

การตอบสนองต่อปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีของหญ้าชิกแนลเลื่อย ในชุดดินอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้*

วิรัช สุขสรณ^{1/}อิทธิพล เผ่าไพศาล^{2/}เจลิยา ศรีฐ^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลการตอบสนองต่อปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีของหญ้าชิกแนลเลื่อย (*Brachiaria humidicola*) ในดินทรายชุดอุบล บริเวณสถานีอาหารสัตว์ทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ระหว่างเดือนเมษายน 2535 ถึงตุลาคม 2539 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block มี Main plot ประกอบด้วยไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด การใช้ถั่วพรี ปอเทือง และโสนอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสด ส่วน Sub-plot ประกอบด้วยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี 0-10-10, 10-10-10 และ 20-10-10 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อยหลังจากไถกลบปุ๋ยพืชสดแล้ว 15 วัน ผลการทดลองปรากฏว่าถั่วพรีและปอเทือง ตัดที่อายุ 60 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพใกล้เคียงกัน และสูงกว่าโสนอัฟริกัน แต่พืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด ให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพต่ำ จึงไม่มีผลทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดิน ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าชิกแนลเลื่อยเปลี่ยนแปลง

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตรา อย่างละ 10 กิโลกรัม P₂O₅ และ K₂O (0-10-10) ต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าชิกแนลเลื่อยตลอดการทดลองเพิ่มขึ้นจาก 1,592.5 กิโลกรัม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) เป็น 2,035.2 กิโลกรัมต่อไร่ และจะเพิ่มขึ้นเป็น 2,180.6 และ 2,317.6 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม N (10-10-10 และ 20-10-10) ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และมีแนวโน้มที่จะให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ หญ้าชิกแนลเลื่อยที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง (20-10-10) ประกอบด้วยโปรตีน 9.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าหญ้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตรอื่นๆ และการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตราทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ส่วน Hemicellulose ลดลง แต่ไม่มีผลทำให้ ADF NDF และ NDS ในพืชเปลี่ยนแปลง

* โครงการวิจัยลำดับที่ 35-1302-36

^{1/} กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

^{2/} ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท จังหวัดชัยนาท

^{3/} ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช

**Response of Creeping Signal Grass (*Brachiaria humidicola*) to Green
Manures and Mixed Fertilizers on Ubon Soi Series
in Thung Kula Ronghai ***

Wiruch Suksaran^{1/} Ittipon Pawpisan^{2/} Chaliao Srichoo^{3/}

Abstract.

This study was conducted to investigate the effect of green manures and mixed fertilizers application on dry matter yield and chemical composition of creeping signal grass (*Brachiaria humidicola*) on Ubon soil series in Thung Kula Ronghai location, Roi - Et province, during April 1992 to October 1996. The experimental design was split plot in randomized complete block which main plots comprised of control and 3 legume species for green manure viz *Crotalaria microcapa*, *Crotalaria juncea* and *Sesbania rostrata*. The sub - plots were control (0-0-0) and 3 mixed fertilizers viz 0 - 10 - 10 , 10 - 10 - 10 and 20 - 10 - 10 kg N - P₂O₅ - K₂O/rai /year. Grasses were planted 15 days after green manure ploughing. The result was shown that the bio-mass yield (cut at 60 days) of *C. microcapa* and *C. juncea* were higher than *S. rostrata*, but all three legume species for green manure gave very low yield, so there was no effect of green manure on soil chemical properties as well as dry matter yield and nutritive value of creeping signal grass.

Dry matter yield of creeping signal grass had increased from 1,592.5 kg/rai (control) to 2,035.2, 2,180.6 and 2,317.6 kg/rai by mixed fertilizers application 0 - 10 - 10, 10 - 10 - 10 and 20 - 10 - 10 kg N - P₂O₅ - K₂O/rai/year respectively and the net profit had tendency to increase in the same way. About nutritive value, with higher nitrogen rate of mixed fertilizer (20 - 10 - 10), the higher protein percentage of forage grass (9.1 %protein) was obtained. The phosphorus and potassium percentage were increased by chemical fertilizers application except hemicellulose and however ADF NDF and NDS content were not changed throughout the experiment.

* Research Project No. 35 - 1302 - 36

^{1/} Forage crop Sesearch Group. Animal Nutrition Division, Bangkok

^{2/} Chainat Animal Nutrition Research Center. Chainat Province

^{3/} Nakornsrihumarat Animal Nutrition Research Center. Nakornsrihumarat Province.

