ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

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

นามผู้วิจัย นางสาวปิยมาภรณ์ เจริญสุข

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภชัย อำคา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

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

โดย

นางสาวปิยมาภรณ์ เจริญสุข

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยมาภรณ์ เจริญสุข 2553: ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D. 66 หน้า

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ปรากฏผลโดยภาพรวมดังนี้ คือ การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 % ($IF_{100\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงของต้นข้าวโพดมากที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 และ 70 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_{40}$) ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ของข้าวโพดมากที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ($IF_{100\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) และค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นและจำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดสูงที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ($IF_{100\%}+P_0$) รองลงไป คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 % ($IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นและจำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) ส่งผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดสูงที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 % ($IF_{100\%}+P_0$) ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 % ($IF_{70\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 % ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด ขณะที่มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซังของข้าวโพดสูงที่สุด

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Piyamaporn Chalarnsuk 2010: Effects of Chemical Fertilizer Application with Perlite on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Chaisit Thongjoo, Ph.D. 66 pages.

This study investigated the effects of chemical fertilizer application with perlite on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series on early and late rainy season. RCBD was applied in this study. The overall study revealed that the use of 100% chemical fertilizers ($IF_{100\%}+P_0$) gave the highest of maize's height nearly the same as the use of 100% and 70% chemical fertilizers with perlite ($IF_{100\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_{40}$). Further, the use of 100% chemical fertilizers with perlite ($IF_{100\%}+P_{40}$) gave the highest of maize's leaf collar height nearly the same as the use of 100% chemical fertilizers ($IF_{100\%}+P_0$) and the use of 70% chemical fertilizers with perlite ($IF_{70\%}+P_{40}$), respectively while the control treatment ($IF_{0\%}+P_0$) gave the lowest of plant height, leaf collar height and leaf greenness (SPAD reading) at all growth stages.

Further, it was found that the use of 100% chemical fertilizers with perlite ($IF_{100\%}+P_{40}$) gave the highest numbers of ear per plant and numbers of full ear of maize nearly the same as the use of 100% chemical fertilizers ($IF_{100\%}+P_0$), the use of 70% chemical fertilizers with perlite ($IF_{70\%}+P_{40}$), and the use of 70% chemical fertilizers ($IF_{70\%}+P_0$), respectively while the control treatment ($IF_{70\%}+P_0$) gave the lowest numbers of ear per plant and numbers of full ear of maize. Further, the use of 100% chemical fertilizers with perlite ($IF_{100\%}+P_{40}$) gave the highest of maize's ear not husk weight, husk weight, and grain weight, then the use 100% chemical fertilizers ($IF_{100\%}+P_0$) nearly the same as the use of 70% chemical fertilizers ($IF_{70\%}+P_0$) and the use of 70% chemical fertilizers with perlite ($IF_{70\%}+P_{40}$), respectively while the control treatment ($IF_{0\%}+P_0$) gave the lowest of ear not husk weight, husk weight, grain weight and percent of grain weight while effecting on the highest of percent of cob weight.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ ทองจู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. ศุภชัย อำคา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ และอื่นๆ อีกมากมาย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้กับข้าพเจ้าเป็นอย่างดี รวมทั้ง อาจารย์ ดร. ฝอยฝ้า ชุติดำรง ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ โอสถสภา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และบุคลากรของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำ และคอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ขณะทำการวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ ด.ต. อนันต์ เจริญสุข และคุณแม่ ด.ต. (หญิง) วัชรี เจริญสุข ที่คอยสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้า อีกทั้งยังเป็นกำลังใจที่สำคัญตลอดมา ขอบใจน้องฝ้ายที่คอยห่วงใย รวมถึงคุณนิธิกร เลากลาง และคุณอัญชนา เสงี่ยมอยู่ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ บัณฑิตวิทยาลัยของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปิยมาภรณ์ เจริญสุข

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	15
อุปกรณ์	15
วิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	22
สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	52
ภาคผนวก	57
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติบางประการของชุดดินกำแพงแสนก่อนการทดลอง	21
2	การใส่ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ตามตำรับทดลอง	21
3	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)	31
4	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)	32
5	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)	33
6	กำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)	35
7	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)	45
8	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)	46
9	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)	47
10	กำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)	49

ตารางผนวกที่

1	การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะต่างๆ (ต้นฤดูฝน)	58

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
2	จำนวนฝักต่อต้น สัดส่วนฝักสมบูรณ์ และน้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)	59
3	น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)	60
4	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)	61
5	การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะต่างๆ (ปลายฤดูฝน)	62
6	จำนวนฝักต่อต้น สัดส่วนฝักสมบูรณ์ และน้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)	63
7	น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)	64
8	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)	65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)	22
2	ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)	23
3	ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)	24
4	จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	25
5	สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	26
6	น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	27
7	น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	28
8	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	29
9	ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)	36
10	ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)	37
11	ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)	38
12	จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	39
13	สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	40
14	น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	41
15	น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	42
16	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

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

คำนำ

ปุ๋ยเคมีเป็นวัสดุที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2550 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 4,328,296 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 45,900 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทย ให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ อนึ่ง การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวิวรรณ และคณะ, 2552)

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในทวีปเอเชียที่เคยมีภูเขาไฟระเบิดมาก่อน เมื่ออาศัยหลักฐานจากหินภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟที่พบในปัจจุบัน ประกอบกับการแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ พบว่า ประเทศไทยมีภูเขาไฟหลายลูกด้วยกัน แต่เป็นภูเขาไฟที่ดับแล้วและมีขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากปล่องประมาณ 1 กิโลเมตร โดยหินภูเขาไฟมักมีส่วนประกอบเป็นประเภทแอซิด (acidic volcanic rocks) เป็นส่วนใหญ่ มีธาตุซิลิคอน (Si) สูง มีทั้งที่เกิดเป็นหินภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ นอกจากนี้ยังเกิดหินหลากหลายชนิด เช่น หินเพอไลต์ หินพัมมิซ หินพัมมิเชียสเพอไลต์ หินพัมมิเชียสทัฟฟ์ หินพัมมิไซด์ และไรโอไรต์ ซึ่งหินดังกล่าวมักถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุตสาหกรรมการเกษตร ตลอดจนการทำความสะอาด และกิจการด้านสปา เป็นต้น (ปรัชญา, ม.ป.ป.)

หินภูเขาไฟประกอบด้วยธาตุซิลิคอนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (SiO_2) โดยธาตุซิลิคอนดังกล่าวเป็นธาตุที่มีประโยชน์ต่อพืชหลายประการ ในต่างประเทศได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการนำธาตุซิลิคอนมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และการเสื่อมโทรมของดิน ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากธาตุซิลิคอน เช่น ช่วยเพิ่มความต้านทานของดินต่อการกร่อน (erosion) ของลมและน้ำ ช่วยให้พืชต้านทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ยาวนานขึ้น ช่วยแก้ความเป็นพิษของเหล็ก (Fe) และอะลูมินัม (Al) ในดินกรดได้ดีกว่าการใช้ปูนชนิดอื่นๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของหินฟอสเฟต โดยช่วยปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงให้เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น ช่วยลดการชะล้างของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม (ณิศรา, 2551; สมศักดิ์, 2551) นอกจากนี้ ธาตุซิลิคอนยังช่วยป้องกันพืชจากการเข้าทำลายของโรค แมลง และเชื้อรา อีกทั้งช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตของพืชให้สูงขึ้น (นิคม, 2542)

สารเพอไลต์เป็นแร่ธาตุธรรมชาติจากหินภูเขาไฟ ประกอบด้วยธาตุซิลิคอน 70.67 เปอร์เซ็นต์ (SiO_2) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) อะลูมินา (Al_2O_3) เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) แมงกานีสออกไซด์ (MnO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) ฟอสฟอรัสเพนตอกไซด์ (P_2O_5) ส่วนที่หายไปหลังการเผา (Loss on ignition, LOI) และความชื้น (H_2O) เท่ากับ 0.28, 14.13, 1.48, 0.05, 0.10, 0.75, 2.19, 5.11, 0.05, 4.62 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี, 2550) จากค่าวิเคราะห์ทางเคมีของสารเพอไลต์ พบว่า มีธาตุซิลิคอนเป็นหลัก และจากสมบัติเด่นของธาตุซิลิคอนที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดแนวคิดในการนำสารเพอไลต์มาพิสูจน์สมบัติเด่นด้านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และผลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ในสภาพแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของดินบางประการภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ ที่มีต่อผลกำไรสุทธิของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะและสมบัติโดยทั่วไปของชุดดินกำแพงแสน

ชุดดินกำแพงแสนจัดไว้ในกลุ่มดิน Non Calcic Brown Soils ปัจจุบันได้จัดไว้เป็น silty, Haplustalfs พบมากในภาคกลางบริเวณสันดินริมน้ำสองฝั่งของลำน้ำต่างๆ (กองสำรวจดิน, 2525) เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำค่อนข้างใหม่ มีความลาดชัน 2 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกมาก การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินค่อนข้างช้า (โรจน์, 2525) ในชั้นไถพรวนมีเนื้อดินประเภท silty clay loam ประกอบด้วยอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) เท่ากับ 17.48, 54.61, และ 27.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Kheoruenromne *et al.*, 1985) ในสภาพที่ผิวหน้าดินมีอนุภาคทรายแป้งสูงมากและมีอินทรียวัตถุต่ำ อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน (soil crust) ง่ายขึ้น (จรวย, 2519) เนื่องจากแรงปะทะของเม็ดฝนทำให้เม็ดดินแตกและฟุ้งกระจาย อนุภาคทรายแป้งซึ่งมีลักษณะแบนจะเรียงตัวเป็นชั้นแผ่นแข็งบางๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่างๆ เช่น การแทรกซึมน้ำของดินลดลง (Tackett and Pearson 1965) เพิ่มปริมาณน้ำไหลบ่าทำให้เกิดการกัดกร่อนของดิน (soil erosion) ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น และทำให้ความต้านทานของดินต่อการไชชอนของรากพืชเพิ่มขึ้น (Epstein and Grant, 1967)

ดินกำแพงแสนมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะมีธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง ในชั้นไถพรวนมีอินทรียวัตถุ 2.28 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 186.25 และ 363.68 mg/kg ของ P และ K ตามลำดับ มี pH ประมาณ 7.43 (ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) เท่ากับ 21.34 มิลลิกรัมสมมูลย์ (me) ต่อ 100 กรัมของดิน และมีค่าการอิ่มตัวด้วยด่าง (base saturation) เท่ากับ 95.82 เปอร์เซ็นต์ (Kheoruenromne *et al*., 1985) ดินชุดนี้ส่วนใหญ่เหมาะสำหรับการทำสวนผัก ปลูกพืชไร่ และทำสวนผลไม้ (กองสำรวจดิน, 2525)

2. ลักษณะและคุณสมบัติของสารปรับปรุงดิน

สารปรับปรุงดิน หรือ soil conditioners หมายถึง สารที่ใช้ใส่ดินเพื่อปรับสมบัติทางฟิสิกส์โดยเฉพาะ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ปุ๋ยหมัก และสารพอลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งได้แก่ complex vinyl, acrylic compounds และอนุพันธ์ (derivative) อื่นๆ ซึ่งมีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบ สาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหล่านี้ช่วยให้คอลลอยด์ และอนุภาคดินขนาดเล็กๆ จับตัวเป็นเม็ดดิน และได้โครงสร้างดินแบบก้อนกลมพรุน (crumb structure) เมื่อดินมีโครงสร้างดีขึ้นจะส่งผลให้การซึมน้ำ และการถ่ายเทอากาศดีขึ้น นอกจากนี้ เมื่อดินแห้งผิวดินก็จะไม่แข็งอีกด้วย (ยงยุทธ, 2542) หรือในอีกความหมายหนึ่ง คือ สารใดๆ ก็ตามที่เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วสามารถช่วยปรับปรุงดินให้มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพ (ปิยะ, 2537)

ทัศนีย์ (2537) รายงานว่า สารปรับปรุงดิน เป็นสารใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้สภาพทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้น แต่วัตถุประสงค์ที่ใช้ไม่เน้นการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืช สารปรับปรุงดินมีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ

2.1 สารปรับปรุงสภาพทางเคมี

สภาพทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และความเค็ม (salinity) เป็นต้น ซึ่งถ้าดินมีสมบัติทางเคมีไม่เหมาะสม จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ตัวอย่างเช่น ในกรณีของดินกรดจัดพืชมักได้รับพิษจากธาตุเหล็ก อะลูมินัม แมงกานีส ขณะเดียวกันก็จะมีปัญหาการขาดแคลนธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และโมลิบดินัม เป็นต้น ตัวอย่างสารปรับปรุงสมบัติทางเคมี ได้แก่

