View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by University of Hertfordshire Research Archive

แก่นเกษตร 42 (1) : 65-80 (2557). KHON KAEN AGR. J. 42 (1) : 65-80 (2014).

ผลผลิตและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ที่ได้จากหญ้าอาหารสัตว์ 3 ชนิด และวิธีผลิตแบบอินทรีย์ที่มีและไม่มีถั่วปลูกผสม

Dry matter yield and quality of forages derived from three grass species with and without legumes using organic production methods

สุรเดช พลเสน[1*], พิชิต รอดชุม[2], กฤตพล สมมาตย์[1], มงคล ต๊ะอุ่น[3] และ D.E.B. Higgs[4]

Suradej Pholsen[1*], Pichit Rodchum[2], Kritapol Sommart[1], Mongkol Ta-un[3] and D.E.B. Higgs[4]

บทคัดย่อ: การศึกษานี้ทดลองต่อเนื่องเป็นปีที่ 2 เพื่อศึกษาการใช้ชนิดหญ้าอาหารสัตว์และวิธีผลิตแบบอินทรีย์ที่มีและไม่มีถั่วปลูกผสมเพื่อผลิตพืชอาหารสัตว์ให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่เหมาะสมในชุดดินโคราช วิจัยที่แปลงทดลอง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่าง เดือน เมษายน 2550 ถึง เมษายน 2551 ทดลองแบบ 3 x 4 Factorial ในแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ใช้พันธุ์หญ้า 3 พันธุ์ คือ หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*), หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* cv. TD 58) และ หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum* cv. Taiwan) ปลูกในวิธีการปลูกหญ้าแบบอินทรีย์ 4 วิธี คือ (1) control (ไม่ให้ปุ๋ย, ไม่หว่านถั่ว) (2) ให้ปุ๋ยคอก (มูลโค) 25 ตัน/เฮกตาร์ (4 ตัน/ไร่) (3) หว่านถั่วเวอราโน (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) และ (4) หว่านถั่ววินน์ (*Chamaecrista rotundifolia* cv. Wynn) ผสมในแปลงหญ้า ผลการทดลอง พบว่า ชนิดพันธุ์หญ้า และวิธีผลิตแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียวแตกต่างกัน ($p<0.01$) หญ้ากินนีสีม่วงมีแนวโน้มให้ผลผลิตของหญ้าอย่างเดียวมากกว่าหญ้ารูซี่ วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยการใส่ปุ๋ยมูลโคให้ผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียว (11,112 กก./เฮกตาร์, 1,778 กก./ไร่) มากกว่า ($p<0.01$) วิธีอื่นๆ หญ้ารูซี่ และกินนีสีม่วงที่ปลูกผสมกับถั่วให้ผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่วไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่หญ้าทั้ง 2 ชนิดให้ผลผลิตมากกว่า ($p<0.05$) หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกผสมกับถั่ว วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยหว่านถั่วเวอราโนหรือถั่ววินน์ผสมหญ้าให้ผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่วไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ ($p<0.01$) ระหว่างชนิดพันธุ์หญ้ากับวิธีผลิตแบบอินทรีย์ต่อผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียว หญ้าผสมถั่ว และวัชพืช วิธีผลิตแบบอินทรีย์ที่ใส่ปุ๋ยมูลโคให้ผลผลิตแห้งของหญ้ากินนีสีม่วงมากที่สุด 15,591 กก./เฮกตาร์ (2,495 กก./ไร่) มีแนวโน้มว่าการปลูกถั่วเวอราโนผสมกับหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่วมากกว่าการปลูกหญ้ารูซี่และหญ้ากินนีสีม่วงผสมกับถั่วเวอราโนหรือถั่ววินน์ มีวัชพืชขึ้นมากที่สุดในแปลงหญ้าเนเปียร์ที่ใส่ปุ๋ยมูลโค และวัชพืชขึ้นน้อยที่สุดเมื่อปลูกหญ้ารูซี่ผสมกับถั่ววินน์

ชนิดพันธุ์หญ้ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ต่อค่า CP, NDF, ADF, ash, DMD และค่า ADL ($P<0.05$) ของหญ้าผสมถั่ว โดยหญ้าเนเปียร์ผสมถั่ว ให้ค่า CP, ADL และ ash ของหญ้าผสมถั่วมากที่สุด และในทางตรงกันข้าม ให้ค่า NDF และ ADF

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

[2] คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม
Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University.

[3] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

[4] School of Life Sciences, University of Hertfordshire, College Lane, Hatfield, Herts AL10, UK.