พืชสดส่วน Sub-plot มี 4 ปัจจัย ประกอบด้วยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี 0-10-10, 10-10-10 และ 20-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ต่อปี ตามลำดับ

เตรียมแปลงทดลองขนาด 3x4 เมตร จำนวน 64 แปลง ก่อนปลูกพืชตระกูลถั่ว 21 วัน ใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยคอก ทุกแปลงในอัตราไร่ละ 100 และ 500 กิโลกรัม ตามลำดับ ปลูกถั่วพรี ปอเทือง และโสนอัฟริกัน เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2535 โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น 50x25 เซนติเมตร 2 ต้น ต่อหลุมแล้วไถกลบพืชตระกูลถั่วดังกล่าว เมื่ออายุครบ 60 วัน เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดตามวิธีของปรัชญาและคณะ (2533) และปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อย หลังจากไถกลบพืชตระกูลถั่ว 15 วัน (9 กันยายน 2535) โดยใช้ท่อนพันธุ์ปลูกระยะ 50x50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อนต่อหลุม ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46%N) ทริบิลิซูเปอร์ ฟอสเฟต (45% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) ตามลำดับ โดยใส่ปุ๋ยทริบิลิซูเปอร์ฟอสเฟตทั้งหมดและปุ๋ยยูเรียกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างละครึ่งหนึ่ง ก่อนปลูกหญ้าแล้วสับดินกลบ ส่วนปุ๋ยเคมีที่เหลือใส่หลังจากตัดหญ้าครั้งที่ 1 สำหรับในปีที่ 2 ทำการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งแรกภายหลังการตัดหญ้าครั้งแรกตอนต้นฤดูฝน และใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 หลังจากตัดหญ้าครั้งที่ 2 ทำการกำจัดวัชพืชหลังจากปลูกหญ้า 3 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล เก็บตัวอย่างดิน ก่อนการเตรียมดิน ขณะปลูกพืชตระกูลถั่วและหลังจากปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อย 15 วัน เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน เช่น pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ Total N ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในดิน ทำการตัดหญ้าเพื่อหาผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงจากผิวดิน 15 เซนติเมตร โดยตัดหญ้าครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน และตัดหญ้าในปีแรกได้เพียงครั้งเดียว ส่วนปีที่ 2 ตัดหญ้าครั้งแรกต้นฤดูฝน (8 มิถุนายน 2536) และตัดหญ้าครั้งต่อไปทุก 45 - 50 วัน สามารถตัดหญ้าในปีที่สองได้ 3 ครั้ง เก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าแห้งแปลงโดยเว้นขอบแปลง 50 เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักหญ้าสด และสุ่มตัวอย่างหญ้าสดจำนวน 1,000 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เพื่อหาผลผลิตน้ำหนักแห้ง และวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของพืช อาทิเช่น ปริมาณโปรตีน (CP) Neutral detergent fiber (NDF) Neutral detergent soluble (NDS) Acid detergent fiber (ADF) Hemicellulose ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในพืช รวบรวมข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลผลิตทางมวลชีวภาพ (Bio - mass) และส่วนประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด

ผลผลิตทางมวลชีวภาพและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วพรี ปอเทือง และโสนอัฟริกัน ก่อนไถกลบทำปุ๋ยพืชสดเมื่ออายุ 60 วัน หลังปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 1 ปรากฏว่าถั่วพรีและปอเทืองให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพใกล้เคียงกันคือ 137.4 และ 130.4 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้งต่อไร่ สูงกว่าโสนอัฟริกัน ซึ่งให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพ 55.0 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้งต่อไร่ ($P < 0.05$) จะเห็นได้ว่าผลผลิตทางมวลชีวภาพของการทดลองนี้มีค่าต่ำเมื่อ

