

การศึกษาวิจัยการจัดการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม

(2) การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืชอาหารสัตว์ ในพื้นดินเสื่อมโทรม

จรรยาโรจน์ จันทศิริ^{1/} วิรัช สุขสรณ^{2/} สมศักดิ์ เกาทอง^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมบริเวณตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนเมษายน 2542 -เมษายน 2546 โดยแบ่งการทดลอง ออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองที่ 1 หนุ่อาะตราดัม และการทดลองที่ 2 ถั่วคาวาลเคด ซึ่งทั้ง 2 การทดลอง มีการจัดสิ่งทดลองแบบ 4x4 Factorial in randomized complete block มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 อัตราคือ 0 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 4 อัตรา คือ 0 10 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี จากการเก็บข้อมูลในระยะเวลา 2 ปี

ผลปรากฏว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหนุ่อาะตราดัม และถั่วคาวาลเคด กล่าวคือหนุ่อาะตราดัมจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปีได้ดี โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 3,323 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี และมีแนวโน้มว่าจะให้ผลตอบแทนเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,814 บาทต่อไร่ต่อปี ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วคาวาลเคดจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมหรือฟอสฟอรัสอย่างเดี่ยว ในอัตราสูงขึ้นจนถึง 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ หรือ 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 532 และ 526 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี (497 กิโลกรัมต่อไร่) และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดี่ยวในอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O มีแนวโน้มว่าจะให้ผลตอบแทนเฉลี่ยจากถั่วคาวาลเคดสูงสุดคือ 657 บาทต่อไร่ต่อปี

เลขทะเบียนวิจัย 43(1) (43:1) – 0514 - 013

1/ สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม

2/ กลุ่มวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

3/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

ส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ของหญ้าอะตราตัมส่วนใหญ่จะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสและ/หรือโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน โดยโปรตีนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.42 – 6.70 เปอร์เซ็นต์ จะมีเพียงเยื่อใย (ADF) และฟอสฟอรัสในหญ้าอะตราตัมเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส สำหรับในถั่วคาวาลเคดนั้น ปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและ/หรือโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในถั่วคาวาลเคดเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 13.3 – 14.4 เปอร์เซ็นต์

Study on Crop Management for Increasing Forage Yield
In Degraded Soil Area at Tumbol Kao Cha-ngum.
(2) Response of Forage Crops to Phosphorus and
Potassium Fertilizers in Degraded Soil Area

Jaronroch Jantarasiri ^{1/} Wiruch Suksaran ^{2/} Somsak Paotong ^{3/}

Abstract

The experiment was conducted to study the effect of phosphorus and potassium fertilizer on the yield and chemical compositions of forage in degraded soil at Tumbol Kao Cha-ngum Ratchaburi province from April 1999 - April 2002 (3 years). The study was divided into 2 experiments, that emphasized on Atratum (*Paspalum atratum*) and Cavalcade (*Centrosema pascuorum* cv Cavalcade). The treatments of both experiments were arranged in 4x4 factorial in randomized complete block with 4 replications. Factor A consisted of 4 phosphorus fertilizer rates viz 0, 10, 20 and 30 kg P₂O₅ /rai/year and factor B was 4 potassium fertilizer rates viz 0, 10, 20 and 30 kg K₂O /rai/year. The result of experiment indicated that there were interaction between phosphorus and potassium fertilizers application rates on average dry matter yield of Atratum and Cavalcade. The higher dry matter yield of Atratum (3,323 kg/rai) was obtained from phosphorus and potassium fertilizer at the rate 20 kg P₂O₅ + 20 kg K₂O /rai/year, but did not significant different from the rate 20 kg P₂O₅ + 10 kg K₂O /rai/year. The net profit 1,814 and 1,687 baht/rai tended to be obtain from the two treatment combinations.

Average yield of Cavalcade was increased by increasing potassium or phosphorus fertilizer application rates until 20 kg K₂O or 20 kg P₂O₅ /rai/year (536 and 526 kg/rai), and did not significant different from phosphorus and potassium fertilizers at the rates 10 kg P₂O₅ + 10 kg K₂O /rai/year (497 kg/rai). The higher net profit 657 baht/rai tended to be obtained from application rate of 20 kg K₂O /rai/year.

The different rate of phosphorus and/or potassium fertilizer had a little effect on chemical compositions of forage Atratum, crude protein was between 6.46 – 6.70 percentage. Only ADF and phosphorus concentration in Atratum were slightly increased by increasing phosphorus fertilizer. For forage nutritive value of Cavalcade, it was found that phosphorus and/or potassium fertilizer application rates were not affect on crude protein concentration in Cavalcade (13.3–14.4%)

* Research Project No. 43(1) (43:1)-0514-013

^{1/} Mahasarakham Animal Nutrition Development Station.

^{2/} Forages Research Section. Animal Nutrition Division.

^{3/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Centre.

คำนำ

เนื่องจากพื้นที่ดินบริเวณตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีผู้น้อมเกล้า ถวายจำนวน 592 ไร่ เคยมีการใช้ประโยชน์อย่างไม่เหมาะสม ขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้ความอุดม สมบูรณ์ของดินลดลง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงทรงพระราชดำริให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกัน ดำเนินการพัฒนาและฟื้นฟูดิน กอปรกับบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นเขตส่งเสริมการเลี้ยงโคนม กระทรวง เกษตรและสหกรณ์จึงมอบหมายให้กรมปศุสัตว์ ดำเนินการศึกษาวิจัย และพัฒนาพื้นที่ดินเสื่อมโทรม เพื่อ เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และจากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้น ปรากฏว่าเป็นพื้นที่ราบเชิงเขา พื้นที่ดินส่วนใหญ่ เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินทราย มีเศษลูกรัง และกรวดปะปน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำคือ มีอินทรีย์วัตถุ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) 5.0 และ 95 ppm ตามลำดับ

จากการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบริเวณพื้นที่ดิน เสื่อมโทรมตำบลเขาชะงุ้มของอนุภาพ และคณะ (2546) รายงานว่าหญ้าอะตราตัม (*Paspalum atratum*) สามารถเจริญเติบโตได้ดีโดยให้ผลผลิตน้ำหนักร้างเฉลี่ย 3,362 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับหญ้า พลิกดูลัม และหญ้างัมบ้า (3,226 และ 3,156 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งมากกว่าหญ้าพันธุ์อื่นๆ ส่วนถั่วคาวาล เคด (*Centrosema pascuorum* cv Cavalcade) ให้ผลผลิตน้ำหนักร้างในปีแรก 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียง กับถั่วท่าพระสไตโล (1,176 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งมากกว่าถั่วชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ถั่วคาวาลเคดเมื่อตากแห้ง แล้วใบร่วงน้อย จึงเหมาะสำหรับใช้ทำถั่วแห้งเก็บไว้เลี้ยงสัตว์ในช่วงขาดแคลนอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2545) และเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วย เนื่องจากผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ ส่วนที่ถูกตัดนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ จะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชติดไปด้วย โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่พืชต้องการปริมาณมาก ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้อาจมีอยู่ใน ดินน้อยลงไม่เพียงพอความต้องการของพืช พืชอาหารสัตว์ที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จะ ตอบสนองต่อธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ได้ดี ดังเช่น หญ้าที่ปลูกในชุดดินแกลงบริเวณพื้นที่จังหวัดชุมพร ให้ผลผลิตน้ำหนักร้างเพิ่มขึ้น ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อ ไร่ (จรีรัตน์ และคณะ, 2526) และจากรายงานผลการทดลองของ Reneau และคณะ (1985) พบว่าการใส่ ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีผลทำให้ผลผลิตของหญ้าซอกัมเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ การทดลองในดินร่วนปนทรายชุดอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ของวิรัช และคณะ (2541 ก) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี มีผลทำให้ผลผลิต น้ำหนักร้างของหญ้าซิกแนลเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1,592 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 2,035 กิโลกรัมต่อไร่ และทำให้ เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในหญ้าเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนหญ้างามนี้จะสมควรจะตอบสนองต่อปุ๋ย ฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ได้ดีที่สุด วิรัช และคณะ (2541 ข) และ Ademosum (1973) ให้

ข้อเสนอแนะว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงกว่า 7.2 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปีนั้น ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วง

นอกจากนี้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมยังมีความสำคัญสำหรับถั่วอาหารสัตว์มาก เกียรติสุรักษ์ และคณะ (2530) ได้ทำการประเมินสถานะธาตุอาหารพืชในดินทรายชุดอุบล ปรากฏว่าถั่วฮามาต้าแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสอย่างรุนแรง รองลงมาคือไนโตรเจน และโพแทสเซียมตามลำดับ และจากรายงานผลงานวิจัยของ เกียรติสุรักษ์ และคณะ (2539) พบว่าถั่วฮามาต้าที่ปลูกในชุดดินอุบลจะตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยโพลีไฟ 34 (ประกอบด้วยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ได้ดีกว่าปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และหินฟอสเฟต ซึ่งมีเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าธาตุโพแทสเซียมจะช่วยส่งเสริมให้ถั่วฮามาต้าตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอะตราดัมและถั่วคาวาลเคดในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมบริเวณตำบลเขาชะงุ้มจังหวัดราชบุรี จำเป็นต้องมีการปรับปรุงบำรุงดิน โดยการใส่อินทรีย์วัตถุ และปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม แต่ขณะนี้ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่นี้ ซึ่งฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากรองจากธาตุไนโตรเจน เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์หลายชนิดในพืชเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหน้าที่แบ่งเซลล์ การรับช่วงถ่ายทอดพลังงานในระบบต่างๆ เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช สำหรับโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็นอีกธาตุหนึ่ง เมื่อเข้าไปอยู่ในพืชแล้วจะอยู่ในรูปของเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ มีความจำเป็นสำหรับขบวนการสร้างและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช ตลอดจนเป็นตัวเร่งให้เซลล์ทำงานได้ดีขึ้น (สมเจตน์และคณะ, 2526) จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษากการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของหญ้าอะตราดัมและถั่วคาวาลเคดภายใต้สภาพพื้นที่ดินเสื่อมโทรมบริเวณตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยแบ่งการดำเนินงานทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อยคือ การทดลองที่ 1 หญ้าอะตราดัม และการทดลองที่ 2 ถั่วคาวาลเคด

การวางแผนการทดลอง จัดสิ่งทดลองแบบ 4x4 Factorial in Randomized complete blocks มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 ได้แก่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 อัตรา คือ 0, 10, 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ส่วนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วยปุ๋ยโพแทสเซียม 4 อัตราคือ 0, 10, 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี

การเตรียมแปลงทดลอง ทำการไถตะไกรพรุน ปรับระดับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ จัดแบ่งแปลงออกเป็น 4 blocks ตามความสม่ำเสมอของพื้นที่ และแต่ละ block จะประกอบด้วยแปลงย่อยขนาด 3x4 เมตรจำนวน 16 แปลง รวมแปลงย่อยทั้งหมด 64 แปลง ใส่กากอ้อยดำ (Filter cake) อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปรับปรุงโครงสร้างของดินเท่ากันทุกแปลงหลังจากเตรียมดิน แล้วพรุนดินกลบก่อนปลูกหญ้า 3-4 สัปดาห์

1. หญ้าอะตราตัม ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46% N) อัตรา 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี เท่ากันทุกแปลง ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในรูปปุ๋ยทริบิลเฟอโรฟอสเฟต (45% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) อัตราต่าง ๆ กัน ตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง โดยแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมจำนวนครึ่งหนึ่งของอัตราที่กำหนดร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยโรยเป็นแถบตามแนวของพืชที่ปลูกอย่างสม่ำเสมอแล้วสับดินกลบก่อนปลูกพืชสำหรับปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เหลือแบ่งใส่อีก 2 ครั้ง ๆ ละ เท่า ๆ กัน หลังจากตัดหญ้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในปีที่ 2 นั้น ดำเนินการเช่นเดียวกันกับในปีที่ 1 โดยใส่ปุ๋ยเคมีครั้งแรกในต้นฤดูฝน ปลูกหญ้าอะตราตัม ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร โดยใช้เมล็ดปลูกหยอดในหลุม หลังจากนั้น 1-2 สัปดาห์ เมื่อต้นหญ้าออกแล้วทำการถอนแยกและปลูกซ่อมให้เหลือหลุมละ 3 ต้น และกำจัดวัชพืชหลังจากปลูกหญ้า 4 สัปดาห์

