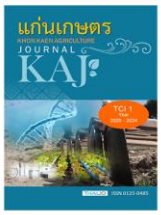
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลผลิตผักสลัดที่ปลูกในดินต่างชนิดกันภายใต้การใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน

Yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in different types of soil under organic soil amendment

พิชญา อินทฤทธิ์[1], จุฑามาศ แก้วมโน[1]* และ อัจฉรา เพ็งหนู[1,2]

Pitchaya Intharit[1], Chutharmard Kaewmano[1]* and Ashara Pengnoo[1,2]

[1] *สาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90110*
[1] *Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla, 90110*
[2] *ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ*
[2] *Natural Biological Control Research Center, National Research Council of Thailand*

บทคัดย่อ: ดินเนื้อหยาบและเนื้อละเอียดมักมีสมบัติทางกายภาพไม่ส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของพืช จึงต้องมีการปรับปรุงดินก่อนปลูก การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดดินที่ปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อคุณภาพของผักสลัด โดยใช้แผนการทดลอง completely randomized design (CRD) จำนวน 6 ตำรับการทดลอง ปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คในชุดดินบ้านทอน ชุดดินอ่าวลึก และชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวและมูลไก่ ผลการศึกษา พบว่า สมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ปลูกผักสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นปริมาณช่องขนาดกลาง ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ และสภาพนำน้ำของดิน ผักสลัดที่ปลูกในตำรับดินต่างชนิดกันมีน้ำหนักสดทั้งต้น (ส่วนเหนือดิน) และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉพาะส่วนของใบ (ส่วนรับประทานได้) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นตำรับชุดดินบ้านทอนที่พบว่าการใช้มูลไก่ทำให้น้ำหนักสดทั้งต้น และทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉพาะส่วนของใบต่ำกว่าการใช้มูลวัว 40%, 42% และ 31% ตามลำดับ ผักสลัดมีน้ำหนักทั้งต้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักผักเฉพาะส่วนของใบเพิ่มขึ้น น้ำหนักสดทั้งต้นของผักสลัดที่ปลูกในตำรับชุดดินอ่าวลึกมีแนวโน้มสูงกว่าในตำรับชุดดินระโนด ดังนั้นผลผลิตของผักสลัดที่ปลูกในดินทุกชนิดภายใต้การปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์ ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินและวัสดุปรับปรุงดินซึ่งมีบทบาทในการควบคุมความเป็นประโยชน์และสมดุลธาตุอาหารในดินปลูก การเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินสามารถเพิ่มผลผลิตผักสลัดและคุณภาพดินปลูกได้
คำสำคัญ: ผลผลิตผักสลัด; สมบัติดิน; วัสดุอินทรีย์; ชนิดดิน

ABSTRACT: Physical properties of coarse and fine textured soils do not promote plant growth which affect the yield and quality of plant. Improving the physical property of soils by amending with organic material before planting is required. The objective of this research was to investigate the effect of amending soil types with organic materials on lettuce quality. The experiment was completely randomized design with six treatments. Green oak lettuce was grown in Ban Thon Soil Series, Ao Luek Soil Series and Ranod Soil Series each amended with cow manure and chicken manure. The results revealed that physical and chemical properties of soils for growing lettuce were significantly different, except for mesopore content, available water capacity and soil hydraulic conductivity. The marketable fresh weight, edible fresh weight and edible dry weight of lettuce grown in different soil treatments did not significantly differ, except for Ban Thon Soil Series. All lettuce yields of Ban Thon Soil Series amended with chicken manure treatment were significantly lower than cow manure treatment by 40%, 42% and 31% for marketable fresh weight, edible fresh weight and edible dry weight respectively. Increasing the marketable fresh weight of lettuce increased the edible parts of both fresh weight and dry weight of lettuce. The marketable fresh weight of lettuce grown in Ao Luek soil series tended to be higher than those in Ranod soil series. Therefore, the

* Corresponding author: chutharmard.k@psu.ac.th

Received: date; June 4, 2020 Accepted: date; December 9, 2020 Published: date; August 5, 2021

yield of lettuce grown in different soil types under organic soil amendments was affected by soil and manure properties as controlling availability and balance of soil nutrient. Also, manure application can improve both lettuce yield and soil quality.
Keywords: lettuce yield; soil properties; organic material; soil type

บทนำ

ดินต่างชนิดกันมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ต่างกัน ส่งผลให้ดินแต่ละชนิดสามารถให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตต่างกัน ดินที่มีประสิทธิภาพสูงในการให้ผลผลิตที่มีคุณภาพจึงต้องมีสมบัติทางกายภาพที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากด้วย ธรรมชาติของดินเนื้อหยาบมีสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายสูงซึ่งมีองค์ประกอบทางแร่ส่วนใหญ่เป็นแร่ควอร์ต (อัญชลี, 2553) ทำให้ดินมีช่องขนาดใหญ่ปริมาณมากและมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดยึดทั้งน้ำและธาตุอาหารไว้ได้น้อย และมักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนกลุ่มดินเนื้อละเอียดมีสัดส่วนของอนุภาคขนาดดินเหนียวสูงซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ดินเหนียว ทำให้มีช่องขนาดเล็กมากและมีพื้นที่ผิวจำเพาะมากส่งผลให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและสามารถดูดยึดธาตุอาหารต่าง ๆ ได้ดี จึงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มดินเนื้อหยาบ (มัตติกา, 2547) อย่างไรก็ตามดินเนื้อละเอียดที่มีพัฒนาการของโครงสร้างน้อยมักทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำในดินช้า ส่งผลต่อการถ่ายเทอากาศในดินได้ (เอิบ, 2533) ดังนั้นชนิดดินที่ต่างกันจึงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งการดูดใช้น้ำและธาตุอาหาร และการสูญเสียธาตุอาหารโดยเฉพาะไนเทรตโดยกระบวนการชะละลาย ส่งผลต่อเนื่องต่อปริมาณผลผลิต การปลูกผักสลัดในดินที่มีการปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์การปลูกในดินเนื้อละเอียดให้น้ำหนักผลผลิตสูงกว่าในดินเนื้อหยาบ (Taha et al., 2017) การปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยวัสดุอินทรีย์ทำให้น้ำหนักผลผลิตของผักสลัดสูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน (Pavlou et al., 2007; Borthakur et al., 2010) และเมื่อมีการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักผลผลิตผักสลัดเพิ่มขึ้น (Melese, 2008)