เปรียบเทียบกับผลผลิตทางมวลชีวภาพของถั่วพรางและปอเทืองในชุดดินวาริน มีค่าเท่ากัน คือ 484 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ (ประสาธ และคณะ, 2533) เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในถั่วพรางมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ ปอเทือง และโสนอัฟริกัน ซึ่งมีค่า 3.4, 2.8 และ 2.0 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ($P < 0.05$) ส่วนเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในถั่วพรางกับโสนอัฟริกัน มีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.024 และ 0.026 เปอร์เซนต์ตามลำดับ สูงกว่าปอเทือง ซึ่งมีฟอสฟอรัส 0.018 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$) สำหรับเปอร์เซนต์โปแตสเซียมในโสนอัฟริกัน มีค่า 0.89 เปอร์เซนต์ สูงกว่าถั่วพรางและปอเทืองซึ่งมีค่า 0.71 และ 0.62 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลูกพืชตระกูลถั่วสำหรับใช้ทำปุ๋ยพืชสด ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ติดมากับชิ้นส่วนของพืชที่ถูกไถกลบลงไปในดิน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ปรากฏว่าถั่วพรางให้ธาตุอาหารพืช 4.7-0.032-0.97 กิโลกรัม N-P-K (โดยน้ำหนักแห้ง) สูงกว่าปอเทือง และโสนอัฟริกัน จะเห็นว่าปุ๋ยพืชสดจากการทดลองนี้ให้ธาตุอาหารพืชต่ำกว่าผลการทดลองของ พรพนทิพา และแสง (2533) ที่พบว่าการใช้โสนเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถให้ธาตุไนโตรเจนสูงถึง 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 50-75 เปอร์เซนต์ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดของการทดลองนี้ให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพต่ำ ถ้าจะให้ได้ผลดีควรมีการศึกษาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตทางมวลชีวภาพของพืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดให้สูงขึ้นโดยการใส่ปุ๋ยเคมีก่อนปลูกพืชตระกูลถั่วด้วย และเมื่อไถกลบพืชสดลงไปในดินจะถูกย่อยสลายเป็นอินทรีย์วัตถุ และปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพญาในเวลาต่อมา นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังช่วยเพิ่มค่า CEC ของดินทรายให้สูงขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชไว้ให้พญาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 ผลผลิตน้ำหนักแห้งทางมวลชีวภาพและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วพราง ปอเทือง และโสนอัฟริกัน ที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด

ชนิดปุ๋ยพืชสด	ผลผลิตน้ำหนักแห้งทางมวลชีวภาพ (กก./ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่ โดยวัตถุแห้ง)			ส่วนประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด (% โดยวัตถุแห้ง)		
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแตสเซียม	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแตสเซียม
ถั่วพราง	137.4 ^a	4.7 ^a	0.032 ^a	0.97 ^a	3.4 ^a	0.024 ^a	0.71 ^b
ปอเทือง	130.4 ^a	3.0 ^b	0.019 ^b	0.65 ^{ab}	2.8 ^b	0.018 ^b	0.62 ^b
โสนอัฟริกัน	55.0 ^b	1.1 ^c	0.014 ^b	0.48 ^b	2.0 ^c	0.026 ^a	0.89 ^a
CV (%)	30.0	27.3	24.9	27.9	9.7	7.4	7.2

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันกำกับอยู่ในแนวดัง ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ชุดดินอุบลที่ใช้ในการทดลอง จัดเป็นดินทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการเตรียมดิน และขณะปลูกพืชตระกูลถั่ว (หลังจากการใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยขาว 21 วัน) แสดงไว้ในตารางที่ 2 สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของดินภายหลังจากปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อย 15 วัน หรือระยะเวลา 30 วัน หลังจากไถกลบปุ๋ยพืชสด ซึ่งอยู่ในช่วงระยะเวลาที่ปุ๋ยพืชสด สามารถปลดปล่อยธาตุอาหาร ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้มาก (ปริญญ และคณะ 2533) แสดงให้เห็นในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน ก่อนการเตรียมดินและขณะปลูกพืชตระกูลถั่ว

คุณสมบัติทางเคมีของดิน		ระยะเวลาเก็บตัวอย่างดิน		
		ก่อนการเตรียมดิน	ขณะปลูกพืชตระกูลถั่ว	
pH	(%)	4.04	4.51	(กรดจัด)
Organic matter	(%)	1.22	1.39	(ค่อนข้างต่ำ)
Total N.	(ppm)	0.03	0.03	(ต่ำมาก)
Available P	(ppm)	9.0	9.6	(ค่อนข้างต่ำ)
Exchangeable K	(ppm)	7.8	19.6	(ต่ำมาก)
Ca	(ppm)	68.0	388.0	(ต่ำ)
Mg	(ppm)	24.3	32.8	(ต่ำมาก)