2. ถั่วคาวาลเคด ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46% N) อัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี เท่ากันทุกแปลง ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใช้ในรูปของทริบิลเฟอโรฟอสเฟต (45% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) อัตราต่าง ๆ กัน ตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง และใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดเช่นเดียวกับในหญ้าอะตราตัม ปลูกถั่วอาหารสัตว์ด้วยเมล็ดโดยใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร เมื่อต้นถั่วออกแล้วทำการถอนแยกและปลูกซ่อมให้มีจำนวน 3 ต้นต่อหลุม ภายหลังจากปลูก 2 สัปดาห์ และกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง หลังจากปลูกถั่ว 3 และ 6 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

- ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงหญ้าอะตราตัมและถั่วคาวาลเคดทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลองในปีที่ 2 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (Available P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน
- วัดความสูงและความหนาแน่นของต้นเฉพาะหญ้าอะตราตัมก่อนตัดหญ้าแต่ละครั้ง

- การเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช ตัดหญ้าและถั่ว สูงจากพื้นดิน 15 เซนติเมตร โดยตัดหญ้าครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน หลังจากนั้นตัดหญ้าในช่วงฤดูฝนทุก 40 – 45 วัน เก็บผลผลิตหญ้าทั้งแปลง ยกเว้นแถวริมขอบแปลงด้านละ 1 แถว นำไปชั่งน้ำหนักสด และสุมตัวอย่างพืชสดจำนวน 500 กรัม มาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ แล้วจึงชั่งหาผลผลิตน้ำหนักแห้ง เพื่อใช้ประกอบการคำนวณผลผลิตน้ำหนักแห้ง ของหญ้า และถั่วแล้วส่งตัวอย่างหญ้าแห้งไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการของกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์

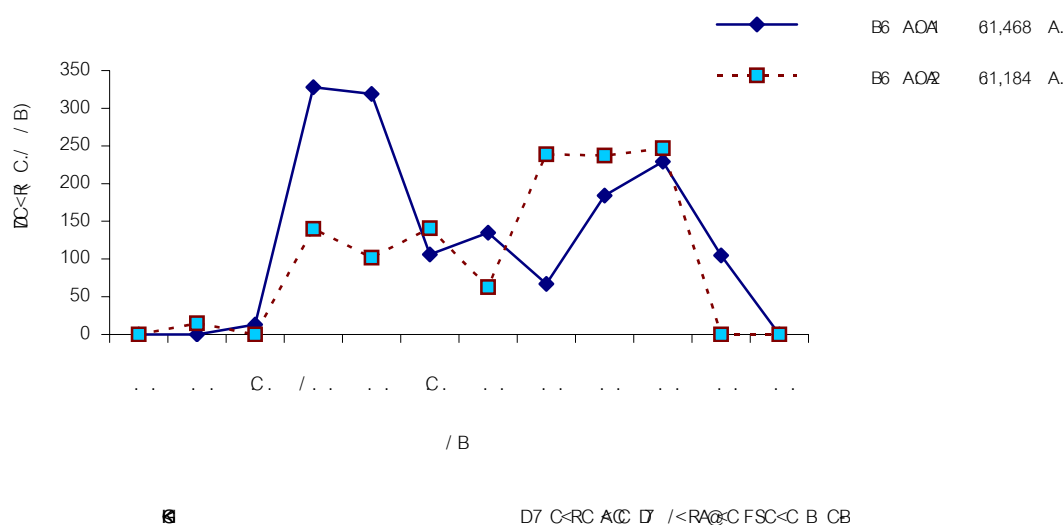
- วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี อาทิเช่น โปรตีน (CP) Acid detergent fiber (ADF) Neutral detergent fiber (NDF) ลิกนิน (Lignin) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในหญ้าอะตราดัม (การทดลองที่ 1) ส่วนการทดลองที่ 2 ถั่วควาลเคดวิเคราะห์เฉพาะปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลของผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี Analysis of variance ของ 4x4 Factorial in randomized complete blocks ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

สถานที่และระยะเวลาดำเนินงาน ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลงานวิจัยที่โครงการศึกษา และพัฒนาพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนเมษายน 2542 – เมษายน 2545 รวมระยะเวลา 3 ปี

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษاثิพพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองที่ 1 หญ้าอะตราดัม และการทดลองที่ 2 ถั่วควาลเคด ดำเนินการทดลอง ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม บริเวณตำบลชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีปริมาณและการแพร่กระจายของฝนขณะทำการทดลองในปีที่ 1 (พ.ศ. 2542) และปีที่ 2 (พ.ศ. 2543) ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณและการแพร่กระจายของฝนทั้ง 2 ปี อยู่ในเกณฑ์ดี มีฝนตกค่อนข้างสม่ำเสมอมีฝนขาดช่วงบ้างตอนกลางฤดูฝน โดยเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนตั้งแต่เดือนเมษายน ในปีแรกมีปริมาณน้ำฝนรวม 1,468 มิลลิเมตรต่อปี และสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนพฤศจิกายน ส่วนในปีที่ 2 มีปริมาณน้ำฝนรวมน้อยกว่า และมีช่วงฤดูฝนสั้นกว่าในปีแรก กล่าวคือมี ฝนตกรวม 1,184 มิลลิเมตรต่อปี และสิ้นสุดฤดูฝนตั้งแต่เดือนตุลาคม



