

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Effects of Chemical Fertilizer Application with Gypsum on Growth and Yield of Maize
(*Zea mays* L.) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

ธีระพงษ์ พรหมสวัสดิ์¹ ชัยสิทธิ์ ทองजू¹ และจุฑามาศ ร่มแก้ว²

Terapong Promsawat,¹ Chaisit Thongjoo¹ and Jutamas Romkaew²

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ได้แก่ ตำรับควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + G_0$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + G_{25}$ และ $T_4 = \text{IF}_{100\%} + G_{50}$) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + G_0$) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + G_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + G_{50}$) ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) และค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_0$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{50}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{25}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ในด้านผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($\text{IF}_{100\%} + G_0$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{75\%} + G_{50}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_0$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($\text{IF}_{100\%} + G_0$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{75\%} + G_{50}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_0$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้อยที่สุด

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชุดดินกำแพงแสน ปุ๋ยเคมี ยิปซัม

Abstract

This study investigated effects of chemical fertilizer application with gypsum on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series. Randomized Complete Block Design was used as an experimental design consisted of 7 treatments, i.e., a) control/unfertilized treatment ($T_1 = \text{control}$); b) chemical fertilizer following soil analysis ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$); c-d) chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$ and $T_4 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$); e) chemical fertilizers following soil analysis only 75 % ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_0$); f-g) chemical fertilizers following soil analysis only 75 % combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{50}$). The study revealed that applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$) effected on the highest of plant height, leaf collar height and leaf greenness of maize nearly the same as applying chemical fertilizer following soil analysis or chemical fertilizers following soil analysis only 75% both single use or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai. While the control treatment effected on the lowest of plant heights, leaf collar height and leaf greenness of maize at all growth stages.

Regarding yield and yield components of maize, it was found that applying different chemical fertilizer following soil analysis both single usage or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai gave the highest numbers of full ear of maize nearly the same as applying chemical fertilizers following soil analysis only 75% both single use or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai. While the control treatment effected on the lowest of numbers of full ear of maize. Further, applying different chemical fertilizer following soil analysis both single usage or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai gave the highest of ear weight and grain weight of maize, followed by applying chemical fertilizers following soil analysis only 75% both single use or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai. While the control treatment gave the lowest of ear weight and grain weight of maize.

Keywords : maize (*Zea mays* L.), Kamphaeng Saen soil series, chemical fertilizer, gypsum

E-mail : thongjuu@yahoo.com, terapong_promsawat@hotmail.com

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 5.96 ล้านไร่ ผลผลิต 3.66 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 632 กิโลกรัม/ไร่ และคิดเป็นมูลค่าของผลผลิตประมาณ 25,080 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ซึ่งความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นภายหลังมีการขยายกิจการเกี่ยวกับปศุสัตว์ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ

อีกทั้งปริมาณผลผลิตก็ไม่แน่นอน เนื่องจากการผลิตขึ้นกับสภาพของดินฟ้าอากาศ ทำให้เกิดความเสียหายต่อความเสียหายจากความแห้งแล้งเป็นอย่างมาก แนวทางหนึ่งซึ่งส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจกระทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูง และปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี เป็นต้น (ชัยสิทธิ์, 2538; Thongjoo *et al.*, 2005)

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทย ให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวีวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552)

ยิปซัม เป็นสารประกอบของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือไม่มีสี เนื้ออ่อน มีความสามารถในการละลายน้ำได้ประมาณ 2.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร (ยงยุทธ, 2542) องค์ประกอบสำคัญของยิปซัม คือ แคลเซียมกับซัลเฟต จึงเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุแคลเซียมกับกำมะถัน สำหรับกำมะถันนั้นอาจขาดแคลนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ เช่น ชุดดินกำแพงแสน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การนำผลงานวิจัยทางเกษตรที่เกี่ยวกับยิปซัมจากต่างประเทศมาปรับใช้ในประเทศไทย พบว่า ยิปซัมนั้นมีคุณสมบัติที่ดีมากในการปรับปรุงดินเสื่อมโทรม โดยเฉพาะดินที่มีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเป็นเวลายาวนาน กล่าวคือ เมื่อนำยิปซัมมาใช้ปรับปรุงดินเสื่อมโทรม จะมีผลให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตโดยภาพรวมดีขึ้น (Warrington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990) จึงเกิดแนวคิดในการนำยิปซัมมาพิสูจน์สมบัติเด่นด้านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ตลอดจนผลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ทั้งนี้เพื่อเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการลดต้นทุนในส่วนของปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัม ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 999 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552 (ต้นฤดูฝน)

