นดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำและมีการสูญเสียอินทรียวัตถุสูง (Arunin *et al*., 1988) ทำให้พืชปลูกได้รับความเสียหายจากการขาดน้ำ สมดุลของธาตุอาหารที่เปลี่ยนไป และพิษจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเค็มนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของดินอีกด้วย โดยทำให้โครงสร้างของดินแน่นทึบ ดังนั้นการใช้วัสดุปรับปรุงดินเค็มจะช่วยทำให้โครงสร้างทางกายภาพดีขึ้น สามารถใช้ทำการเกษตรได้ สบู่ดำเป็นพืชที่ปลูกได้ในพื้นที่เสื่อมโทรม ทนต่อความแห้งแล้ง และดินเค็ม เจริญเติบโตเร็ว เมื่อสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดแล้ว กากของสบู่ดำยังสามารถนำมาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และยังนำมาใช้เป็นเวชภัณฑ์ของมนุษย์และสัตว์ได้ด้วย สบู่ดำจึงเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทนและอื่นๆ ในสภาวะที่ราคาน้ำมันดีเซลปรับตัวสูงขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) แต่ปัจจุบันยังมีงานวิจัยในพื้นที่ดินเค็มน้อยมาก

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการวิจัยให้ได้ข้อมูลถึงความเป็นไปได้ในการผลิตสบู่ดำเป็นพลังงานทางเลือก ถ้าหากมีการวางแผนการจัดการดินเค็มอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมี **วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ในการจัดการดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น สำหรับใช้เป็นพันธุ์แนะนำส่งเสริมในการผลิตพืชพลังงานทดแทน (กรมวิชาการเกษตร, 2548) เพื่อลดการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิง และพัฒนาฟื้นฟูปรับปรุงบำรุงดินเค็ม ซึ่งเป็นดินเสื่อมโทรมที่มีปัญหาศักยภาพในการผลิตพืชต่ำ ที่ถูกทิ้งร้างอยู่เป็น

จำนวนมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้มีความอุดมสมบูรณ์ มีศักยภาพและคุณภาพในการผลิต และสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกสบู่ดำเป็นพืชพลังงานทดแทนได้

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

- ต้นกล้าสบู่ดำพันธุ์ 18/36
- ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากสารเร่ง พด.1
- ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
- น้ำหมักชีวภาพ พ.ด. 2
- อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน
- อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช
- กล้องถ่ายภาพ

2.วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลอง 4x8 เมตร จำนวน 30 แปลง โดยมีตำรับการทดลองประกอบด้วย

ตำรับที่ 1 ควบคุม
ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 25 กก.ต่อไร่
ตำรับที่ 3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี
ตำรับที่ 4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี
ตำรับที่ 5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี
ตำรับที่ 6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี
ตำรับที่ 7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี +น้ำหมักชีวภาพ
ตำรับที่ 8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี +น้ำหมักชีวภาพ
ตำรับที่ 9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี + น้ำหมักชีวภาพ
ตำรับที่ 10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี + น้ำหมักชีวภาพ
หมายเหตุ ตำรับที่ 3-10 ใส่ปุ๋ยเคมี(15-15-15) อัตรา 25 กก.ต่อไร่

2. วิธีปลูกและการปฏิบัติในแปลงทดลอง

2.1 คัดเลือกพื้นที่ดำเนินการ ที่เป็นตัวแทนชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ในพื้นที่ของเกษตรกร อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น และจับพิกัดทางภูมิศาสตร์

2.2 เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บให้ทั่วแปลง หลังจากนั้นเตรียมพื้นที่โดยการไถดะและไถแปรเพื่อกำจัดวัชพืช แบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยขนาด 4x8 ตารางเมตรจำนวน 30 แปลง แล้วขุดหลุมปลูกขนาด 30x30x30 เซนติเมตร ปลูกสบู่ดำจำนวน 16 ต้นต่อแปลงย่อย ใช้ระยะปลูก 1x2 เมตร สามารถปลูกได้ 800 ต้นต่อไร่

2.3 การปลูกสบู่ดำ ใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดสบู่ดำสายพันธุ์ 18/36 ที่อายุประมาณ 1 เดือน ก่อนการปลูก ผสมปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกในหลุมปลูก อัตราที่ใช้ตามแผนการทดลอง แล้วนำต้นสบู่ดำลงปลูก เมื่อ

วันที่ 24 กรกฎาคม 2552 ปักหลักยึดลำต้นเพื่อป้องกันการหักล้ม ดูแลรักษา และบันทึกข้อมูล การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกครั้งที่ 2 เมื่อสบู่ดำมีอายุ 12 เดือนหลังปลูก พร้อมกับการทำรุ่นกำจัดวัชพืชระหว่างแถว

2.4 การใส่ปุ๋ยเคมี ตำรับการทดลองที่ 2-10 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปีเท่าๆ กัน โดยใส่ครั้งแรกช่วงเตรียมหลุมปลูกเดือนกรกฎาคม 2552 และใส่ครั้งถัดไป เมื่อสบู่ดำมีอายุ 6 12 และ 18 เดือนหลังปลูก

2.5 การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ หลังจากปลูกสบู่ดำแล้ว 1 เดือนดำเนินการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสารเร่ง พด.2 อัตราส่วนเจือจาง 1:500 ทุก ๆ 30 วัน ตามแผนการทดลอง ใช้อัตรา 20 ลิตรต่อไร่ โดยหยุดฉีดพ่นเมื่อสบู่ดำเริ่มมีช่อดอก

2.6 การตัดแต่งกิ่ง ทำการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำหลังเก็บผลผลิตหมดในแต่ละปี ตำแหน่งในการตัดแต่งกิ่งครั้งแรก เดือน สิงหาคม 2553 คือเหนือข้อที่ 2 และตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 เดือน สิงหาคม 2554 คือเหนือข้อที่ 3 ของต้นสบู่ดำ ทำให้ทรงพุ่มกว้างขึ้น รับแสงแดดได้ดี เพื่อที่จะสะสมอาหารใหม่ และสร้างผลผลิตเมล็ดมากขึ้น

2.7 เก็บตัวอย่างดิน หลังการทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร นำส่งสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่เปลี่ยนแปลงไป

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ก่อนและหลังการทดลอง ประกอบด้วย สภาพความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ โซเดียมที่ละลายน้ำได้ และคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้

3.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ ประกอบด้วย สภาพความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ โซเดียมที่ละลายน้ำได้ และคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้

3.3 เก็บข้อมูลความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงจากผิวดิน 20 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งสบู่ดำ ก่อนการตัดแต่งกิ่งแต่ละปี หรือ เมื่อสบู่ดำอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

3.4 เก็บข้อมูลผลผลิต เริ่มทยอยเก็บหลังดอกบาน 40 วัน หรือเมื่อผลสบู่ดำเริ่มเป็นสีเหลืองจนถึงสีดำ โดยชั่งน้ำหนักผลผลิตเมล็ดรวมต่อปีต่อพื้นที่

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งสบู่ดำ ตามแผนการทดลองแบบ RCB และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test - DMRT

4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ของ น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ ตามแผนการทดลองแบบ RCB และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

3. เวลาและสถานที่

เวลาเริ่มต้นเดือน ตุลาคม 2551 สิ้นสุดเดือน กันยายน 2554 รวม 3 ปี

สถานที่ พื้นที่ของเกษตรกร บ้านขามเรียน ตำบลเมืองเพีย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

พิกัด 248995 E 1777584 N (WGS 84)

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Roi Et, saline variant series ; Re-sa) กลุ่มชุดดินที่ 20

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ในการจัดการดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ระหว่างปี 2552 - 2554 โดยสภาพอากาศย้อนหลัง 10 ปี ณ บ้านขามเรียน ตำบลเมืองเพีย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น มีปริมาณและการกระจายของน้ำฝนแต่ละปีอยู่ที่ 1,339.4 1,310.3 และ 950.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 1-3) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของสบู่ดำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ปรากฏผล ดังนี้

1. สมบัติทางเคมีของวัสดุปรับปรุงดินที่นำมาศึกษา

ผลการวิเคราะห์วัสดุปรับปรุงดินที่นำมาศึกษาทั้งสองครั้งพบว่า ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 6.7-6.8 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ร้อยละ 12.77-32.55 สัดส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน (C/N ratio) 15.44-17.55 และมีร้อยละของมีปริมาณธาตุอาหารประกอบด้วย ไนโตรเจน 0.04-0.13 ฟอสฟอรัส 0.93-3.68 โพแทสเซียม 0.68-1.11 แคลเซียม 0.47-1.10 แมกนีเซียม 0.32-0.38 และโซเดียม ร้อยละ 0.42-1.51 ตามลำดับ สำหรับน้ำหมักชีวภาพที่นำมาศึกษาทำจากผักและผลไม้ มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 3.8 มีร้อยละของปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 0.14 ฟอสฟอรัส 0.23 โพแทสเซียม 0.08 แคลเซียม 0.14แมกนีเซียม 0.06 และโซเดียม ร้อยละ 0.54 ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสามชนิดมีสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานวัสดุปรับปรุงดิน (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ

ชนิด	pH	OM (%)	C/N ratio	ปริมาณธาตุอาหาร (%)					
				ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	โซเดียม
ปุ๋ยคอก ครั้งที่ 1	6.7	32.55	17.16	0.13	1.00	0.68	1.10	0.38	1.51
ปุ๋ยคอก ครั้งที่ 2	6.8	27.02	17.03	0.12	0.93	0.69	0.92	0.32	1.39
ปุ๋ยหมัก ครั้งที่ 1	6.8	12.77	15.44	0.05	3.52	1.10	0.48	0.35	0.48
ปุ๋ยหมัก ครั้งที่ 2	6.8	14.22	17.55	0.04	3.68	1.11	0.47	0.33	0.42
น้ำหมักชีวภาพ	3.8	-	-	0.14	0.23	0.08	0.14	0.06	0.54

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน.

