

ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้สารปรับปรุงดิน

ต่อลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของสับปะรด

Effects of Soil-analysis Based Fertilization Combined with Application of Soil Conditioners on Growth Characteristics, Yield and Qualities of Pineapple

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ* และธนวดี พรหมจันทร์

Auraiwan Isuwan* and Thanawadee Promchan

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi Campus, Petchaburi, Thailand 76120

*Corresponding author: isuwan_a@silpakorn.edu

Abstract

Received: November 09, 2020

Revised: July 30, 2021

Accepted: November 01, 2021

It is well recognized that soil conditioners improve mineral adsorption and maintain soil moisture. The objective of the present study was to determine potentials of different soil conditioners on performance of pineapple grown on Pranburi soil series. An experimental design was randomized complete block with 4 replications. Treatments were six fertilizer regimes, consisting of: 1) no fertilizer and soil conditioner use (control; C), 2) fertilizer use based on soil analysis (at a rate of 70-30-40 kg N-P₂O₅-K₂O/rai; IF), 3) IF + zeolite at a rate of 50 kg/rai (IF+Z₅₀), 4) IF + perlite at a rate of 50 kg/rai (IF+P₅₀), 5) IF + polyacrylamide at a rate of 3 kg/rai (IF+PAM₃) and 6) fertilizer use based on farmers' experience (F). Results showed that an average fruit weight of the IF+Z₅₀ pineapple (1,403 g/fruit) was heaviest ($P<0.01$), leading to the highest economic returns (66,871 Baht/rai) ($P<0.01$). The agronomic fertilizer use efficiency of the IF+Z₅₀ pineapple (49.14 kg fruit/kg nitrogen (N) fertilizer) was not different ($P>0.05$) from the F pineapple (51.33 kg fruit/kg N fertilizer) but higher ($P<0.05$) than other treatments. Fertilizer regimes had no effect ($P>0.05$) on soluble solids (9.66-11.41%), titratable acids (9.76-11.77%) and pH values (2.53-2.82) of pineapple fruits. Vitamin C contents of pineapple received fertilizers were not different ($P>0.05$) but higher than the C pineapple. Therefore, fertilizer use based on soil analysis in combination with the use of zeolite at a rate of 50 kg/rai is to be one of the most promising practices to improve productivity of pineapple grown on Pranburi soil series.

Keywords: soil conditioner, soil-analysis based fertilization, pineapple, fertilizer use efficiency

บทคัดย่อ

สารปรับปรุงดินช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีและเก็บกักรักษาความชื้นในดินไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตสับปะรดที่ปลูกในชุดดินปราณบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกมี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยรูปแบบการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน 6 ตำรับ ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน (Control; C) 2) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (อัตรา 70-30-40 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่; IF) 3) IF ร่วมกับการใช้ซีโอไลต์อัตรา 50 กก./ไร่ (IF+Z₅₀) 4) IF ร่วมกับการใช้เพอร์ไลต์อัตรา 50 กก./ไร่ (IF+P₅₀) 5) IF ร่วมกับการใช้พอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide; PAM) อัตรา 3 กก./ไร่ (IF+PAM₃) และ 6) การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราปกติของเกษตรกร (F) ผลการทดลองพบว่า สับปะรดในตำรับ IF+Z₅₀ มีน้ำหนักผลผลิตผลสดสูงที่สุดเท่ากับ 1,403 กรัมต่อผล ($P<0.01$) ส่งผลให้มีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดินมากที่สุด (66,871 บาท/ไร่) ($P<0.01$) ประสิทธิภาพการผลิตพืชของสับปะรดในตำรับทดลอง IF+Z₅₀ (49.14 กก. ผลผลิต/กก. N) ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับตำรับทดลอง F (51.33 กก. ผลผลิต/กก. N) แต่สูงกว่า ($P<0.01$) ตำรับการทดลองอื่น ๆ รูปแบบการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินไม่มีผล ($P>0.05$) กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (9.66-11.41 เปอร์เซ็นต์) กรดไทเทรตได้ (9.76-11.77 เปอร์เซ็นต์) และค่า pH (2.53-2.82) สับปะรดที่ได้รับปุ๋ยทุกตำรับการทดลองมีวิตามินซีไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่สูงกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุม ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ซีโอไลต์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเป็นแนวทางการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสับปะรดในชุดดินปราณบุรี

คำสำคัญ: สารปรับปรุงดิน ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
สับปะรด ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปุ๋ย

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดรายใหญ่ของโลก ในปี พ.ศ. 2560 มีการส่งออกสับปะรดผลสดและผลิตภัณฑ์รวม 1.944 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 23,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวสับปะรดประมาณ 504,000 ไร่ ให้ผลผลิตผลสดสับปะรดรวม 2.01 ล้านตัน หรือเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 ตันต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2017) การจะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันการส่งออกสับปะรดได้ จำเป็นต้องมีมาตรการและแนวทางการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยซึ่งมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิตสับปะรด

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืช (Osotsapar *et al.*, 2008) แต่การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารของพืชและปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน โดยทั่วไปเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 53 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 24 กก./ไร่ และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-5-20 อัตรา 153 กก./ไร่ ซึ่งสับปะรดได้รับธาตุอาหารเป็น 45-7.5-30 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ (Isuwan, 2015) การใช้ปุ๋ยที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของพืชนั้นนอกจากมีผลกระทบต่อพืชและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและพืชอาจไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยได้เต็มที่ การใช้ปุ๋ยเคมีโดยการปรับปริมาณให้เหมาะสมกับชนิดพืชและค่าวิเคราะห์ดิน

จะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตได้ Isuwan (2015) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ผลสัปดาห์มีขนาดใหญ่กว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีการดั้งเดิมของเกษตรกร อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยที่ใส่แต่เพียงอย่างเดียว การจัดการดินเพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร เช่น การเพิ่มการดูดซับไอออนของธาตุอาหารพืชที่ละลายจากปุ๋ยเคมี สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสัปดาห์ได้ การใช้สารปรับปรุงดิน เช่น ซีโอไลต์ (Zeolites) ซึ่งเป็นสารปรับปรุงดินในรูปของแร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่ง ที่มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบเป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดในช่องว่างของหินอัคนีที่เป็นต่างเพอร์ไลต์ (Perlite) เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ได้จากธรรมชาติ คือ แร่จากหินภูเขาไฟที่มีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก และพอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide; PAM) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า แพนม (PAM) เป็นสารปรับปรุงดินในรูปสารสังเคราะห์ โดยวัสดุปรับปรุงดินดังกล่าวช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตพืชได้ (Warrington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990; Pakpian *et al.*, 1992)

ซีโอไลต์มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักทำให้สามารถดูดซับอนุภาคของธาตุอาหารพืชตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์และน้ำได้ดี (Panuccio *et al.*, 2009) โดย Chalermchai (1999) รายงานว่า การใช้ซีโอไลต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้กวางตุ้งมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันเพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟที่มีรูพรุนสามารถดูดซับปุ๋ยได้ดี Chareansuk (2010)

รายงานว่ เพอร์ไลต์สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพด นอกจากนี้ Thanimarn *et al.* (2014) พบว่า การใช้เพอร์ไลต์ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ส่วนสารพอลิอะคริลาไมด์เป็นสารพอลิเมอร์ที่มีสรรพคุณดูดซับธาตุอาหารพืชและความชื้น (Sojka *et al.*, 2007) Xu *et al.* (2015) รายงานว่า การใช้พอลิอะคริลาไมด์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตมันฝรั่งได้ถึง 33 เปอร์เซ็นต์

เห็นได้ว่าสารปรับปรุงดินหลายชนิดมีสมบัติในการเพิ่มสมรรถนะการผลิตพืช อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงผลการใช้สารปรับปรุงดินที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตสัปดาห์ยังมีน้อยมาก ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสารปรับปรุงดิน 3 ชนิด ได้แก่ ซีโอไลต์ เพอร์ไลต์ และพอลิอะคริลาไมด์ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตของสัปดาห์