* Corresponding author: surpho@kku.ac.th

ของหญ้าเนเปียร์ผสมถั่วต่ำที่สุด หญ้ารูซี่ผสมถั่วให้ค่า DMD มากที่สุด วิธีผลิตแบบอินทรีย์มีนัยสำคัญ (P<0.01) ต่อค่า CP, NDF, ADF, ADL, ash, และค่า DMD ของหญ้าผสมถั่ว การหว่านถั่วเวอราโนผสมกับหญ้าให้ค่า CP ของหญ้าผสมถั่วสูงที่สุด (12.09 %) ค่า NDF และ ADF ต่ำที่สุด และค่า DMD มากที่สุด 78.75 %
คำสำคัญ: ปุ๋ยมูลโค, ถั่วพืชอาหารสัตว์, คุณภาพพืชอาหารสัตว์, หญ้าอินทรีย์

ABSTRACT: This study was the second year of an experiment which was carried out to investigate the use of forage grass species with and without legumes using organic production methods to produce forages for optimal dry matter yield and quality in Korat soil series (Oxic Paleustults). A field investigation was conducted from April 2007 to April 2008 at Khon Kaen University Experimental Farm, Northeastern Thailand. The experiment was a 3 x 4 factorial arranged in a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. The 12 treatment combinations consisted of 3 species of grass (G), viz., (1) Ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*), (2) purple Guinea grass (*Panicum maximum* cv. TD 58), and (3) Napier grass (*Pennisetum purpureum* cv. Taiwan); and 4 organic production methods (PMs), viz., (1) control (no fertilizer application, no legume mixture), (2) cattle manure (CM) at the rate of 25 tons/ha, and broadcast seeds of (3) Verano stylo (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) and (4) Wynn cassia (*Chamaecrista rotundifolia* cv. Wynn) for grass-legume mixtures. The results showed that G and PMs produced significantly different (p<0.01) dry matter yields of grass alone (g). Purple Guinea tended to produce higher g than Ruzi. PM with CM application produced significantly higher dry matter yield of g (11,112 kg/ha) than other PMs. Dry matter yield of Ruzi + dry matter yield of legumes (l) and purple Guinea+l were not significantly different (p>0.05), but both produced significantly higher g+l than Napier+l. G-Verano stylo and G-Wynn cassia mixtures produced no significant difference in g+l. Interactions (p<0.01) between G and PM were found in g, g+l and dry matter yield of weed. Purple Guinea with CM produced the highest g (15,591 kg/ha) of purple Guinea alone. Napier with Verano stylo mixture tended to produce higher g+l than Ruzi and purple Guinea with Verano stylo or with Wynn cassia mixture. Napier with CM produced the highest dry matter yield of weed while the lowest was with Ruzi-Wynn cassia mixture. There were significant effects (P<0.01) of G on CP, NDF, ADF, ash and DMD; and on ADL (P<0.05) of grass plus legumes where Napier gave the highest CP, ADL and ash contents. On the other hand, Napier plus legumes gave the lowest NDF and ADF contents. Ruzi plus legumes gave the highest DMD. There were significant effects (P<0.01) of PMs on CP, NDF, ADF, ADL, ash and DMD of grass plus legumes. G-Verano stylo mixture gave the highest value of CP (12.09%), the lowest NDF and ADF contents, and the highest DMD value (78.75%) of grass plus Verano.
Keywords: cattle manure, forage legume, forage quality, organic grass

บทนำ

เกษตรอินทรีย์ คือระบบการจัดการการผลิตทั้งหมดที่หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์ ยากำจัดศัตรูพืช และสิ่งตัดแต่งพันธุกรรม ลดมลภาวะของอากาศ ดิน และน้ำให้น้อยลง และให้เกิดความเหมาะสมพอดีกับสุขภาพและผลิตภาพของขุมชนพืช สัตว์และมนุษย์ที่พึ่งพาอาศัยกัน (Codex Alimentarius Commission, 2001) มีหลายประเทศให้ความสำคัญ เช่น ตลาดการผลิตอาหารอินทรีย์ในสวีเดนได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 1998 มีผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มติดฉลาก “Organic Product” ถึง 3% (Cederberg and Mattsson, 2000) การผลิตนมอินทรีย์ในสหภาพยุโรปก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน มีรายงานว่าในปี 2003 ประเทศสวีเดน เดนมาร์ก สวิสเซอร์แลนด์ และออสเตรีย มีโคนมที่เลี้ยงแบบอินทรีย์ 4.3, 7, 10 และ 15% ของจำนวนโคนมทั้งหมด ตามลำดับ (Rosati and Aumaitre, 2004) การผลิตพืชอาหารสัตว์โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต การใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้สภาพแวดล้อมเกิดมลภาวะทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ไม่เสถียร โดยเพิ่มความเป็นกรดของดิน เช่น ปุ๋ยที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบจะถูก oxidize ให้เปลี่ยนรูปเป็น NO_3^- และ H^+ (Miller and Donahue, 1990; Teitzel et al, 1991) โดยทั่วไป ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรททำให้ค่า pH ของดินลดลง จึงทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุ P, K, Ca, Mg ในดินลดลง ส่วนปุ๋ยคอกจะเพิ่มอินทรียวัตถุ (OM), P, K, Ca (Magdoff and Amadon, 1980) การปลดปล่อยแก๊ส N_2O และ NH_3 จากทุ่งหญ้าโดยการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเข้มข้น เช่น ในยุโรปตะวันตก