การปลูกผักสลัดในกลุ่มดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด โดยมีการปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยวัสดุอินทรีย์เป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการดินเพื่อเพิ่มคุณภาพดินทางกายภาพ (ยงยุทธ, 2558) ทั้งด้านความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (Mylavarapu and Zinati, 2009) ความคงทนของเม็ดดิน และการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (Bandyopadhyay et al., 2010) นอกจากนี้วัสดุอินทรีย์ยังมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมอยู่ด้วย กระแสนิยมของผู้บริโภคในปัจจุบันที่เลือกรับประทานผักเพื่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผักสลัดเพื่อสุขภาพเป็นที่ต้องการของตลาดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะผักสลัดที่ปลูกในดินทั้งรูปแบบผักอินทรีย์และผักปลอดภัย และงานวิจัยด้านคุณภาพผลผลิตผักสลัดที่ปลูกในดินต่างชนิดกันยังมีรายงานอยู่น้อย ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดดินภายใต้การปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อผลผลิตของผักสลัดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการดินและธาตุอาหารให้เหมาะสมสำหรับดินที่นำมาปลูกผักสลัดเพื่อให้ได้ผลผลิตผักสลัดที่มีคุณภาพ รวมทั้งได้องค์ความรู้สำหรับรองรับการเพิ่มขึ้นของผู้ผลิตผักสลัดในดินตามความต้องการของตลาดที่ต้องการผักสลัดเพื่อเป็นอาหารฟังก์ชัน ซึ่งเป็นอาหารที่มีองค์ประกอบของสารที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพนอกเหนือจากสารอาหารจากธรรมชาติ สำหรับเสริมสุขภาพของผู้บริโภคต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

ศึกษาทดลองบริเวณโรงเรือน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 โดยเก็บตัวอย่างดินชั้นไถพรวน (0-25 ซม.) ของชุดดินบ้านทอน (sandy, siliceous, superactive, ortstein, isohyperthermic, Typic Haplorthods, Bh) ชุดดินอ่าวลึก (very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiudoxs, Ak) และชุดดินระโนด (very-fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Endoaqualfs, Ran) และวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินและวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ปรับปรุงดินก่อนปลูกผักสลัด (**Table 1**) เพื่อให้อินทรียวัตถุของดินอยู่ในระดับเหมาะสมสำหรับการส่งเสริมสมบัติทางกายภาพของดิน (อินทรียวัตถุ 2%) (Hazelton and Murphy, 2007) และเพื่อใส่ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ตามคำแนะนำสำหรับผักรับประทานใบ (ยงยุทธ และคณะ, 2554) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลวัว (BhCM) ชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ (BhCHM) ชุดดินอ่าวลึกที่ปรับปรุงด้วยมูลวัว (AkCM) ชุดดินอ่าวลึกที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ (AkCHM) ชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลวัว (RanCM)

และชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ (RanCHM) เตรียมดินปลูกในกระถางโดยใส่ตัวอย่างดิน 6.6 ลบ.ซม./กระถาง แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์ โดยน้ำหนักที่ใช้คิดตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อให้ดินทุกกระถางมีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 2%

เตรียมดินปลูกในกระถางโดยปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์ 2 ชนิด คือ มูลวัวและมูลไก่ โดยอัตราส่วนดินต่อวัสดุอินทรีย์เท่ากับดิน 1000 กรัม ต่อมูลวัว 8.50 กรัม และมูลไก่ 6.50 กรัม แล้วบ่มดินไว้ในสภาพเรือนกระจก โดยรักษาระดับความชื้นดินที่ระดับความจุความชื้นสนามเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำดินไปวิเคราะห์สมบัติดินก่อนปลูกผัก จากนั้นแบ่งดินเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่นรวมของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดิน ในกระถางโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน) และเคมีของดิน ตำรับการทดลองละ 3 กระถาง และชุดที่ 2 สำหรับปลูกผักสลัด ตำรับการทดลองละ 10 กระถาง (รวมทั้งหมด 78 กระถาง)

ปลูกผักสลัด (กระถางชุดที่ 2) โดยคัดเลือกกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คอายุ 14 วัน ที่มีขนาดและความสูงของต้นกล้าเท่ากัน กระถางละ 1 ต้น ให้ธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยสูตร 15-15-15 โดยคลุกกับดินในกระถางในวันที่ย้ายกล้าลงปลูกอัตรา 2.73 ก./กระถาง (0.96 กก./ไร่) และใส่ปุ๋ยยูเรียไปพร้อมกับระบบน้ำเมื่อผักสลัดมีอายุ 28 วัน จนถึง 42 วัน รวมปริมาณปุ๋ยยูเรีย 54 ก. (19.07 กก./ไร่) โดยแบ่งใส่ 6 ครั้ง ทำการให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน โดยใช้ระบบน้ำหยด และใช้ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (B-Veggie) เพื่อส่งเสริมการเจริญของรากและป้องกันโรครากเน่าและใบจุด (อัจฉรา และคณะ, 2559) เก็บผลผลิตทุกกระถาง (จำนวน 10 ต้น/ตำรับ) เมื่อผักสลัดมีอายุ 45 วัน เตรียมตัวอย่างผักสลัดโดยนำผักสลัดมาตัดรากและใบส่วนที่เสียออก เพื่อชั่งน้ำหนักสดต่อต้น จากนั้นนำผักสลัดมาตัดเฉพาะส่วนของใบ (ส่วนรับประทานได้) แบ่งผักสลัดเป็น 4 ซ้ำต่อตำรับ ชั่งน้ำหนักสดของผักเฉพาะส่วนของใบแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อชั่งน้ำหนักแห้งของผักเฉพาะส่วนของใบ

วิเคราะห์สมบัติของวัสดุอินทรีย์ ประกอบด้วย ปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธี Walkley and Black พีเอช และค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้อัตราส่วนวัสดุอินทรีย์:น้ำ เท่ากับ 1:10 ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl ฟอสฟอรัสทั้งหมดทำให้เกิดสีโดยวิธี Vanadomolybdate และวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Visible Spectrophotometer ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีทั้งหมด โดยวิธีการย่อยด้วยกรดผสมไนทริกเปอร์คลอริกในอัตราส่วน 1:1 และวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (จำเป็น และคณะ, 2556)