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยรูปแบบการใส่ปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินที่แตกต่างกันจำนวน 6 ตำรับทดลอง แสดงดัง Table 1

Table 1 Experimental treatments

Treatment	Description	Abbreviation
1	No fertilizer + no soil conditioner	Control; C
2	Fertilizer use based on soil-analysis	IF
3	IF + Zeolite at a rate of 50 kg/rai	IF+Z ₅₀
4	IF + Perlite at a rate of 50 kg/rai	IF+P ₅₀
5*	IF + Polyacrylamide at a rate of 3 kg/rai	IF+PAM ₃
6	Fertilizer use based on farmer's experience	F

*Water was added to polyacrylamide (PAM) at a rate of 200 kg/kg of PAM before applying.

การเตรียมแปลงและการปลูกสับปะรด

ดำเนินการทดลองในแปลงสับปะรดของเกษตรกร อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นชุดดินปรมาณบุรี (Fine-loamy, Mixed, Isohyperthermic Typic Paleustalfs) เก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูกสับปะรดเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ผลการวิเคราะห์ใน Table 2 และการแปรผลค่าวิเคราะห์เทียบค่าใน Horneck *et al.* (2011) จากนั้นจึงทำการไถและปรับสภาพพื้นที่ ทำแปลงทดลองย่อยขนาด 3×4 ตร.ม. จำนวน 24 แปลง โดยกำหนดให้

แต่ละแปลงย่อยห่างกัน 1 เมตร ทั้ง 4 ด้าน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนปุ๋ยและสารปรับปรุงดินระหว่างแปลง ปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (ใช้หน่อพันธุ์ปัตตาเวียที่มีความยาวประมาณ 25 ซม.) มีระยะปลูก 3×5×8 ซม. จำนวน 54 ต้นต่อแปลง หรือเท่ากับ 7,200 ต้นต่อไร่ ก่อนปลูกทำการชุบหน่อพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพื่อป้องกันโรครากเน่าหรือต้นเน่า โดยใช้ฟอสฟิอิลอะลูมิเนียม (80 เปอร์เซ็นต์ ดับบลิวพี) อัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผึ่งหน่อไว้ในที่ร่ม (Department of Agriculture, 2003)

Table 2 Properties of the soil used in this experiment

Soil properties	Methods	Units	Value	Interpretation
Sand		%	83.83	
Silt	Dewis and Freitas (1970)	%	10.95	Sandy loam
Clay		%	5.22	
pH (soil : water; 1:1)	McLean (1982)	-	7.62	Slight alkaline
Electrical conductivity (soil : water; 1:10)	Jackson (1958)	dS cm ⁻¹	0.66	Not salty
Organic matter	Walkley (1947); FAO (1974)	%	0.62	Very low
Total nitrogen	Bremner and Mulvaney (1982)	%	0.03	Very low

Table 2 (Continued)

Soil properties	Methods	Units	Value	Interpretation
Available phosphorus	Bray and Kurtz (1945)	mg kg ⁻¹	6.93	Low
Exchangeable potassium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	994	Very high
Exchangeable calcium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	243	Medium
Exchangeable magnesium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	182	Medium

การใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน

ใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินตามแผนการทดลองที่วางไว้ (Table 1) โดยใช้แม่ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดำเนินการโดยเติมส่วนที่ขาดให้สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของสับปะรด (Verapattananirund, 2009) ในการทดลองนี้สับปะรดจะได้รับธาตุอาหารในอัตรา 70-30-40 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ แบ่งใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน โดยใส่ปุ๋ยยูเรียปริมาณ 76 กก./ไร่ (35 กก. N/ไร่) และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยยูเรียไดแอมโมเนียมฟอสเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์ปริมาณ 25 65 และ 67 กก./ไร่ ตามลำดับ (35-30-40 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยตามอัตราของเกษตรกรจะใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมซัลเฟตปริมาณ 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรียปริมาณ 25 กก./ไร่ (22 กก. N/ไร่) และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-5-20 ปริมาณ 153 กก./ไร่ (23-7.5-30 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) การใส่สารปรับปรุงดินจะใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 2 เดือน โดยใส่พร้อมกับการใส่ปุ๋ยเคมี กำจัดวัชพืชสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการปลูก

เมื่อสับปะรดอายุ 8 เดือน บังคับให้ออกดอกโดยใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ อัตรา 1-2 กรัมต่อต้น ใส่ในยอดขณะที่มีน้ำอยู่ในยอด โดยจะบังคับ 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน

การบันทึกข้อมูลและการเตรียมตัวอย่าง

บันทึกความสูงและความกว้างทรงพุ่มเมื่อสับปะรดอายุ 2, 4, 6 และ 8 เดือน โดยความสูงวัดจากฐานลำต้นเหนือพื้นดินถึงจุดสูงสุดของใบ ส่วนความกว้างทรงพุ่มได้จากค่าเฉลี่ยของความกว้างด้านที่กว้างที่สุดและด้านที่ตั้งฉากกับด้านที่กว้างที่สุด วัดความสูงและเส้นรอบผลสับปะรดเมื่ออายุ 10 และ 11 เดือน โดยความสูงผลวัดจากฐานของผลจนถึงฐานของจุก ส่วนเส้นรอบผลวัดบริเวณจุดกึ่งกลางของผล เก็บเกี่ยวสับปะรดที่อายุ 12 เดือน ชั่งน้ำหนักผลผลิตผลสด (เฉพาะผลไม่รวมจุกและก้านผล) วัดความยาวและเส้นรอบวงของผลสับปะรด สุ่มตัวอย่างผลสับปะรดสำหรับใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตสับปะรด

สำหรับตัวอย่างผลสับปะรดจะดำเนินการ วัด pH ในน้ำคั้น วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble Solids, SS) โดยใช้ Hand refractometer วัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และปริมาณวิตามินซี (AOAC, 1990)

การคำนวณและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วัดประสิทธิภาพการผลิตพืช (ธาตุไนโตรเจน)
(Agronomic Nitrogen Use Efficiency, ANUE) =
(YT – Y0)/FN (Fageria, 1992; Prihar *et al.*, 2000)

โดย YT หมายถึง ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่) จาก
กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ

Y0 หมายถึง ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่) จาก
กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

FN หมายถึง อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)

คำนวณผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี
และสารปรับปรุงดิน วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์
ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการ
ทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของ
ค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test ใน
โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (โปรแกรม R)

ผลการทดลองและวิจารณ์**การเจริญเติบโตของสับปะรด**

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด
โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มและความสูงของต้น
สับปะรดที่อายุต่าง ๆ พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกตำรับการทดลอง
(Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Isuwan (2015)
ที่รายงานว่า ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ไม่มีความแตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตของสับปะรดในชุด
ดินท่ายาง (ไนโตรเจนต่ำมาก ฟอสฟอรัสต่ำ และ
โพแทสเซียมสูง) แต่กลุ่มที่ได้รับปุ๋ย เมื่อสับปะรดอายุ 4
เดือนเป็นต้นไป พบว่าความสูงของต้นและ
เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (Omotoso and
Akinrinde, 2013)

Table 3 Effects of treatments on plant width and height at different growing stage of pineapple