2.1.1 ปูน (lime) เป็นสารประกอบพวกคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม เมื่อใส่ปูนลงไปในดินจะเกิดปฏิกิริยาสะเทินความเป็นกรด ทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปัญหาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชต่างๆ ที่เป็นพิษหรือการขาดแคลนในสภาพดินเป็นกรดก็จะหายไป ปูนเป็นสารประกอบที่มีราคาไม่แพงและหาได้ไม่ยาก ดังนั้น การปลูกพืชในดินกรดหรือดินกรดจัดจึงมีการแนะนำให้ใส่หินปูนบด หรือปูนมาร์ลเพื่อแก้ไขความเป็นกรดของดินก่อนที่จะใส่ปุ๋ยและปลูกพืช นอกจากนี้ ปูนยังช่วยแก้ปัญหาการดูดโพแทสเซียมของพืชที่มากเกินความจำเป็น อีกทั้งยังช่วยเร่งให้การสลายตัวของอินทรียวัตถุเร็วขึ้น ส่งผลให้ไนโตรเจนเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะสภาพดินที่เหมาะสมมีผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินดีขึ้นนั่นเอง

2.1.2 ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) เป็นสารประกอบที่นิยมใช้เพื่อแก้ปัญหาดินที่มีโซเดียมสูง โดยเฉพาะดินโซดิก พืชที่ปลูกจะเจริญเติบโตไม่ปกติ เนื่องจาก ดินมีค่า pH สูงส่งผลให้พืชขาดธาตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารหลายธาตุ โดยเฉพาะจุลธาตุต่างๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส โบรอน เป็นต้น นอกจากนี้ การที่ดินมีโซเดียมสูงจะมีผลให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินไม่ดี ดินมีลักษณะแน่นทึบ ไถพรวนยาก ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใส่สารประกอบที่ทำให้ดินเป็นกรด หรือสารประกอบที่มีประจุบวกอื่นเพื่อเข้าไปไล่ที่โซเดียมออกมาให้เหลือในดินน้อยลง เช่น ยิปซัม กำมะถันผง กรดกำมะถัน หรือพืชปุ๋ยสด เป็นต้น

2.1.3 สารประกอบที่มีจุลธาตุต่างๆ ได้แก่ สารประกอบที่มีธาตุอาหารพวกเหล็ก สังกะสี หรือจุลธาตุอาหารพืชอื่นๆ ซึ่งมักนิยมใส่ลงไปในดินด่างโดยตรงหรือพ่นไปที่ต้นพืชก็ได้ ตัวอย่างเช่น ดินเนื้อปูน (calcareous soil) จัดเป็นดินที่ต้องแก้ไขปรับปรุงจึงจะสามารถปลูกพืชได้ผลดี ดินประเภทนี้มีหินปูนปะปนอยู่มาก จึงมีค่า pH สูงกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชปกติ ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนจุลธาตุอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะเหล็กและสังกะสี ซึ่งพบเห็นได้ในชุดดินตาคลี และชุดดินลพบุรี หากทำการปลูกข้าวโพดหรือถั่วในชุดดินลักษณะดังกล่าวมักพบว่าพืชมีอาการเหลืองที่ใบอ่อน และผลผลิตจะลดลงได้ (Houng, 1984)

2.2 สารปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์

สภาพทางฟิสิกส์ของดิน ได้แก่ ความโปร่ง ความร่วนซุย หรือความแน่นทึบ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการถ่ายเทอากาศและการอุ้มน้ำของดิน ในการทำการเกษตรหรือการเขตกรรมแบบต่างๆ จะเป็นตัวการเร่งให้อินทรียวัตถุในดินมีการสลายตัวได้เร็วขึ้น ส่งผลให้ดินมีโครงสร้างไม่ดีและแน่นทึบ เนื่องจากไม่มีตัวเชื่อมให้อนุภาคดินเกาะกันเป็นเม็ดดิน (aggregate) การใช้เครื่องจักรกลต่างๆ ในการเตรียมดิน รวมทั้งการเหยียบย่ำของโค และกระบือ จะทำให้ดินแน่นทึบ ซึ่งดินที่มีลักษณะทางฟิสิกส์เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชไร่ ควรเป็นดินที่มีช่องว่างขนาดใหญ่เพื่อการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยปริมาตร ดินประเภทนี้มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินที่อัดตัวกันแน่น อย่างไรก็ตาม เมื่อดินเกิดลักษณะแน่นทึบ ควรใส่สารที่ใช้ปรับปรุงสภาพฟิสิกส์ของดินซึ่งมีหลายชนิดด้วยกัน คือ

2.2.1 อินทรียวัตถุในดิน หรือฮิวมัส ประกอบด้วยสารประกอบ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารประกอบที่ไม่ใช่ฮิวมิก (nonhumic substance) และสารประกอบฮิวมิก (humic substance) สารประกอบประเภทแรก ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไข และโปรตีน และสารประกอบอื่น ๆ ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย แอกติโนมัยซีต และรา ส่วนสารประกอบฮิวมิก ได้แก่ กรดฮิวมิก และกรดฟูลวิก สารประกอบฮิวมิกนี้มีสมบัติเป็นกรดรุนแรง มีลักษณะสีเหลืองจนถึงดำเข้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นสารประกอบ polyelectrolyte ที่มีโมเลกุลใหญ่ มี functional group ที่สำคัญ คือ carboxylic group และ phenolic OH group ตัวอย่างสารที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ได้แก่

ก) สารประกอบอินทรีย์ที่สลายตัวแล้ว (decomposed organic materials) หรือสารประกอบอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio ต่ำ ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นฮิวมัส กรดฮิวมิกก็เป็นส่วนหนึ่งของฮิวมัสที่มีประโยชน์มากมาย ดังนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุปรับปรุงดินจึงเป็นสิ่งที่ดีและเหมาะสม

ข) สารประกอบอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัว (undecomposed organic materials) ได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบสด และขี้เถ้าแกลบ รวมทั้งวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากเมล็ดพืช และกากตะกอนจากการกำจัดน้ำเสีย เป็นต้น

ค) กรดฮิวมิกที่ผลิตในเชิงการค้า ได้มีการนำลิกไนต์ที่เรียกว่าลีโอนาไดต์ (leonardite) หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากลิกไนต์มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน สารประกอบนี้มีลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาลเหมือนถ่านหิน มีปริมาณกรดฮิวมิกอยู่สูง (30-60 เปอร์เซ็นต์) ผลิตภัณฑ์กรดฮิวมิกเชิงการค้าที่นำไปใช้ทางการเกษตร จะมีลักษณะเป็นสารละลายข้มข้น และควรทำการเจือจางก่อนใส่ลงดินหรือฉีดพ่นไปยังพืชโดยตรง สารปรับปรุงดินชนิดนี้ช่วยส่งเสริมให้สมบัติทางชีวเคมีของดินดีขึ้นคล้ายคลึงกับฮิวมัสในดิน แต่มีข้อควรพิจารณาดังนี้ คือ สารประกอบที่ได้จากถ่านหินจะอยู่ในขั้นที่สลายตัวมากแล้ว ดังนั้น การสูญเสียคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารประกอบอื่นๆ จึงมีมาก ขณะที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงและอยู่ในโครงสร้างที่แน่น อย่างไรก็ตาม กรดฮิวมิกสามารถแตกตัว (immobilized) ได้ง่าย ถึงแม้จะใส่ในรูปที่ละลายน้ำได้

2.2.2 สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์สังเคราะห์ที่ผลิตเป็นการค้า เป็นสารสังเคราะห์ประเภทพอลิเมอร์ต่างๆ ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ สามารถละลายน้ำได้และเชื่อมโยงอนุภาคของดินให้เกาะกันเป็นเม็ดดิน มีความคงทนต่อการสลายตัวได้มากน้อยแตกต่างกันตามแต่ละชนิดของสารพอลิเมอร์นั้นๆ จากการศึกษาการใช้สาร polyvinyl acetate และ polyvinyl alcohol ในการปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของดินโซดิกกับมะเขือเทศ พบว่า ดินที่ใส่สารปรับปรุงดินดังกล่าวมีการเกาะตัวของเม็ดดินดีขึ้น และการซาบซึมน้ำดีขึ้น ขณะที่ดินที่ไม่มีการใส่สารปรับปรุงดินจะมีลักษณะแน่นทึบ และการซาบซึมน้ำของดินช้ากว่า (Carr and Greenland, 1975)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 สารปรับปรุงดินเพื่อการรักษาความชื้น

2.3.1 สารอุ้มน้ำ (High water absorbing polymer) คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของสารประกอบพอลิเมอร์กับ cross linker เช่น ผสม acrylic acid กับ tetra-ethylene glycol diacrylate เป็นต้น สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่นี้มีสมบัติที่อุ้มน้ำได้ดี คือ สามารถดูดน้ำบริสุทธิ์ได้ประมาณ 200-400 เท่าของน้ำหนักแห้งของตัวสาร

2.3.2 calcined clay เกิดจากการเผาดินเหนียวที่อุณหภูมิ 1,500-1,800 °F และทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ผลของการทำให้ร้อนและเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว จะส่งผลให้ดินเหนียวเสียการคงรูปและมีโครงสร้างแบบสามมิติ มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ มีความสามารถดูดยึดแคตไอออนได้ต่อเมื่อใส่สารดังกล่าวลงในดิน จะช่วยให้ดินมีการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น โดยปกติอัตราที่แนะนำ คือ 10-20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรดิน

2.3.3 isolite เป็น diatomaceous earth ที่ทนความร้อนทำให้ไม่แตกหักง่าย มีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ หากพิจารณาโครงสร้างผ่านกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง isolite มีองค์ประกอบหลัก คือ silicon dioxide ($SiO_2.nH_2O$) ที่มีเนื้อละเอียด รูปร่างคล้ายชอล์กเกิดจากการทับถมของ diatom เมื่อใส่ลงดินจะมีผลให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น จึงนิยมใช้ในการเกษตรโดยเฉพาะงานทางด้านพืชสวน

2.3.4 zeolites เป็นแร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่ง ที่มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ เป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดในช่องว่างของหินอัคนีที่เป็นด่าง แหล่งที่พบซีโอไลท์ คือ ทวีปเอเชีย ยุโรป อเมริกาเหนือ และแอฟริกา ซีโอไลท์มีการเรียงตัวของโครงสร้างอยู่ในรูปลักษณะของวงแหวน ก่อให้เกิดช่องว่างภายในเป็นจำนวนมาก จึงสามารถดูดซับอนุภาคของธาตุต่างๆ ตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์และน้ำ อีกทั้งมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูง และรักษาความชื้นให้กับดิน นอกจากนี้ สารซีโอไลท์ที่สลายตัวจะปลดปล่อยธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม เหล็กให้กับพืชอีกด้วย (ปรีดา และคณะ, 2535)

สารปรับปรุงดินโดยทั่วไป มีบทบาทที่สำคัญต่อการปรับปรุงสภาพไตรวัฏภาค (Tri – phase) หรือสภาพการกระจายสัดส่วน และโครงสร้างการจัดเรียงของมวลดิน น้ำ และอากาศในดิน การใช้สารปรับปรุงดินที่มีคุณภาพดีและใช้อย่างถูกต้อง จะมีส่วนส่งเสริมให้ดินมีสภาพที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช อันเนื่องมาจากสมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น จึงมีผลทำให้พืชสามารถใช้น้ำ อากาศ และธาตุอาหารพืชในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ปิยะ, 2537)

2.4 สารปรับปรุงดินอื่นๆ

2.4.1 หินปูนและหินโดโลไมต์ ประโยชน์ของการใช้หินปูนและหินโดโลไมต์ เพื่อช่วยในการปรับปรุงดินกรด ลดความเป็นพิษของธาตุเหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีสที่ละลายออกมามาก อีกทั้งเป็นแหล่งของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในกรณีที่ดินมีธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้หินปูนและหินโดโลไมต์ในปริมาณที่มากเกินไป ย่อมส่งผลให้ดินมีสภาพเป็นด่าง ทำให้ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก อะลูมินัม แมงกานีส โบรอน สังกะสี และทองแดง ละลายออกมาน้อย ส่งผลให้พืชขาดแคลนธาตุดังกล่าวได้

2.4.2 หินเพอไลต์ (perlite) ได้แก่ หินภูเขาไฟเนื้อแก้ว มีปริมาณน้ำอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุล มีลักษณะรอยแตกเป็นวงซ้อนกัน อาจมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือส่องดูด้วยแว่นขยาย เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิประมาณ 760-1,100 องศาเซลเซียส ในเวลาที่รวดเร็วจะเกิดการขยายตัวทันที และเปลี่ยนสภาพเป็นสารที่มีน้ำหนักเบา มีความพรุนสูง และมีลักษณะคล้ายหินพัมมิซ สารที่ได้จากการขยายตัวของหินเพอไลต์ เรียกว่า เพอไลต์ สมบัติที่ดีของเพอไลต์ คือ มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นต่ำ ไม่เป็นตัวนำความร้อน มีความสามารถในการดูดซึมดี เป็นสารที่เป็นกลาง และเป็นสารเฉื่อย จากคุณสมบัติดังกล่าว จึงมีการนำเพอไลต์ไปใช้ประโยชน์มากมาย เช่น งานด้านอุตสาหกรรมก่อสร้าง ใช้เป็นฉนวน เป็นเครื่องกรองทำความสะอาด ใช้ในการรักษาและปรับสภาพของดินทางด้านการเกษตร หรือบางกรณีอาจใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี และใช้ในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ

นิคม (2542) รายงานว่า เมื่อผสมเพอไลต์ลงในดิน จะมีสมบัติดังนี้ คือ ก) ความพรุนของเพอไลต์มีมากกว่าดินเหนียวทั่วไปประมาณ 5 เท่า ทำให้มีปริมาณของก๊าซออกซิเจนในดินเหนียวเพียงพอต่อความต้องการของพืช ข) มีความสามารถในการกักเก็บความชื้นไว้ได้ดีมากกว่าดินทรายถึง 45 เท่า ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้ดินแห้งจนเกินไป ค) สามารถรักษาสมดุลระหว่างปริมาณน้ำและอากาศในดิน และทำให้ดินรักษาสภาพความชื้นในระดับที่ไม่เปียกหรือแห้งจนเกินไป ง) คุณสมบัติความเป็นฉนวน จะช่วยรักษาอุณหภูมิของดินไม่ให้เปลี่ยนแปลงมาก จ) ทำให้ดินมีความร่วยซุย ไม่จับตัวกันแข็ง ฉ) ช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหาร และลดการชะละลาย (leaching) ธาตุอาหารออกจากบริเวณรากพืช ช) เนื่องจากมีสภาพเป็นกลาง มีความคงทนต่อปฏิกิริยาทางเคมี จึงสามารถผสมเพอไลต์กับปุ๋ยเคมีทุกชนิดได้ และ ซ) เพอไลต์จัดเป็นสารอนินทรีย์ ดังนั้น เมื่อใส่ลงดินจะมีความคงทน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และไม่ถูกย่อยสลายด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ เพอไลต์ยังช่วยดูดซับปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใส่ลงในดินไม่ให้เกิดการสูญหายไปจากดินเร็วเกินไป

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสารปรับปรุงดินมาใช้ประโยชน์

งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการใช้สารปรับปรุงดินในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยที่มีอยู่ได้ดังต่อไปนี้

นงลักษณ์ และพวงเล็ก (2538) ศึกษาผลของการใช้สารซีโอไลท์ต่อการชะล้างธาตุอาหารพืชในดินร่วนทรายชุดสตึก โดยผสมดินกับสารซีโอไลท์และ/หรือ ปุ๋ยอินทรีย์ N-P-K พบว่า การใส่สารซีโอไลท์ช่วยลดปริมาณการชะล้างปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมลงได้อย่างมาก การทดลองนี้ธาตุไนโตรเจนถูกชะล้างน้อยลงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่สารซีโอไลท์ประมาณ 25 เท่า คิดเป็นอัตราการสูญเสียไนโตรเจนเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมด ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ไนโตรเจนถูกชะล้างเกินกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณปุ๋ย ส่วนโพแทสเซียมสูญเสียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์เมื่อใส่สารซีโอไลท์ และอัตราการสูญเสียจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 102 เปอร์เซ็นต์ และ 125 เปอร์เซ็นต์ ในตำรับควบคุมและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ตามลำดับ นอกจากนี้ สารซีโอไลท์ยังทำให้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เหลืออยู่ในดินมากขึ้น แต่ก็มีปริมาณเกลือโซเดียมในดินเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะสารซีโอไลท์มีโซเดียมเป็นส่วนประกอบอยู่มากพอสมควร

ปรีดา และคณะ (2535) ศึกษาผลของการใช้สารซีโอไลท์ร่วมกับหินฟอสเฟตเพื่อปรับปรุงดินเสื่อมโทรม โดยทำการทดลองบ่มดินชุดโคราชและบ้านจ้องในห้องปฏิบัติการ พบว่า เมื่อใส่หินฟอสเฟตร่วมกับสารซีโอไลท์ทำให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสละลายออกมาเป็นประโยชน์มากขึ้น ต่อมาเมื่อทดลองกับถั่วเขียวผิวมันในกระถางโดยใช้ดินชุดเดิม พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในรูปหินฟอสเฟตไม่ว่าจะใส่เพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับสารซีโอไลท์ มีผลทำให้พืชมีน้ำหนักแห้งมากกว่าการใส่ในรูปโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและการใส่สารซีโอไลท์ โดยตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับสารซีโอไลท์มีแนวโน้มดีกว่าการใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียว

ปิยะ และชัยดิษฐ์ (2539) ศึกษาผลของการใช้สารซีโอไลท์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของกล้ายางนา พบว่า การใส่สารซีโอไลท์ระดับต่างๆทั้งที่ใส่เดี่ยวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลแตกต่างทางสถิติต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นส่วนเหนือคอราก น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แห้งทั้งต้น สำหรับผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารซีโอไลท์มีผลในเชิงบวกต่อการตอบสนองของพืชมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารซีโอไลท์ในอัตราร้อยละ 10 ร่วมกับปุ๋ยออสโมโค๊ต ปรากฏว่า พืชแสดงการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีที่ใช้ในรูปของน้ำหนักแห้งมากที่สุด

เฉลิมชัย (2542) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากตะกอนบ่อกุ้งและ/หรือสารซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการดูดซับธาตุอาหาร และการเจริญเติบโตของกวางตุ้งที่ปลูกในชุดดินน้ำพอง พบว่า ตำรับทดลองที่ใช้กากตะกอนบ่อกุ้งและ/หรือสารซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลการเจริญเติบโตของกวางตุ้งในด้านความสูง จำนวนใบ ผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีกว่าการใช้กากตะกอนบ่อกุ้งแต่เพียงอย่างเดียว ขณะที่ตำรับทดลองที่มีการใช้สารซีโอไลท์ร่วมกับกากตะกอนบ่อกุ้งมีผลในการลดการชะล้างธาตุอาหารพืช และการเจริญเติบโตของกวางตุ้งใกล้เคียงกับการใช้สารซีโอไลท์อย่างเดียว นอกจากนี้ การใช้สารซีโอไลท์และ/หรือ กากตะกอนบ่อกุ้งภายหลังการสิ้นสุดการทดลอง มีแนวโน้มให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของชุดดินน้ำพองมีค่าเพิ่มขึ้น

ปรางวลัย (2543) ศึกษาอัตราที่เหมาะสมของกากตะกอนบ่อกุ้งและ/หรือสารซีโอไลท์ต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินปากช่อง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกากตะกอนบ่อกุ้งในอัตรา 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ให้ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในช่วง 81.74-83.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกากตะกอนบ่อกุ้งในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ช่วง 77.60-79.94 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ การใช้กากตะกอนบ่อกุ้งแต่เพียงอย่างเดียว หรือการใช้ร่วมกับสารซีโอไลท์ให้ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชใกล้เคียงกับการใช้สารซีโอไลท์อย่างเดียว

รัชนีกร (2543) ศึกษาอัตราที่เหมาะสมของกากตะกอนบ่อกุ้งและ/หรือสารซีโอไลท์ต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกากตะกอนบ่อกุ้งในอัตรา 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในช่วง 85.48-88.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีใกล้เคียงกับการใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกากตะกอนบ่อกุ้งแต่เพียงอย่างเดียว

เดือนเต็ม (2543) ศึกษาอัตราที่เหมาะสมของกากตะกอนบ่อกุ้งและ/หรือสารซีโอไลท์ต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินยางตลาด พบว่า การใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตะกอนบ่อกุ้งที่อัตรา 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในช่วง 73.77-76.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้สารซีโอไลท์และ/หรือกากตะกอนบ่อกุ้งที่อัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งให้ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในช่วง 74.84-80.73 เปอร์เซ็นต์

รสมาลิน และคณะ (2543) ศึกษาผลของปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยหมักและวัสดุอินทรีย์ (แกลบสด) ในการปรับปรุงดินกรดจัด (ชุดดินรังสิต) เพื่อปลูกเฮลิโคเนีย พบว่า ปูนมาร์ลไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและจำนวนดอกของเฮลิโคเนีย แต่การใช้วัสดุอินทรีย์มีผลให้การเจริญเติบโตและจำนวนดอกเฮลิโคเนียสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุอินทรีย์ ภายหลังการใช้วัสดุอินทรีย์เพียง 3 เดือน มีผลให้ความหนาแน่นรวมที่ผิวหน้าดินลดลงระหว่าง 0.820-0.902 g/cm^3 และความชื้นที่ผิวหน้าดินเพิ่มสูงขึ้น 24.9-24.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ปูนมาร์ลร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณอะลูมินัมและแมงกานีสที่สกัดได้มีค่าลดลง

กำชัย และคณะ (2544) ศึกษาผลของการใช้โดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักและหินฟอสเฟตที่มีต่อการปรับปรุงดินกรด (ชุดดินหนองมด) พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิด มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณเหล็กที่เป็นพิษลดลง

รังสรรค์ และคณะ (2546) ศึกษาการปรับปรุงดินกรดด้วยวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ เถ้าลอยและเถ้าลอยผสม (เถ้าหยาบของถ่านหินผสมกับยิปซัมและปูนขาว สัดส่วน 5:4:1 โดยปริมาตร) ในอัตราต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 ตันต่อไร่ พบว่า การใส่เถ้าลอยผสมอัตรา 4 ตันต่อไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นสูงสุด อย่างไรก็ตาม เถ้าลอยจะมีประสิทธิภาพในการสะเทินกรดได้ดีกว่าเถ้าลอยผสม นอกจากนี้ การใส่เถ้าลอยยังมีผลในการเพิ่มค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยไอออนบวกที่เป็นด่าง ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันในดิน ตลอดจนการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช ส่วนธาตุโลหะหนักในดิน เช่น Cd, As, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, และ Zn พบในปริมาณที่น้อยมาก

ณิศรา (2551) ศึกษาผลของสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้ความสูงของต้นและความสูงคอธงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ความสูงของต้นและความสูงคอธงของข้าวโพดฝักอ่อนต่ำที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้และไม่ใช้สารเพอไลต์ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์มีผลให้ค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงหรือไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดลดลงตามไปด้วย ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดฝักอ่อนต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้จำนวนฝักทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อนมากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์มีผลให้จำนวนฝักดีมากที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้จำนวนฝักทั้งหมด และจำนวนฝักดีของข้าวโพดฝักอ่อนต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อนมากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์มีผลให้น้ำหนักฝักดีสูงสุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100, 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักฝักดีของข้าวโพดฝักอ่อนต่ำที่สุด

สมศักดิ์ (2551) ศึกษาผลของสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูงของข้าวใกล้เคียงกัน ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้การแตกกอของข้าวสูงที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวที่ระยะ 2 เดือนสูงที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูง การแตกกอต่อต้นและค่าความเขียวของใบข้าวต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้จำนวนรวงต่อกอของข้าว น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักฟางทั้งหมดของข้าวมากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ตามลำดับ ขณะที่การไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ มีผลให้จำนวนรวงต่อกอของข้าว น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักฟางทั้งหมดของข้าวน้อยที่สุด ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดและน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวสูงที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ตามลำดับ ขณะที่การไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks) ซึ่งจัดจำแนกอยู่ใน Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed isohyperthermic [Soil Survey Staff, 1975] (ตารางที่ 1)

2. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใช้พันธุ์แปซิฟิค 999

3. ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลอง

   3.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N)

   3.2 ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P_2O_5)

   3.3 ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O)

4. สารเพอไลต์ ใช้สารที่มีชื่อทางการค้าว่า “โวลกานิค พลัส”

5. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ alarclor และ furadan

6. อุปกรณ์ในการเตรียมแปลง ได้แก่ เทปวัดระยะ เครื่องมือไถพรวน (รถแทรกเตอร์) คราด และจอบ

7. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ มีดหรือเลื่อยสำหรับเก็บตัวอย่างพืช ถุงตาข่ายสำหรับเก็บตัวอย่างพืชและผลผลิต ไม้เมตรสำหรับวัดความสูง และเครื่องชั่งน้ำหนักพืชในสนาม

8. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ พลั่วตักดินหรือขุดดิน (spades) ถุงเก็บตัวอย่างดิน (sample bags) และพลั่วตักดินขนาดเล็ก (minispades)

9. เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

   9.1 pH meter (420A model)

   9.2 Electrical conductivity meter (4010 model)

   9.3 Micro-Kjeldahl distillation apparatus (Gerhard: VAP20 model)

   9.4 Digestion apparatus (Gerhard: Ger 704000 model)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.5 Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 229FS)

9.6 เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง

9.7 ตู้อบ (WTB Binder: EED 240 model)

10. อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดินทางเคมีและกายภาพในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จำนวน 7 ตำรับทดลอง ดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ ($IF_{0\%}+P_0$)

ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและไม่ใส่สารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_0$)

ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและใส่สารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$)

ตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 70% และไม่ใส่สารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_0$)

ตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 70% และใส่สารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$)

ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 50% และไม่ใส่สารเพอไลต์ ($IF_{50\%}+P_0$)

ตำรับทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 50% และใส่สารเพอไลต์ ($IF_{50\%}+P_{40}$)