จากตารางที่ 3 ปรากฏว่า การใช้ถั่วพรว้า, ปอเทือง และโสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่มีผลทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินในระยะหลังจากปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อย 15 วัน เปลี่ยนแปลง เนื่องจากผลผลิตทางมวลชีวภาพของปุ๋ยพืชสดที่ใช้มีปริมาณน้อย (ตารางที่ 1) จึงไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารพืชในดินให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามในการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีส่วนประกอบของธาตุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตราอย่างละ 10 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแคลเซียมได้ในดินเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ครบทั้ง 3 ธาตุ ($P < 0.05$) แต่ปฏิกิริยาดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ Total N และแมกนีเซียมในดิน ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อได้รับปุ๋ยเคมีชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของดิน ระยะหลังจากปลูกหญ้าชิกแนลเลื้อย 15 วัน

สิ่งทดลอง	องค์ประกอบทางเคมีของดิน						
	pH	OM (%)	Total N (%)	Avail.P (ppm)	Exch.K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
ปุ๋ยพืชสด							
ไม้ไผ่	5.4 ^a	1.13 ^a	0.031 ^a	19.4 ^a	19.2 ^a	256 ^a	20.7 ^a
ถั่วพรี	5.3 ^a	1.31 ^a	0.029 ^a	19.0 ^a	22.3 ^a	218 ^a	19.4 ^a
ปอเทือง	5.5 ^a	1.13 ^a	0.031 ^a	21.1 ^a	23.5 ^a	278 ^a	27.9 ^a
โสนอัฟริกัน	5.4 ^a	1.13 ^a	0.029 ^a	17.3 ^a	19.2 ^a	262 ^a	20.7 ^a
CV (%)	9.9	28.9	16.7	33.6	39.0	34.9	51.0
ปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O (กก./ไร่)							
0-0-0	5.3 ^a	1.14 ^a	0.030 ^a	11.9 ^c	14.5 ^b	230 ^c	21.9 ^a
0-10-10	5.4 ^a	1.11 ^a	0.031 ^a	19.9 ^b	24.6 ^a	238 ^{bc}	20.7 ^a
10-10-10	5.5 ^a	1.19 ^a	0.030 ^a	24.9 ^a	21.9 ^a	288 ^a	23.1 ^a
20-10-10	5.4 ^a	1.26 ^a	0.031 ^a	20.0 ^b	23.1 ^a	256 ^b	23.1 ^a
CV (%)	6.6	17.2	13.0	32.0	20.9	17.7	25.4
Interaction	NS	NS	NS	**	*	NS	NS

หมายเหตุ

- ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันกำกับอยู่ในแนวดิ่ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
- * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
- ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าชิกแนลเลื้อย

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าชิกแนลเลื้อยตลอดการทดลองจากการตัดหญ้า 1 ครั้ง ในปีแรก และตัดได้อีก 3 ครั้งในปีที่ 2 แสดงให้เห็นในตารางที่ 4 ผลปรากฏว่า หญ้าชิกแนลเลื้อยไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยพืชสดที่ทำมาจากถั่วพรี ปอเทือง และโสนอัฟริกัน เนื่องจากผลผลิตทางมวลชีวภาพของพืชดังกล่าวมีค่าต่ำ (ตารางที่ 1) จึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าได้ (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมีที่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอย่างละ 10 กิโลกรัม P₂O₅ และ K₂O (0-10-10) ต่อไร่ต่อปี จะช่วยให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าชิกแนลเลื้อยเพิ่มขึ้นจาก 1,592.5 กิโลกรัมต่อไร่ (ไม้ใส่ปุ๋ยเคมี) เป็น 2,035.2 กิโลกรัม

ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม ไนโตรเจน (10-10-10) และ 20 กิโลกรัม ไนโตรเจน (20-10-10) ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าชิกแนลเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 2,180.6 และ 2,317.1 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 4

ผลผลิตโปรตีน

การใส่ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผลผลิตโปรตีนของหญ้าชิกแนลเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกันกับผลผลิตน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 4) กล่าวคือ ผลผลิตโปรตีนของหญ้าชิกแนลเฉลี่ยที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดชนิดต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 169.8 ถึง 180.1 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ให้ผลผลิตโปรตีนสูงสุด 211.5 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-10, 0-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ และไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตโปรตีน 186.6 165.9 และ 138.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตโปรตีนรวมของหญ้าชิกแนลเฉลี่ย เมื่อได้รับปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีอัตราแตกต่างกัน (กิโลกรัมต่อไร่)