Treatment	Plant width (cm) at different months				Plant height (cm) at different months			
	2	4	6	8	2	4	6	8
Control	35.24	35.20	53.29	60.99	49.79	60.96	69.41	71.08
IF	34.20	38.97	59.31	61.78	45.37	59.20	72.87	73.62
IF+Z ₅₀	37.45	42.27	58.37	65.83	51.12	63.70	73.04	77.04
IF+P ₅₀	36.10	36.68	55.85	70.29	49.25	63.91	76.83	78.00
IF+PAM ₃	36.24	38.93	56.56	62.41	49.91	61.41	73.29	76.33
F	36.02	41.35	56.64	65.95	51.71	65.33	76.87	80.04
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	9.56	11.73	7.67	8.85	5.85	6.86	8.59	6.73

ns; non-significance at $P>0.05$

ความสูงผล เส้นรอบผล และน้ำหนักผลผลิต ของสับปะรด

การจัดการปุ๋ยและชนิดของสารปรับปรุงดิน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อความสูงผลและเส้นรอบผลของสับปะรดในทุกระยะที่ทำการศึกษา อย่างไรก็ตาม การใช้ซีโอไลต์ (IF+Z₅₀) ส่งผลให้ความสูงผลและเส้นรอบผลของสับปะรดมีแนวโน้มสูงกว่าตัวรับอื่น ๆ จึงทำให้สับปะรดในตำรับดังกล่าวมีน้ำหนักผลสดสูงที่สุดเท่ากับ 1,403 กรัมต่อผล ($P<0.01$) (Table 4) ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่ซีโอไลต์เป็นแร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่งที่มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ แร่ซีโอไลต์มีการเรียงตัวของโครงสร้างอยู่ในรูปลักษณะของวงแหวนทำให้เกิดช่องว่างภายในเป็นจำนวนมาก มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูง จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยเคมีและช่วยเก็บกักรักษาความชื้นให้กับดิน

(Duangpatra, 2010) สอดคล้องกับ Isuwan and Promchan (2019) ที่รายงานว่า การชะละลายของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ร่วมกับซีโอไลต์ นอกจากนี้ ซีโอไลต์เมื่อสลายตัวจะปลดปล่อยธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ให้กับพืชอีกด้วย (Pakpian *et al.*, 1992) ส่วนเพอร์ไลต์ คือ แร่จากหินภูเขาไฟสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารพืชที่ละลายในน้ำโดยเฉพาะพืชที่ปลูกในน้ำได้ดี พอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide: PAM) นั้นเป็นสารปรับปรุงดินในรูปสารสังเคราะห์ สามารถช่วยเพิ่มอัตราการแทรกซึมน้ำในดินเหนียวที่มีโครงสร้างแน่นทึบ (Duangpatra, 2010) ด้วยสมบัติเฉพาะและลักษณะต่าง ๆ ของเพอร์ไลต์ และพอลิอะคริลาไมด์ จึงอาจไม่เหมาะสมกับการปรับใช้เพื่อการผลิตสับปะรด เนื่องจากสับปะรดไม่ชอบน้ำท่วมขังและเนื้อดินที่เป็นดินเหนียว

Table 4 Effects of treatments on height and circumference of pineapple fruits at different growing stage and harvested fruit weight

Treatment	Fruit height (cm) at different months			Fruit circumference (cm) at different months			Harvested fruit weight (g/fruit)
	9	10	11	9	10	11	
Control	8.09	10.67	11.41	23.04	29.42	32.75	908 ^d
IF	9.83	12.92	13.46	24.33	32.13	35.67	1,056 ^c
IF+Z ₅₀	10.21	13.96	15.04	25.29	33.25	36.46	1,403 ^a
IF+P ₅₀	10.05	13.83	15.21	24.21	32.33	36.25	1,138 ^{bc}
IF+PAM ₃	9.54	13.04	14.54	24.04	32.17	36.74	1,176 ^{bc}
F	10.09	14.25	15.42	24.25	34.04	37.54	1,270 ^b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C.V.(%)	11.16	8.92	8.03	10.52	7.49	9.32	8.51

**, significance at $P<0.01$, ns; non-significance at $P>0.05$

คุณภาพผลผลิตและปริมาณไนโตรเจนในต้นสับปะรด

การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids, SS) กรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสับปะรด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.66-11.41 เปอร์เซ็นต์ 9.76-11.77 เปอร์เซ็นต์ และ 2.53-2.82 ตามลำดับ (Table 5) สอดคล้องกับ Isuwan (2015) รายงานว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ pH ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก (Citric acid) ของสับปะรด ในทำนองเดียวกัน Malezieux and Bartholomew (2003) พบว่าการเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนให้กับสับปะรดในแปลงที่มีโพแทสเซียมเพียงพออยู่แล้ว