การทดลองที่ 1 หย้าอะตราดัม

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในแปลงทดลองปลูกหญ้าอะตราดัม บริเวณพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม จังหวัดราชบุรี ปรากฏว่ามีปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ (pH 4.8) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและ Total N 1.0 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ มี Avai. P, Exch. K, Exch. Ca และ Exch. Mg ต่ำเพียง 7, 100, 287 และ 28.8 ppm ตามลำดับ ส่วนผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินภายหลังการทดลองปลูกหญ้าอะตราดัมแสดงไว้ในตารางที่ 1 ปรากฏว่า Avai. P ในดินจากการทดลองใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 – 30 กิโลกรัม P_2O_5 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ระหว่าง 17.7 – 22.3 ppm สูงกว่าการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสซึ่งมีค่าเพียง 8.8 ppm. และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ส่วนใหญ่จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ กัน เป็นไปในทำนองเดียวกันกับในชุดดินปากช่องที่ปลูกหญ้าชิกแนลอน (ศศิธร และคณะ, 2541) และหญ้าฐิ (กานดา และคณะ, 2545) ชุดดินอุบลที่ปลูกหญ้าน้ำส้ม (วิรัช และคณะ, 2541) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราแตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้ส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ในดินหลังจากปลูกหญ้าอะตราดัมเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับในชุดดินปากช่องที่ปลูกหญ้าฐิของกานดา และคณะ (2545) ยกเว้น Exch. Mg เท่านั้นที่เปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน โดยค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบทางเคมีของดินหลังการทดลอง อาทิ เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุและ Total N มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Avai. P, Exch. K, Exch. Ca และ Exch. Mg มีค่าเฉลี่ย 16.8, 43, 235 และ 13.8 ppm. ตามลำดับ และมีค่า pH เท่ากับ 5.3 เป็นที่น่าสังเกตว่า Exch. K ในดินภายหลังการทดลองมีค่าเหลือเพียงไม่เกินครึ่งหนึ่งของดินก่อนการทดลอง ถึงแม้ว่าจะใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้นในอัตราสูงสุดถึง 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปีก็ตาม

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าอะตราดัม โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน

สิ่งทดลอง	คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังจากปลูกหญ้าอะตราดัม						
	pH	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)	Exch. Ca (ppm)	Exch. Mg (ppm)
ดินก่อนการทดลอง	4.8	1.00	0.06	7	100	287	28.8
ดินหลังการทดลอง							
P (กก. P ₂ O ₅ /ไร่)							
0	5.2	1.73	0.093 ^{ab}	8.8 ^b	42 ^b	203	16.6 ^a
10	5.2	1.75	0.104 ^a	18.7 ^a	36 ^b	256	12.6 ^b
20	5.3	1.89	0.087 ^b	17.7 ^a	42 ^b	232	13.8 ^{ab}
30	5.5	1.88	0.081 ^b	22.3 ^a	54 ^a	262	12.0 ^b
K (กก. K ₂ O/ไร่)							
0	5.3	1.90	0.090	17.2	42	264	11.7 ^c
10	5.5	1.81	0.091	19.2	44	263	16.0 ^a
20	5.2	1.84	0.091	14.6	43	190	12.1 ^{bc}
30	5.3	1.71	0.094	16.5	44	234	15.3 ^{ab}
P x K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	5.7	14.0	20.0	28.6	30.4	38.1	32.3

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT (P< 0.05)

- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ P>0.05

ความสูงของต้นหญ้าอะตราดัม

ผลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่มีผลต่อความสูงของต้นหญ้าอะตราดัมในปีที่ 1 แต่ปรากฏว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อความสูงของต้นหญ้าอะตราดัมในปีที่ 2 และความสูงของต้นเฉลี่ย (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าอะตราดัมในการทดลองที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 และ 20 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมด้วยในอัตราต่าง ๆ กัน ขณะที่ในการทดลองใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 และ 30 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่นั้น ความสูงของต้นหญ้ามี่แนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อไร่ และจะไม่เพิ่มขึ้นต่อไปอีกถ้าใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราสูงขึ้น

ตารางที่ 2 อิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อความสูงเฉลี่ย (2 ปี) ของต้นหญ้าอะตราดัม (เซนติเมตร)

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กก. K_2O /ไร่)				เฉลี่ยปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)
	0	10	20	30	
0	108	102 ^b	109	107 ^b	106
10	104	106 ^{ab}	110	101 ^b	105
20	104	112 ^a	115	111 ^a	110
30	111	103 ^b	109	110 ^a	108
เฉลี่ยปุ๋ยโพแทสเซียม (K)	107	106	111	107	108

- หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าตัวเลขในแต่ละแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 8.9$
- $CV = 4.3\%$

จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าอะตราดัม

จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าอะตราดัม เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน แสดงไว้ในตารางที่ 3 ปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลทำให้จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าลดลง การทดลองทั้ง 2 ปีเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-29 แขนงต่อกอ ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าอะตราดัมเพิ่มขึ้น แต่จำนวนแขนงหญ้าดังกล่าวจะลดลง ถ้าใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ โดยหญ้าอะตราดัมที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม K_2O มีจำนวนแขนงเฉลี่ยเท่ากันคือ 29 แขนงต่อกอ มากกว่า ($P < 0.05$) หญ้าที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ซึ่งมีจำนวนแขนงเฉลี่ย 27 และ 26 แขนงต่อกอตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าอะตราตัม เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตราต่าง ๆ กัน

สิ่งทดลอง	จำนวนแขนงต่อกอของหญ้าอะตราตัม		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย
P (กก. P_2O_5 /ไร่)			
0	29	25	27
10	30	26	28
20	30	26	28
30	31	27	29
K (กก. K_2O /ไร่)			
0	29 ^{bc}	25 ^b	27 ^b
10	31 ^{ab}	27 ^a	29 ^a
20	32 ^a	27 ^a	29 ^a
30	28 ^c	25 ^b	26 ^b
P x K	NS	NS	NS
CV (%)	13.3	8.0	9.4