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าชิกแนลเฉลี่ย (กก./ไร่)					ผลผลิต
	ปีที่ 1 (ตัด 1 ครั้ง)	ปีที่ 2			รวมทั้งหมด	โปรตีนรวม (กก./ไร่)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ปุ๋ยพืชสด						
ไม้ไผ่	329.5 ^a	1013.1 ^a	425.9 ^a	269.6 ^a	2042.0 ^a	179.9 ^a
ถั่วพราง	393.9 ^a	988.5 ^a	386.2 ^a	361.7 ^a	2005.5 ^a	172.3 ^a
ปอเทือง	370.2 ^a	1012.6 ^a	425.4 ^a	274.6 ^a	2082.7 ^a	180.1 ^a
โสนอัฟริกัน	347.5 ^a	1023.5 ^a	374.4 ^a	257.2 ^a	1995.1 ^a	169.8 ^a
CV (%)	26.7	12.6	17.7	25.0	12.4	17.2
ปุ๋ย N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)						
0-0-0	308.4 ^b	751.8 ^b	316.6 ^c	212.4 ^b	1592.5 ^d	138.2 ^d
0-10-10	365.9 ^a	1012.9 ^a	388.7 ^{bc}	269.6 ^{ab}	2035.2 ^c	165.9 ^c
10-10-10	376.2 ^a	1114.9 ^a	432.8 ^{ab}	285.5 ^a	2180.6 ^b	186.6 ^b
20-10-10	390.6 ^a	1158.1 ^a	473.8 ^a	295.7 ^a	2317.1 ^a	211.5 ^a
CV (%)	11.6	1.08	10.4	20.4	7.1	11.9
Interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันกำกับอยู่ในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าชิกแนลเลื่อย

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีต่อส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าชิกแนลเลื่อยแสดงให้เห็นในตารางที่ 5 ปรากฏว่าการใช้ถั่วพรีโปเทือง และสโนว์อ์ฟริกกันเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ADF NDF NDS Hemicellulose ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหญ้าชิกแนลเลื่อย

การใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ส่วนประกอบทางเคมีบางอย่างของหญ้าชิกแนลเลื่อยเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 5) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โปรตีน เป็นสารที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ (ยงยุทธ และ สุรเดช 2521) จัดเป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ทุกชนิด และหญ้าชิกแนลเลื่อยที่ได้รับปุ๋ย 20-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ มีโปรตีนอยู่สูงถึง 9.1 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหญ้าที่ได้รับปุ๋ย 0-10-10 และ 10-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ($P < 0.05$) จะเห็นว่า หญ้าชิกแนลเลื่อยที่ได้รับปุ๋ยรองพื้นอัตราเท่ากันคือ อย่างละ 10 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงขึ้น จะทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในหญ้าชิกแนลเลื่อยเพิ่มขึ้น เป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการทดลองในหญ้าเนเปียร์ หญ้ามอริซัส และหญ้ารูซี่ ของ ทิพา และ คณะ (2534) และในหญ้ากินนีสีม่วง ของอุทัย และคณะ (2535) เป็นที่น่าสังเกตว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนของหญ้าชิกแนลเลื่อยที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี (0-0-0) มีค่าเท่ากับ 8.7% ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 20-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ เนื่องจากขบวนการลดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช (Dilution effect) กล่าวคือ หญ้าชิกแนลเลื่อยที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี แม้ว่าจะสังเคราะห์โปรตีนได้น้อย แต่หญ้างดงกล่าวให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำ มีผลทำให้ความเข้มข้นของโปรตีนในหญ้า คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ADF เป็นส่วนหนึ่งของเยื่อในพวกร Cellulose Lignin มี Cutin และ Acid insoluble ash เป็นส่วนประกอบบ้างเล็กน้อย ซึ่งสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ประโยชน์จาก Cellulose ได้ ADF ในหญ้าชิกแนลเลื่อยจะไม่ได้รับผลกระทบจากการใส่ปุ๋ยเคมี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 39.9 ถึง 40.5 เปอร์เซ็นต์

NDF เป็นส่วนหนึ่งของเยื่อใยรวม หรือผนังเซลล์ทั้งหมด ถ้ามีส่วนประกอบของ NDF ในปริมาณสูง สัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง และจากการทดลองนี้พบว่า ปุ๋ยเคมีไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของ NDF ในหญ้า ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 7.6 ถึง 7.8 เปอร์เซ็นต์