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินประกอบด้วย การกระจายของอนุภาคดิน โดยวิธี Pipette method (Gee and Bauder, 1986) ผลจากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทเนื้อดิน (Soil Survey Staff, 2006) ความหนาแน่นรวม โดยวิธี Core method (Blake and Hartge, 1986a) ความพรุนรวม (Total Porosity) ของดินคำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคดิน (Danielson and Sutherland, 1986) ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ โดยวิธี Falling head method (Klute and Dirksen, 1986) ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ โดยวัดค่าแรงดึงน้ำในดินภายใต้แรงดันที่ 0.1 bar (ความจุความชื้นสนาม) และที่ 15 bar (จุดเหี่ยวถาวร) โดยใช้ pressure plate apparatus (Klute, 1986) ปริมาณการกระจายขนาดของช่องในดิน วิเคราะห์โดยหาค่าแรงดึงน้ำในดินภายใต้แรงดันที่ 0.1, 0.33, 1, 5, 7 และ 15 bar (Klute, 1986) แล้วนำไปคำนวณโดยวิธี water desorption (Lal and Shukla, 2004) ค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5 ปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธี Walkley and Black ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยการสกัดด้วยวิธี Bray II และทำให้เกิดสีโดยวิธี Molybdenum blue ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนโดยการสกัดดินด้วยวิธี Ammonium acetate pH 7 ปริมาณเหล็กและสังกะสีโดยการสกัดดินด้วยวิธี DTPA (จำเป็น และจักรกฤษณ์, 2557)

ศึกษาผลของชนิดดินที่ปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อผลผลิตของผักสลัด โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลวิเคราะห์หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนเท่ากัน (homogeneity of variance) โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและผลผลิตของผักสลัดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

Table 1 Properties of soil series and organic materials in the experiment. (n = 3)

Properties	Soil series			Organic Materials	
	Ban Thon	Ao Luek	Ranod	Cow manure	Chicken manure
Sand (%)	91.41	7.50	13.17	-	-
Silt (%)	1.29	2.75	42.00	-	-
Clay (%)	4.30	89.75	44.83	-	-
pH (1:5)	6.9	5.3	5.1	7.58	8.18
ECe (dS/m)	0.26	0.17	0.28	2.55	6.89
Organic Matter (g/kg)	0.80	4.57	3.03	493.17	639.63
CEC ($cmol_c$/kg)	0.71	6.11	12.11	-	-
Avail.P (mg/kg)	17.07	3.20	10.87	-	-
Ex.K ($cmol_c$/kg)	22.26	20.94	67.47	-	-
Ex.Ca ($cmol_c$/kg)	0.40	0.60	2.00	-	-
Ex.Mg ($cmol_c$/kg)	0.01	0.05	1.44	-	-
Avai.Fe (mg/kg)	26.43	18.61	210.94	-	-
Avai.Zn (mg/kg)	0.43	0.33	0.87	-	-
Total Nitrogen (%)	0.02	0.03	0.09	1.30	2.27
Total P (%)	-	-	-	0.53	1.13
Total K (%)	-	-	-	0.17	0.52
Total Ca (%)	-	-	-	0.46	3.01
Total Mg (%)	-	-	-	0.03	0.03
Total Fe (%)	-	-	-	0.66	0.05
Total Zn (%)	-	-	-	0.01	0.02
C : N ratio	-	-	-	22	16

Remark: ECe = Electrical Conductivity of a saturated soil extract; CEC = Cation Exchange Capacity; Avai. P = Available Phosphorus; Avai. Fe = Available Iron; Avai. Zn = Available Zinc; Ex. K = Exchangeable Potassium; Ex. Ca = Exchangeable Calcium; Ex. Mg = Exchangeable Magnesium; Total N = Total Nitrogen; Total P = Total Phosphorus; Total K = Total Potassium; Total Ca = Total Calcium; Total Mg = Total Magnesium; Total Fe = Total Iron; Total Zn = Total Zinc; C : N ratio = Carbon : Nitrogen ratio

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

สมบัติบางประการของดินปลูก

สมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ปลูกผักสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นปริมาณช่องขนาดกลาง สภาพนำน้ำ และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของดิน (**Table 2**) โดยเมื่อพิจารณาความเหมาะสมด้านสมบัติทางกายภาพของดินปลูก (Hazelton and Murphy, 2007) พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินปลูกทุกตำรับมีค่าอยู่ในระดับต่ำ ยกเว้นชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ที่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับตำรับชุดดินอ่าวลึกและชุดดินระโนด มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มดินเนื้อละเอียด แต่ในชุดดินบ้านทอนถือว่ามีช่องเปิดมากเกินไปสำหรับกลุ่มดินเนื้อหยาบ สอดคล้องกับค่าความพรุนรวมที่พบว่าตำรับ

ชุดดินอ่าวลึกมีความพรุนรวมสูงสุด และความพรุนรวมของตำรับชุดดินบ้านทอนเป็นปริมาณของช่องขนาดใหญ่มากกว่า 90% ส่วนตำรับชุดดินอ่าวลึกและชุดดินระโนดมีสัดส่วนของช่องขนาดเล็กต่อขนาดใหญ่ใกล้เคียงกัน แต่ตำรับชุดดินอ่าวลึกมีปริมาณช่องขนาดใหญ่มากกว่าตำรับชุดดินระโนด ทั้งนี้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเมื่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น (**Figure 1a**) และส่งผลทำให้ดินมีความพรุนรวมเพิ่มขึ้น (**Figure 1b**)

ส่วนความจุน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้มีแนวโน้มต่ำสุดในตำรับชุดดินบ้านทอนและสูงสุดในตำรับชุดดินระโนด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการกระจายของช่องขนาดต่าง ๆ ของดิน โดยความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณช่องขนาดเล็กและขนาดกลางเพิ่มขึ้นและปริมาณช่องขนาดใหญ่ของดินลดลง (**Figure 1c, 1d and 1e**) สภาพนำน้ำของตำรับชุดดินบ้านทอนและชุดดินอ่าวลึกจัดอยู่ในระดับเร็วมาก ขณะที่ตำรับชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่และมูลวัวอยู่ในระดับปานกลางและระดับช้ามาก ตามลำดับ แสดงว่าการปรับปรุงชุดดินระโนดด้วยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของน้ำในดินเร็วขึ้นซึ่งสอดคล้องกับปริมาณช่องขนาดใหญ่ที่มีมากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้มูลวัว

pH ของดินปลูกตำรับชุดดินระโนดอยู่ในสภาพกรดจัด ขณะที่ตำรับชุดดินบ้านทอนอยู่ในสภาพเป็นกลาง และสูงกว่าตำรับชุดดินอ่าวลึกซึ่งเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดปานกลาง ซึ่งทั้งตำรับชุดดินบ้านทอนและอ่าวลึกมีช่วง pH ในระดับเหมาะสมสำหรับผักสลัด (Hazelton and Murphy, 2007) แต่สภาพการนำไฟฟ้าถือว่ามีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับช่วงที่เหมาะสมของผักสลัด (ไม่เกิน 1.0 เดซิซีเมน/ม.) อย่างไรก็ตามยังเป็นระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตผักสลัด (Ayers, 1977) การใช้มูลไก่เป็นวัสดุปรับปรุงดินทำให้ดินมีสภาพการนำไฟฟ้าสูงขึ้นกว่าการใช้มูลวัวทั้ง 3 ชุดดินโดยเฉพาะชุดดินระโนดและบ้านทอน แต่ถือว่าเป็นดินไม่เค็ม เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 2 เดซิซีเมน/ม. (Landon, 1991; Hazelton and Murphy, 2007)