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าอะตราตัม

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าอะตราตัมที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากผลการทดลองในปีที่ 1 ไม่ปรากฏว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าอะตราตัม กล่าวคือการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าอะตราตัมในปีที่ 1 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 และสูงกว่าหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ ($P < 0.05$) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าอะตราตัมสูงกว่าหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากหญ้าที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และพบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งในปีที่ 2 และผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยของหญ้าอะตราตัม (ตารางที่ 4 และ 5) จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าในการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม นั้น การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียวในอัตรา 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะให้ผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยของหญ้าอะตราตัม 3,078 กิโลกรัม ต่อไร่ สูงกว่าหญ้าที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0 – 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ สำหรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย

โพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ถ้าใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวมด้วยในอัตราสูงขึ้น จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าอะตราดัมเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 3,323 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ (3,323 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมร่วมกันในอัตราสูงหรือต่ำกว่านี้จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าอะตราดัมลดลง ($P < 0.05$) ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองของกานดา และคณะ (2545) ที่พบว่าหญ้ารัฐที่ ปลูกในชุดดินปากช่องซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูงจะตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งในอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 หรือ 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ได้ดี และผลผลิตจะไม่เพิ่มขึ้นหรือบางครั้งอาจลดลงถ้าใส่ปุ๋ยสองชนิดดังที่กล่าวมาแล้วในอัตราสูงกว่านี้

ตารางที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าอะตราดัมเมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน (กิโลกรัมต่อไร่)

	ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กก/ไร่)		
	ปีที่ 1 (ตัด 4 ครั้ง)	ปีที่ 2 (ตัด 4 ครั้ง)	เฉลี่ย
P (กก. P_2O_5 /ไร่)			
0	2,868 ^c	2,132	2,499
10	2,999 ^{bc}	2,433	2,715
20	3,378 ^a	2,681	3,030
30	3,128 ^b	2,790	2,960
K (กก. K_2O /ไร่)			
0	2,785 ^b	2,448	2,617
10	3,098 ^{ab}	2,416	2,756
20	3,262 ^a	2,674	2,968
30	3,229 ^a	2,498	2,863
P x K	NS	*	*
CV (%)	9.1	6.7	7.0

- หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
- NS หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$
 - * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ตารางที่ 5 อิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักร้างเฉลี่ย (2 ปี) ของหญ้าอะตราดัม (กิโกรัมต่อไร่ต่อปี)

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กก. K_2O /ไร่)				เฉลี่ยปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)
	0	10	20	30	
0	2,282 ^b	2,338 ^c	2,758 ^b	2,619 ^b	2,499
10	2,572 ^b	2,658 ^b	2,994 ^b	2,637 ^b	2,715
20	2,537 ^b	3,232 ^a	3,323 ^a	3,027 ^a	3,030
30	3,078 ^a	2,798 ^b	2,795 ^b	3,169 ^a	2,960
เฉลี่ยปุ๋ยโพแทสเซียม (K)	2,617	2,756	2,968	2,863	2,801

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าตัวเลขในแต่ละแนวนอน โดย $LSD_{0.05} = 278.8$

- $CV = 7.0\%$

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราดัม

ส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ของหญ้าอะตราดัม เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม อัตราแตกต่างกัน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ปี แสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จะมีผลต่อเฉพาะเปอร์เซ็นต์แคลเซียมและแมกนีเซียมในหญ้าอะตราดัมเท่านั้น ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย (ADF) และโพแทสเซียมในหญ้าอะตราดัมเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.42 – 6.70, 40.8 – 41.1 และ 1.32 – 1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P > 0.05$) แต่จะทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในหญ้าที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 เพิ่มขึ้นจาก 0.206 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส) เป็น 0.217 และ 0.221 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองในหญ้าอื่น ๆ อาทิเช่น หญ้ากินนีสีม่วง (วิรัช และคณะ, 2541) และหญ้ารูซี่ (กานดา และคณะ, 2545) ก็พบว่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในหญ้าดังกล่าวเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และเยื่อใย NDF ในหญ้าอะตราดัมที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม P_2O_5 เพิ่มขึ้นจาก 68.5 (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส) เป็น 69.7 และ 69.4 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) สำหรับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน ลิกนิน และฟอสฟอรัสในหญ้าอะตราดัม โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.46-6.68, 4.6-5.0 และ 0.209-0.216 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมจะเพิ่มขึ้นจาก 1.12 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม) เป็น 1.25 1.43 และ 1.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และเยื่อใย (ADF) ในหญ้าอะตราดัมที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20-30 กิโลกรัม K_2O รวมทั้งเยื่อใย (NDF) ในหญ้าที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O จะมีค่าสูงกว่าในหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P < 0.05$)

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราตัม เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่างๆ กัน

สิ่งทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราตัม (%)							
	CP	ADF	NDF	Lignin	P	Ca	K	Mg
P (กก. P_2O_5 /ไร่)								
0	6.42	40.8	68.5 ^c	4.8	0.206 ^c	0.90	1.32	0.54
10	6.58	41.1	69.7 ^a	4.8	0.217 ^{ab}	0.89	1.33	0.46
20	6.59	41.0	69.4 ^{ab}	4.8	0.211 ^{bc}	0.84	1.35	0.47
30	6.70	40.9	68.8 ^{bc}	4.8	0.221 ^a	0.73	1.38	0.43
K (กก. K_2O /ไร่)								
0	6.67	40.4 ^b	68.8 ^{bc}	4.6	0.214	0.88	1.12 ^d	0.55
10	6.68	40.5 ^b	68.4 ^c	4.8	0.216	0.88	1.25 ^c	0.50
20	6.49	41.7 ^b	70.0 ^a	5.0	0.209	0.83	1.43 ^b	0.42
30	6.46	41.3 ^a	69.3 ^b	4.8	0.216	0.75	1.58 ^a	0.43
P x K	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
CV (%)	5.0	2.2	1.4	7.4	6.0	7.8	11.0	16.7

- หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างชนิดกัน กำกับในแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $P > 0.05$
- * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