2. ผลของการจัดการดินต่อการเจริญเติบโตของสบู่ดำ

หลังจากนำต้นกล้าจากเมล็ดสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ที่เพาะเตรียมไว้ อายุ 60 วัน ย้ายลงปลูกในแปลงทดลอง เมื่อ เดือนกรกฎาคม 2552 และทำการศึกษาด้านการเจริญเติบโตระหว่าง เดือน กรกฎาคม 2552–กันยายน 2554 พบว่า ต้นสบู่ดำสามารถทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงของสบู่ดำที่มีอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง มีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

2.1 ความสูงต้น

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2553 ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ความสูงมีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 5 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเจริญเติบโตทางความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 86.08 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 7 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน สบู่ดำมีความสูงเฉลี่ย 80.00 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำน้อยที่สุดคือ 58.00 เซนติเมตร หลังเก็บผลผลิตหมดในปีที่ 1 ทำการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำที่ความสูง 30 เซนติเมตร จากผิวดิน ในเดือน สิงหาคม 2553 เพื่อที่จะสะสมอาหารใหม่ (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นสบู่ดำที่อายุ 720 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2554 ก่อนตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พบว่า ความสูงของต้นสบู่ดำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุดคือ 113.08 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 3 การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีความสูง 112.31 เซนติเมตร ส่วนตำรับควบคุม สบู่ดำมีความสูงน้อยที่สุด คือ 77.29 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสูงของสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วัน จะเห็นได้ว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของสบู่ดำมากกว่าแปลงควบคุมที่มีความสูงเฉลี่ยเพียง 67.65 เซนติเมตร โดยตำรับที่ 2-10 มีความสูงเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 78.34-95.24 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสบู่ดำเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.80-40.78 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม และตำรับที่ 3 การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ความสูงของต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	58.00	77.29
2 ปุ๋ยเคมี	59.75	113.08
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	78.17	112.31
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	78.75	109.13
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	86.08	102.96
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	62.42	94.25
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	80.00	106.17
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	65.08	92.54
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	77.00	99.63
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	79.58	107.25
F - test	ns	ns
C.V. (%)	25.1	23.52

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ **2-10** ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15**)** อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความสูงต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน กล่าวคือ พบความแตกต่างทางสถิติของความสูงต้นระหว่างต้นสบู่ดำอายุ 360 วัน และ 720 วันหลังปลูก ซึ่งเป็นไปตามข้อเท็จจริง กล่าวคือ ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากอายุการเจริญเติบโตที่มากขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุต้นสบู่ดำและตำรับการทดลอง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความสูงต้นสบู่ดำอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)
1 แปลงควบคุม	67.65
2 ปุ๋ยเคมี	86.42
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	95.24
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	93.94
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	94.52
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	78.34
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	93.09
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	78.81
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	88.32
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	93.42
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	**
F – test (ตำรับการทดลอง)	ns
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	ns
LSD (0.05)	-
C.V. (%)	21.70

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่มีอายุ 360 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2553 โดยวัดที่ระดับความสูงประมาณ 20 เซนติเมตรจากพื้นดิน ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกว้างที่สุดคือ 3.63 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีความกว้าง 3.60 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด คือ 2.54 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่มีอายุ 720 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2554 ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำไม่มีความ

แตกต่างทางสถิติ โดยพบว่า ตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกว้างที่สุดคือ 5.80 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีความกว้าง 5.69 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด คือ 4.51 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วัน จะเห็นได้ว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำ โดยตำรับที่ 3-5 และ 7-10 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 3.91-5.44 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.55-45.45 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 3.74 เซนติเมตร ยกเว้นตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ที่มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 3.73 เซนติเมตร และตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 3.61 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าแปลงควบคุม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	2.73	4.75
2 ปุ๋ยเคมี	2.54	4.68
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	3.31	5.69
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	3.60	5.80
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	5.79	5.09
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	2.95	4.51
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	3.50	5.54
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	2.77	5.04
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	3.63	4.71
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	3.50	5.45
F - test	ns	ns
C.V. (%)	24.59	15.01

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ **2-10** ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15**)** อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน พบว่า ระหว่างอายุต้นสบู่ดำมีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำเนื่องจาก ตำรับการทดลองเมื่อใช้ชนิดปุ๋ยที่ต่างกัน และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุต้นสบู่ดำกับตำรับการทดลอง (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)
1 แปลงควบคุม	3.74
2 ปุ๋ยเคมี	3.61
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	4.50
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	4.70
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	5.44
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	3.73
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	4.52
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	3.91
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	4.17
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	4.48
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	*
F – test (ตำรับการทดลอง)	ns
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	ns
LSD (0.05)	-
C.V. (%)	28.92

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 ขนาดทรงพุ่มต้น

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำอายุ 360 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2553 โดยการวัดส่วนที่กว้างที่สุดของทรงพุ่มสบู่ดำก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ขนาดของทรงพุ่มมีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ทำให้ขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดคือ 51.17 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีความกว้างทรงพุ่ม 50.58 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีความกว้างของขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 24.92 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำอายุ 720 วันหลังปลูก ในเดือน กรกฎาคม 2554 ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พบว่า ขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ทำให้ขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดเช่นเดียวกับปีที่ 1 คือมีขนาดทรงพุ่ม 67.50 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีความกว้างทรงพุ่ม 66.33 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีความกว้างของขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำน้อยที่สุด คือ 40.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วัน จะเห็นได้ว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำ โดยตำรับที่ 3-10 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 48.13-59.34 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.24-38.39 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ย 42.88 เซนติเมตร ยกเว้น ตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 32.50 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าแปลงควบคุม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ขนาดทรงพุ่มสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ขนาดทรงพุ่มต้น (เซนติเมตร)	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	35.58	50.17
2 ปุ๋ยเคมี	24.92	40.08
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	40.08	62.67
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	50.58	66.33
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	42.92	53.58
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	45.83	56.33
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	45.00	60.58
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	42.33	53.92
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	51.17	67.50
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	43.33	65.75
F - test	ns	ns
C.V. (%)	24.73	20.50

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ 2-10 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยที่ต่างชนิดกัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุต้นสบู่ดำและตำรับการทดลอง กล่าวคือ การเจริญเติบโตของทรงพุ่มด้านกว้างระหว่างต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วันหลังปลูกไม่แตกต่างกัน จึงอาจกล่าวได้ว่า การเจริญเติบโตของสบู่ดำเป็นไปทางแนวตั้งในด้านความสูงมากกว่า เนื่องจากพบความแตกต่างทางสถิติ มากกว่าการเจริญเติบโตในแนวระนาบหรือความกว้างของทรงพุ่ม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของขนาดทรงพุ่มสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ขนาดทรงพุ่มต้น (เซนติเมตร)
1 แปลงควบคุม	42.88
2 ปุ๋ยเคมี	32.50
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	51.38
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	58.46
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	48.25
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	51.08
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	52.79
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	48.13
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	59.34
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	54.54
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	ns
F – test (ตำรับการทดลอง)	ns
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	ns
LSD (0.05)	-
C.V. (%)	22.03

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.4 จำนวนกิ่ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 วันหลังปลูก ในเดือนกรกฎาคม 2553 โดยการนับจำนวนกิ่งที่แตกแขนงของสบู่ดำก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้จำนวนกิ่งของต้นสบู่ดำมีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 7 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ทำให้มีจำนวนกิ่งมากที่สุดคือ 7.17 กิ่ง รองลงมาคือตำรับที่ 5 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีจำนวนกิ่งแขนง 6.92 กิ่ง ในขณะที่ตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนกิ่งน้อยที่สุด คือ 4.25 กิ่ง (ตารางที่ 8)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 720 วันหลังปลูก ในเดือนกรกฎาคม 2554 โดยการนับจำนวนกิ่งที่แตกแขนงของสบู่ดำก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พบว่า จำนวนกิ่งของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้จำนวนกิ่งมากที่สุดคือ 9.63 กิ่ง รองลงมาคือตำรับที่ 10 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีจำนวนกิ่งแขนง 9.04 กิ่ง ในขณะที่ตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีจำนวนกิ่งน้อยที่สุด 5.58 กิ่ง (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วัน จะเห็นได้ว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนกิ่งของสบู่ดำ โดยตำรับที่ 3-5 และ 7-10 มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 6.30-8.03 กิ่ง หรือ