1. อุปกรณ์

- 1.1 แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม
- 1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) ใช้พันธุ์แปซิฟิก 999
- 1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P₂O₅) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O)
- 1.4 ยิปซัมที่ใช้ในการทดลอง มีชื่อทางการค้าว่า “กรีนแคล” ของบริษัท ดี เค ที จำกัด
- 1.5 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ pH meter (420A model), Electrical conductivity meter (4010 model), Microkjeldahl distillation apparatus (Gerhard:VAP 20 model), Digestion apparatus (Gerhard:Ger 704000 model), Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 220 FS), เครื่องชั่งภาคสนาม, เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และตู้อบ (Mettler)

2. วิธีการ

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 ซม. โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4 เมตร และยาว 5 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 0.50 เมตร แต่ละแปลงย่อยมีจำนวนร่อง 5 แถว ห่างกันแถวละ 0.75 เมตร จากนั้น ปลูกข้าวโพดโดยหยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน 0.25 เมตร เมื่อข้าวโพดอายุได้ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จำนวน 7 ตำรับทดลอง ดังนี้ คือ

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและยิปซัม (Control)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{100%}+G₀)
- 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₂₅)
- 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₅₀)
- 5) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{75%}+G₀)
- 6) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ (IF_{75%}+G₂₅)
- 7) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{75%}+G₅₀)

สำหรับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 20, 5 และ 10 กิโลกรัม N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

การใส่ปุ๋ยเคมี และยิปซัม แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวโพดอายุ 20 และ 40 วันหลังปลูก

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 5 ใบต่อต้น) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) การเก็บข้อมูลผลผลิตและ

องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักขัง

สำหรับค่าวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีและฟิสิกส์ก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table

Table 1 Chemical and physical properties of soil before the experiment

Properties	Results
pH (soil : water = 1:1)	7.36
EC _e (dS/m)	0.96
Organic Matter (%) ^{1/}	0.92
Available P (mg/kg) ^{2/}	44.44
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	54.68
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	1523.58
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	68.29
Texture ^{4/}	sandy loam

Note : ^{1/} = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934) ^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิก 999 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552 (ต้นฤดูฝน) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar)

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ความสูงต้น และความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจริย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนตรี (2553) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ความสูงต้นและความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ

1.3 ค่าความเขียวใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีแนวโน้มให้ค่าความเขียวของใบลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับสูง ดังนั้น การลดอัตราปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณไนโตรเจนน้อยลงไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ข้าวโพดขาดธาตุนี้ จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (ยงยุทธ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของปิยมภรณ์ (2553)

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดในช่วง 1.00-1.17 ฝัก

2.2 จำนวนฝักสมบูรณ์

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน (92.31-100.00 เปอร์เซ็นต์) และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดน้อยที่สุด (86.75 เปอร์เซ็นต์)

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักชัง และน้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักชัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($IF_{100\%} + G_0$ หรือ $IF_{100\%} + G_{25}$ หรือ $IF_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($IF_{75\%} + G_0$ หรือ $IF_{75\%} + G_{25}$ หรือ $IF_{75\%} + G_{50}$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้อยที่สุด

นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($IF_{100\%}+G_0$ หรือ $IF_{100\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{100\%}+G_{50}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($IF_{75\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{75\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{75\%}+G_0$) ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจรีย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนตศรี (2553) อีกทั้ง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ

Table 2 Plant heights and flag leaf sheath of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series at different growth stages