2. ขนาดของแปลงทดลอง

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 เซนติเมตร พื้นที่ปลูกทั้งหมด 10.25 x 67.00 ตารางเมตร ประกอบด้วย 21 แปลงย่อย แต่ละแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ย่อยมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 20 ตารางเมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 3 x 3 ตารางเมตร ระยะระหว่างแถว 1 เมตร ระหว่างต้น 0.25 เมตร และมีระยะระหว่างแปลงทดลองย่อย 0.75 เมตร

3. การปลูก

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 เซนติเมตร จากนั้น ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการหยอดเมล็ดเป็นหลุมด้วยเครื่องหยอดแบบกระทุ้ง (jab seeder) ที่ข้างร่อง ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน 25 เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด เมื่อข้าวโพดอายุ 15 วัน หลังปลูก จึงถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม

4. การใส่ปุ๋ยเคมี

ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) ที่อายุ 20 และ 40 วันหลังปลูก โดยแบ่งใส่ 1/3 และ 2/3 ของอัตราปุ๋ยที่ใส่ ตามลำดับ สำหรับตำรับทดลองที่ 2 และ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 15, 5 และ 5 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (100% ของปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน) ตำรับทดลองที่ 4 และ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 10.5, 3.5 และ 3.5 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (70% ของปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน) ส่วนตำรับทดลองที่ 6 และ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 7.5, 2.5 และ 2.5 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (50% ของปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน) สำหรับอัตราสารเพอไลต์ที่ใส่ คือ 40 กิโลกรัมต่อไร่ (ณิศรา, 2551; สมศักดิ์, 2551) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 20 และ 40 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ 3, 5 และ 7 (ตารางที่ 2)

5. การเก็บข้อมูล

5.1 ข้อมูลพืช

5.1.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5.1.1.1 ความสูงต้น ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก โดยวัดจากพื้นดินถึงปลายใบที่ยาวที่สุด ซึ่งสุ่มวัดจาก 10 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก โดยวัดจากพื้นดินถึงคอใบสุดท้าย ซึ่งสุ่มวัดจาก 10 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

5.1.1.3 ค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) ที่อายุ 1 และ 2 เดือน โดยวัดด้วยเครื่อง Chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ในตำแหน่งใบที่ 3-4 จากปลายยอด ซึ่งสุ่มวัดจาก 10 ต้นๆ ละ 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย

5.1.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5.1.2.1 จำนวนฝักต่อต้น

5.1.2.2 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

5.1.2.3 น้ำหนักฝักปอกเปลือก

5.1.2.4 จำนวนฝักสมบูรณ์ ได้แก่ ฝักที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และมีเมล็ดเต็มฝัก

5.1.2.5 น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักซัง

5.1.2.6 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{น้ำหนักฝักปอกเปลือก}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

5.1.2.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{น้ำหนักเปลือก}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

5.1.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.2.9 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{น้ำหนักซัง}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

5.2 ข้อมูลดิน

5.2.1 สมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูก

5.2.1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลอง ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้น ผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการต่อไป

5.2.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

5.2.1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

5.2.1.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

5.2.1.2.3 Organic matter โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

5.2.1.2.4 Available P โดยวิธี Bray II (0.1 N HCL+ 0.03N NH_4F) แล้วนำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.1.2.5 Exchangeable K, Ca, Mg โดยสกัดดินด้วยสารละลาย 1N. NH_4CH_3COO pH 7 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542)

5.2.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี Hydrometer

5.2.2 สมบัติของดินในแปลงทดลองภายหลังการเก็บเกี่ยว

ทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 5.2.1

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test)

7. สถานที่ทำการทดลอง

1. แปลงทดลองและวิจัยของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

8. ระยะเวลาทำการทดลอง

ดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 ครั้ง ได้แก่ ช่วงต้นฤดูฝน (เดือนมิถุนายน - เดือนกันยายน 2551) และช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน 2551 - กุมภาพันธ์ 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของชุดดินกำแพงแสนก่อนการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ความหมาย
pH (1:1)	7.06	เป็นกลาง
ECe (dS/m)	1.16	ไม่เค็ม
Total N (%)	0.061	ต่ำ
Available P (mg/kg)	88.35	สูงมาก
Exchangeable K (mg/kg)	152.1	สูงมาก
Exchangeable Ca (mg/kg)	1791.6	สูง
Exchangeable Mg (mg/kg)	240.5	สูง
Organic matter (%)	1.49	ค่อนข้างต่ำ
Texture	Clay loam	-

ตารางที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ตามตำรับทดลอง

ตำรับการทดลอง	21-0-0 (กรัม/แปลงย่อย)		0-46-0 (กรัม/แปลงย่อย)		0-0-60 (กรัม/แปลงย่อย)		สารเพอไลต์ (กรัม/แปลงย่อย)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	-	-	-	-	-	-	-	-
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	298	595	45	91	35	69	-	-
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	298	595	45	91	35	69	250	250
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	209	417	32	63	25	48	-	-
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	209	417	32	63	25	48	250	250
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	149	298	23	45	18	35	-	-
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	149	298	23	45	18	35	250	250

หมายเหตุ - ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 15, 5 และ 5 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

- ตำรับทดลองที่ใส่สารเพอไลต์ อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ (ณิศรา, 2551; สมศักดิ์, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

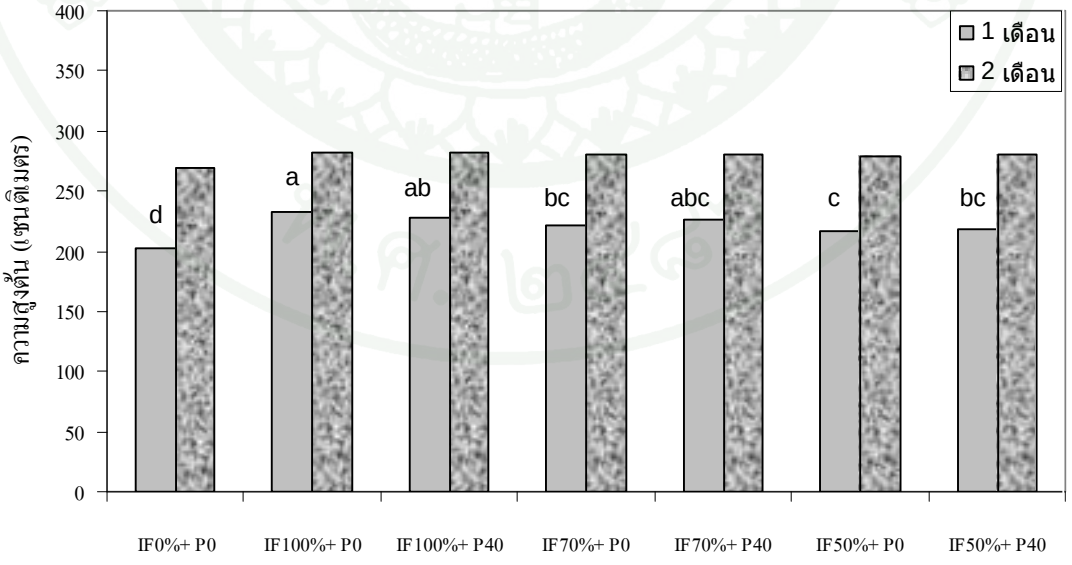
ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ช่วงต้นฤดูฝน (เดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน พ.ศ. 2551) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)

1.1 ความสูงต้น

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 1 และตารางผนวกที่ 1) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดมากที่สุด (232.74 ซม.)ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดต่ำที่สุด (202.33 ซม.)

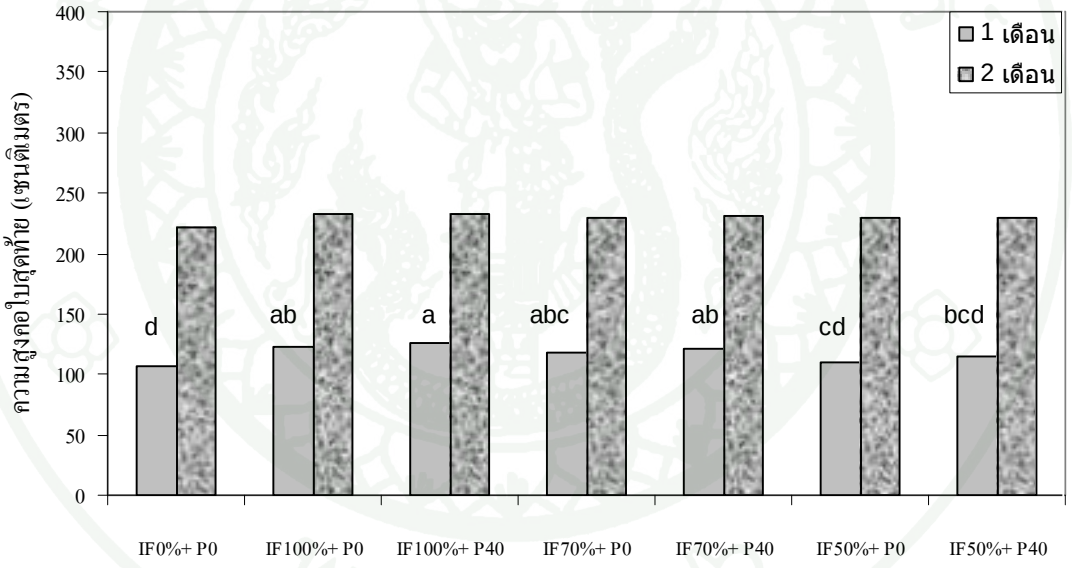


ภาพที่ 1 ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar)

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 1) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดมากที่สุด (125.81 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดต่ำที่สุด (106.96 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{50\%}+P_0$ และ $IF_{50\%}+P_{40}$) ตามลำดับ



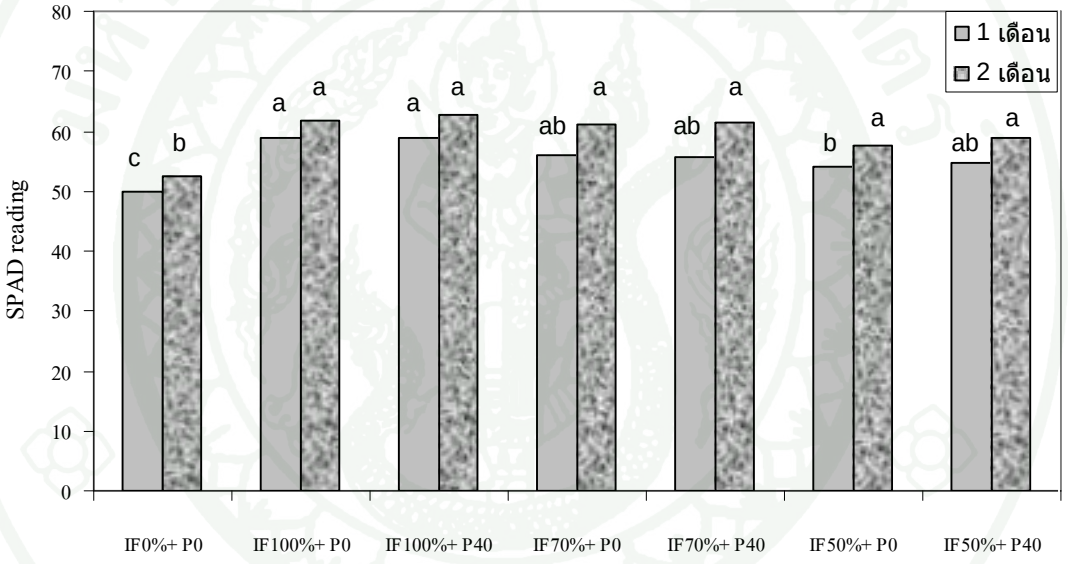
ภาพที่2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)

1.3 ความเขียวของใบ

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าความเขียว(SPAD reading) ของใบข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 3 และตารางผนวกที่ 1) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมีทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารเพอไลต์ มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดไม่แตกต่างกัน โดยมีข้อสังเกตว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีแนวโน้มให้ค่าความเขียวของใบลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ดังนั้น การลดอัตราปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณไนโตรเจนน้อยลงไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ข้าวโพดขาดธาตุนี้ ส่งผลให้ค่าความเขียวของใบลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (ยงยุทธ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของณิศรา (2551) และสมศักดิ์ (2551) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต



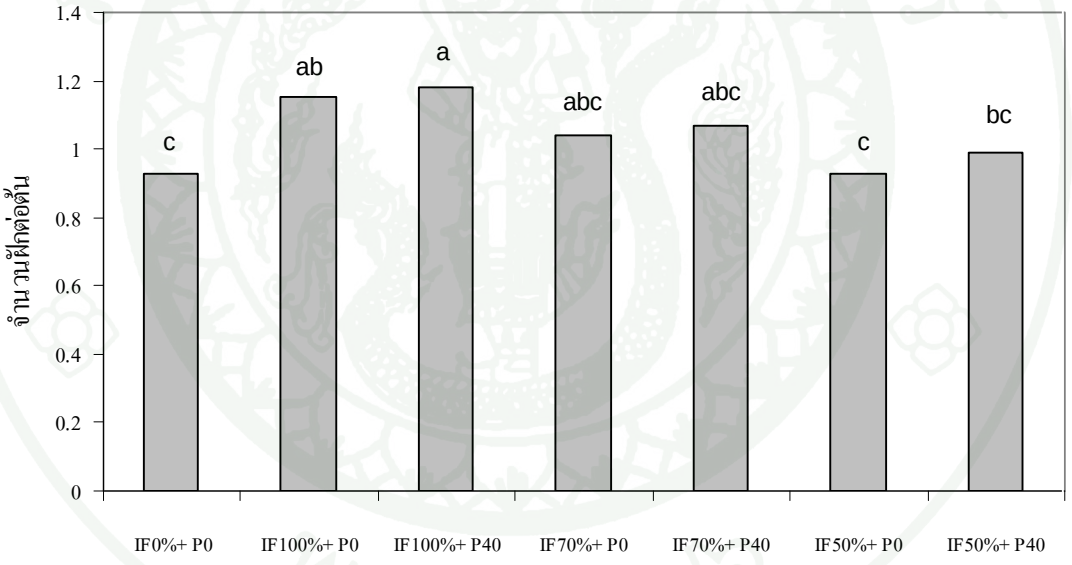
ภาพที่ 3 ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ต้นฤดูฝน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ 2) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดสูงที่สุด (1.18 ฝักต่อต้น) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดต่ำที่สุด (0.93 ฝักต่อต้น) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{50\%}+P_0$)



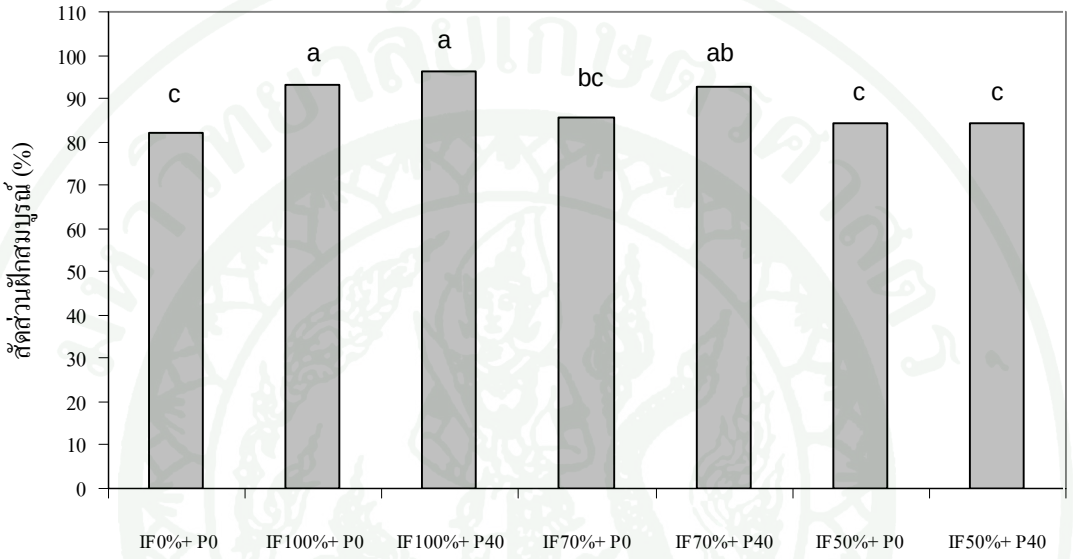
ภาพที่ 4 จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

2.2 สัดส่วนฝักสมบูรณ์

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 5 และตารางผนวกที่ 2) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดสูงที่สุด (96.29 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

($IF_{100\%}+P_0$) รองลงไปคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุด (82.22 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{50\%}+P_{40}$ และ $IF_{50\%}+P_0$)



ภาพที่ 5 สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

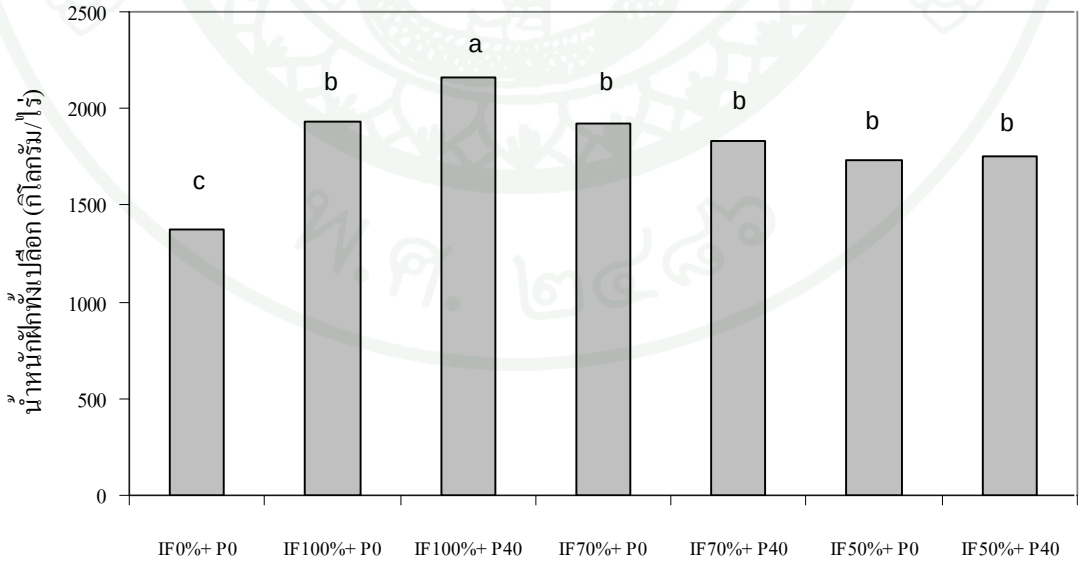
การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 6 และตารางผนวกที่ 2) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดสูงที่สุด (2164.45 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดใกล้เคียงกัน ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดต่ำที่สุด (1375.56 กิโลกรัมต่อไร่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ด

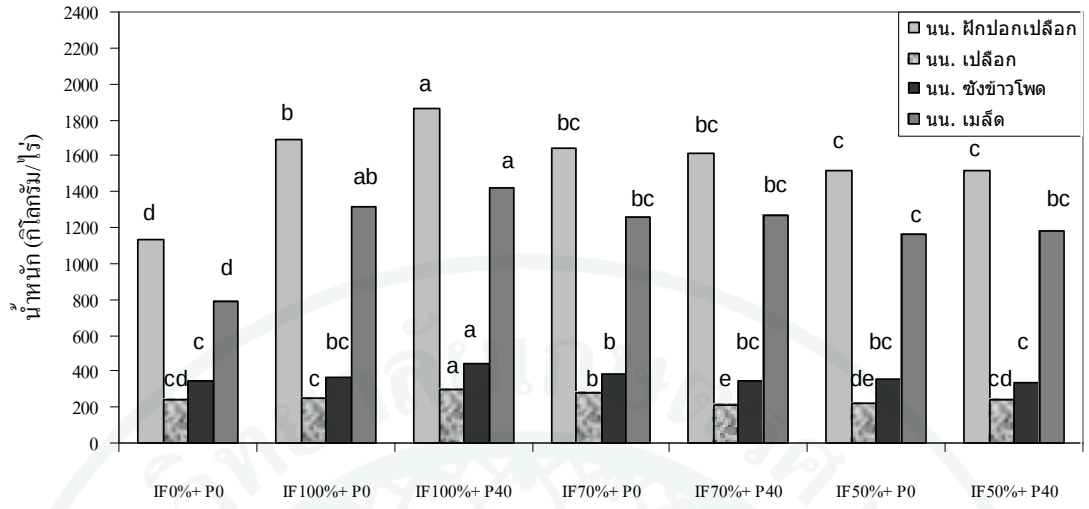
การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 3) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดสูงที่สุด (1865.19 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ

สำหรับน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพด พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดสูงที่สุด (1419.26 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{50\%}+P_{40}$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุด



ภาพที่ 6 น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

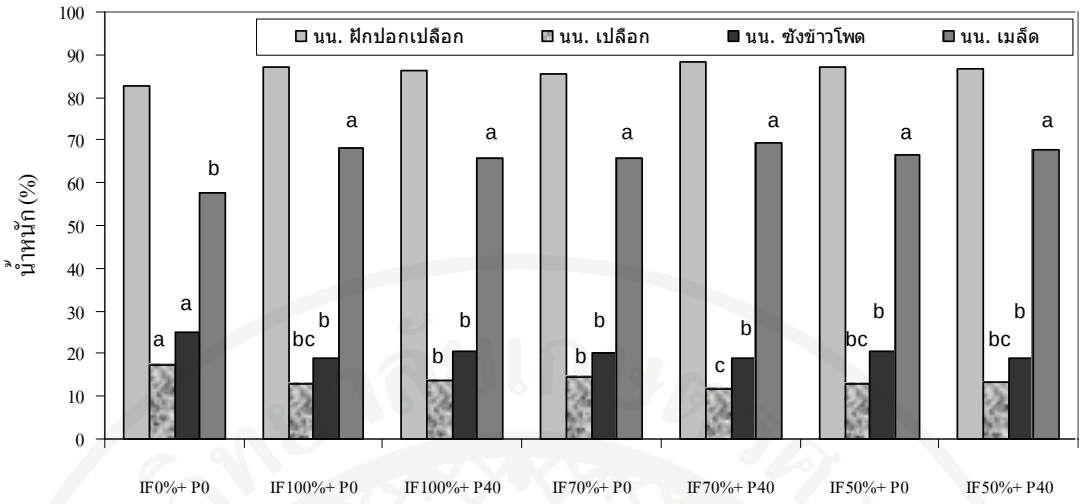


ภาพที่ 7 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

2.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 4) กล่าวคือ ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซังของข้าวโพดสูงที่สุด ขณะที่มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 19.01-20.66 และ 65.64-69.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

3. สมบัติทางเคมีของดินบางประการ ภายหลังการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน (ต้นฤดูฝน)

3.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง ($IF_{100\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับทดลองที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีหรือตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด (ตารางที่ 3) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ค่า pH ของดินต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าสารเพอไลต์ อาจมีส่วนช่วยในการลดการชะล้าง (leaching) หรือดูดดึงปุ๋ยเคมีไว้ได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่งเมื่อใส่ลงไปในดิน อาจให้ผลตกค้างของความเป็นกรดเกิดขึ้นกับดินได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) อย่างไรก็ตาม ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงจะอยู่ในระดับเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) คือ อยู่ในช่วง pH 5.79-6.66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินต่ำที่สุด และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงขึ้น (ตารางที่ 3) เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจากคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม (0-2 dS/m) หรือไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชนั่นเอง

3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.0-1.5%) ถึงปานกลาง (1.5-2.5%) คือ อยู่ในช่วง 1.32-1.84% และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	Organic matter (%)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	6.66	0.070	1.32
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	5.87	0.098	1.64
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	5.79	0.112	1.84
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	6.21	0.082	1.46
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	6.06	0.088	1.58
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	6.57	0.074	1.39
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	6.27	0.077	1.40

4. ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน (ต้นฤดูฝน)

4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%} + P_0$ และ $IF_{100\%} + P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%} + P_0$ และ $IF_{50\%} + P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%} + P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 4) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับสูงมาก (> 45 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 166.92-219.10 mg/kg

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 4) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูงมาก (> 120 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 129.95-156.91 mg/kg

ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
$T_1 = IF_{0\%}+ P_0$	166.92	129.95
$T_2 = IF_{100\%}+ P_0$	205.08	140.45
$T_3 = IF_{100\%}+ P_{40}$	219.10	156.91
$T_4 = IF_{70\%}+ P_0$	188.14	131.01
$T_5 = IF_{70\%}+ P_{40}$	203.25	139.41
$T_6 = IF_{50\%}+ P_0$	176.61	130.48
$T_7 = IF_{50\%}+ P_{40}$	180.85	130.78

4.3 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแคลเซียมที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 5) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์มีแนวโน้มทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูง (> 400 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 1098.76-1340.61 mg/kg

4.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 5) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูง (> 120 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 206.00-279.20 mg/kg

ตารางที่ 5 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
$T_1 = IF_{0\%}+ P_0$	1098.76	206.00
$T_2 = IF_{100\%}+ P_0$	1326.44	232.92
$T_3 = IF_{100\%}+ P_{40}$	1340.61	279.20
$T_4 = IF_{70\%}+ P_0$	1232.34	222.22
$T_5 = IF_{70\%}+ P_{40}$	1252.45	226.08
$T_6 = IF_{50\%}+ P_0$	1180.51	213.18
$T_7 = IF_{50\%}+ P_{40}$	1223.03	218.90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อกำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)