ไม่ทำให้ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำสับปะรดเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนของดินที่ใช้ศึกษาปรากฏว่ามีค่าสูง (Table 2) จึงอาจทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ในสับปะรดมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน สับปะรดที่ได้รับปุ๋ยทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของวิตามินซี (Vitamin C) ไม่แตกต่างกันที่ $P>0.05$ แต่สูงกว่าที่ $P<0.01$ ในตำรับควบคุม เนื่องจากตำรับควบคุมสับปะรดไม่ได้รับปุ๋ย โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณวิตามินซีในสับปะรด (Spironello *et al.*, 2004) ทำให้ตำรับดังกล่าวมีความเข้มข้นของวิตามินซีต่ำกว่าตำรับอื่นๆ ที่ได้รับปุ๋ย

Table 5 Effects of treatments on chemical compositions of pineapple fruits

Treatment	Soluble solids (%)	Titratable acidity % (w/v) in juice	Vitamin C % (w/v) in juice	pH
Control	11.31	9.76	7.13 ^c	2.82
IF	11.41	11.77	9.65 ^{ab}	2.78
IF+Z ₅₀	10.62	11.01	9.16 ^{ab}	2.64
IF+P ₅₀	10.42	9.81	9.84 ^{ab}	2.64
IF+PAM ₃	9.66	10.59	9.28 ^{ab}	2.53
F	10.03	9.89	10.52 ^a	2.56
F-test	ns	ns	**	ns
C.V.(%)	11.31	16.07	11.25	5.88

**, significance at $P<0.01$, ns; non-significance at $P>0.05$

รายได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปุ๋ย

ตำรับการทดลอง IF+Z₅₀ มีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดินมากที่สุด (66,871 บาทต่อไร่) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับตำรับการทดลอง IF+P₅₀ IF+PAM₃ และ F (52,312, 55,814 และ

61,650 บาทต่อไร่ ตามลำดับ) แต่สูงกว่า ($P<0.05$) กับตำรับทดลอง C และ IF (Table 6) โดย Pakpian *et al.* (1992) รายงานว่าการใช้สารปรับปรุงดินช่วยเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพการผลิตพืชจึงทำให้มีรายได้สูงตามไปด้วย

การจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (F) ส่งผลให้ สับปะรดมีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงสุด (51.33 กก. ผลผลิต/กก. N) ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับตำรับทดลอง IF+Z₅₀ (49.14 กก. ผลผลิต/กก. N) แต่สูงกว่า ($P<0.01$) ตำรับการทดลอง IF, IF+P₅₀ และ IF+PAM₃ ที่มีค่าเท่ากับ 22.40, 29.38 และ 23.24 กก. ผลผลิต/กก. N ตามลำดับ Osotsapar *et al.* (2008) รายงานว่า ประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยในอัตราที่ลดลง โดยจากการทดลอง ตำรับทดลอง F มีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า ตำรับการทดลองอื่น นอกจากนี้ วัสดุปรับปรุงดิน หรือ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีความสามารถในการดูดซับและเก็บ

กักธาตุอาหารยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตพืช Isuwan (2016; 2017) รายงาน ว่า ประสิทธิภาพการผลิตพืชมีค่าสูงเมื่อมีการใส่ปุ๋ยตามค่า วิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์ ดังนั้น สับปะรด ในตำรับทดลอง IF+Z₅₀ ที่ได้รับปริมาณธาตุอาหาร ที่เหมาะสม และมีซีโอไลต์ซึ่งเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มี ศักยภาพสูง สับปะรดในตำรับทดลองดังกล่าว จึงมี น้ำหนักผลผลิตและประสิทธิภาพการผลิตพืชที่สูง ส่งผล ให้รายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยและค่าวัสดุปรับปรุงดินสูง ตามไปด้วย