NDS คือส่วนประกอบที่มีอยู่ในเซลล์พืชหรือ Cell contents ทั้งหมด และเป็นส่วนที่สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ NDS ในหญ้าชิกแนลเลื่อยที่ไม่ได้รับ และได้รับปุ๋ยเคมีแต่ละสูตร มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 27.2 ถึง 27.4 เปอร์เซ็นต์

Hemicellulose เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ส่วนที่ 2 ของพืช เป็นสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ สัตว์ทุกชนิดไม่มีน้ำย่อยสำหรับย่อย Hemicellulose ได้ แต่จุลินทรีย์ในระบบย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องม้าและกระต่าย สามารถย่อย Hemicellulose ได้ สำหรับหญ้าชิกแนลเลื่อยที่ได้รับปุ๋ย 10-10-10 และ 20-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ มีส่วนประกอบของ Hemicellulose เท่ากันคือ 32.2 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าในหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (0-0-0) ซึ่งมีค่า 32.9 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารชนิดหนึ่งที่ต้องพิจารณาการเจริญเติบโตของสัตว์ การใส่ปุ๋ยเคมีที่มี ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นส่วนประกอบอยู่อย่างละ 10 กิโลกรัม ต่อไร่ จะช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในหญ้าชิก แนลเลื่อย จาก 0.13 เป็น 0.22 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการ ศึกษาสถานะธาตุอาหารพืชสำหรับหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินยโสธร โคราข น้ำพอง และชุดดินวาริน ของ เกียรติสุริยา และคณะ (2538) ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงขึ้น ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในหญ้าเปลี่ยนแปลง จะ เห็นได้ว่าหญ้าชิกแฉลเลื่อยที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชเพียง 0.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่า ความต้องการต่ำสุดในอาหารสัตว์ คือ 0.18% (McDowell และคณะ, 1976) จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของ ฟอสฟอรัสด้วย

โพแทสเซียม การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างละ 10 กิโลกรัม (0-10-10) มีผลทำให้ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหญ้าชิกแฉลเลื่อยมีค่าสูงสุด 0.87 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าในหญ้าที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรวม ด้วยอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (20-10-10) และสูงกว่าหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหญ้าชิกแฉลเลื่อยทุกการทดลองมีค่าสูงกว่าความต้องการต่ำสุด ในอาหารสัตว์ (McDowell และคณะ, 1976)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าชิกแฉลเลื่อย เมื่อได้รับปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าชิกแฉลเลื่อย (%) โดยวัตถุแห้ง						
	CP	ADF	NDF	NDS	Hemicellulose	P	K
ปุ๋ยพืชสด							
ไม่ใส่	8.8 ^a	39.9 ^a	72.4 ^a	27.6 ^a	32.5 ^a	0.19 ^a	0.82 ^a
ถั่วพว้า	8.6 ^a	40.5 ^a	73.0 ^a	27.0 ^a	32.5 ^a	0.20 ^a	0.80 ^a
ปอเทือง	8.6 ^a	40.3 ^a	72.4 ^a	27.6 ^a	32.2 ^a	0.20 ^a	0.79 ^a
โสนอัฟริกัน	8.4 ^a	40.1 ^a	72.8 ^a	27.2 ^a	32.7 ^a	0.19 ^a	0.81 ^a
CV (%)	10.0	1.4	2.6	6.9	5.3	14.6	13.4
ปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O (กก./ไร่)							
0-0-0	8.7 ^{ab}	39.9 ^a	72.8 ^a	27.2 ^a	32.9 ^a	0.13 ^b	0.70 ^c
0-10-10	8.1 ^b	40.0 ^a	72.7 ^a	27.3 ^a	32.5 ^{ab}	0.22 ^a	0.87 ^a
10-10-10	8.5 ^b	40.3 ^a	72.6 ^a	27.4 ^a	32.2 ^b	0.21 ^a	0.84 ^{ab}
20-10-10	9.1 ^a	40.5 ^a	72.6 ^a	27.4 ^a	32.2 ^b	0.21 ^a	0.81 ^b
CV (%)	7.8	1.6	1.4	3.7	2.2	12.9	9.0
Interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันกำกับอยู่ในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ 0.95

- NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.95

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

รายได้และรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของหญ้าชิกแนลเลื่อย (รวม 2 ปี) โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายของการทดลองใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละสูตรเท่ากัน ยกเว้นค่าปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งได้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นตามที่ แสดงไว้ในตารางที่ 6 ปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O (0-10-10) ต่อไร่จะได้รายได้เพิ่มขึ้น 1,054 บาท เมื่อหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ไป 496 บาท จึงเหลือผลตอบแทนที่จะได้รับเพิ่มขึ้น 558 บาทต่อไร่ และผลตอบแทนจะเพิ่มขึ้นเป็น 634 และ 690 บาทต่อไร่ ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วยในอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม N (10-10-10 และ 20-10-10) ต่อไร่ ต่อปี ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละสูตรปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของหญ้าชิกแนลเลื่อย (ระยะเวลา 2 ปี) ในชุดดินอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้

ปุ๋ย $N-P_2O_5-K_2O$ (กก./ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี (บาท/ไร่)				ผลผลิต น้ำหนักสด	รายได้	รายได้เพิ่ม	ผลตอบแทน ที่เพิ่มขึ้น
	N	P	K	รวม	(กก./ไร่)	(บาท/ไร่)	(บาท/ไร่)	(บาท/ไร่)
0-0-0	0	0	0	0	7,580	3,790	-	-
0-10-10	0	346	150	496	9,688	4,844	1,054	+558
10-10-10	270	346	150	766	10,380	5,190	1,400	+634
20-10-10	540	346	150	1,036	11,032	5,516	1,726	+690

หมายเหตุ

ปุ๋ยยูเรีย (46%N) ราคา กิโลกรัมละ 6.20 บาท

ปุ๋ยทริบิลูเฟอโรฟอสเฟต (45% P_2O_5) ราคา กิโลกรัมละ 7.80 บาท

ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) ราคา กิโลกรัมละ 4.50 บาท

หญ้าสดราคา กิโลกรัมละ 0.50 บาท

สรุป

1. พืชตระกูลถั่วที่ปลูกเพื่อใช้ทำปุ๋ยพืชสดในดินทรายชุดอุบล ให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพค่อนข้างต่ำ โดยถั่วพรางและปอเทืองให้ผลผลิต 137.4 และ 130.4 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มากกว่าโสนอัฟริกันซึ่งให้ผลผลิต 55.0 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ และพืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิด ให้ผลผลิตทางมวลชีวภาพต่ำ จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินผลผลิต และคุณภาพของหญ้าชิกแนลเลื่อย

2. หญ้าชิกแนลเลื่อยตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งตลอดการทดลองเพิ่มขึ้นจาก 1592.5 กิโลกรัมต่อไร่ (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี) เป็น 2,035.2 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O (0-10-10) ต่อไร่ ผลผลิตหญ้าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2180.6 และ 2317.1 กิโลกรัมต่อไร่ และมีแนวโน้มว่าจะได้ผลตอบแทนมากขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วยในอัตรา 10 และ 20 กิโลกรัม N (10-10-10 และ 20-10-10) ต่อไร่ ตามลำดับ

3. การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียมอัตราอย่างละ 10 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในหญ้าชิกแนลเลื่อยเพิ่มขึ้น และจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตราดังกล่าวนั้น ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วยในอัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในหญ้ามักสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่การใส่ปุ๋ยเคมีทั้ง 3 สูตร ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ ADF NDF และ NDS เปลี่ยนแปลง

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ถั่วพรางและปอเทืองปลูกแล้วไถกลบทำเป็นปุ๋ยพืชสดบริเวณพื้นที่ดอน ดินร่วนปนทราย - ดินทราย ถ้าจะให้ผลดีจำเป็นต้องปรับปรุงดินบ้าง และใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางมวลชีวภาพ (Bio - mass) ของพืชตระกูลถั่วดังกล่าวให้มากพอเพียงที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของดินในทางที่ดีขึ้น และเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าที่จะปลูก

2. ถ้าจะใช้พืชตระกูลถั่วปรับปรุงบำรุงดิน ควรปลูกทันทีที่ฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคม แล้วไถกลบทำเป็นปุ๋ยพืชสดประมาณเดือนกรกฎาคม จะมีช่วงเวลาที่พืชเจริญเติบโตมากขึ้น ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าในปีแรกได้อย่างน้อย 2 ครั้ง