Table 2 Physico-chemical properties of lettuce soil treatment. (n = 3)

Properties	Ban Thon series		Ao Luek series		Ranod series		C.V. (%)
	CM[1/]	CHM[1/]	CM[1/]	CHM[1/]	CM[1/]	CHM[1/]	
BD (g/cm^3)	1.26 ± 0.02b	1.35 ± 0.02a	1.01 ± 0.01d	1.03 ± 0.03d	1.15 ± 0.05c	1.20 ± 0.04c	2.44
TP (%)	51.51 ± 0.77b	48.04 ± 1.51c	60.79 ± 0.33a	61.36 ± 1.48a	54.94 ± 2.19b	53.47 ± 1.06b	2.46
Macropores (%)	92.73 ± 0.41a	92.37 ± 0.30a	49.17 ± 2.10b	49.35 ± 1.17b	40.78 ± 1.83c	44.69 ± 2.85c	2.72
Mesopores (%)	4.28 ± 0.73a	4.28 ± 0.55a	13.65 ± 0.00a	13.09 ± 11.97a	20.02 ± 2.45a	16.84 ± 1.59a	12.86
Micropores (%)	2.99 ± 0.97b	3.34 ± 0.81b	37.18 ± 2.09a	37.56 ± 11.41a	39.20 ± 0.82a	38.47 ± 1.87a	8.43
Ksat (cm/hr)	16.08 ± 1.21a	13.70 ± 2.38a	12.26 ± 4.01a	19.20 ± 12.34a	0.29 ± 0.31a	3.40 ± 5.52a	65.51
AWC (%V)	8.29 ± 0.68a	7.82 ± 0.39a	12.99 ± 0.83a	13.13 ± 3.17a	18.49 ± 1.22a	16.35 ± 16.35a	9.50
pH (1 : 5)	6.60 ± 0.16b	7.00 ± 0.09a	6.2 ± 0.06c	6.00 ± 0.04d	5.40 ± 0.04d	5.40 ± 0.02d	1.06
ECe (dS/m)	1.55 ± 0.18c	1.73 ± 0.09b	0.44 ± 0.02f	0.72 ± 0.00d	0.62 ± 0.00e	1.87 ± 0.03a	3.80
OM (g/kg)	4.29 ± 0.91b	2.77 ± 0.17c	5.50 ± 0.07a	4.51 ± 0.00b	3.95 ± 0.20b	3.74 ± 0.13b	6.17
CEC ($cmol_c$/kg)	1.77 ± 0.12e	1.64 ± 0.20e	7.17 ± 0.31c	6.10 ± 0.12d	12.50 ± 0.50b	14.70 ± 0.58a	5.47

Remark: CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure**;** BD = Bulk density; TP = Total Porosity; Ksat = Saturated Hydraulic Conductivity; AWC = Available Water Capacity; EC = Electrical Conductivity; OM = Organic Matter; CEC = Cation Exchange Capacity

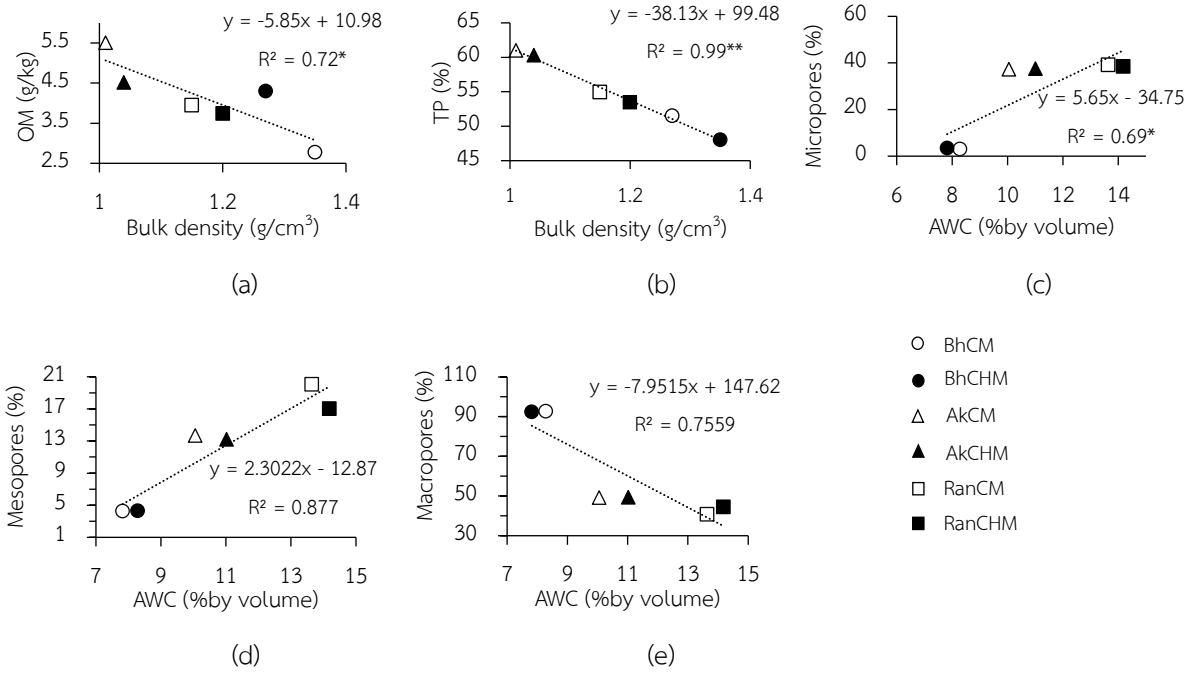


Figure 1 The relationship between some soil properties. The data point is mean value of the treatments. (n = 3) * = significant at P≤ 0.05; ** = significant at P≤ 0.01; Bh = Ban Thon series; Ak = Ao Luek series; Ran = Ranod series; CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure; OM = Organic Matter; TP = Total Porosity; AWC = Available Water Capacity