Table 6 Effects of treatments on economic returns and agronomic nitrogen use efficiency of pineapple

Treatment	Income over cost of fertilizers and soil conditioners (Baht/rai)	Agronomic nitrogen use efficiency (kg fruit/kg fertilizer N)
Control	45,757 ^b	-
IF	49,889 ^b	22.40 ^b
IF+Z ₅₀	66,871 ^a	49.14 ^a
IF+P ₅₀	52,312 ^{ab}	29.38 ^b
IF+PAM ₃	55,814 ^{ab}	23.24 ^b
F	61,650 ^{ab}	51.33 ^a
F-test	0.02*	0.01**
C.V.(%)	14.59	17.68

**, significance at $P<0.05$, **, significance at $P<0.01$, price of fertilizers and soil conditioners (Baht/kg), 21-0-0: 8.00, 46-0-0: 11.77, 18-46-0: 17.56, 0-0-60: 15.09, 15-5-20: 11.00, Zeolite: 10, Perlite: 34, Polyacrylamide: 30 and pineapple price: 7 Baht/kg

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับสารปรับปรุงดินเพื่อการผลิตสับปะรดในชุดดิน ปราณบุรี สรุปได้ว่า ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (70-30-40

กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) ร่วมกับการใช้ซีโอไลต์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้สับปะรดมีน้ำหนักผลสดและ รายได้หลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน รวมถึงมีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงกว่าการจัดการปุ๋ย และการใส่สารปรับปรุงดินชนิดอื่น ดังนั้น การจัดการตาม

แนวทางดังกล่าวจึงเป็นแนวปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับการ
ผลิตสับปะรด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากเงิน
งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560 จาก
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. **Soil Science Society of America Journal** 54(4): 1102-1106.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of AOAC; Food Composition; Additives; Natural Contaminants** (Vol.II). 338 p. In Helrich, K. (ed). Arlington: AOAC.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1995. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Science** 59(1): 39-45.
- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen Total. pp. 595-624. In Page, A.L. (ed.). **Methods of Soil Analysis: Agron NO. 9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. 2nd. Madison WI: American Society of Agronomy.
- Chalermchai, P. 1999. **Application of Shrimp Pond Sludge in Combination with Chemical Fertilizers for Nutrient Leaching and Plant Growth**. Bachelor Special Problem. Kasetsart University. 72 p. [in Thai]
- Chareansuk, P. 2010. **Effects of Chemical Fertilizer Application with Perlite on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series**. Master Thesis. Kasetsart University. 12 p. [in Thai]
- Department of Agriculture. 2003. **Good Agriculture Practices (GAP)**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. Thailand. 13 p. [in Thai]
- Dewis, J. and F.C.R. Freitas. 1970. **Physic and Chemical Methods of Soil and Water Analysis**. Soil Bull No 10. Rome: FAO. 286 p.
- Duangpatra, P. 2010. **Soil Conditioners**. Bangkok: Kasetsart University Press. 256 p. [in Thai]
- Fageria, N.K. 1992. **Maximizing Crop Yields**. New York: Marcel Dekker, Inc. 274 p.
- FAO. 1974. **The Euphrates Pilot Irrigation Project: Methods of Soil Analysis, Gated Soil Laboratory (A Laboratory Manual)**. Rome: Food and Agriculture Organization. 120 p.
- Horneck, D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen and J.M. Hart. 2011. **Soil Test Interpretation Guide**. Corvallis: Oregon State University. 7 p.