มีแนวโน้มการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้านจำนวนกิ่งสบู่ดำเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.55-46.00 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ย 5.50 กิ่ง ยกเว้นตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ที่มีค่าเฉลี่ย 5.13 กิ่ง และตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่เพียงอย่างเดียว ที่มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยเพียง 5.04 กิ่ง ซึ่งต่ำกว่าแปลงควบคุม (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 จำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	จำนวนกิ่งต่อต้น	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	4.67	6.33
2 ปุ๋ยเคมี	4.25	5.83
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	6.42	9.63
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	6.17	7.83
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	6.92	8.58
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	4.67	5.58
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	7.17	8.42
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	5.42	7.17
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	6.50	8.08
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	5.92	9.04
F - test	ns	ns
C.V. (%)	23.30	22.68

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ **2-10** ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15**)** อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของจำนวนกิ่งต่อต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน พบว่า แสดงความแตกต่างทางสถิติทั้ง ระหว่างต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน และระหว่างตำรับการทดลอง ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งต่อต้นเพิ่มขึ้นเมื่ออายุต้นสบู่ดำมากขึ้น และระหว่างตำรับการทดลองซึ่งพบว่า ในกลุ่มตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงลำพัง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบว่า ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพซึ่งมีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์และฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) จึงมีส่วนช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโตของสบู่ดำ สร้างจำนวนกิ่งต่อต้นของสบู่ดำที่เพิ่มสูงขึ้นได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว หรือใช้ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว และใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของจำนวนกิ่งสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	จำนวนกิ่งต่อต้น
1 แปลงควบคุม	5.50
2 ปุ๋ยเคมี	5.04
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	8.03
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	7.00
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	7.75
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	5.13
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	7.80
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	6.30
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	7.29
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	7.48
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	**
F – test (ตำรับการทดลอง)	**
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	ns
LSD (0.05)	2.99
C.V. (%)	23.09

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสบู่ดำ

ผลของการจัดการดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 พบว่า สบู่ดำจะออกดอกไม่พร้อมกัน และทยอยออกดอกติดผลตลอดทั้งปี จึงสุกแก่และเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่พร้อมกัน ระยะเก็บเกี่ยวแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ เดือน มิถุนายน-กรกฎาคม และ ตุลาคม-ธันวาคม หลังจากนั้นจะเริ่มทิ้งใบหมดในช่วงฤดูร้อน เมื่อฝนตกจะแตกใบอ่อน ออกดอกติดผลใหม่ ลักษณะที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย

3.1 น้ำหนัก 100 เมล็ด

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำ โดยการชั่งน้ำหนักเมล็ดของสบู่ดำที่เก็บรวบรวมได้ ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึงเดือน กรกฎาคม ปี 2553 ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตรอบแรกที่สบู่ดำอายุ 360 วันหลังจากปลูก พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำมีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด มากที่สุดคือ 63.36 กรัม รองลงมาคือ ตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 61.07 กรัม ในขณะที่ตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีน้ำหนัก 100 เมล็ดน้อยที่สุดคือ 40.43 กรัม (ตารางที่ 10)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำ โดยการชั่งน้ำหนักเมล็ดของสบู่ดำที่เก็บรวบรวมได้ ระหว่างเดือน กุมภาพันธุ์ ถึงเดือน กรกฎาคม ปี 2554 ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตรอบที่สองจนถึงสบู่ดำอายุ 720 วันหลังจากปลูก พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด มากที่สุดคือ 61.36 กรัม รองลงมาคือตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 58.91 กรัม ในขณะที่แปลงควบคุมมีน้ำหนัก 100 เมล็ดน้อยที่สุดคือ 21.06 กรัม (ตารางที่ 10)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำที่อายุ 360 และ 720 วัน จะเห็นได้ว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำ โดยตำรับที่ 2-10 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 49.15-60.86 กรัม หรือน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 57.84-95.44 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ย 31.14 กรัม โดยเฉพาะตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำทั้งสองครั้งสูงที่สุด คือ 60.86 กรัม (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 น้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	41.22	21.06
2 ปุ๋ยเคมี	60.36	61.36
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	63.69	49.95
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	45.24	53.46
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	60.81	50.35
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	40.43	57.86
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	43.28	55.35
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	49.58	55.05
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	61.07	58.91
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	60.92	49.33
F - test	ns	ns
C.V. (%)	1.75	4.13

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ **2-10** ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15**)** อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วันหลังปลูก พบว่า ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน แต่พบว่าระหว่างตำรับการทดลอง และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างตำรับการทดลองและอายุต้นสบู่ดำแสดงความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการใช้ปุ๋ยหมัก หรือใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอกร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
1 แปลงควบคุม	31.14
2 ปุ๋ยเคมี	60.86
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	56.82
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	49.35
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	55.58
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	49.15
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	49.32
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	52.32
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	59.99
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	55.13
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	ns
F – test (ตำรับการทดลอง)	**
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	**
LSD (0.05)	-
C.V. (%)	3.14

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

3.2 ผลผลิตสบู่ดำ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลผลิตของสบู่ดำที่ได้จากการเก็บรวบรวมน้ำหนักเมล็ดของสบู่ดำ ระหว่างเดือน เมษายน ถึงเดือน กรกฎาคม ปี 2553 ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตรอบแรกที่สบู่ดำอายุ 360 วันหลังจากปลูก ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำมีความแตกต่างทางสถิติ ปีแรกให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 107.45-187.41 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำมากที่สุดคือ 187.41 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ผลผลิต 186.78 กิโลกรัมต่อไร่ และแปลงควบคุม มีผลผลิตเมล็ดสบู่ดำน้อยที่สุดคือ 107.45 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 13)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลผลิตของสบู่ดำที่ได้จากการเก็บรวบรวมน้ำหนักเมล็ดของสบู่ดำ ระหว่างเดือน เมษายน ถึงเดือน กรกฎาคม ปี 2554 ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตรอบที่สอง สบู่ดำมีอายุ 720 วันหลังจากปลูก ก่อนการตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พบว่า เป็นไปทำนองเดียวกับปีแรกคือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำมากที่สุดคือ 139.03 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 8

การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ผลผลิต 136.66 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุม มีผลผลิตเมล็ดสบู่ดำน้อยที่สุดคือ 102.05 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวได้ในช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก จะเห็นได้ว่า การจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำ โดยตำรับที่ 2-10 มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 126.87-162.91 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.12-55.52 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ย 104.75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตของสบู่ดำทั้งสองครั้งสูงที่สุด (ตารางที่ 12) และเมื่อรวมผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 ปี พบว่ามีผลผลิตรวมทั้งสิ้นอยู่ระหว่าง 209.50-325.81 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปทำนองเดียวกับรายงานของ วิมลรัตน์ และคณะ (2551) คือการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ สบู่ดำให้ผลผลิตใน 2 ปีแรกใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าแปลงควบคุม

ตารางที่ 12 ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	
	360 วัน	720 วัน
1 แปลงควบคุม	107.45	102.05
2 ปุ๋ยเคมี	135.87	117.86
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	157.61	111.67
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	175.59	114.97
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	170.39	103.29
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	177.60	110.87
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	165.96	136.60
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	187.41	136.66
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	186.78	139.03
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	183.73	133.90
F - test	ns	ns
C.V. (%)	1.26	2.63

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ **2-10** ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15**)** อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของผลผลิตต่อไร่ของสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วันหลังปลูก พบว่า ระหว่างต้นสบู่ดำที่อายุ 360 วัน และ 720 วัน ระหว่างตำรับการทดลอง และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุต้นสบู่ดำและตำรับการทดลองล้วนแสดงความแตกต่างทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับน้ำหมักชีวภาพให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด มากกว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ การใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว จึงอาจกล่าวได้ว่า ในการเพิ่มผลผลิตสบู่ดำให้สูงขึ้นควรใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของผลผลิตเมล็ดสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ผลผลิต(กิโลกรัมต่อไร่)
1 แปลงควบคุม	104.75
2 ปุ๋ยเคมี	126.87
3 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	134.64
4 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	145.28
5 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี	136.84
6 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี	144.24
7 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	151.28
8 ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	162.04
9 ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	162.91
10 ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี+น้ำหมักชีวภาพ	158.82
F – test (อายุต้นสบู่ดำ)	**
F – test (ตำรับการทดลอง)	**
F – test (ตำรับการทดลองXอายุต้นสบู่ดำ)	**
LSD (0.05)	-
C.V. (%)	1.88