Treatments	Plant heights (cm.)			Leaf collar heights (cm.)		
	1 month	2 month	3 month	1 month	2 month	3 month
T ₁ = Control	156.17 ^b	220.10 ^b	220.10 ^b	64.90 ^b	183.83	189.13
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	165.00 ^a	228.53 ^a	228.53 ^a	70.37 ^{ab}	193.53	195.03
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	168.27 ^a	230.47 ^a	230.47 ^a	73.70 ^a	194.20	196.03
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	168.37 ^a	231.20 ^a	231.20 ^a	74.43 ^a	196.43	197.17
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	161.17 ^{ab}	225.57 ^a	225.57 ^a	65.10 ^a	188.87	192.13
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	162.93 ^{ab}	227.30 ^a	227.30 ^a	69.47 ^{ab}	191.73	194.23
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	164.60 ^a	228.43 ^a	228.43 ^a	69.70 ^{ab}	192.70	194.60
F-test	*	**	**	*	ns	ns
CV (%)	2.37	1.33	2.42	5.06	3.51	3.51

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 3 Leaf greenness (SPAD reading) of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series at different growth stages

Treatments	SPAD reading		
	1 month	2 month	3 month
T ₁ = Control	46.14 ^d	48.80 ^b	32.18 ^b
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	51.04 ^{ab}	56.78 ^a	41.24 ^a
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	51.42 ^{ab}	57.29 ^a	41.33 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	52.09 ^a	58.39 ^a	41.59 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	48.47 ^c	56.24 ^a	40.29 ^a
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	49.53 ^{bc}	56.40 ^a	40.53 ^a
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	49.77 ^{bc}	56.55 ^a	40.99 ^a
F-test	**	**	**
CV (%)	2.38	2.20	4.66

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 4 Ear number of stem and full ear (%) of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series

Treatments	Ear number/stem	Full ear (%)
T ₁ = Control	1.00	86.75 ^b
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	1.07	100.00 ^a
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	1.10	100.00 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	1.17	100.00 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	1.00	92.31 ^{ab}
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	1.03	93.93 ^{ab}
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	1.07	94.44 ^a
F-test	ns	*
CV (%)	9.65	4.18

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 5 Ear weight, ear without husk weight, husk weight, cob weight and grain weight of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series

Treatments	Ear weight (kg/rai)	Ear without husk weight (kg/rai)	Husk weight (kg/rai)	Cob weight (kg/rai)	Grain weight (kg/rai)
T ₁ = Control	1540.00 ^c	1390.67 ^c	149.33 ^b	222.67 ^c	1168.00 ^c
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	1993.33 ^a	1829.33 ^{ab}	164.00 ^{ab}	258.67 ^b	1570.67 ^{ab}
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	2113.33 ^a	1921.33 ^a	192.00 ^a	293.33 ^a	1628.00 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	2096.00 ^a	1926.67 ^a	169.33 ^{ab}	276.00 ^{ab}	1650.67 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	1940.00 ^b	1757.33 ^b	182.67 ^a	258.67 ^b	1498.67 ^b
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	1964.00 ^b	1773.33 ^b	190.67 ^a	262.67 ^{ab}	1510.67 ^b
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	1973.33 ^b	1786.67 ^b	186.67 ^a	274.67 ^{ab}	1512.00 ^b
F-test	**	**	*	**	**
CV (%)	3.34	3.44	8.54	6.73	3.46

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิก 999 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552 (ต้นฤดูฝน) สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอบใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ขณะที่ค่าควบคุมมีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอบใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

2. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ขณะที่ค่าควบคุมมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด

3. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ขณะที่ค่าควบคุมมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้อยที่สุด

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำยิปซัมใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในชุดดินกำแพงแสนซึ่งมีอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.92%) แต่ระยะเวลาในการวิจัยเพียง 1 ฤดูปลูก (4 เดือน) อาจไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนนัก ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาต่ออีก 2-3 ฤดูปลูกในสภาพพื้นที่เดิม ทั้งนี้เพื่อยืนยันผลของการใช้ยิปซัมร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. ใน เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุ. 2538. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับกวางตุ้งและข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุ และปาศรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1) : 6-26.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุ และธนัตศรี สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (1) : 99-109.
- ปิยมารณณ์ เจริญสุข 2553. ผลของสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประสิทธิ์ คล้ายเอี่ยม. 2552. ผลของสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ ไสลดสภา. 2542. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ไสลดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช (ปรับปรุงใหม่). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ไสลดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62 ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548-2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550-2552. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1102-1106.

- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall. Soil Sci. Soc.Amer. J.51:1314-1320.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Thongjoo, C., S. Miyagawa and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Prod.Sci. 8(4): 475-481.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtijeff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-35.
- Warrington, D., I. Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1201-1205.