- Isuwan, A. 2015. Effects of management methods and types of nitrogen fertilizers on production, fruit quality and nitrogen use efficiency of pineapple grown on Tha Yang soil series. **Khon Kaen Agriculture Journal** 43(1): 141-150. [in Thai]
- _____. 2016. The effects of site-specific fertilizer management on yield and fertilizer nitrogen use efficiency of Supanburi 1 rice grown on Wattana soil series. **Khon Kaen Agriculture Journal** 44(3): 383-390. [in Thai]
- _____. 2017. Productivity of Phitsanulok-2 rice grown on Bang Len soil series and received soil analysis-based fertilizers. **Journal of Agricultural Research and Extension** 34(2): 14-24. [in Thai]
- Isuwan, A. and T. Promchan. 2019. Effects of a Combination Use of Soil Conditioners and Fertilizers on Leaching of Plant Nutrients. pp. 2612-2619. *In* **The 11st NPRU National Academic Conference Research Builds Innovation for the Local and Thailand Development toward Disruptive Society, 11-12 July 2019**. Nakhon Pathom: Research and Development Institute, Nakhon Pathom Rajabhat University. [in Thai]
- Jackson, M.L. 1958. **Soluble Salt Analysis for Soils and Water: Soil Chemical Analysis**. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, Inc. 251 p.
- Malezieux, E. and D.P. Bartholomew. 2003. Plant Nutrition. pp. 143-165. *In* Bartholomew, D.P., R. Paull and K.G. Rohrbach, (eds.). **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. Wallingford: CAB International.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. pp. 199-224. *In* Page, A.L. (ed.). **Methods of Soil Analysis: Agron. NO.9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. 2nd. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended ultisols under simulated rainfall. **Soil Science Society of America Journal** 51(5): 1314-1320.
- Office of Agricultural Economics. 2017. **Agricultural Statistics of Thailand Planting in 2017**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 222 p. [in Thai]
- Omotoso, S.O., and E.A. Akinrinde. 2013. Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science** 3(1): 11-16.
- Osotsapar, Y., A. Wongmaneeroj and C. Hongproyoon. 2008. **Fertilizer for Sustainable Agriculture**. Bangkok: Kasetsart University Press. 519 p. [in Thai]

- Pakpian, P., S. Attajarusit, P. Somnus and P. Pongsakul. 1992. Guidelines for zeolite use to reduce pollution and increase agricultural productivity. **Soils-Fertilizer Journal** 14(4): 337-341. [in Thai]
- Panuccio, M.R., A. Sorgona, M. Rizzo and G. Cacco. 2009. Cadmium adsorption on vermiculite, zeolites and pumice: batch experimental studies. **Journal of Environmental Management** 90(1): 364-374.
- Peech, M., L.T. Alexander, L.A. Deanand and J.F. Reed. 1947. **Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation**. Circular- United States: Department of Agriculture. 25 p.
- Prihar, S.S., P.R. Gajri, D.K. Benbiand and V.K. Arora. 2000. **Intensive Cropping Efficient Use of Water, Nutrients and Tillage**. New York: Food Products Press. 264 p.
- Sojka, R.E., D.L. Bjorneberg, J.A. Entry, R.D. Lentz and W.J. Orts. 2007. Polyacrylamide in agricultureand environmental land management. **Advance in Agronomy** 92: 75-162.
- Spironello, A., J. A. Quaggio, L.A.J. Teixeira, P.R. Furlani and J.M.M. Sigrist. 2004. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 26(1): 155-159.
- Thanimmarn, N., S. Anusontpornperm, A. Suddhiprakarn, S. Thanachit and P. Petprapai. 2014. Use of perlite, chicken manure and zinc foliar application for improving yields of cassava grown in Yasothon soil. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(2): 189-200. [in Thai]
- Verapattananirund, P. 2009. **Suggestions for fertilizer application based on soil analysis, field crops, vegetables, fruit and perennials**. [Online]. Available http://www.ssnm.info/know/plant_soilte_stkit (10 October 2020). [in Thai]
- Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil: effect of variation in digestion conditions and of organic soil constituents. **Soil Science** 63(4): 251-263.
- Warrington, D., I. Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. **Soil Science Society of America Journal** 53(4): 1201-1205.
- Xu, S., L. Zhang, N.B. McLaughlin, J. Mi, Q. Chen and J. Liu. 2015. Effect of synthetic and natural water absorbing soil amendment soil physical properties under potato production in a semi-arid region. **Soil & Tillage Research** 148: 31-39.