3. การปลูกหญ้าชิกแนลเลื่อยให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีในสภาพดังกล่าวมาข้างต้น ควรใส่ปุ๋ยเคมี 20 - 10 - 10 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยเคมีที่มีจำหน่ายทั่วไป เช่นปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 67 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย (46 % N) อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการฯ และเจ้าหน้าที่ของสถานีอาหารสัตว์ทุ่งกุลาร้องไห้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ที่อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือจนการดำเนินงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ จีรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์ วิรัช สุขสราญ และศศิธร ถิ่นนคร 2539. การประเมินสถานะธาตุอาหารพืชสำหรับพืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2. สถานะธาตุอาหารพืช สำหรับหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินยโสธร โคราช น้ำพอง และชุดดินวาริน. ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการปศุสัตว์ครั้งที่ 15 ณ โรงแรมเอเชีย ราชเทวี กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 4-6 กันยายน 2539. หน้า 407-428
- ไพบูลย์ รัตนประทีป. 2531. การใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตของพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานสัมมนา "การปลูกพืชในดินเลว" ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 23-27 พค. 2533 ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น, หน้า 331-365
- พรรณทิพา วิเชียรสรรค์ และแสง รวยสูงเนิน. 2533. ศักยภาพ และข้อจำกัดของเทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องการปรับปรุงดิน และพืชเพื่อพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14-16 พฤศจิกายน 2533. 381 น.
- ทิพา บุญยะวิโรจ จีระวัชร เข็มสวัสดิ์ แสงอรุณ สมุทรักษ์ จันทกานต์ อรณันท์ และชาญชัย มณีดุริย์. 2534. ระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตหญ้าเนเปียร์ หญ้าอมริชส์ และหญ้ารูซี่ ภายใต้ระบบชลประทานในดินชุดราชบุรี. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2534 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 289-302
- นงลักษณ์ วิบูลย์สุข พวงเล็ก โมรากุล และวิศิษฐ์ โชติตกุล. 2531. สถานะความสมบูรณ์และการปรับปรุงดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานสัมมนา "การปลูกพืชในดินเลว" ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 23-27 พฤษภาคม 2531. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ. ขอนแก่น. หน้า 150-164
- ประสาธ เกศวพิทักษ์ ไพโรจน์ โสมนัส บุญเลิศ บุญองค์ ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ นงลักษณ์ วิบูลย์สุข ชุมพล นาควิโรจน์ ดำริ ถาวรมาศ สุพิน สุวรรณ และประดิษฐ์ บุญอำพล. 2533. การใช้ปุ๋ยและการจัดการดินต่อการเพิ่มผลผลิตพืชไร่. เอกสารสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการปรับปรุงดิน

และพืชเพื่อพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14-16 พฤศจิกายน 2533. 381 น.

ปรัชญา ธัญญาดี วรณเลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ ประชา นาคะประเวศ พิทยากร ลิมทอง ปรีดี ดิรักษา เสียงแจ้ว พริยพณต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์. 2533. การวิจัยเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินด้วย อิทธิยวัตถุในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เอกสารสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การปรับปรุงดินและพืชเพื่อพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14-16 พฤศจิกายน 2533. 381 น.

ยงยุทธ โอสดสภา และสุรเดช จินตกานนท์. 2521. คำบรรยายวิชาธาตุอาหารพืชภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร. 299 น.

สมศักดิ์ วังโน. 2526. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 3-9.

อุทัย สิริตนะชัย ลักษณะ ภูมิปราชญ์อำไพ โสภณ ชินเวโรจน์ และเชาวลิต พานิชอัครา. 2535. อิทธิพลของอัตรา ปุ๋ยไนโตรเจน และระยะเวลาตัดครั้งแรกต่อผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง รายงาน ประจำปี 2535. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ลำปาง กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 17-39

อิทธิพล เผ่าไพศาล เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ ลักษณะ ภูมิปราชญ์อำไพ และเฉลียว ศรีชู. 2538. ผลผลิตและ ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าสกุล *Brachiaria spp.* 6 ชนิด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-73.

McDowell, L.R., K. Fick, R.H. Jouser, J.H. Conrad and J.K. Loosil. 1976. Meeting Mineral Requirements for Grazing Livestock in the Tropics. Symposium on Feed Composition, Animal Nutrient Requirements and Computerization of Diets. Logan : Utah State University.

Ragland J.L., I.A. Craig and P. Chouangcham. 1986. Northeast Rainfed Agricultural Development Project Final Quarterly report No. 16 University of Kentucky Technical Assistance Team.

Vorasoot, N., A. Jintrawat, V. Limpinantana, T. Charoenwatana, and S.M. Virmani. 1985. Rainfall analysis for the Northeast Thailand Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 4002, 207 pp.