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

4. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บทั่วแปลง นำมาคลุกเคล้ารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite sample) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ซึ่งผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองพบว่า พื้นที่ศึกษาเป็นดินเค็มชุดร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ มีข้อจำกัดด้านความเค็มสูง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก และมีภูมิอากาศที่แห้งแล้งเป็นเขตปลูกพืชที่ต้องอาศัยน้ำฝน สภาพความเป็นกรดด่างของดิน (pH) มีค่าเป็นกรดปานกลางอยู่ที่ 5.5 มีอินทรียวัตถุในดินต่ำ (OM) 0.85 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความต้องการปูน (Lime requirement-LR) 267 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 17.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นดินเค็มที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) 3.10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) มีปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และคลอไรด์ ที่ละลายน้ำได้ 1.14, 0.84, 45.65 และ 25.64 เซนติโมลต่อลิตร ($cmol_e/l$) ตามลำดับ (ตารางที่ 14) และจากการเก็บตัวอย่างดินทุกแปลงภายหลังสิ้นสุดการทดลองในเดือน กันยายน ปี 2554 นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

4.1 สภาพความเป็นกรดด่างของดิน (pH)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรดด่างของดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้สภาพความเป็นกรดด่างของดินมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกตำรับทดลองมีค่าความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มขึ้น

เล็กน้อยอยู่ระหว่าง 5.87-6.60 หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.73-20.00 เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพความเป็นกรดด่างของดินก่อนการทดลอง ที่มีค่า 5.50 โดยตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กก.ต่อต้นต่อปี มีค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุด คือ 6.60 รองลงมาคือแปลงควบคุมมีสภาพความเป็นกรดด่างของดิน อยู่ที่ 6.53 ส่วนตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน พบว่าดินหลังการทดลองที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร มีสภาพเป็นกรดอ่อน คือ 5.87 (ตารางที่ 14) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ทำการศึกษา มีปฏิกิริยาเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง เมื่อใส่ลงไปในดินที่เป็นกรดจะปรับสภาพความเป็นกรดด่างของดินให้สูงขึ้นได้

4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีความแตกต่างทางสถิติ ทุกตำรับทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 0.91-2.46 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร หรือมีแนวโน้มลดลงไปร้อยละ 20.65-70.65 เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลองที่มีค่าการนำไฟฟ้า 3.10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอก 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 2.46 หรือลดลง 0.64 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ส่วนตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดคือ 0.91 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งจัดได้ว่าเป็นดินเค็มน้อย ที่มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นเกลือหลัก (ตารางที่ 14) จากการทดลองจะเห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ และปุ๋ยเคมี ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดิน ซึ่งเป็นไปทำนองเดียวกับ ปรีชาและคณะ (2543) ที่รายงานว่าการใช้ชานอ้อย (Bagasse) และ filter cake ช่วยลดปัญหาดินเค็มในสภาพไร่

4.3 อินทรียวัตถุ (Organic matter)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกตำรับทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 0.94-1.34 เปอร์เซ็นต์ หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.59-57.65 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอินทรียวัตถุก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 0.85 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น เป็น 1.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับที่ 10 การใส่ปุ๋ยคอก 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี และ ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น เป็น 1.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14) การที่ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นนั้น เกิดจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ในดินมีอาหารที่จะไปย่อยสลาย ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้าในดินหลังการทดลองยังลดลงอีกด้วย

4.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกตำรับทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 7.33-16.33 หรือเพิ่มขึ้น 0.53-9.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 7.79-140.15 เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 6.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 10 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดคือ 16.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เป็น 15.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เป็น 7.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 14) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพที่นำมาใช้ในการศึกษา มีปริมาณฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบทางเคมีอยู่ระหว่าง 0.23-3.68 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) จึงส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสมีการสะสมในดินเพิ่มสูงขึ้น

4.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกตำรับทดลองมีปริมาณโพแทสเซียม อยู่ระหว่าง 23.67-37.00 หรือเพิ่มขึ้น 6.10-19.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 34.72-110.59 เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 17.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแปลงควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุดคือ 37.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ อยู่ที่ 34.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มน้อยที่สุด อยู่ที่ 23.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 14) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพที่นำมาใช้ในการศึกษา มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบทางเคมีอยู่ระหว่าง 0.08-1.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) เมื่อมีการใส่ในอัตราที่สูงจึงส่งผลให้มีการสะสมในดินเพิ่มขึ้น ยกเว้นแปลงควบคุมที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน แต่มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด อาจเกิดจากความเค็มของดินที่ลดลงทำให้สมดุลของโพแทสเซียมกับเกลือโซเดียมสูญเสียไป เกิดการยับยั้งการดูดซึมธาตุโพแทสเซียมไปใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างเมล็ดของสบู่ดำ แปลงควบคุมจึงมีผลผลิตต่ำ และโพแทสเซียมถูกปลดปล่อยออกมาสะสมในดินเพิ่มขึ้น

4.6 แคลเซียมที่ละลายได้ (Soluble Ca)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมที่ละลายได้ในดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณแคลเซียมในดินมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกตำรับทดลองมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น อยู่ระหว่าง 2.63-

10.16 เซนติโมลต่อลิตร ($cmol_e/l$) หรือเพิ่มขึ้น 1.49-9.02 เซนติโมลต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 1.14 เซนติโมลต่อลิตร โดยเฉพาะตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยคอก 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุดคือ 10.16 เซนติโมลต่อลิตร ส่วนตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณแคลเซียมเพิ่มน้อยที่สุด อยู่ที่ 2.63 เซนติโมลต่อลิตร (ตารางที่ 14) ปริมาณแคลเซียมที่ละลายได้เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพที่นำมาใช้ในการศึกษามีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบทางเคมีอยู่ระหว่าง 0.14-1.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 14 ผลของการจัดการดินต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

Treatment	pH	OM (%)	EC (dS/m)	Extractable (mg/Kg)		Soluble ($cmol_e/l$)			
				P Bray 2	K	cations			anion
						Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	Cl^{-}
ก่อนการทดลอง	5.5	0.85	3.10	6.80	17.57	1.14	0.84	45.65	25.64
T1	6.53	1.06	1.91	11.00	37.00	4.84	1.33	25.98	12.05
T2	6.10	1.10	2.06	10.33	28.67	8.68	2.67	35.54	21.90
T3	6.00	1.15	1.07	7.67	27.33	4.77	1.50	6.73	5.52
T4	6.60	0.98	1.44	13.00	29.67	6.00	1.59	10.28	7.99
T5	6.07	1.09	0.92	7.67	26.33	5.80	1.86	6.80	7.10
T6	6.20	1.13	2.46	13.67	34.33	10.16	2.42	28.86	17.93
T7	6.20	1.15	1.58	9.00	24.00	7.88	2.14	9.46	11.15
T8	5.93	0.94	0.91	7.33	23.67	2.63	0.81	7.32	4.62
T9	5.87	1.34	1.71	15.33	32.00	7.22	2.39	10.79	11.80
T10	6.13	1.16	1.23	16.33	30.33	4.47	1.17	8.52	6.53
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.52	18.38	25.04	28.99	21.02	28.83	29.10	24.40	37.71

หมายเหตุ ตำรับทดลองที่ 2-10 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

4.7 แมกนีเซียมที่ละลายได้ (Soluble Mg)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณแมกนีเซียมที่ละลายได้เป็นประโยชน์ในดิน ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในดินมีความแตกต่างทางสถิติ ดินมีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 1.17-2.67 เซนติโมลต่อลิตร ($cmol_e/l$) หรือเพิ่มขึ้น 0.33-1.83 เซนติโมลต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 0.84 เซนติโมลต่อลิตร โดยเฉพาะตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดคือ 2.67 เซนติโมลต่อลิตร ส่วนดินในตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดคือ 0.81 เซนติโมลต่อลิตร (ตารางที่ 14) ปริมาณ

แมกนีเซียมที่ละลายได้เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพที่นำมาใช้ในการศึกษามีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบทางเคมีอยู่ระหว่าง 0.06-0.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

4.8 โซเดียมที่ละลายได้ (Soluble Na)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมที่ละลายได้ ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณโซเดียมในดินมีความแตกต่างทางสถิติ ดินมีปริมาณโซเดียมลดลง อยู่ระหว่าง 6.73-35.54 เซนติโมลต่อลิตร หรือลดลง 10.11-38.92 เซนติโมลต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 45.65 เซนติโมลต่อลิตร โดยตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโซเดียมมากที่สุด คือ 35.54 เซนติโมลต่อลิตร ซึ่งส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน อยู่ที่ 2.06 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ส่วนตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโซเดียมที่ละลายได้น้อยที่สุด 6.73 เซนติโมลต่อลิตร ซึ่งส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดต่ำลงด้วย คืออยู่ที่ 1.07 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (ตารางที่ 14) เช่นเดียวกัน