ทำให้ N_2O ถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อบรรยากาศของโลกได้ ('t Mannetje, 2002) ในประเทศไทยมีรายงานว่าการเลี้ยงโคเนื้อพื้นเมืองโดยปล่อยให้เล็มกินแบบหมุนเวียนในทุ่งหญ้าอินทรีย์ สามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในทุ่งหญ้าในระยะยาวมากกว่าวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมี (Phonbumrung and Watanasak, 2007) ทุ่งหญ้าอินทรีย์ที่ปลูกถั่วผสมสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าทุ่งหญ้าธรรมชาติที่ไม่ได้ปรับปรุงถึง 1.5 เท่า (Fisher et al., 1994) ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอกช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้นและช่วยเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ รวมทั้งช่วยกักเก็บคาร์บอนในดินมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี (Smith et al., 1997; Pholsen et al., 2005) พืชอาหารสัตว์อินทรีย์จากทุ่งหญ้าธรรมชาติที่มีพืชตระกูลถั่วปลูกร่วมด้วยจะเป็นแหล่งของธาตุ N สำหรับผลิตพืชอาหารสัตว์แบบอินทรีย์ให้พอต่อการให้ผลผลิตเนื้อสัตว์อินทรีย์ (Kumm, 2002) โดยถั่วพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกร่วมกับหญ้าในทุ่งหญ้าผสม สามารถตรึง N_2 จากบรรยากาศทำให้ N ในดินเพิ่มขึ้นและหญ้าที่ปลูกผสมถั่วมีธาตุ N เพิ่มขึ้นเช่นกัน (Johansen and Kerridge, 1979) การปลูกหญ้าผสมถั่วทำให้ผลผลิตทุ่งหญ้าเพิ่มขึ้น เช่น การปลูกหญ้ากรีนแพนิค และหญ้าบัฟเฟลร่วมกับถั่วเวอราโนให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกหญ้าอย่างเดียว (Shehu and Akinola, 1995) การปลูกหญ้ากินนีผสมถั่วเวอราโนเพิ่มคุณภาพอาหารสัตว์ได้มากกว่าการปลูกหญ้าเดี่ยวๆ (Bamikole et al., 2001) รวมทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิตพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ย N ที่หญ้าต้องการปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิต การผลิตหญ้าอาหารสัตว์อินทรีย์เพื่อการผลิตสัตว์อินทรีย์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ (organic products) จากสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น กระบือ โคเนื้อ โคนม แพะ และแกะ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และช่วยลดมลภาวะของโลก งานวิจัยพืชอาหารสัตว์อินทรีย์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ดังกล่าวในประเทศไทยมีน้อยมาก ส่วนใหญ่งานวิจัยจะทดสอบปุ๋ยเคมีกับหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์ที่รัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปลูกเป็นหลัก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พันธุ์หญ้าอาหารสัตว์ 3 ชนิด ได้แก่ หญ้ารูซี่ กินนีสีม่วง และเนเปียร์ ปลูกในวิธีผลิตแบบอินทรีย์ที่มีและไม่มีถั่วปลูกผสม เพื่อหาชนิดพันธุ์หญ้าและวิธีผลิตที่เหมาะสมที่จะให้ทั้งผลผลิตและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ที่ดีเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปลูกสร้างทุ่งหญ้าอินทรีย์ต่อไป