การทดลองนี้มีค่าใช้จ่ายหลักที่เท่ากันทุกตำรับทดลอง (ประมาณ 1,800 บาทต่อไร่) โดยจำแนกเป็นค่าแรงในการเตรียมแปลงรวมทั้งการปลูกและการดูแลรักษาประมาณ 1,200 บาทต่อไร่ และค่าเก็บเกี่ยวประมาณ 600 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 4,982 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 3,182 บาท) ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 4,027 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 2,227 บาท) และตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{50\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 3,391 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 1,591 บาท) (ตารางที่ 6) ทั้งนี้ราคาของสารเพอไลต์ในเขตจังหวัดนครปฐมจำหน่ายปลีกราคากระสอบละ 120 บาท (10 กิโลกรัม) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตกระสอบละ 720 บาท (14.40 บาทต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตกระสอบละ 1250 บาท (25.00 บาทต่อกิโลกรัม) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์กระสอบละ 1450 บาท (29.00 บาทต่อกิโลกรัม) และเกษตรกรสามารถขายเมล็ดข้าวโพดได้กิโลกรัมละ 8 บาท ดังนั้น สามารถสรุปกำไรสุทธิโดยภาพรวมของการทดลองได้ดังนี้ คือ

ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิมากที่สุด คือ มากกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ถึง 9.11 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิต่ำที่สุด คือ น้อยกว่า 18.71 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) นอกจากนี้เป็นที่สังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำลงโดยไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ผลกำไรสุทธิดีกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าในช่วงที่ทำการวิจัยราคาปุ๋ยเคมีค่อนข้างสูงมาก ดังนั้น การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีจากเดิม (100 เปอร์เซ็นต์) เป็น 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายโดยภาพรวมต่ำลงไปด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 กำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)			ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้ผลผลิต (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ (%)
	ปุ๋ยเคมี [1/]	สารเพอไลต์	ค่าใช้จ่ายรวม [2/]				
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	-	-	1,800	790.37	6,323	4,523	81.29
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	3,182	-	4,982	1,318.22	10,546	5,564	100.00
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	3,182	480	5,462	1,419.26	11,354	5,892	105.90
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	2,227	-	4,027	1,262.22	10,098	6,071	109.11
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	2,227	480	4,507	1,266.67	10,133	5,626	101.11
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	1,591	-	3,391	1,157.04	9,256	5,865	105.41
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	1,591	480	3,871	1,185.18	9,481	5,610	100.83

หมายเหตุ [1/] ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตกระสอบละ 720 บาท (กิโลกรัมละ 14.40 บาท)
ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต กระสอบละ 1250 บาท (กิโลกรัมละ 25.00 บาท) และ
ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์กระสอบละ 1450 บาท (กิโลกรัมละ 29.00 บาท)

[2/] ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าปุ๋ยเคมี + ค่าสารเพอไลต์ + ค่าแรงในการเตรียมแปลง การปลูก และการดูแลรักษา + ค่าเก็บเกี่ยว

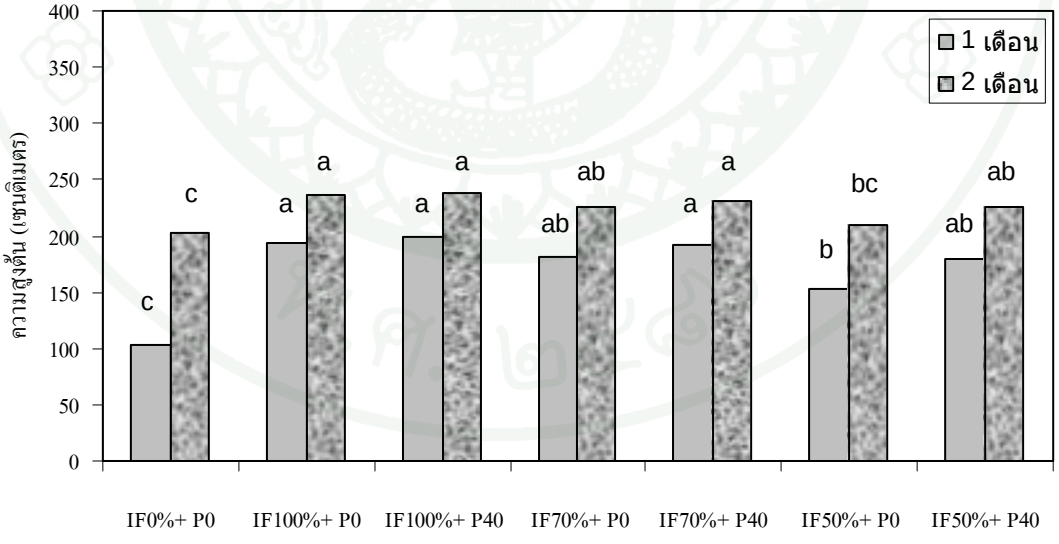
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)

1.1 ความสูงต้น

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 9 และตารางผนวกที่ 5) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้เดี่ยวและใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

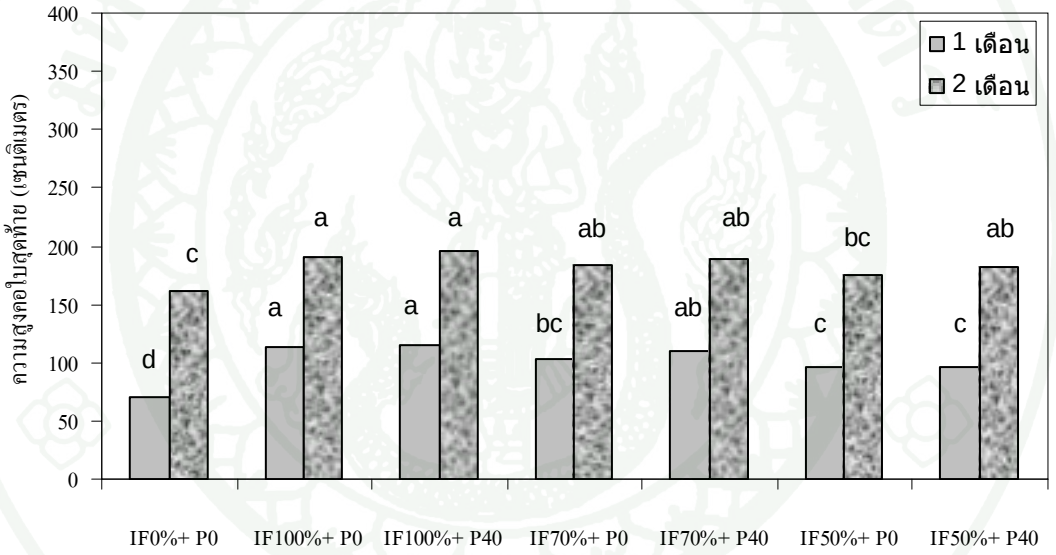


ภาพที่ 9 ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar)

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 5) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้เดี่ยวและใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดต่ำที่สุด



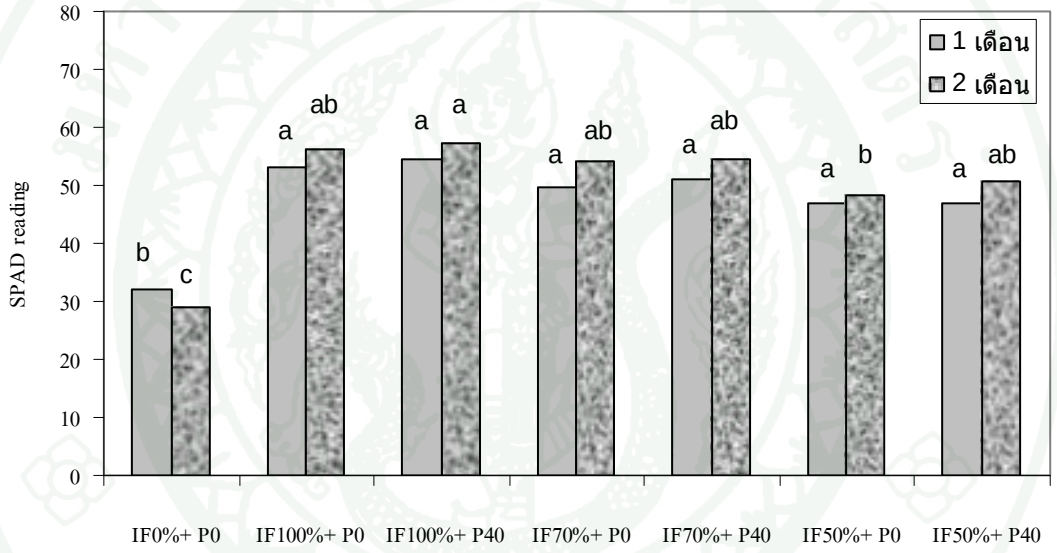
ภาพที่ 10 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)

1.3 ความเขียวของใบ

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าความเขียว (SPAD reading) ของใบข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 11 และตารางผนวกที่ 5) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีแนวโน้มให้ค่าความเขียวของใบลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ดังนั้น การลดอัตราปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณไนโตรเจนน้อยลงไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ข้าวโพดขาดธาตุนี้ ส่งผลให้ค่าความเขียวของใบลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (ยงยุทธ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของณิศรา (2551) และสมศักดิ์ (2551) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต



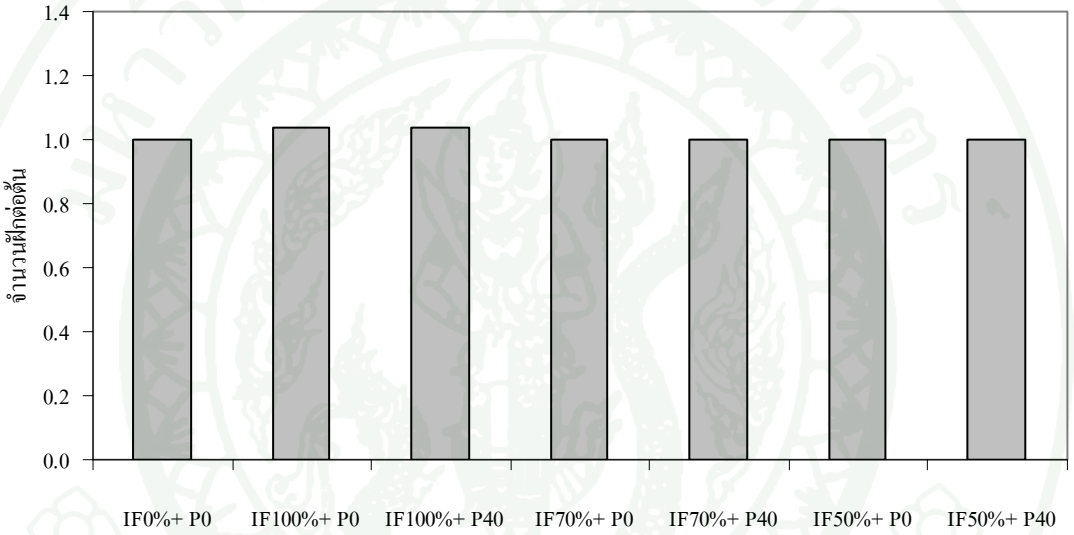
ภาพที่ 11 ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก (ปลายฤดูฝน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 6) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดอยู่ระหว่าง 1.00-1.04 ฝัก



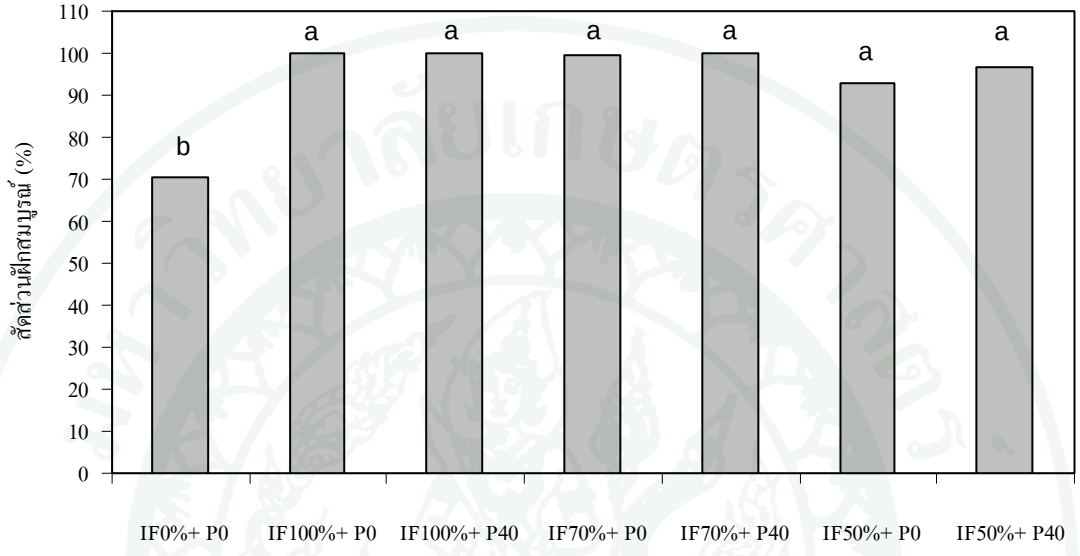
ภาพที่12 จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

2.2 สัดส่วนฝักสมบูรณ์

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 92.96-100.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุด (70.37 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 6 อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงขึ้น มีแนวโน้มให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกันกลับพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว

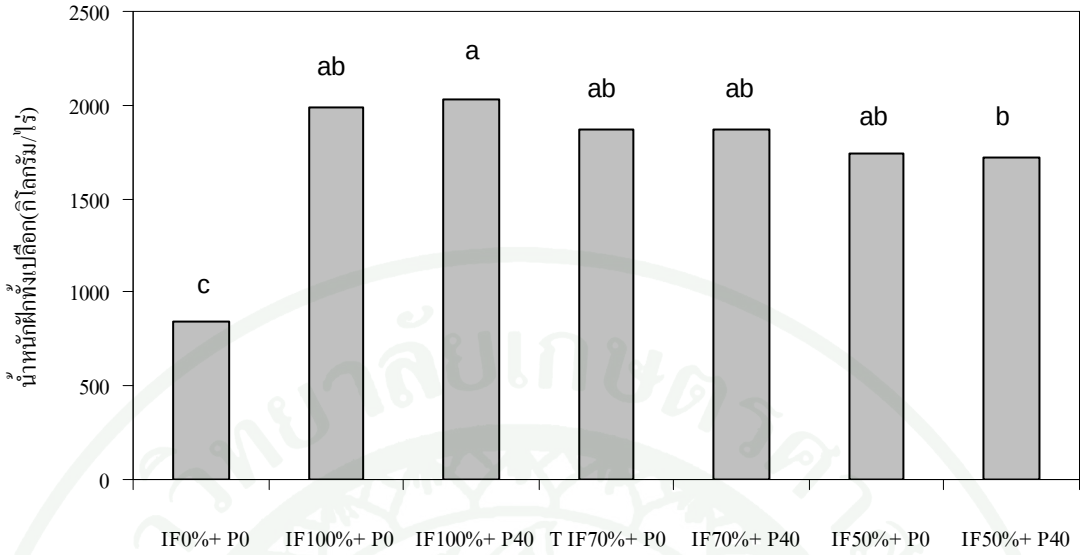


ภาพที่ 13 สัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 14 และตารางผนวกที่ 6) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดสูงที่สุด (2034.10 กิโลกรัมต่อไร่) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) การใช้ปุ๋ยเคมี 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$,$IF_{70\%}+P_0$, $IF_{50\%}+P_{40}$ และ $IF_{50\%}+P_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดต่ำที่สุด (848.90 กิโลกรัมต่อไร่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



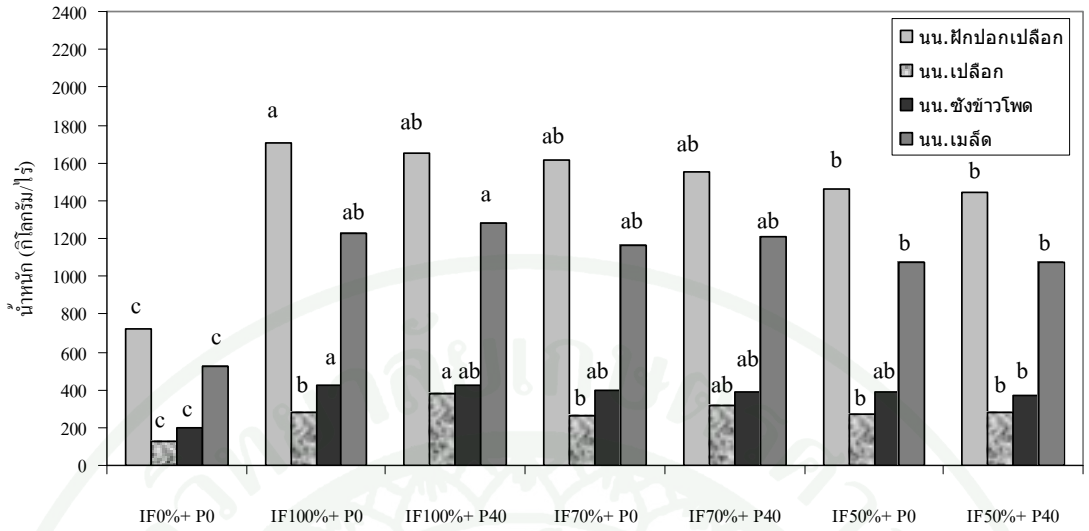
ภาพที่ 14 น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

2.4 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซังและน้ำหนักเมล็ด

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ 7) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกและน้ำหนักซังของข้าวโพดสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ

สำหรับน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพด พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดสูงที่สุด (1281.48 กิโลกรัมต่อไร่) ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

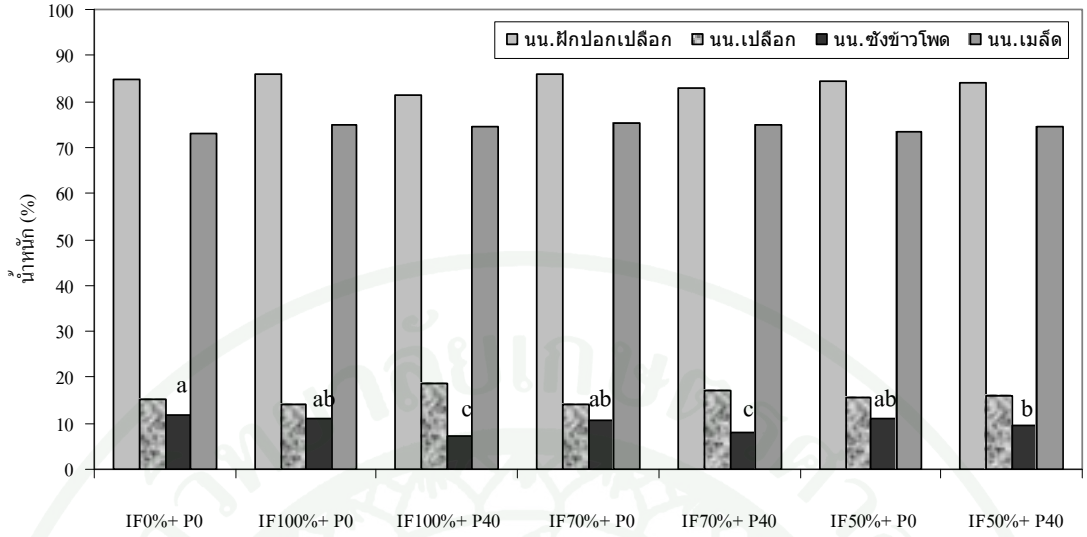


ภาพที่ 15 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

2.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด

การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซังของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 16 และตารางผนวกที่ 8) กล่าวคือ ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซังของข้าวโพดสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50, 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{50\%}+P_0$, $IF_{100\%}+P_0$ และ $IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ ขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซังของข้าวโพดต่ำที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 81.43-86.00, 14.00-18.57 และ 72.90-75.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

3. สมบัติทางเคมีของดินบางประการ ภายหลังการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน (ปลายฤดูฝน)

3.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง ($IF_{100\%}+P_0$) มีแนวโน้มให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+P_0$ และ $IF_{50\%}+P_0$) ส่วนตำรับทดลองที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีหรือตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีแนวโน้มให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด (ตารางที่ 7) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ค่า pH ของดินต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าสารเพอไลต์ อาจมีส่วนช่วยในการลดการชะล้าง (leaching) หรือดูดดึงปุ๋ยเคมีไว้ได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่งเมื่อใส่ลงไปในดิน อาจให้ผลตกค้างของความเป็นกรดเกิดขึ้นกับดินได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) อย่างไรก็ตาม ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงจะอยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) คือ อยู่ในช่วง pH 6.53-7.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินต่ำที่สุด และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงขึ้น (ตารางที่ 7) เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจากคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม (0-2 dS/m) หรือไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชนั่นเอง

3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.0-1.5%) ถึงปานกลาง (1.5-2.5%) คือ อยู่ในช่วง 1.31-1.79% และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	Organic matter (%)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	7.25	0.064	1.31
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	6.75	0.152	1.66
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	6.53	0.155	1.79
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	7.00	0.089	1.60
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	6.89	0.111	1.60
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	7.15	0.072	1.49
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	7.04	0.087	1.49

4. ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน (ปลายฤดูฝน)

4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%} + P_0$ และ $IF_{100\%} + P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%} + P_0$ และ $IF_{50\%} + P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%} + P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 8) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์มีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับสูงมาก (> 45 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 157.48-209.66 mg/kg

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 8) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูงมาก (> 120 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 123.95-159.09 mg/kg

ตารางที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
$T_1 = IF_{0\%}+ P_0$	157.48	123.95
$T_2 = IF_{100\%}+ P_0$	207.94	152.91
$T_3 = IF_{100\%}+ P_{40}$	209.66	159.09
$T_4 = IF_{70\%}+ P_0$	199.66	151.75
$T_5 = IF_{70\%}+ P_{40}$	203.76	152.05
$T_6 = IF_{50\%}+ P_0$	192.95	150.63
$T_7 = IF_{50\%}+ P_{40}$	193.76	151.39

4.3 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแคลเซียมที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 9) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์มีแนวโน้มทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูง (> 400 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 1177.74-1413.22 mg/kg

4.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+ P_0$ และ $IF_{100\%}+ P_{40}$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ($IF_{70\%}+ P_0$ และ $IF_{50\%}+ P_0$) ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+ P_0$) มีแนวโน้มให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินต่ำที่สุด (ตารางที่ 9) และมีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีปริมาณสูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินอยู่ในระดับสูง (> 120 mg/kg) คือ อยู่ในช่วง 274.12-347.32 mg/kg

ตารางที่ 9 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของชุดดินกำแพงแสนภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
$T_1 = IF_{0\%}+ P_0$	1177.74	274.12
$T_2 = IF_{100\%}+ P_0$	1399.09	301.18
$T_3 = IF_{100\%}+ P_{40}$	1413.22	347.32
$T_4 = IF_{70\%}+ P_0$	1303.56	290.34
$T_5 = IF_{70\%}+ P_{40}$	1324.59	291.53
$T_6 = IF_{50\%}+ P_0$	1256.20	281.30
$T_7 = IF_{50\%}+ P_{40}$	1294.92	287.02

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อกำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
(ปลายฤดูฝน)

การทดลองนี้มีค่าใช้จ่ายหลักที่เท่ากันทุกตำรับทดลอง (ประมาณ 1,800 บาทต่อไร่) โดยจำแนกเป็นค่าแรงในการเตรียมแปลงรวมทั้งการปลูกและการดูแลรักษาประมาณ 1,200 บาทต่อไร่ และค่าเก็บเกี่ยวประมาณ 600 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 4,982 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 3,182 บาท) ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 4,027 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 2,227 บาท) และตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{50\%}+P_0$) มีค่าใช้จ่ายรวมต่อไร่ประมาณ 3,391 บาท (ค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมีประมาณ 1,591 บาท) (ตารางที่ 10) ทั้งนี้ราคาของสารเพอไลต์ในเขตจังหวัดนครปฐมจำหน่ายปลีกราคากระสอบละ 120 บาท (10 กิโลกรัม) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตกระสอบละ 720 บาท (14.40 บาทต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตกระสอบละ 1250 บาท (25.00 บาทต่อกิโลกรัม) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์กระสอบละ 1450 บาท (29.00 บาทต่อกิโลกรัม) และเกษตรกรสามารถขายเมล็ดข้าวโพดได้กิโลกรัมละ 8 บาท ดังนั้น สามารถสรุปกำไรสุทธิโดยภาพรวมของการทดลองได้ดังนี้ คือ

ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิมากที่สุด คือ มากกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ถึง 7.97 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิต่ำที่สุด คือ น้อยกว่า 50.77 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) นอกจากนี้เป็นที่สังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำลงโดยไม่ใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ มีแนวโน้มให้ผลกำไรสุทธิดีกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าในช่วงที่ทำการวิจัยราคาปุ๋ยเคมีค่อนข้างสูงมาก ดังนั้น การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีจากเดิม (100 เปอร์เซ็นต์) เป็น 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายโดยภาพรวมต่ำลงไปด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ควรดำเนินการต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งผลต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินในระยะยาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 กำไรสุทธิในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)			ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้ผลผลิต (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ (%)
	ปุ๋ยเคมี [1/]	สารเพอไลต์	ค่าใช้จ่ายรวม [2/]				
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	-	-	1,800	524.44	4,195.52	2,396	49.23
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	3,182	-	4,982	1,231.11	9,848.88	4,867	100.00
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	3,182	480	5,462	1,281.48	10,251.84	4,790	98.42
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	2,227	-	4,027	1,160.29	9,282.32	5,255	107.97
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	2,227	480	4,507	1,213.22	9,705.76	5,199	106.82
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	1,591	-	3,391	1,074.07	8,592.56	5,202	106.88
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	1,591	480	3,871	1,077.03	8,616.24	4,745	97.49

หมายเหตุ [1/] ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตกระสอบละ 720 บาท (กิโลกรัมละ 14.40 บาท)
ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต กระสอบละ 1250 บาท (กิโลกรัมละ 25.00 บาท) และ
ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์กระสอบละ 1450 บาท (กิโลกรัมละ 29.00 บาท)

[2/] ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าปุ๋ยเคมี + ค่าสารเพอไลต์ + ค่าแรงในการเตรียมแปลง การปลูกและการดูแลรักษา + ค่าเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ในช่วงต้นฤดูฝนและช่วงปลายฤดูฝน สามารถสรุปผลการทดลองโดยภาพรวมได้ดังนี้

1. การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) มีผลให้ความสูงของต้นข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$ และ $IF_{70\%}+P_{40}$) ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ

2. การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นและสัดส่วนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) รองลงไปคือ การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ตามลำดับ

3. การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{100\%}+P_{40}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดสูงที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) และการใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารเพอไลต์ ($IF_{70\%}+P_{40}$) ตามลำดับ

4. การใช้ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{70\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิมากที่สุด ซึ่งมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$) ประมาณ 7-9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) ให้ผลกำไรสุทธิต่ำที่สุด คือ น้อยกว่า 18.71-50.77 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{100\%}+P_0$)

5. การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสารเพอไลต์ และการไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเพอไลต์ ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือ ไม่ก่อให้เกิดดินเค็ม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก และปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง โดยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวโน้มให้สมบัติทางเคมีของดินดังกล่าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ยกเว้นค่า pH ของดิน ส่วนตำรับควบคุม ($IF_{0\%}+P_0$) มีผลให้สมบัติทางเคมีของดินดังกล่าวต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. **เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548**.

กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี. 2550. **รายงานผลการตรวจสอบลักษณะและสภาพการของตัวอย่างเพอร์ไลต์.** กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2525. ชุดดินที่สำคัญในประเทศไทย, น. 77-101. *ใน* **รายงานประจำปี 2525. กรมพัฒนาที่ดิน**, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กำชัย กาญจนธนเศรษฐ์, ประคัลภ์ กรุดเจริญ, สนั่น เผือกไร่ และจุมพล ยูวะนิยม**. 2544. รายงานผลของการใช้โดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักและหินฟอสเฟตที่มีต่อระบบการปลูกข้าวโพด – ถั่วเขียวในการปรับปรุงดินกรดชุดดินหนองมด.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

จรวย อิ่มเอมกมล. 2519. **การศึกษาเบื้องต้นเพื่อทำให้เกิดเม็ดดินในดินกำแพงแสน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมชัย ผึ้งปาน. 2542. **การใช้กากตะกอนบ่อกุ้งร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการชะล้างธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของพืช.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ณิศรา มหะพรหม. 2551. **ผลของสารเพอร์ไรท์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เดือนเต็ม อุ่นพระบุ. 2543. **อัตราซีโอไลท์ที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินยางตลาด.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2537. บทบาทของสารปรับปรุงบำรุงดิน, น. 1-10. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดินทางการเกษตร.** สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นิคม จึงอยู่สุข. 2542. **หินอุตสาหกรรมกับการเกษตรกรรมแผนใหม่.** การประชุมเสนอผลงานกรมทรัพยากรธรณีและฝึกอบรมประจำปีงบประมาณ 2542 ระหว่างวันที่ 25-29 กรกฎาคม 2542. 20 น.

นงลักษณ์ วิบูลสุข และพวงเล็ก โมรากุล. 2538. การใช้ซีโอไลท์ปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร: ผลที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง. **วารสารดินและปุ๋ย.** 17 (3): 180-183.

ปรางวลัย อ่วมเจริญ. 2543. **อัตราซีโอไลท์ที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินปากช่อง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ปรัชญา ใจบุญ. ม.ป.ป. **หินแร่ภูเขาไฟกับการเกษตรกรรม.** ห้างหุ้นส่วนจำกัด โวลก้ามาร์เก็ตติ้ง. 3 น.

ปรีดา พากเพียร, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์, ไพโรจน์ โสมนัส และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. แนวทางการใช้สารซีโอไลท์เพื่อลดปัญหามลพิษและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. **วารสารดินและปุ๋ย** 14 (4): 337-341.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2537. สารปรับปรุงดินทางกายภาพ, น. 1-29. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดินทางการเกษตร.** สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยะ ดวงพัตรา และชัยดิษฐ์ ค่ำอำนวย. 2539. **ผลของสารซีโอไลท์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของกล้ายางนา.** ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2542. **ศัพท์ในวงการปุ๋ย.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช (ปรับปรุงใหม่)**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รสมาลิน ณ ระนอง, สันติ รัตนอานุภาพ, บรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์และเจริญ เจริญจำรัสชีพ. 2543. **รายงานการวิจัย เรื่อง ผลของปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยหมักและแกลบสดในการปรับปรุงดินรังสิตกรดจัดเพื่อปลูกเฮลิโคเนีย.** กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ระวิวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้วและ สุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. *ใน* **การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ย ในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน.** วันที่ 23-24 เมษายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

รัชนีกร จ่างเจริญ. 2543. **อัตราซีโอไลท์ที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินกำแพงแสน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

รังสรรค์ อิ่มเอิบ, นพรัตน์ บำรุงรักษ์, Koji Kawashima, Tomoyuki Amano and Shigeru Kato. 2546. **การปรับปรุงดินกรดโดยใช้เถ้าถ่านหิน.** กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรจน์ เทพพูลผล. 2525. รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครปฐม. **รายงานการสำรวจดินฉบับที่ 311.** กองสำรวจดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 84 น.

สมศักดิ์ มัติโก. 2551. **ผลของสารเพอร์ไรท์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตรกำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **สถิติการค้าสินค้าเกษตร ไทยกับต่างประเทศ ปี 2550**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Carr, C.E. and D.J. Greenland. 1975. Potential application of polyvinyl acetate and polyvinyl alcohol in structural improvement of sodic soils. *In* **Soil conditioners, edited by B.A. Stewart. SSSA special publication series.** Soil Science Society of America., Inc., Publisher. Madison, Wisconsin, USA.

Epstein, E. and W.J. Grant. 1967. Soil losses and crust formation as related to some soil Physical properties. **Soil Sci. Amer. Proc.** 31: 547-550.

Houng, K.H. 1984. Effect of sulfur on the chlorosis and yield of peanut grown on calcareous soils in the Hualien area of Taiwan. Proc. of the International Seminar on Ecology and Management of Problem Soils in Asia. **FFTC Book Series** No. 27.

Kheoruenromne, I., Suddhiprakarn, A., Eiumnoh, A. and Srijantr, P. 1985. Suitability and potential of Alfisols and Inceptisols for economic crops in Mae Klong basin, pp. 11-44. *In* Gavinlertvatana, P., Kheoruenromne, I., Korpraditskul. V., Sukthumrong, A., Nilnond, S., Jamornmarn, S. and Faungfupong, S. (eds.). **KU-ACNARP Cropping Programmes Technical Report 1984-1985.** Faculty of Agriculture, Kasetsart Univ., Bangkok.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Soil Survey Staff. 1975. **Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey.** U.S. Dept. Agr., Washington, D.C. 407 p.

Tackett, J.L. and R.W. Pearson. 1965. Some characteristics of soil crusts formed by stimulated rainfall. **Soil Sci.** 99: 407-413.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะต่างๆ (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)		ความสูงคอใบสุดท้าย (ซม.)		SPAD reading	
	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	202.33^{d}	269.41	106.96^{d}	221.56	49.93^{c}	52.53^{b}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	232.74^{a}	281.52	122.85^{ab}	231.89	59.03^{a}	61.80^{a}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	227.85^{ab}	282.81	125.81^{a}	232.26	58.83^{a}	62.80^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	220.93^{bc}	280.81	117.82^{abc}	229.89	55.90^{ab}	61.13^{a}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	226.30^{abc}	281.22	120.41^{ab}	231.70	55.67^{ab}	61.50^{a}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	216.26^{c}	279.15	109.93^{cd}	229.33	54.23^{b}	57.73^{a}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	218.85^{bc}	280.19	115.52^{bcd}	229.41	54.87^{ab}	58.87^{a}
F-test	**	ns	**	ns	**	**
CV (%)	2.48	2.62	4.00	2.22	4.15	4.60

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนฝักต่อต้น สัดส่วนฝักสมบูรณ์ และน้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น	สัดส่วนฝักสมบูรณ์ (%)	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	0.93^{c}	82.22^{c}	1375.56^{c}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	1.15^{ab}	93.33^{a}	1936.30^{b}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	1.18^{a}	96.29^{a}	2164.45^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	1.04^{abc}	85.46^{bc}	1922.96^{b}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	1.07^{abc}	92.58^{ab}	1829.63^{b}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	0.93^{c}	84.24^{c}	1734.82^{b}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	0.99^{bc}	84.24^{c}	1757.04^{b}
F-test	*	**	**
CV (%)	9.10	4.74	7.38

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักซัง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	1135.56^{d}	240.00^{cd}	345.19^{c}	790.37^{d}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	1687.41^{b}	248.89^{c}	369.18^{bc}	1318.22^{ab}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	1865.19^{a}	299.26^{a}	445.93^{a}	1419.26^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	1645.93^{bc}	277.04^{b}	383.71^{b}	1262.22^{bc}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	1616.30^{bc}	213.33^{e}	349.63^{bc}	1266.67^{bc}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	1512.59^{c}	222.22^{de}	355.56^{bc}	1157.04^{c}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	1520.00^{c}	237.03^{cd}	334.82^{c}	1185.18^{bc}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	6.05	4.27	5.40	7.90

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ต้นฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (%)	น้ำหนักเปลือก (%)	น้ำหนักซัง (%)	น้ำหนักเมล็ด (%)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	82.55	17.45^{a}	25.09^{a}	57.46^{b}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	87.18	12.82^{bc}	19.11^{b}	68.07^{a}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	86.30	13.70^{b}	20.66^{b}	65.64^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	85.62	14.38^{b}	19.97^{b}	65.65^{a}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	88.35	11.65^{c}	19.09^{b}	69.26^{a}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	86.98	13.02^{bc}	20.49^{b}	66.49^{a}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	86.78	13.22^{bc}	19.01^{b}	67.77^{a}
F-test	ns	**	**	*
CV (%)	8.87	7.86	9.40	7.53

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะต่างๆ (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)		ความสูงคอใบสุดท้าย (ซม.)		SPAD reading	
	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	102.33^{c}	202.00^{c}	70.67^{d}	161.67^{c}	32.10^{b}	29.07^{c}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	194.00^{a}	236.67^{a}	113.67^{a}	191.00^{a}	53.27^{a}	56.33^{ab}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	198.33^{a}	237.67^{a}	115.67^{a}	195.33^{a}	54.63^{a}	57.13^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	181.33^{ab}	225.67^{ab}	102.33^{bc}	183.33^{ab}	49.77^{a}	54.03^{ab}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	192.00^{a}	231.33^{a}	110.00^{ab}	189.67^{ab}	50.93^{a}	54.63^{ab}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	153.00^{b}	210.33^{bc}	96.00^{c}	175.33^{bc}	46.93^{a}	48.30^{b}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	179.67^{ab}	225.00^{ab}	96.67^{c}	182.33^{ab}	47.03^{a}	50.80^{ab}
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	10.95	4.92	5.67	4.37	10.79	8.75

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 จำนวนฝักต่อต้น สัดส่วนฝักสมบูรณ์ และน้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น	สัดส่วนฝักสมบูรณ์ (%)	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	1.00	70.37^{b}	848.90^{c}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	1.04	100.00^{a}	1989.60^{ab}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	1.04	100.00^{a}	2034.10^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	1.00	99.67^{a}	1874.10^{ab}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	1.00	100.00^{a}	1864.90^{ab}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	1.00	92.96^{a}	1737.80^{ab}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	1.00	96.67^{a}	1718.50^{b}
F-test	ns	**	**
CV (%)	3.40	7.60	9.02

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักซัง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	718.50^{c}	130.37^{c}	194.07^{c}	524.44^{c}
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	1709.60^{a}	280.00^{b}	428.15^{a}	1231.11^{ab}
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	1654.80^{ab}	379.26^{a}	423.70^{ab}	1281.48^{a}
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	1611.10^{ab}	262.96^{b}	397.89^{ab}	1160.29^{ab}
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	1549.20^{ab}	315.71^{ab}	388.89^{ab}	1213.22^{ab}
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	1465.20^{b}	272.59^{b}	388.15^{ab}	1074.07^{b}
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	1443.00^{b}	275.55^{b}	368.89^{b}	1077.03^{b}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	8.57	17.75	7.85	9.35

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (ปลายฤดูฝน)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (%)	น้ำหนักเปลือก (%)	น้ำหนักซัง (%)	น้ำหนักเมล็ด (%)
$T_1 = IF_{0\%} + P_0$	84.84	15.16	11.94[a]	72.90
$T_2 = IF_{100\%} + P_0$	85.97	14.03	11.00[ab]	74.97
$T_3 = IF_{100\%} + P_{40}$	81.43	18.57	7.08[c]	74.36
$T_4 = IF_{70\%} + P_0$	86.00	14.00	10.70[ab]	75.30
$T_5 = IF_{70\%} + P_{40}$	82.99	17.01	8.06[c]	74.92
$T_6 = IF_{50\%} + P_0$	84.37	15.63	11.05[ab]	73.32
$T_7 = IF_{50\%} + P_{40}$	84.02	15.98	9.60[b]	74.41
F-test	ns	ns	**	ns
CV (%)	2.25	12.03	8.63	1.59

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวปิยมาภรณ์ เจริญสุข
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 10 ตุลาคม 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์