4.9 คลอไรด์ที่ละลายได้ (Soluble Cl)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอไรด์ที่ละลายได้ ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ไม่ทำให้ปริมาณคลอไรด์ในดินมีความแตกต่างทางสถิติ ดินมีปริมาณคลอไรด์ลดลง อยู่ระหว่าง 4.62-21.90 เซนติโมลต่อลิตร หรือลดลง 3.74-21.02 เซนติโมลต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ที่มีอยู่ 25.64 เซนติโมลต่อลิตร โดยตำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณคลอไรด์มากที่สุด คือ 21.90 เซนติโมลต่อลิตร ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ที่ 2.06 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยความเค็มของดินเกิดจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ ส่วนตำรับที่ 8 การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณคลอไรด์ที่ละลายได้น้อยที่สุดคือ 4.62 เซนติโมลต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ต่ำที่สุด อยู่ที่ 0.91 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (ตารางที่ 14) ทั้งนี้ ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากสภาพอากาศที่มีฝนตกติดต่อกันนาน ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2554 ซึ่งมีการเก็บตัวอย่างดินหลังสิ้นสุดการทดลอง ทำให้ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่อยู่บนผิวดิน ถูกชะล้างลงสู่ชั้นดินล่าง ทำให้ดินที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตรมีความเค็มลดลง

เมื่อพิจารณาภาพรวมจากการศึกษาการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ในพื้นที่เกษตรกร บ้านขามเรียน ตำบลเมืองเพีย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ในช่วงปี 2552-2554 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพมีอิทธิพลต่อสบู่ดำ ในด้านต่างๆ ดังนี้

ด้านการเจริญเติบโตของสบู่ดำ พบว่าผลการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้สบู่ดำมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม โดยตำรับที่ 2-10 มีความสูงของต้นสบู่ดำเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 78.34-95.24 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.80-40.78 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่มีความสูงเฉลี่ยเพียง 67.65 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสบู่ดำ พบว่าตำรับที่ 3-5 และ 7-10 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 3.91-5.44 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.55-45.45 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 3.74 เซนติเมตร ความกว้างของขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำ

พบว่าตำรับที่ 3-10 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 48.13-59.34 เซนติเมตร หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.24-38.39 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 42.88 เซนติเมตร และจำนวนกิ่งของสบู่ดำ พบว่าตำรับที่ 3-5 และ 7-10 มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 6.30-8.03 กิ่ง หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.55-46.00 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ย 5.50 กิ่ง จะเห็นว่าตำรับทดลองที่มีการใช้น้ำหมักชีวภาพ พด. 2 มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตด้านความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของสบู่ดำมากกว่าตำรับที่ไม่มีการใช้ ทั้งนี้เนื่องมาจากในน้ำหมักชีวภาพมีส่วนประกอบของฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน (Auxin) จะช่วยในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ เพิ่มความยืดหยุ่นที่ผนังเซลล์ ทำให้การขยายตัวของเซลล์ลำต้นมากขึ้น และอาจจะส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีนที่จำเป็นต่อการเติบโต (พูนพิภพ, 2549) ดังนั้นจึงมีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และขนาดทรงพุ่มพืชกว้างขึ้น สำหรับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) จะทำหน้าที่ช่วยในการยืดตัวของลำต้น จึงมีผลทำให้ต้นพืชมีความสูงมากขึ้น และแตกกิ่งก้านสาขาเพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ด้านองค์ประกอบผลผลิตของสบู่ดำ จากผลการทดลองจะเห็นว่าผลการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้สบู่ดำมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม โดยตำรับที่ 2-10 มีค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 49.15-60.86 กรัม หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 57.84-95.44 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 31.14 กรัม ผลการจัดการดินที่ส่งผลให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่าแปลงควบคุมนั้น ส่วนหนึ่งมาจากจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพไปย่อยสลายสารอินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ได้ธาตุอาหารและสารอินทรีย์หลายชนิดที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สอดคล้องกับ วิมลรัตน์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของสบู่ดำ แต่ไม่แตกต่างกับแปลงควบคุม อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดยังต่ำกว่ามาตรฐานของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ที่ปลูกในดินปกติ คือน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยอยู่ที่ 69 กรัม (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2551) ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้ค่าเฉลี่ยต่ำเนื่องจากเป็นการทดลองในดินเค็มที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสะสมอาหารในเมล็ดพืช ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของผลผลิตลดลงไปกว่าร้อยละ 50 (Arunin *et al*., 1988)

ด้านผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำ พบว่าผลการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเมล็ดของสบู่ดำ โดยตำรับที่ 2-10 มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งอยู่ระหว่าง 126.87-162.91 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.12-55.52 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด 104.75 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตของสบู่ดำทั้งสองครั้งสูงที่สุดคือ 186.78 และ 139.03 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อรวมผลผลิตทั้ง2 ปีอยู่ที่ 325.81 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12) จากผลการทดลองจะเห็นว่ายังต่ำกว่ามาตรฐานที่ต้องได้ผลผลิตสบู่ดำพันธุ์ 18/36 อย่างน้อย 524 กิโลกรัมต่อไร่ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ กฤษณา (2555) ในสภาพดินทรายจัด ชุดดินจันทึกที่พบว่า การไถกลบถั่วพร้าร่วมกับใส่ปุ๋ยคอกและน้ำหมักชีวภาพ ให้น้ำหนักผลผลิตสบู่ดำเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 395 กิโลกรัมต่อไร่ เช่นเดียวกับ อโนชาและคณะ (2555) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยหมัก 40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำในดินตื้นปนกรวด ชุดดินท่ายาง สบู่ดำให้ผลผลิตรวม 3 ปี สูงสุด จำนวน 708.4 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ ไพรัช และคณะ (2555) พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่งผลให้สบู่ดำที่ปลูกในดินเค็ม ชุดดินกำแพงแสน มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ด

มากขึ้นแต่ไม่แตกต่างกับแปลงควบคุม ในส่วนของ กรมส่งเสริมการเกษตร (2547) กล่าวถึงผลการทดลองหาระดับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 10-60 กิโลกรัมต่อไร่ ปรากฏว่าได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่คุ้มทุน ดังนั้นน่าจะใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัมร่วมกับปุ๋ยเคมี 10 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) ได้ทบทวนปริมาณผลผลิตสบู่ดำในประเทศต่างๆ พบว่า สบู่ดำมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 16-1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ในเขต semi-arid ควรมีผลผลิตไม่น้อยกว่า 360-480 กิโลกรัมต่อไร่ การเก็บเกี่ยวส่วนมากใช้แรงงาน ในประเทศ Nicaragua สามารถเก็บผลผลิตสบู่ดำได้ 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือคิดเป็นผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 18 กิโลกรัม (Heller, 1996)

ด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการทดลอง พบว่าผลการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มทำให้สภาพความเป็นกรดด่างของดินทุกตำรับทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 5.87-6.60 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.73-20.00 เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง ซึ่งมีค่าเป็นกรดปานกลางคือ 5.5 ด้านค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลงจากเดิม 3.10 เหลืออยู่ระหว่าง 0.91-2.46 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร หรือลดลงไปร้อยละ 20.65-70.65 แต่พบความแปรปรวนระหว่างตำรับเนื่องจากปัญหาความเค็มที่ไม่สม่ำเสมอในแปลงทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินทุกตำรับทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเดิม 0.85 เปอร์เซ็นต์ ไปอยู่ที่ 0.94-1.34 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.59-57.65โดยเฉพาะตำรับที่ 9 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นถึง 1.34 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นทุกตำรับจากเดิม 6.8 ไปอยู่ที่ 7.33-16.33 หรือเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.53-9.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 7.79-140.15 โดยตำรับที่ 10 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 16.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นทุกตำรับจากเดิม 17.57 ไปอยู่ที่ 23.67-37.00 หรือเพิ่มขึ้นระหว่าง 6.10-19.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 34.72-110.59 ส่วนปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นทุกตำรับจากเดิม 1.14 ไปอยู่ที่ 2.63-10.16 หรือเพิ่มขึ้น 1.49-9.02 เซนติโมลต่อลิตร ($cmol_c/l$) ปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเดิม 0.84 ไปอยู่ที่ 1.17-2.67 หรือเพิ่มขึ้น 0.33-1.83 เซนติโมลต่อลิตร ปริมาณโซเดียมที่ละลายได้ลดลงทุกตำรับจากเดิม 45.65 ไปอยู่ที่ 6.73-35.54 หรือลดลง 10.11-38.92 เซนติโมลต่อลิตร และปริมาณคลอไรด์ที่ละลายได้ลดลงทุกตำรับจากเดิม 25.64 ไปอยู่ที่ 4.62-21.90 หรือลดลง 3.74-21.02 เซนติโมลต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินโดยลดความเป็นกรดของดินลง ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นความเค็มของดินชุดร้อยเอ็ดที่ยังไม่พบการตอบสนองต่อการจัดการดินที่ชัดเจน เนื่องจากยังมีเกลือที่สะสมอยู่ในชั้นดินอีกจำนวนมาก สอดคล้องกับการทดลองของ กฤษณา (2555) ที่พบว่าการปรับปรุงดินทรายจัด ด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสดและ น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มทำให้ ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ อโนชาและคณะ (2555) ที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยหมัก ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำ และการปลูกพืชคลุมดิน มีการสะสมของอินทรียวัตถุในดินสูงสุด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น และความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ในขณะที่ ไพรัชและคณะ (2555) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงสุด และเมื่อใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นทุกตำรับเช่นกัน อย่างไรก็ตามพอสรุปว่าการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพ นอกจาก

มีผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตสบู่ดำได้แล้ว ยังมีแนวโน้มในการยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย ยกเว้นการแก้ไขความเค็มของดินที่พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดินเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และยังพบความแปรปรวนของระดับความเค็มในแต่ละตำรับทดลอง เช่นตำรับที่ 6 และ 2 ที่ค่าการนำไฟฟ้าของดินยังมากกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ส่วนหนึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีที่ใช้ทำการศึกษามีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่สูง เมื่อใช้ในปริมาณมากจะเกิดการสะสมโดยเฉพาะเกลือโซเดียมที่พบมากในปุ๋ยคอกถึงร้อยละ 1.39-1.51 (ตารางที่ 1) ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ นอกจากนี้ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างดินก็มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน กล่าวคือ ถ้าเก็บในช่วงฤดูแล้งมีการระเหยน้ำที่หน้าดินสูง จะเกิดแรงดึงเกลือขึ้นสู่ผิวดินทำให้ดินชั้นบนมีความเค็มเพิ่มขึ้น แต่ช่วงเวลาที่เก็บดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือ เก็บในเดือนกันยายน 2554 เป็นช่วงฤดูฝนที่มีการชะล้างเกลือลงสู่ดินล่าง ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าที่บริเวณผิวดินเปลี่ยนแปลงไป มีการเคลื่อนย้ายและการสะสมเกลือในชั้นดินเกิดขึ้นตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลเหนือตำรับการทดลอง จึงพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) จากผลการทดลองมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบทั่วไปของการทดลองในพื้นที่ดินเค็ม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ด้านองค์ประกอบของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเมล็ดสบู่ดำ เนื่องจากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ในการจัดการดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ในครั้งนี้ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์น้ำมันไว้ เป็นเพราะปริมาณผลผลิตที่เก็บรวมรวมได้จากแปลงทดลองไม่เพียงพอสำหรับการหีบเอาน้ำมัน แต่จากการค้นคว้ารายงาน การศึกษาองค์ประกอบของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเมล็ดสบู่ดำจากอายุผลที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆกัน หลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ โดย สิทธิพงศ์ และคณะ (2552) พบว่า เมล็ดสบู่ดำที่อายุ 40 วันหลังดอกบาน จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 57.55 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อในเมล็ดของพันธุ์ 19/18 มีค่าสูงสุด 45.78 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ 18/36 และ 20/99 มีน้ำมัน 41.02 และ 42.82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยวหลังดอกบาน 70 และ 50 วัน ตามลำดับ โดยที่สบู่ดำพันธุ์ 18/36 เป็นพันธุ์ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดช่วงระยะเวลาหลังดอกบาน 40 50 60 และ 70 วัน เนื่องจากมีการสะสมน้ำมันในเมล็ดใกล้เคียงกัน คือ 24.91-25.77 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ 19/18 และ 20/99 ควรเก็บเกี่ยวในช่วงระยะเวลา 40 วันหลังดอกบาน เนื่องจากถ้าเก็บช้ากว่านั้น เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อในเมล็ดจะลดลง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์น้ำมันทั้งเมล็ดที่รวมเนื้อในและเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งเป็นวิธีหีบน้ำมันทั่วไป พบว่า พันธุ์ 19/18 เมื่อเมล็ดมีอายุ 40 วัน มีน้ำมันสูงสุดเท่ากับ 30.49 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาระยะเวลาที่เมล็ดเริ่มสร้างน้ำมัน พบว่า เมล็ดที่อายุ 30 วัน พบมีน้ำมันของเนื้อใน 42.75 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมล็ดสบู่ดำน่าจะมีการสร้างน้ำมันที่อายุก่อน 30 วัน ซึ่งจะได้มีการศึกษาระยะเวลาที่แท้จริงที่เมล็ดเริ่มสร้างน้ำมันในดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือต่อไป

ด้านต้นทุนการผลิตและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ของการปลูกสบู่ดำในประเทศไทย เนื่องจากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ในการจัดการดินเค็มชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำพันธุ์ 18/36 ในครั้งนี้ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจไว้ เนื่องจากเป็นการศึกษาเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาฟื้นฟูปรับปรุงบำรุงดินเค็มให้มีความอุดมสมบูรณ์ มีศักยภาพและคุณภาพในการผลิต และสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม สถาบันวิจัยพืชไร่ (2551) ได้กล่าวถึงข้อที่ควรระวังในการลงทุนปลูกสบู่ดำคือ ถ้าสภาพดินอุดมสมบูรณ์และมีปริมาณฝนมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี หรือมีแหล่งน้ำให้กับพืชได้อย่างเพียงพอ การปลูกพืชผักและไม้ผลเศรษฐกิจ จะให้ผลตอบแทนดีกว่า สำหรับสภาพดินปลูกพืชไร่ทั่วไปที่มีความอุดม

สมบูรณ์ปานกลาง และมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี พืชแข่งขันที่สำคัญ คือ มันสำปะหลัง ดังนั้นผลตอบแทนจากการปลูกสบู่ดำเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง จึงเป็นตัวชี้วัดสำคัญที่เกษตรกรต้องตัดสินใจว่าจะเลือกปลูกพืชชนิดใด ในขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยของประเทศได้ 2.8 ตันต่อไร่ และราคาที่เกษตรกรขายได้ 1.31 บาท ต่อกิโลกรัมหัวสด คิดเป็นรายได้ประมาณ 3,670 บาทต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ดังนั้นถ้าเกษตรกรขายสบู่ดำเมล็ดแห้งได้กิโลกรัมละ 7 บาท เมื่อคิดจากฐานราคาน้ำมันดีเซล ปัจจุบันลิตรละประมาณ 25 บาท เมล็ดแห้งสบู่ดำ 4 กิโลกรัม บีบน้ำมันได้ 1 ลิตร รวมค่าจัดการผลิตไบโอดีเซลและค่าการตลาดลิตรละ 5 บาท ดังนั้นควรปลูกสบู่ดำให้ได้ผลผลิตอย่างน้อย 524 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จึงจะมีรายได้ 3,670 บาทเท่ากับมันสำปะหลัง โดยที่ยังไม่ได้คิดต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบระหว่างพืชทั้ง 2 ชนิด สอดคล้องกับ ศิษฏพงษ์ (2548) ที่รายงานว่า การผลิตเมล็ดสบู่ดำในประเทศไทยจะมีต้นทุนประมาณกิโลกรัมละ 3.10 บาท จากต้นทุนรวม 2,500 บาท ในกรณีกล้าพันธุ์ราคาต้นละ 3 บาท ใช้ระยะปลูก 2x2.5 เมตร 400 ต้นต่อไร่ จากการคำนวณความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ต้องได้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 800 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นน้ำมันดิบ 200 ลิตร ดังนั้นราคาเมล็ดสบู่ดำที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่ลงทุนปลูกควรจะได้รับต้องไม่ต่ำกว่ากิโลกรัมละ 5 บาท และควรปรับราคาเมล็ดสบู่ดำให้สูงขึ้น หากมีต้นทุนการผลิตมากกว่า 2,500 บาท เพื่อความคุ้มทุนในการปลูกสบู่ดำ นอกจากนี้ยังต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่า 800 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม ควรมีการวิเคราะห์แผนการดำเนินธุรกิจให้ชัดเจนว่าสบู่ดำเป็นพืชที่เหมาะสมที่จะส่งเสริมให้ปลูกในเชิงการค้าหรือไม่ หากจะส่งเสริมเพื่อพัฒนาไปสู่ระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องศึกษาต้นทุนการผลิตอย่างละเอียด เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับต้นทุนผันแปรที่เพิ่มขึ้น เช่น ค่าแรงงานในการเพาะปลูก การดูแลรักษา ตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยให้น้ำ และค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น