รายได้และรายจ่ายที่เพิ่มขึ้น จากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน เพื่อเพิ่มผลผลิตของหญ้าอะตราตัมโดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ มีค่าเท่ากันทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นรายจ่ายค่าปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่ใส่ในอัตราต่าง ๆ กันตามที่กำหนดไว้ในสิ่งทดลอง ผลตอบแทนที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยดังกล่าวเป็นเงิน 1,812 บาท ต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียม 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 1,678 บาท และมีแนวโน้มจะได้ผลตอบแทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราสูงหรือต่ำกว่านี้

ตารางที่ 7 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้กับหญ้า
อะตราตัมในอัตราต่าง ๆ กัน

สิ่งทดลอง	ผลผลิตหญ้าสด	รายได้	รายได้เพิ่ม	รายจ่ายค่าปุ๋ย	ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น
P (กก. P_2O_5)	K (กก. K_2O)	กก./ไร่/ปี	(บาท/ไร่/ปี)	(บาท/ไร่/ปี)	(บาท/ไร่/ปี)
0	0	10,132	5,066	0	-
0	10	10,381	5,190	124	49
0	20	12,246	6,123	1,057	907
0	30	11,628	5,814	784	559
10	0	11,420	5,710	644	471
10	10	11,802	5,901	835	587
10	20	13,293	6,646	1,580	1,257
10	30	11,708	5,854	788	390
20	0	11,264	5,632	566	219
20	10	14,350	7,175	2,109	1,687
20	20	14,754	7,377	2,311	1,814
20	30	13,440	6,720	1,654	1,082
30	0	13,666	6,833	1,967	1,247
30	10	12,423	6,212	1,146	551
30	20	12,410	6,205	1,139	469
30	30	14,070	7,035	1,969	1,224

- หมายเหตุ - หญ้าสดราคากิโลกรัมละ 0.50 บาท
- ปุ๋ยทริบิลเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (45% P_2O_5) ราคากิโลกรัมละ 7.80 บาท
 - ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) ราคากิโลกรัมละ 4.50 บาท
 - ผลตอบแทน (ที่เพิ่มขึ้น) = รายได้เพิ่ม - รายจ่ายค่าปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

การทดลองที่ 2 ถั่วคาวาลเคด

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในแปลงทดลองปลูกถั่วคาวาลเคด บริเวณพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม จังหวัดราชบุรี ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 ปรากฏว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และ Total N 1.88 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ มี Avail. P, Exch. K, Exch. Ca และ Exch. Mg ต่ำเพียง 9.5 82 519 และ 150 ppm ตามลำดับ และมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ (pH 5.0) และผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินภายหลังการปลูกถั่วคาวาลเคด ปรากฏว่าในที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะมีปริมาณ Avail. P เหลืออยู่ 13.7 และ 13.2 ppm มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมี Avail. P ในดิน 10.2 และ 5.3 ppm ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูง คือ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 2.80 เปอร์เซ็นต์ มี Exch. K และ Exch. Ca ในดิน 106 และ 376 ppm สูงกว่าในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่ำกว่านี้ ($P < 0.05$) แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ กัน ไม่มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) Total N และ Exch. Mg ในดินเปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.5-5.8, 0.13-0.15 เปอร์เซ็นต์ และ 80-92 ppm ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะมีผลทำให้ Exch. K ในดินเพิ่มขึ้นจาก 66 ppm (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม) เป็น 79, 93 และ 133 ppm เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10, 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ ($P < 0.05$) แต่จะไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ Total N, Exch. Ca, Exch. Mg, และ pH ของดิน ($P > 0.05$) สำหรับ Avail. P ในดินที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10-30 กิโลกรัม K_2O จะมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 9.6-10.2 ppm ต่ำกว่าในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งมี Avail. P 12.2 ppm ($P < 0.05$)

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วขาวเคด โดยใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน

สิ่งทดลอง	คุณสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลองปลูกถั่วขาวเคด						
	PH	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)	Exch. Ca (ppm)	Exch. Mg (ppm)
ดินก่อนการทดลอง	5.0	1.88	0.11	9.5	82	519	150
ดินหลังการทดลอง							
P (กก. P_2O_5 /ไร่)							
0	5.5	1.88 ^c	0.13	5.3 ^c	89 ^b	238 ^b	92
10	5.8	2.48 ^{ab}	0.15	10.2 ^b	86 ^b	191 ^b	83
20	5.6	2.24 ^{bc}	0.15	13.7 ^a	90 ^b	227 ^b	89
30	5.7	2.80 ^a	0.14	13.2 ^a	106 ^a	376 ^a	80
K (กก. K_2O /ไร่)							
0	6.0	2.65	0.15	12.2 ^a	66 ^d	298	82
10	5.5	2.32	0.14	10.2 ^b	79 ^c	266	95
20	5.7	2.31	0.15	10.4 ^b	93 ^b	246	89
30	5.4	2.13	0.13	9.6 ^b	133 ^a	223	79
P x K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	12.3	22.6	19.9	21.8	18.5	33.0	44.6

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวดิ่ง แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของถั่วขาวเคด

การทดลองนี้ปรากฏว่ามีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของถั่วขาวเคดในปีที่ 1 (ตารางผนวกที่ 1) ปีที่ 2 (ตารางผนวกที่ 2) และผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยของถั่วขาวเคดตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ไม่ได้ใส่ทั้งปุ๋ยโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสจะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยของถั่วขาวเคด 298 กิโลกรัมต่อไร่/ปี และผลผลิตดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเป็น 428 และ 526 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่เฉพาะปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียวยุติอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี และจะลดลงถ้าใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราสูงกว่นี้ ขณะที่ในการทดลองใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ นั้น ถ้าใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวมด้วยในอัตรา 10-30 กิโลกรัม P_2O_5 จะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยของถั่วขาวเคดใกล้เคียงกันคือ 497-518 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าถั่วขาวเคดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสหรือใส่เฉพาะโพแทสเซียมอย่างเดียวยุติอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