ปริมาณอินทรียวัตถุในทุกตำรับดินยังต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับส่งเสริมสมบัติทางกายภาพของดินที่โดยทั่วไปควรมีปริมาณไม่ต่ำกว่า 17 ก./กก. ซึ่งการลดลงของอินทรียวัตถุเกิดขึ้นหลังการบ่มดินเนื่องจากมูลไก่ถูกย่อยสลายได้เร็วกว่า (C:N ratio = 16) เมื่อเทียบกับมูลวัว (C:N ratio = 22) โดยการปรับปรุงด้วยมูลวัวส่วนใหญ่ทำให้ดินปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าการปรับปรุงด้วยมูลไก่ ส่วนความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของตำรับชุดดินระโนดจัดอยู่ในระดับปานกลาง (เอิบ, 2544) ซึ่งสูงกว่าตำรับชุดดินอ่าวลึกที่จัดอยู่ในระดับต่ำและตำรับชุดดินบ้านทอนที่จัดอยู่ในระดับต่ำมาก ความแตกต่างของระดับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของชุดดินอาจเนื่องจากองค์ประกอบทางแร่ทั้งปริมาณและชนิดของแร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว (Brady and Weil, 2008) ของชุดดิน โดยองค์ประกอบทางแร่ส่วนใหญ่ของชุดดินอ่าวลึกเป็นแร่เคโอลิไนต์ (Tawornpruek et al., 2006) ชุดดินบ้านทอนเป็นแร่ควอร์ต (เอิบ, 2533) และชุดดินระโนดเป็นแบบผสม (วุฒิชาติ และคณะ, 2547) ที่ควบคุมด้วยแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมค่อนข้างสูง หรือมีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่หลักในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว แต่ยังคงมีแร่ปฐมภูมิที่สลายตัวได้ง่ายอยู่มากในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เอิบ, 2533) ทั้งนี้การใช้มูลวัวปรับปรุงดินทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่าในตำรับชุดดินอ่าวลึก และมีแนวโน้มมากกว่าในตำรับชุดดินบ้านทอนเมื่อเทียบกับการใช้มูลไก่ สอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุของตำรับดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน แต่ตำรับชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำกว่าการใช้มูลไก่และใกล้เคียงกับของชุดดินก่อนปรับปรุง (**Table 1**) อาจเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายชิ้นส่วนวัสดุอินทรีย์ถูกจำกัดด้วยสภาพน้ำของดินที่อยู่ในระดับช้า ทำให้สภาพการระบายอากาศในดินถูกจำกัด

ปริมาณธาตุอาหารในดินปลูก

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียม เหล็ก และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ และแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตำรับชุดดินระโนดสูงกว่าตำรับชุดดินอ่าวลึกและชุดดินบ้านทอน ตามลำดับ (**Table 3**) ตำรับดินที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่มีปริมาณ

โพแทสเซียมและสังกะสีที่เป็นประโยชน์สูงกว่าตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลวัว ในขณะที่ตำรับดินที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวมีแนวโน้มของปริมาณเหล็กมากกว่าตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ปรับปรุงดิน (**Table 1**)

ดินปลูกของตำรับชุดดินระโนดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าตำรับชุดดินอื่น อาจเนื่องจากสมบัติของดินที่เอื้อให้มีกระบวนการย่อยสลายช้า การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไปเป็นไนเทรต (ยงยุทธ, 2554) และดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่าตำรับดินอื่น จึงช่วยดูดซับแอมโมเนียมไอออนในดิน สอดคล้องกับที่พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเพิ่มขึ้น (**Figure 2a**) ส่วนปริมาณเหล็กและสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในตำรับชุดดินระโนดมีปริมาณมากกว่าในตำรับชุดดินอ่าวลึกและชุดดินบ้านทอนเนื่องจากความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุในดินขึ้นอยู่กับ pH ของดิน เหล็กและสังกะสีในดินจะอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้ง่ายและเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อดินเป็นกรด แต่การละลายน้ำได้จะลดลงเมื่อดินมี pH สูงขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยเฉพาะในตำรับชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ซึ่งดินมี pH เฉลี่ยเท่ากับ 7 มีปริมาณเหล็กเฉลี่ยต่ำที่สุด นอกจากนี้ ด้วยธรรมชาติของชุดดินระโนดซึ่งเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำกร่อย มีแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมค่อนข้างสูง (วุฒิชาติ และคณะ , 2547) และมีแร่ปฐมภูมิที่สลายตัวได้ง่ายอยู่มากในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เอิบ, 2533) ซึ่งเป็นแหล่งที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารในดินได้ จึงทำให้ตำรับดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าตำรับชุดดินอ่าวลึกและชุดดินบ้านทอน สอดคล้องกับสมบัติชุดดิน (**Table 1**) และที่พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเพิ่มขึ้น (**Figure 2a**)

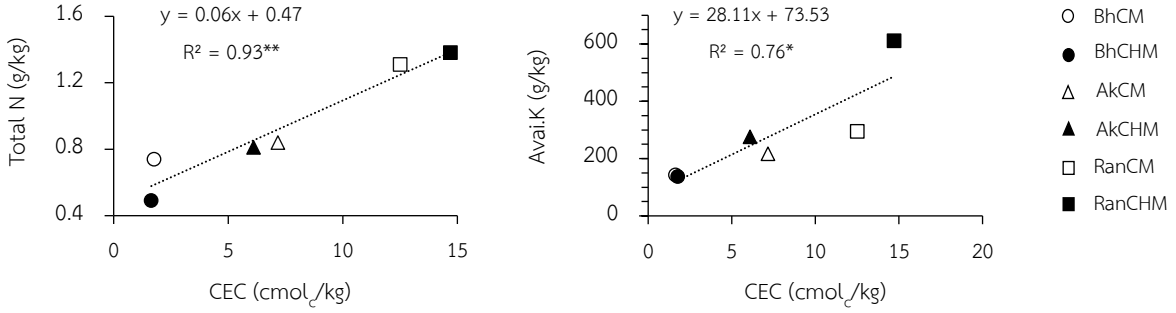
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตำรับชุดดินบ้านทอนสูงกว่าชุดดินระโนดและชุดดินอ่าวลึก เนื่องจากชุดดินบ้านทอนมีอำนาจในการตรึงฟอสฟอรัสต่ำกว่า (อนุภาคขนาดทราย = 91% และอนุภาคขนาดดินเหนียว = 4%) ชุดดินอื่น และมีสภาพ pH (pH = 6.6-7.0) ที่ส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่อยู่ในดิน โดยเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 จะมีฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด แต่เมื่อความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นจะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของเหล็กและอะลูมินัมฟอสเฟตซึ่งยากแก่พืชที่จะใช้ประโยชน์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ในตำรับชุดดินปลูก (**Table 3**) นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตำรับชุดดินอ่าวลึกที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวต่ำกว่ามูลไก่เนื่องจากมีแหล่งของฟอสฟอรัสในมูลวัวต่ำ (Total P = 0.53%) กว่ามูลไก่ (Total P = 1.13%)

Table 3 Nutrients in lettuce soil treatment. (n = 3)