จากรายงานหลายเรื่องที่กล่าวมา จะเห็นว่าการปลูกสบู่ดำในพื้นที่ที่ดินมีปัญหา ปริมาณผลผลิตค่อนข้างต่ำ และผลตอบแทนที่ได้รับน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก เช่น มันสำปะหลัง ทั้งนี้เนื่องจากสบู่ดำจะมีปัญหาต้นทุนการผลิตจากค่าเก็บเกี่ยวต้องทยอยเก็บปีละ 12-14 ครั้ง และการกะเทาะเมล็ด แต่สบู่ดำก็ยังมีผลพลอยได้จากกากเมล็ดที่บีบน้ำมันแล้วเอาไปทำปุ๋ยหมัก ส่วนของลำต้นและกิ่งสบู่ดำจากการตัดแต่งกิ่ง ใช้ขยายพันธุ์ด้วยการปักชำ ทำกระดาษ ไม้อัด และเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ ที่สำคัญคือการช่วยฟื้นฟูและปรับปรุงบำรุงดินที่เสื่อมโทรมให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นในระยะยาวอีกด้วย ดังนั้น สภาพพื้นที่ปลูกสบู่ดำจึงควรเลี่ยงไปปลูกแบบหัวไร่ปลายนา ที่ไม่ได้ปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น หรือปลูกบนพื้นที่ลาดเทเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ปลูกเป็นสวนป่าแล้วใช้แรงงานว่างจากสมาชิกในชุมชน เก็บเกี่ยวผลผลิตสบู่ดำมาบีบน้ำมันไว้ใช้เองในชุมชนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง จะเหมาะสมกว่า

สรุป

1. การจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้สบู่ดำพันธุ์ 18/36 สามารถเจริญเติบโตทางด้าน ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดทรงพุ่ม และ จำนวนกิ่งแขนง ที่อายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก เพิ่มขึ้นมากกว่าแปลงควบคุม

2. การจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดสบู่ดำเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างในลักษณะทั้งสองกับแปลงควบคุม โดยการใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 30 วัน ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดสบู่ดำที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 360 และ 720 วันหลังปลูก สูงที่สุดคือ 186.78 และ 139.03 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อรวมผลผลิตทั้ง 2 ปีอยู่ที่ 325.81 กิโลกรัมต่อไร่

3. การจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยรวมเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากสภาพความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าดินก่อนการทดลอง ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงเล็กน้อย และมีความแปรปรวนเนื่องจากยังมีการเคลื่อนย้ายเกลือโซเดียมคลอไรด์ภายในชั้นดิน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อที่น่าสังเกตประการหนึ่งที่ยังไม่อาจสรุปผลให้ชัดเจนได้ในขณะนี้คือ สบู่ดำจะให้ผลผลิตสูงในปีแรก แต่ปีที่สองผลผลิตจะน้อยลง ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญ สำหรับข้อเสนอแนะที่ควรดำเนินการศึกษาต่อไป ได้แก่

1. การเพิ่มผลผลิตสบู่ดำ ศึกษาด้านการเขตกรรม ระยะปลูกที่เหมาะสม การจัดการน้ำ การจัดการพืช และธาตุอาหารในดิน เพื่อยกระดับผลผลิตสบู่ดำต่อพื้นที่ให้ได้ปริมาณและคุณภาพสูงกว่ามาตรฐาน มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเพิ่มขึ้น และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร ต่อปี

2. การขยายพื้นที่ปลูกสบู่ดำ ศึกษาการจัดการพัฒนาฟื้นฟูปรับปรุงดินเสื่อมโทรมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ แต่สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ แม้ในสภาพพื้นที่ดินที่ไม่เหมาะสม สภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และดินปัญหาต่างๆ ได้แก่ ดินทราย ดินตื้น และดินด่าง ดังนั้น ผลการศึกษาที่ได้เป็นแนวทางที่สามารถใช้ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินให้มีศักยภาพและคุณภาพในการเพิ่มผลผลิต โดยเฉพาะปัญหาดินเค็มที่จำเป็นต้องลดค่าการนำไฟฟ้าที่ยังมีความแปรปรวนให้อยู่ในระดับคงที่ หรือลดความรุนแรงของปัญหาความเค็มของดินให้น้อยลงจนสามารถปลูกพืชได้ผลผลิตสูงขึ้นในระดับที่เกษตรกรสามารถยอมรับได้

3. การศึกษาด้านต้นทุนการผลิตและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อกระตุ้นและชี้ให้เห็นความสำคัญของพลังงานทดแทนที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้เอง ทดแทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ เพื่อการพัฒนาสบู่ดำให้เป็นพืชเศรษฐกิจทดแทนพลังงานในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

4. การส่งเสริมปลูกสบู่ดำ ควรเลือกพื้นที่ดอน น้ำไม่ท่วมขัง ตามหัวไร่ปลายนา ริมรั้วบ้าน ที่รกร้างว่างเปล่าปลูกพืชอื่นไม่ได้ผล บนคันดิน คันคลองชลประทาน สองข้างถนนในหมู่บ้าน รวมทั้งการให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่เกษตรกรและผู้สนใจได้ทราบถึงประโยชน์ของสบู่ดำ เพื่อนำร่องโครงการใช้น้ำมันจากสบู่ดำในไร่นาต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ด้านวิชาการ ได้องค์ความรู้ด้านการจัดการดินเค็ม จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดและปริมาณต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตราที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดสบู่ดำให้สูงขึ้น และมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้น สามารถนำเอาผลงานวิจัยไปต่อยอดขยายผล โดยเฉพาะ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และสถาบันการศึกษาต่างๆ

2. ด้านนโยบาย ได้ข้อมูลการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินเค็ม สำหรับใช้เป็นแนวทางกำหนดนโยบายในการผลิตสบู่ดำเป็นพืชพลังงานทดแทนในพื้นที่ดินปัญหาไม่เหมาะสมกับพืชเศรษฐกิจ เพื่อลดการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิง

3. ด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาวิจัยทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติม เกี่ยวกับการผลิตสบู่ดำเป็นพืชพลังงานทดแทน สามารถนำเอาไปเผยแพร่ต่อเกษตรกรผู้สนใจ นักวิชาการ และหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านพลังงานทดแทน สามารถนำเอาผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. สารเร่ง พด.2 สำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ *ใน* ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน.กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดินเล่มที่ 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ. กรมพัฒนาที่ดิน,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 447 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ความรู้เบื้องต้นสบู่ดำ. 44 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2552ก. เอกสารวิชาการ 11/2552 เรื่อง การเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำสำหรับผลิตไบโอดีเซล. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2552ข. เอกสารวิชาการ 10/2552 เรื่อง สบู่ดำสายพันธุ์ 18/36. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. สบู่ดำพืชพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล. ส่วนส่งเสริมวิศวกรรมการเกษตร สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. เมษายน 2547. 8 น.

กฤษณา ทิวาตรี. 2555. การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกสบู่ดำในพื้นที่ดินทรายจัดชุดดินจันทึก. น.277. *ใน* : ประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน 11-13 กรกฎาคม 2555. โรงแรมวังรี รีสอร์ท, นครนายก.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 547 น.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และ วรรณลดา สุนันทพงษ์ศักดิ์.2545. การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน *ใน* คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2547. สบู่ดำ พลังงานชีวภาพทางเลือกราคาถูกในอนาคต. บทความวิทยาศาสตร์. ฉบับที่ 2 (2547) : 72 - 75

ปรีชา พราหมณีย์ จันทนา ตั้งเปรมศรี ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และจักรินทร์ ศรัทธาพร 2543 การทดสอบอัตรา bagasse และ filter cake เพื่อลดปัญหาดินเค็มในสภาพไร่ รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร หน้า 235-250

พูนพิภพ พูนทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. มูลนิธิ สอวน. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพ ฯ.

ไพรัช พงษ์วิเชียร, ชัยนาม ดิสถาพร, บวร บัวขาว, อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข, สมชาย ยอดเณร, และสุพัฒน์ ศรีวิเชียร. 2555. การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำในพื้นที่ดินเค็ม ชุดดินกำแพงแสน. น.278. *ใน* : ประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน 11-13 กรกฎาคม 2555. โรงแรมวังรี รีสอร์ท, นครนายก.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิไพบูลย์. 2525. การวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำมาเป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิไพบูลย์. 2543. การใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลในไร่นา. วารสารพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ปีที่ 37 : 379 ตุลาคม-ธันวาคม 2543 หน้า 24-29.

วิมลรัตน์ ศุกรินทร์, มณเฑียร โสมภีร์, วิไลรัตน์ กุลพัชรานุรักษ์, และ Okabe, T. 2531. การศึกษาปุ๋ยอัตราต่างๆกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสบู่ดำ. ข้อมูลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

วิมลรัตน์ ศุกรินทร์ และคณะ. 2551. การปลูกสบู่ดำโดยการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ กันที่มีผลต่อผลผลิตสบู่ดำ, หน้า 543-555. *ใน* รายงานผลงานวิจัยปี 2551 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

ศิษฏพงษ์ รัตนกิจ. 2548. สบู่ดำ. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 14 มิถุนายน 2548. 4 น.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2551. สบู่ดำพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์, วิไล ปราสาทศรี, ศิริลักษณ์ พุทธวงศ์, และ วิชณี ออมทรัพย์สิน. 2552. การเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำสำหรับผลิตไบโอดีเซล. รายงานความก้าวหน้าสบู่ดำไตรมาส 1 ประจำปีงบประมาณ 2552. ศบป. ขอนแก่น.