(376 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวในอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ จะให้ผลผลิต น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วคาวาลเคด 532 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวใน อัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ($P < 0.05$) แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูงกว่า 20 กิโลกรัม K_2O หรือใส่ ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20-30 กิโลกรัม K_2O ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ กัน จะไม่มีผลทำให้ผลผลิต น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วคาวาลเคดเพิ่มขึ้น และบางครั้งอาจทำให้ผลผลิตถั่วดังกล่าวลดลงอีกด้วย จะเห็น ได้ว่าถั่วคาวาลเคดจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมหรือฟอสฟอรัสอย่างเดียวในอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O หรือ 20 กิโลกรัม P_2O_5 ได้ดีเท่า ๆ กับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี แต่การใส่เฉพาะปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวโดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส จะมีปริมาณ Available P (เฉลี่ย) ในดินภายหลังจากการทดลองปลูกถั่วคาวาลเคดเหลืออยู่เพียง 5.3 ppm (ตารางที่ 8) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำ อาจไม่พอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 9 อิทธิพลร่วมของปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วคาวาล เคด (กิโลกรัมต่อไร่)

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กก. K_2O /ไร่)				เฉลี่ย ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)
	0	10	20	30	
0	298 ^c	376 ^b	532 ^a	523 ^a	432
10	428 ^b	497 ^a	452 ^b	428 ^b	451
20	526 ^a	518 ^a	448 ^b	458 ^{ab}	487
30	438 ^b	514 ^a	554 ^a	489 ^{ab}	499
เฉลี่ยปุ๋ยโพแทสเซียม (K)	422	476	497	474	467

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ ($P < 0.05$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขตามแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 75.7$

- $CV = 11.4\%$

เปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ยของถั่วคาวาลเคด

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน จะไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีน เฉลี่ยในถั่วคาวาลเคดเปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 13.3-14.4 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในถั่วคาวาลเคด เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน (เปอร์เซ็นต์)

อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) (กก. P_2O_5 /ไร่)	โปรตีน (%)	อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม (K) (กก. K_2O /ไร่)	โปรตีน (%)
0	14.2 ^a	0	14.4 ^a
10	13.3 ^a	10	13.9 ^a
20	14.2 ^a	20	13.7 ^a
30	13.8 ^a	30	13.5 ^a
P x K		NS	
CV (%)		10.1	

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรชนิดเดียวกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P > 0.05$

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

รายได้และรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน เพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วคาวาลเคด โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ คงที่เท่ากันทุกสิ่งทดลองยกเว้น รายจ่ายค่าปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ใช้ในอัตราต่าง ๆ กัน ตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง ผลตอบแทนที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 ปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 657 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวอัตรา 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียวอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ซึ่งให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 549 484 และ 439 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าจะได้ผลตอบแทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราอื่น ๆ โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียมในอัตราสูงสุดคือ 30 กิโลกรัม P_2O_5 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ จะทำให้ได้ผลตอบแทนน้อยกว่าถั่วคาวาลเคดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยทั้งสองชนิดหรือขาดทุนถึง 88 บาทต่อไร่ต่อปี

อนึ่ง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวในอัตรา 20 และ 30 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วคาวาลเคด ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 10) แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียวอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มว่าจะได้ผลตอบแทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียว หรือปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราดังกล่าวมาข้างต้น เนื่องจากแม่ปุ๋ยฟอสฟอรัสซึ่งใช้ในรูปของทริบเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (45% P_2O_5) มี

ราคาแพงกว่าแม่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้ในรูปของ KCl (60% K_2O) มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การใส่เฉพาะปุ๋ยโพแทสเซียมโดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวมด้วย จะมีผลทำให้ปริมาณ Avail. P ในดินภายหลังจากปลูกถั่ววาลเคดลดลงมาก จนอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชในปีต่อไป ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาสมดุลย์ของธาตุอาหารพืช และรักษาระดับของฟอสฟอรัสในดินไม่ให้ลดลง ควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวมด้วยโดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ววาลเคดเฉลี่ย 497 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 484 บาทต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 11 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้กับถั่ววาลเคด ในอัตราต่างๆ กัน

สิ่งทดลอง	ผลผลิตถั่วแห้ง(87%DM)	รายได้	รายได้เพิ่ม	รายจ่ายค่าปุ๋ย	ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น	
P (กก. P ₂ O ₅)	K (กก. K ₂ O)	กก./ไร่/ปี	(บาท/ไร่/ปี)	(บาท/ไร่/ปี)	(บาท/ไร่/ปี)	
0	0	343	1,029	-	0	-
0	10	432	1,296	267	75	192
0	20	612	1,836	807	150	657
0	30	601	1,803	774	225	549
10	0	492	1,476	447	173	274
10	10	572	1,716	732	248	484
10	20	520	1,560	531	323	208
10	30	492	1,476	447	398	49
20	0	605	1,815	786	347	439
20	10	596	1,788	759	422	337
20	20	515	1,545	516	497	19
20	30	527	1,581	552	572	-20
30	0	504	1,512	483	520	-37
30	10	591	1,773	744	595	149
30	20	637	1,911	882	670	212
30	30	562	1,686	657	745	-88

หมายเหตุ - ถั่ววาลเคดแห้งราคา กิโลกรัมละ 3 บาท

- ปุ๋ยทริบิลแคลเซียมฟอสเฟต (45% P_2O_5) ราคา กิโลกรัมละ 7.80 บาท

- ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) ราคา กิโลกรัมละ 4.50 บาท

- ผลตอบแทน (ที่เพิ่มขึ้น) = รายได้เพิ่ม - รายจ่ายค่าปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

สรุปผลการทดลอง

1. ผลผลิตน้ำหนักร้าง

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักร้างของหญ้าอะตราดัมและถั่วคาวาลเคด ที่ปลูกในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม บริเวณตำบลเขาชะงุ้ม จังหวัดราชบุรีเพิ่มขึ้นดังต่อไปนี้