Properties	Ban Thon series		Ao Luek series		Ranod series		C.V.
	CM[1/]	CHM[1/]	CM[1/]	CHM[1/]	CM[1/]	CHM[1/]	(%)
Total N (g/kg)	0.73 ± 0.08b	0.49 ± 0.06c	0.84 ± 0.02b	0.80 ± 0.09b	1.30 ± 0.01a	1.38 ± 0.02a	6.55
Avai.P (mg/kg)	61.93 ± 6.79a	64.73 ± 1.03a	16.03 ± 1.10c	54.80 ± 4.59b	50.30 ± 3.24b	50.13 ± 2.48b	6.53
Avai.K (mg/kg)	136.71 ± 8.68e	142.38 ± 4.50e	216.50 ± 7.19d	275.28 ± 9.11c	294.10 ± 2.66b	610.28 ± 27.00a	6.58
Ex.Ca ($cmol_c$/kg)	1.45 ± 0.14c	1.47 ± 0.02c	1.77 ± 0.04b	1.83 ± 0.02b	3.17 ± 0.09a	3.25 ± 0.07a	3.17
Ex.Mg ($cmol_c$/kg)	0.42 ± 0.05b	0.27 ± 0.01d	0.47 ± 0.01b	0.35 ± 0.01c	1.92 ± 0.07a	1.91 ± 0.06a	4.60
Avai.Fe (mg/kg)	13.33 ± 0.15c	10.71 ± 0.48c	19.31 ± 0.09c	14.70 ± 0.74c	210.81 ± 2.48a	123.33 ± 2.62b	2.40
Avai.Zn (mg/kg)	1.68 ± 0.05e	3.16 ± 0.25c	1.58 ± 0.04e	3.54 ± 0.06b	2.48 ± 0.09d	3.82 ± 0.06a	3.60

Remark: CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure**;** Total N = Total Nitrogen; Avai. P = Available Phosphorus; Avai. K = Available Potassium; Avai. Fe = Available Iron; Avai. Zn = Available Zinc; Ex. Ca = Exchangeable Calcium; Ex.Mg = Exchangeable Magnesium

[1/]Means followed by different letters are significantly different at P≤0.05 by DMRT among treatments



(a) (b)

Figure 2 The relationship between cation exchange capacity and some soil properties. The data point is mean value of the treatments. (n = 3)

* = significant at P≤0.05; ** = significant at P≤0.01; Bh = Ban Thon series; Ak = Ao Luek series; Ran = Ranod series; CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure; Total N = Total Nitrogen; Avai.K = Available Potassium; CEC = Cation Exchange Capacity

เมื่อพิจารณาระดับของธาตุอาหารในดินปลูกสำหรับพืช (เอิบ, 2544) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากทุกตำรับการทดลองซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงมาก ยกเว้นตำรับชุดดินอ่าวลึกที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวที่อยู่ในระดับสูงปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมากทุกตำรับชุดดิน ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมากยกเว้นตำรับชุดดินระโนดอยู่ในระดับต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำยกเว้นตำรับชุดดินระโนดอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนเหล็กและสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในทุกตำรับชุดดินสูงกว่าระดับที่เพียงพอ (Landon, 1991)

ผลผลิตของผักสลัด

ผักสลัดที่ปลูกในตำรับดินต่างชนิดกันมีน้ำหนักสดทั้งต้น (ส่วนเหนือดิน) และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉพาะส่วนของใบ (ส่วนรับประทานได้) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตำรับชุดดินบ้านทอน (**Figure 3, 4a and 4b**) ผักสลัดที่ปลูกในตำรับชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่มีน้ำหนักสดทั้งต้น น้ำหนักสดเฉพาะส่วนของใบ และน้ำหนักแห้งเฉพาะส่วนของใบต่ำกว่าตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลวัว 40, 42 และ 31% ตามลำดับทั้งนี้ผักสลัดมีน้ำหนักทั้งต้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักผักเฉพาะส่วนของใบเพิ่มขึ้นด้วย (**Figure 5a and 5b**)

ผลผลิตผักสลัดในตำรับชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ต่ำกว่าตำรับดินอื่นอาจเนื่องจากผักได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอ (ซึ่งบางต้นสังเกตด้านลักษณะสีซีดจางชัดเจน) สอดคล้องกับสมบัติดินปลูกในตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ (**Table 2**) ที่มีปริมาณไนโตรเจนและอินทรียวัตถุต่ำสุด และอาจเกิดจากการได้รับแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่เพียงพอเช่นกัน เนื่องจากชุดดินบ้านทอนมีเนื้อหยาบและสภาพนำน้ำเร็ว ทำให้มีการระบายอากาศในดินเกิดขึ้นได้ดี ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการไนทริฟิเคชัน (nitrification) ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมเปลี่ยนเป็นไนเทรตได้เร็ว และไนเทรตมักถูกชะละลายได้ง่าย (Brady and Weil, 2008) ขณะเดียวกันตำรับชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนระดับต่ำ จึงอาจส่งผลต่อการดูดซับแคลเซียม แมกนีเซียม และแอมโมเนียมไอออน ดังนั้นไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ทั้ง 2 รูป และธาตุอาหารที่มีประจุบวก จึงมีโอกาสสูญเสียไปได้ง่ายกว่า และสาเหตุอีกประการอาจเกิดจากสารละลายดินมีความเข้มข้นสูงในช่วงวันที่มีสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เนื่องจากดินมีสภาพการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง แต่ธรรมชาติของดินมีความจุการอุ้มน้ำต่ำ จึงส่งผลต่อความเข้มข้นของสารละลายดินในช่วงของวันได้ ดังนั้นลักษณะดังกล่าวจึงมีผลต่อปริมาณการดูดใช้ทั้งน้ำและธาตุอาหาร ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของผักสลัดได้ โดยเฉพาะไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน โครงสร้างของโพรโทพลาสซึม รวมทั้งการขยายขนาดและปริมาณเซลล์พืช

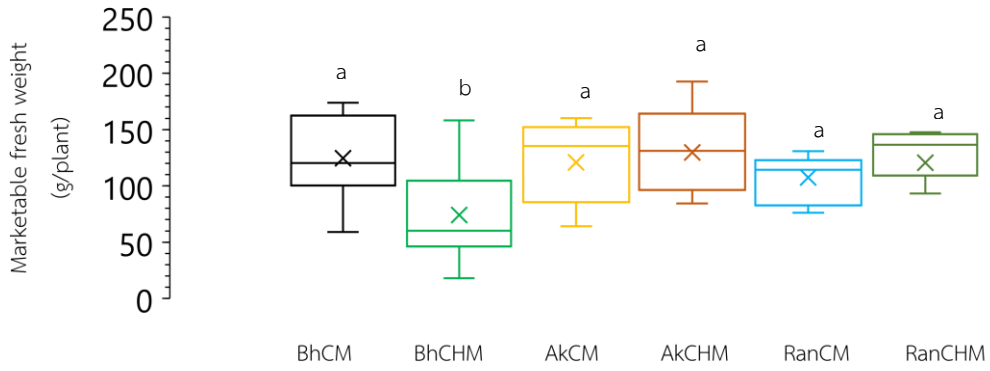


Figure 3 Marketable fresh weight of lettuce. Each value reported as mean (n = 10). Means followed by different letters are significantly different at P≤0.05 among treatments