สมบัติ ชิณะวงศ์. 2548. สบู่ดำพืชทดแทนพลังงานที่มีศักยภาพ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สมบัติ ชิณะวงศ์. 2549. การปลูกและการใช้ประโยชน์จากสบู่ดำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ. 2548. สบู่ดำ. 9 น.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. เล่มที่ 2. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์. 5 น. (http://www.oae.go.th.) วันที่ 18 เมษายน 2557.

สำลี ใจดี สุนทรี วิทยานารถไพศาล รพีพล ภโลวาท จิราพน ลิ้มปานานนท์ นิยดา เกียรติยิ่งอังศุลี และ วิฑิต วัฒนาวิบูล. 2526. การใช้สมุนไพร. เล่มที่ 2. คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

อนุสรณ์ กาญจนภักดิ์. 2548. น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล. วารสารวิชาการปริทัศน์. ฉบับที่ 2 (2548) : 9 -13

อโนชา เทพสุภรณ์กุล, โสพส แซ่ลิ้ม, เกษมสุข ศรีแย้ม, และกมลาภา วัฒนประพัฒน์. 2555. การจัดการดินตื้นปนกรวดเพื่อปลูกสบู่ดำ. น.276. *ใน* : ประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน 11-13 กรกฎาคม 2555. โรงแรมวังรี รีสอร์ท, นครนายก.

Arunin, S.,C., Dissataporn. Y. Anuluxtipun and D. Nana. 1988 Potential of Sesbania as a green manure in saline rice soils in Thailand, pp. 83.95 *In* Green Manure in Rice Farming. IRRI. Philippines.

Becker, K. and Francis, G.2000. Bio-diesel from Jatropa plantations on degraded land. Department of Agriculture Systems and Animal Nutrition, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.

Gao, S., C. Ouyang, S. Wang, Y. Xu, L. Tang and F. Chen. 2008. Effect of salt stress on growth, antioxidant enzyme and phenylalanine ammonia-lyase activities in *Jatropha curcas* L. seedlings. Plant Soil Environ. 54(9): 374-381.Cited Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. Biomass Energy, 19:1-15.

Heller, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. ISBN 92-9043-278-0

Jones, N., and J.H.Miller. 1992. Jatropha Curcas. The world Bank. Asia Technical Department, Agriculture Division. Washington DC.

Linnaeus, C. 1753. Species Plantarum, Jatropha, Impensis Laurentii Salvii, Stockholm. pp. 1006-1007.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนที่ อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ปี2552 (มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	-	-	-	-	-	-	-	-	13.3	32.3	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	12.5	-	3.2	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	6.4	-	50.2	-	-	-
6	-	-	-	-	-	2.4	-	-	29.8	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	10.0	13.4	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	32.0	-	-	-	-
9	-	-	-	-	1.8	-	-	-	26.2	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	7.2	40.2	-	-	10.4	-	6.3	-	-
12	-	-	-	-	-	-	3.6	10.0	-	-	-	-
13	-	-	28.4	-	14.5	-	2.4	25.0	20.3	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.2	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	38.5	-	-	-
16	-	-	-	-	-	5.6	1.8	-	67.2	-	-	-
17	-	-	-	-	-	25.5	-	-	19.5	-	-	-
18	-	-	-	-	-	3.2	-	-	22.5	-	-	-
19	-	-	-	-	6.8	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	0.8	-	24.4	-	-	-	-	2.4	-	-
21	-	-	-	12.4	20.7	-	48.2	-	-	32.4	-	-
22	-	-	-	-	-	3.2	-	24.8	19.8	-	-	-
23	-	-	-	-	-	14.2	-	-	8.4	-	-	-
24	-	-	45.4	-	-	-	-	-	45.4	-	-	-
25	-	-	-	24.4	58.3	-	-	-	23.8	5.4	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	25.8	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	-	-	-
28	-	6.4	-	-	-	-	-	23.2	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	5.2	18.2	-	-	-
30	-	-	45.4	-	14.8	-	62.4	-	64.2	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	33.4	24.0	-	-	-	-
รวม	-	-	120.0	44.0	181.5	54.1	158.2	177.1	509.3	95.2	-	-
วัน	0	1	4	3	8	6	7	10	18	7	0	0
รวมทั้งปี.....1,339.4..... มม. อัตราสูงสุด/วัน.....67.2..... มม. รวมวันฝนตก.....64.....วัน												

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนที่ อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ปี 2553 (มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	-	-	-	-	-	-	28.2	20.4	13.4	20.4	-	-
2	-	-	-	-	6.2	-	-	93.0	64.4	-	-	-
3	-	-	-	-	13.2	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	12.4	-	26.8	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	5.8	-	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	20.0	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	18.4	35.4	-	-	-	-
10	-	-	-	-	6.4	-	-	54.0	47.2	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	6.8	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	18.4	20.4	-	-
14	-	-	-	-	-	-	54.0	-	12.7	-	-	-
15	-	-	-	-	6.8	12.3	-	1.4	34.2	28.7	-	-
16	-	-	-	-	1.8	-	-	28.4	53.4	38.5	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	16.8	98.2	16.4	-	-
18	-	-	-	-	1.4	-	20.4	-	-	24.8	-	-
19	1.3	-	-	-	-	16.4	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	51.2	-	-	-	-
21	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	4.2	-	-	-	-	-	1.4	9.8	1.4	-	-	-
23	15.2	-	-	-	-	-	-	4.3	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	10.8	-	30.8	-	-
25	-	-	-	-	-	-	8.4	-	-	1.8	-	-
26	-	-	-	-	-	-	10.4	-	4.2	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	48.8	5.4	-	-	-
29	-	-	-	-	-	38.0	30.4	-	10.4	-	-	-
30	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	31.9	-	-	-	35.8	88.5	171.6	393.5	370.5	218.8	-	-
วัน	5	0	0	0	6	5	8	15	13	11	0	0
รวมทั้งปี.....1,310.3..... มม. อัตราสูงสุด/วัน.....98.2..... มม. รวมวันฝนตก.....63.....วัน												

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ปี2554 (มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	-	-	-	-	-	-	-	1.8	20.4	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	53.2	-	-
3	-	-	-	-	-	8.4	-	-	46.4	22.0	-	-
4	-	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	45.4	-	-	32.4	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	16.4	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	3.7	-	-	-	36.8	-	-	-
9	-	-	-	-	2.4	-	-	-	38.9	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	26.8	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	5.2	-	26.8	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	12.4	8.4	-	-
13	-	-	-	-	-	-	35.3	-	14.4	-	-	-
14	-	-	-	-	8.4	-	3.4	18.5	18.4	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	38.4	20.8	3.8	-	-
17	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	25.4	-	-
18	-	-	-	4.2	-	14.8	-	3.4	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	28.4	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	24.5	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	4.8	-	32.2	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	32.0	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	16.4	-	-	-
24	-	10.5	-	-	6.4	-	23.4	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	43.5	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	8.4	-	3.4	3.8	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	18.2	-	-	-	-
28	-	-	-	14.4	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	2.4	-	-	5.4	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	2.6	-	-	18.4	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	3.8	-	19.4	3.2	-	-	-	-
รวม	-	10.5	2.4	29.6	72.6	77.4	113.7	83.5	447.6	112.8	-	-
วัน	0	1	1	4	8	5	8	6	18	5	0	0
รวมทั้งปี.....950.1..... มม. อัตราสูงสุด/วัน.....53.2..... มม. รวมวันฝนตก.....56.....วัน												

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับการประเมินสภาพความเป็นกรดด่างของดิน

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	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

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับการประเมินอินทรียวัตถุในดิน

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (VL)	< 0.5
ต่ำ (L)	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0 – 1.5
ปานกลาง (M)	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง (MH)	2.5 – 3.5
สูง (H)	3.5 – 4.5
สูงมาก (VH)	> 4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

organic matter (%) = organic carbon (%) x 1.724

ตารางภาคผนวกที่ 6 ระดับการประเมินธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในดิน

ธาตุอาหารพืช	ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช (mg kg^{-1})				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ฟอสฟอรัส (P)	< 3	3–10	11-15	16-45	> 45
โพแทสเซียม (K)	< 30	30–60	61-90	91-120	> 120
แคลเซียม (Ca)	< 40	400–1000	1001-2000	2001-4000	>4000
แมกนีเซียม (Mg)	< 36	36-120	121-365	366-975	> 975
กำมะถัน (S) *	< 5	5-10	11-20	21-30	> 30

* สำหรับค่ามาตรฐานของกำมะถันในดินไม่ค่อยจะมีผู้ศึกษามากนัก ส่วนใหญ่จะศึกษาวิจัยกำมะถันในพืชมากกว่า ดังนั้น จึงนำค่ามาตรฐานของห้องปฏิบัติการของ Albion Laboratories, Inc. มาใช้ในการจัดระดับกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547