ในหญ้าอะตราดัมการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 20 หรือ 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี จะให้ผลผลิตน้ำหนักร้างใกล้เคียงกัน เฉลี่ย 3,323 และ 3,232 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลตอบแทนสูงสุดที่ 1,814 และ 1,687 บาทต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในอัตราสูงหรือน้อยนอกเหนือจากนี้ ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักร้างหรือผลตอบแทนสูงขึ้น แต่อาจจะลดลงได้เนื่องจากมีปฏิกริยาสัมพันธ์ของปุ๋ยทั้งสอง

ในถั่วคาวาลเคดการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม หรือปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียวนในอัตราสูงขึ้น มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักร้างของถั่วคาวาลเคดเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึง 20 กิโลกรัม K_2O หรือ 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักร้างเฉลี่ย 532 และ 526 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี (497 กิโลกรัมต่อไร่) และผลผลิตน้ำหนักร้างของถั่วคาวาลเคดจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ถ้าใส่ปุ๋ยดังกล่าวในอัตราสูงขึ้น ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเดียว ในอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ต่อปี มีแนวโน้มว่าจะให้ผลตอบแทนจากถั่วคาวาลเคดสูงสุดคือ 657 บาทต่อไร่ต่อปี

2. ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราดัม อาทิเช่น เปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย (ADF) ลิกนิน และโพแทสเซียมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราต่าง ๆ กัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.42-6.70, 40.8-41.1, 4.8 และ 1.32-1.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ยกเว้นเยื่อใย (NDF) และฟอสฟอรัสเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กันไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีน ลิกนิน และฟอสฟอรัสในหญ้าอะตราดัมเปลี่ยนแปลง จะมีเพียงเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูงขึ้น สำหรับเปอร์เซ็นต์โปรตีนในถั่วคาวาลเคดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ กัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 13.3-14.4 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินงานวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี และกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ที่มีส่วนช่วยให้การดำเนินงานตามโครงการนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ อธิพิล เผ่าไพศาล อรอนงค์ ตันวิเชียร ชาญชัย มณีดุลย์ และมงคล หาญกล้า. 2530. การประเมินสถานะธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเวอร์นาไนสไตโลในชุดดินอุบล รายงานประจำปี 2530. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 144-165.
- เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ วิรัช สุขสราญ อธิพิล เผ่าไพศาล. 2539. อิทธิพลของชนิดและอัตราปุ๋ย ฟอสฟอรัสที่มีต่อถั่วเวอร์นาไนสไตโล ปลูกในสวนปาล์มคาลิปัตส. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 25-32.
- กานดา นาคมนี ศศิธร ถิ่นนคร วิรัช สุขสราญ และวารุณี พานิชผล. 2545. อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ารัฐี (1) ในชุดดินปากช่อง. รายงาน ผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2545 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 175-191.
- กองอาหารสัตว์. 2545. เอกสารคำแนะนำถั่วควาลเคด. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า
- จรีรัตน์ สัจจิตานนท์ เฉลิมเกียรติ วายุกิจ ปรัชญา ปรัชญาลักษณ์ และชาญชัย มณีดุลย์ 2526. อัตรา ปุ๋ยที่เหมาะสมกับหญ้ารัฐีที่จังหวัดชุมพร. รายงานผลงานวิจัย สาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี 2526 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 73-95.
- วิรัช สุขสราญ อธิพิล เผ่าไพศาล และเฉลิม ศรีชู. 2541 ก. การตอบสนองต่อปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมี ของหญ้าชิกแนลเลื่อยในชุดดินอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. กอง อาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 150-163.
- วิรัช สุขสราญ จีระพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์ และเถลิงศักดิ์ โนนทวงศ์. 2541 ข. การตอบสนองต่อปุ๋ย ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้. รายงาน ผลงานวิจัยประจำปี 2540. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 99-117.

ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนี่ วิรัช สุขสราญ อุดร ศรีแสง. 2541. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสที่มีต่อผลผลิตหญ้าชิกแนลลอนในชุดดินปากช่อง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 229-242.

สมเจตน์ จันทวัฒน์ ศุภมาศ พานิชย์ศักดิ์พัฒนา จงรักษ์ จันทระเจริญสุข วิโรจน์ อัมพัทักษ์ และอัญชลี สุทธิประการ. 2526. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 673 หน้า.

Ademosun, A.A., 1973. A review of research on the evaluation of herbage crops and natural grassland in Nigeria. Trop. Grassl. 7. P 285 – 296.

Reneau, R.B., G.D. Jones and B. Friedericks. 1983. Effect of P and K on Yield and Chemical Composition of Forage Sorghum. Agron. J. 75. p 5 – 8.

ตารางผนวกที่ 1 อิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของถั่ว
คาวาลเคดในปีที่ 1 (ตัด 3 ครั้ง)

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กก. K_2O /ไร่)				เฉลี่ย ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)
	0	10	20	30	
0	334 ^b	398 ^b	510 ^{ab}	580 ^a	456
10	490 ^a	491 ^{ab}	466 ^b	406 ^b	463
20	534 ^a	515 ^a	449 ^b	494 ^{ab}	498
30	459 ^a	563 ^a	569 ^a	523 ^a	528
เฉลี่ยปุ๋ยโพแทสเซียม (K)	454	492	498	501	486

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ ($P < 0.05$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าตัวเลขในแต่ละแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 92.4$

- $CV = 13.3\%$

ตารางผนวกที่ 2 อิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของถั่ว
คาวาลเคดในปีที่ 2 (ตัด 2 ครั้ง)

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กก. K_2O /ไร่)				เฉลี่ย ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)
	0	10	20	30	
0	262 ^c	353 ^b	555 ^a	466 ^a	409
10	366 ^b	504 ^a	438 ^b	450 ^a	440
20	517 ^a	521 ^a	446 ^b	422 ^a	477
30	416 ^b	465 ^a	540 ^{ab}	455 ^a	469
เฉลี่ยปุ๋ยโพแทสเซียม (K)	390	461	495	448	449

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ ($P < 0.05$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าตัวเลขในแต่ละแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 99.8$

- $CV = 15.6\%$