Bh = Ban Thon series; Ak = Ao Luek series; Ran = Ranod series; CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure

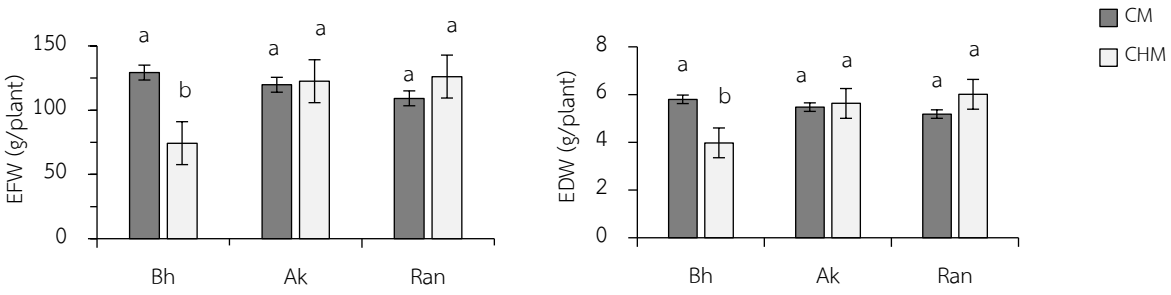


Figure 4 Edible fresh weight (EFW) and edible dry weight (EDW) of lettuce (n = 4). Means followed by different letters are significantly different at P≤0.05 among treatments

Bh = Ban Thon series; Ak = Ao Luek series; Ran = Ranod series; CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure

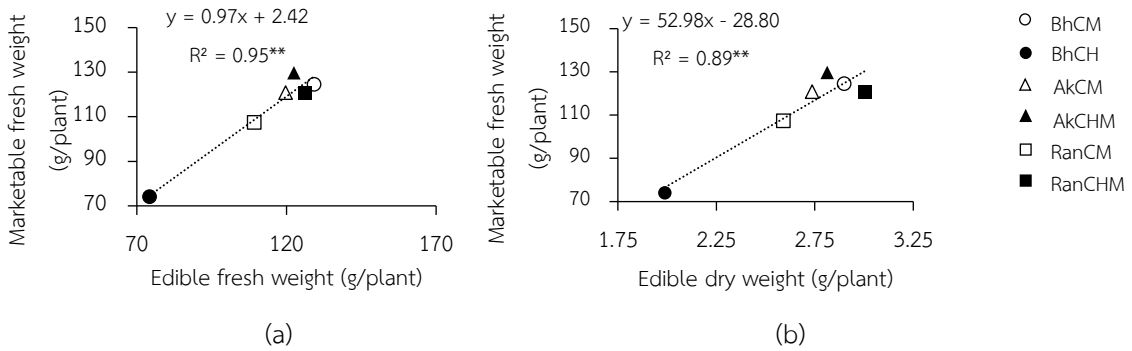


Figure 5 The relationship between marketable fresh weight and edible part weight of lettuce (n = 4). The data point is mean value of the treatments and

* * = significant at P≤ 0. 01; Bh = Ban Thon series; Ak = Ao Luek series; Ran = Ranod series; CM = Cow Manure; CHM = Chicken Manure

ผลผลิตผักในชุดดินอ่าวลึกและชุดดินระโนดซึ่งเป็นดินกลุ่มเนื้อละเอียดทั้งจากตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่และมูลวัวมีน้ำหนักในเฉพาะส่วนของใบโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก (น้ำหนักแตกต่างกันน้อยกว่า 3%) แต่มีแนวโน้มของน้ำหนักสดทั้งต้นต่างกัน โดยน้ำหนักสดทั้งต้น (ส่วนเหนือดิน) ของผักสลัดที่ปลูกในตำรับชุดดินอ่าวลึก (125.21 ก./ต้น) มีแนวโน้มสูงกว่าในตำรับชุดดินระโนด (113.93 ก./ต้น) และในตำรับชุดดินบ้านทอน (99.29 ก./ต้น) อาจเนื่องจากชุดดินอ่าวลึกเป็นดินเนื้อละเอียดที่มีโครงสร้างดี (Tawornpruek et al., 2006) มีความหนาแน่นรวมต่ำ ความพรุนสูง และสัดส่วนของช่องขนาดเล็ก (micropore+mesopore) ต่อช่องขนาดใหญ่ (macropore) สมดุลกว่า จึงเอื้อให้น้ำเคลื่อนที่ในดินได้เร็วและระบายอากาศได้ดี ช่วยส่งเสริมต่อการชอนไชและการเจริญเติบโตของผักสลัด มีค่า pH และสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับตำรับชุดดินระโนด (**Table 2**) ด้วยสภาพของดินปลูกที่เหมาะสมในตำรับชุดดินอ่าวลึก จึงพบว่าน้ำหนักผลผลิตผักสลัดทั้งในตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวและมูลไก่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก ส่วนดินปลูกในตำรับชุดดินระโนด พบว่าน้ำหนักผลผลิตผักสลัดในตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวมีแนวโน้มต่ำกว่าคิดเป็น 11-14 % เมื่อเทียบกับตำรับที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่ เนื่องจากถูกจำกัดด้วยสภาพการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน ส่งผลต่อสภาพการระบายอากาศของดิน ผลผลิตผักสลัดกรีนโอ๊คโดยทั่วไปที่ปลูกในดินเขตร้อนมีน้ำหนักสดทั้งต้น (ส่วนเหนือดิน) ค่อนข้างแปรปรวน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18-478 ก./ต้น (รัตเกล้า, 2532; จุฑามาศ และคณะ, 2561; ศิราณี และบัญชา, 2561) ซึ่งผักสลัดที่ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยต่ำสุด พบในการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักเปลือกลองกอง อัตราส่วนของดินต่อปุ๋ยหมัก 1:1 ส่วนผักสลัดที่ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดพบในการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักทะลายปาล์มอัตราส่วนของดินต่อปุ๋ยหมัก 1:2 ทั้งนี้ความแปรปรวนของน้ำหนักผักขึ้นกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินปลูก สภาพแวดล้อมการปลูกผัก และวัสดุที่ใช้ปรับปรุงดินรวมทั้งอัตราการใส่ (Melese, 2008)

สรุป

ชนิดดินปลูกภายใต้การปรับปรุงด้วยวัสดุอินทรีย์ทำให้ผักสลัดมีผลผลิตน้ำหนักสดทั้งต้น และน้ำหนักเฉพาะส่วนของใบต่างกัน ผักสลัดที่ปลูกในชุดดินบ้านทอนภายใต้การใช้วัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกันทำให้ผักสลัดมีน้ำหนักผลผลิตต่างกัน โดยเมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่ทำให้ผักมีน้ำหนักผลผลิตต่ำกว่าการปรับปรุงด้วยมูลวัว ผักสลัดที่ปลูกภายใต้การใช้วัสดุอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดปรับปรุงดินในตำรับชุดดินอ่าวลึกมีแนวโน้มของน้ำหนักสดทั้งต้นสูงกว่าในตำรับชุดดินระโนด แต่มีน้ำหนักผักเฉพาะส่วนของใบใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตาม ภายใต้การใช้มูลวัวเป็นวัสดุปรับปรุงดิน ทำให้ผักสลัดที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิดมีผลผลิตน้ำหนักไม่แตกต่างกันชัดเจน แต่มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดในชุดดินบ้านทอน และน้ำหนักผลผลิตในตำรับชุดดินบ้านทอนที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวและมูลไก่ มีน้ำหนักเท่ากับ 1.12 และ 0.67 กก./ตร.ม. ตามลำดับ ตำรับชุดดินอ่าวลึกที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวและมูลไก่ มีน้ำหนักเท่ากับ 1.09 และ 1.17 กก./ตร.ม. ตามลำดับ และตำรับชุดดินระโนดที่ปรับปรุงด้วยมูลวัวและมูลไก่ มีน้ำหนักเท่ากับ 0.97 และ 1.08 กก./ตร.ม. ตามลำดับ

ผลผลิตของผักสลัดถูกควบคุมโดยสมบัติของดินปลูกซึ่งได้รับอิทธิพลจากทั้งสมบัติของดินตามธรรมชาติและสมบัติของวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ซึ่งส่งผลต่อความไม่สมดุลของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดิน สมบัติที่สำคัญได้แก่ ปริมาณอนุภาคดิน ความหนาแน่นรวม สภาพนำน้ำ พีเอช สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และปริมาณอินทรียวัตถุ ดังนั้น การปลูกผักสลัดให้มีผลผลิตสูงควรคำนึงถึงชนิดดิน และการเลือกใช้ชนิดวัสดุปรับปรุงดินที่เหมาะสมโดยเฉพาะการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพในดินเนื้อหยาบ และในดินเนื้อละเอียดที่มีพัฒนาการของโครงสร้างน้อย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนผลการเรียนดีเด่นเข้าศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (B-Veggie) ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำเป็น อ่อนทอง, ณัฐพงศ์ เยาว์จุ้ย, และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2556. คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

จำเป็น อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2557. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

จุฑามาศ แก้วมโน, อัจฉรา เพ็งหนู, และสิริรัตน์ เกียรติปฐมชัย. 2561. รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย เรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สำหรับการผลิตผักสลัดคุณภาพที่ปลูกในดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มัตติกา พนมธรนิจกุล. 2547. การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัดเกล้า ตันสถิต. 2532. ผลของกากตะกอนแห้งต่อการเติบโตของผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) และปริมาณโลหะหนักในเนื้อเยื่อใบและในดินที่ใช้ปลูก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วุฒิชาติ ศิริช่วยชู. 2547. ฐานข้อมูลดินภาคใต้เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู. 2561. ผลของการใช้ดินผสมจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จ.นราธิวาส ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค. แก่นเกษตร. 46: 1156-1160.

อัจฉรา เพ็งหนู, จุฑามาศ แก้วมโน, สิริรัตน์ เกียรติปฐมชัย, กลอยใจ สำเร็จวาณิชย์, และพันธทิพย์ จุลวรรณโณ. 2559. การผลิตผักไฮโดรโพนิกส์ปลอดภัยโดยชีววิธี. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพ.

อัญชลี สุทธิประการ. 2553. แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย: ลักษณะ การแจกกระจาย และการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2544. การสำรวจดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ayers, R. S. 1977. Quality of water for irrigation. Journal of the irrigation and Drainage Division. 103: 135-154.

Bandyopadhyay, K. K., A. K. Misra., P. K. Ghosh, and K. M. Hati. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. Soil and Tillage research. 110: 115-125.

Blake, G. R., and K. H. Hartge. 1986. Bulk density. P.363-375. In: A. Klute. Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods.) American Society of Agronomy. Inc, Wisconsin USA.

Borthakur, P. K., S. W. Tivelli, and L. F. V. Purquerio. 2010. Effect of green manuring, mulching, compost and microorganism inoculation on size and yield of lettuce. Science and Horticulture. 933: 165-171.

Brady, N. C., and R. R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Danielson, R. E., and P. L. Sutherland. 1986. Porosity. P.443-461. In: A. Klute. Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy. Inc, Wisconsin USA.

Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. P.383-409. In: A. Klute. Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods.) American Society of Agronomy. Inc, Wisconsin USA.

Hazelton, P. A., and B. W. Murphy. 2007. Interpreting Soil Test Results: What do all the number mean? : CSIRO PUBLISHING, Australia.

Klute, A. 1986. Water retention. P.635-662. In: A. Klute. Methods of Soil Analysis: Part 1: Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy. Inc, Wisconsin USA.

Klute, A. and C. Dirksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity. P.687-732. In: A. Klute. Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy. Inc, Wisconsin USA.

Lal, R., and M. K. Shukla. 2004. Principles of Soil Physics. P.22-23. Marcel Dekker. Inc, New York.

Landon, J.R. 1991. Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. Booker Tate Limited, England.

Melese, W. 2008. Effect of farm yard manure application rate on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa*) at Jimma Southwestern Ethopia. IJR- GRANTHAALAYAH. 4: 75-83.

Mylavarapu, R. S., and G. M. Zinati. 2009. Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils. Scientia Horticulturae. 120: 426-430.

Pavlou, G. C., C. D. Ehaliotis, and V. A. Kavvadias. .2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Scientia Horticulturae. 111: 319-325.

Soil Survey Staff. 2006. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. 10th ed. United States Dep. of Agriculture, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

Taha, A., M. El-Shazly, and N. Ali. 2017. Impact of nitrogen and organic fertilization on nutrients uptake by lettuce plants. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering. 8: 341-346.

Tawornpruek, S., I. Kheoruenromne., A. Suddhiprakarn, and R. J. Gilkes. 2006. Properties of red Oxisols on calcareous sedimentary rocks in Thailand. Geoderma. 136: 477-493.