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำเป็นปีที่ 2 ต่อเนื่องจากการทดลองปีแรกซึ่งเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนมีนาคม 2549 จนถึงเดือนมีนาคม 2550 ในปีที่ 2 เริ่มทดลองจากเดือนเมษายน 2550 ถึงเมษายน 2551 ทำที่แปลงทดลองภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นในชุดดินโคราช (Oxic Paleustults) ดำเนินการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial ในแผนการทดลอง Randomized Complete Block (RCB) ทำ 4 ซ้ำ ใช้พันธุ์หญ้าทดสอบ 3 ชนิด คือ หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*), หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* cv. TD 58) และ หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum* cv. Taiwan) ปลูกในวิธีผลิตหญ้าแบบอินทรีย์ 4 วิธี คือ (1) control (ไม่ให้ปุ๋ยใดๆ ไม่หว่านถั่ว) (2) ใส่ปุ๋ยคอก (มูลโค) 25 ตัน/เฮกตาร์ (4 ตัน/ไร่) (3) หว่านถั่วเวอราโน (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) และ (4) หว่านถั่ว Wynn (*Chamaecrista rotundifolia* cv. Wynn) ผสมในแปลงหญ้าโดยใช้อัตราเมล็ด 12.5 กก./เฮกตาร์ (2 กก./ไร่) ดังนั้นงานทดลองนี้จึงประกอบด้วย 12 treatment combinations จำนวน 48 แปลงย่อย มีขนาดแปลงย่อย 3.50 x 4.50 เมตร ใช้ระยะปลูก 50 x 50 ซม. เริ่มปลูกในปีที่ 1 โดยการย้ายพืชจากถุงเพาะชำลงแปลงเมื่อวันที่ 10 และ 11 มิถุนายน 2549 ปลูกทดสอบเป็นเวลา 3 ปี ผลการทดลองปีนี้เป็นปีที่ 2 ของการทดลอง รายละเอียดของการปลูก การวิเคราะห์ดิน และพืชอธิบายไว้ใน พิชิต (2552)

เก็บตัวอย่างดินก่อนทดลองต่อเนื่องในปีที่ 2 (หลังเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายในปีที่ 1) และเก็บตัวอย่างดินหลังทดลองเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในปีที่ 2 เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (pH, OM, Total N, extractable P และ exchangeable K) และความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) ปุ๋ยคอกที่ใช้เป็นแหล่งของปุ๋ยอินทรีย์ คือมูลโคพื้นเมืองแห้งจากคอกที่เลี้ยงโดยใช้หญ้าธรรมชาติเป็นอาหารและไม่มีการเสริมอาหารข้น มีค่า pH 8.61, OM 22.23 %, Total N 0.72 %, Total P 1,700 ppm และ Total K 1,170 ppm และค่า C/N ratio เท่ากับ 17.75 ใส่ตามวิธีการที่ได้รับ (4 ตัน/ไร่) แบ่งใส่ครึ่งหนึ่งหลังการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองปีที่ 2 อีกครึ่งหนึ่งใส่หลังตัดวัดผลผลิตครั้งที่ 2 สุ่มเก็บตัวอย่างพืชทุกๆ 6 สัปดาห์ โดย ใช้กรอบสุ่ม (quadrat) ขนาด 0.25 ม^2 4 กรอบสุ่มต่อแปลงย่อย ตัดพืชสูงจากพื้นดิน 10 ซม. เก็บเกี่ยวพืชในฤดูฝน 4 ครั้ง และฤดูแล้ง 1 ครั้ง ตัวอย่างพืชสดที่สุ่มเก็บ นำไปแยกหญ้า ถั่ว และวัชพืช ชั่งน้ำหนักสด นำไปอบแห้งที่ 70 °C เพื่อนำไปคำนวณผลผลิตแห้ง รวมตัวอย่างแห้งในแต่ละวิธีการของฤดูฝนและฤดูแล้งตามสัดส่วนที่เก็บในแต่ละครั้ง อบแห้งอีกครั้งหนึ่ง บดตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), เถ้า (ash) และความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม (Ca) และ ฟอสฟอรัส (P) ในพืช รวมทั้งทดสอบการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry matter degradability: DMD) ที่ 48 ชั่วโมง ในโคบราห์มันเจาะกระเพาะ โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (Ørskov et al., 1980) โดยวิเคราะห์ถั่วและหญ้าแยกกัน จากนั้นคำนวณคุณภาพรวมของหญ้าผสมถั่ว โดยใช้สูตร (กานดา และคณะ, 2547)

$$\% \text{ คุณภาพ} = \frac{(\% \text{ คุณภาพหญ้า} \times \text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้า}) + (\% \text{ คุณภาพถั่ว} \times \text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ว})}{(\text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้า} + \text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ว})}$$

โดยที่ คุณภาพหมายถึง % องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ และค่าการย่อยสลายได้ของพืช

วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ treatment combinations โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ P = 0.05 โดยใช้โปรแกรม SAS (1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศของแปลงทดลอง

สภาพภูมิอากาศ ในปีเพาะปลูก 2550-2551 หมวดอุตุนิยมวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น รายงานว่า มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 151 มม. ในเดือน มิถุนายน 2550 จนถึง 365 มม. ในเดือนเมษายน 2551 ในช่วงการปลูกและเก็บเกี่ยว ตั้งแต่ฤดูฝนถึงฤดูแล้ง (Table 1) มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 28.7-34.6 °C และมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23.4-30.4 °C พลังงานแสงแดดอยู่ระหว่าง 186-235 แคลอรี/ซม^2/วัน ซึ่งเป็นค่าปกติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ในฤดูฝนเก็บเกี่ยวพืชระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2550 มีปริมาณน้ำฝนพอต่อการเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์ที่ปลูก (Cook et al., 2005) ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 4 ครั้ง คือ ตัดครั้งแรกวันที่ 30 มิถุนายน และครั้งสุดท้ายวันที่ 3 พฤศจิกายน 2550 ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2551) มีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก (0-23 มม.) ประกอบกับอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ (23.4-25.7 C°) ทำให้พืชอาหารสัตว์เจริญเติบโตน้อยมาก (Whiteman, 1980) จึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงดังกล่าวได้ จนกระทั่งเริ่มมีปริมาณน้ำฝนต่อเนื่องตั้งแต่ เดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม 2551 และมีฝนตกหนักผิดปกติในเดือนเมษายน 2551 ถึง 365 มม. จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้ายของการทดลอง (ตัดครั้งที่ 5) ได้ในวันที่ 23 เมษายน 2551 โดยทั่วไปแล้วผลผลิต

ของพืชอาหารสัตว์หรือทุ่งหญ้าจะผันแปรไปตามปริมาณฝน ซึ่งในฤดูแล้งผลผลิตของพืชอาหารสัตว์จะต่ำที่สุด (สมพล และคณะ, 2542; Norman, 1963)

Table 1 Climatic conditions of experimental plot in the year 2007-2008 at Faculty of Agriculture Experimental Farm, Khon Kaen University.

	Jun.	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May
				2007						2008		
Rainfall (mm)	151	159	291	239	158	14	0	23	0	52	365	111
Rainfall (days)	10	12	17	18	12	2	0	3	0	7	14	12
Min. temp.(°C)	26.1	25.4	25.0	25.1	23.4	19.7	19.7	17.4	17.7	22.4	25.1	25.3
Max. temp.(°C)	34.6	33.9	31.6	31.8	30.6	29.5	31.6	30.6	28.7	34.5	34.2	32.6
Ave. temp. (°C)	30.4	29.7	28.3	28.3	27.2	24.9	25.7	24.1	23.4	28.2	29.7	28.9
R.H.(%)	85	86	91	92	90	78	82	79	75	75	84	86
Sunshine duration. (h/d)	7.8	8.0	5.0	5.4	6.4	7.6	9.2	9.0	8.3	9.3	8.5	6.7
Solar radiation. (cal/cm^2/d)	223	235	193	186	187	218	220	226	231	244	226	216

Source: Meteorological Station, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University (2007 and 2008).

คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินโคราชก่อนและหลังการทดลอง

ก่อนการทดลองปีที่ 2 (หลังการทดลองปีที่ 1) พบว่า ดินที่ปลูกหญ้าทั้ง 3 พันธุ์ มีองค์ประกอบทางเคมีอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (Table 2) วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยคอก (CM) ให้ค่า pH, extractable P และ exchangeable K มากกว่าวิธีอื่นๆ

Table 2 Soil chemical property of Korat soil series at initial and after conducting experiment.

Items	Initial soil chemical property						
	Grass species			Production methods			
	Ruzi	Guinea	Napier	Control[1]	CM[2]	Verano[3]	Wynn[4]
Initial							
pH (1: 2.5)	4.78	4.65	4.80	4.35	5.43	4.52	4.67
OM (%)	1.24	1.20	1.21	1.17	1.34	1.14	1.22
Total N (%)	0.047	0.042	0.047	0.043	0.054	0.040	0.044
Extr. P (ppm.)	5.04	7.06	6.66	3.70	13.72	3.33	4.26
Exch. K (ppm.)	50.06	51.42	70.19	20.68	164.69	19.59	23.94
After							
pH (1: 2.5)	5.50	5.00	5.15	4.83	5.87	4.97	5.20
OM (%)	1.73	1.73	1.44	1.13	3.01	1.14	1.25
Total N (%)	0.054	0.051	0.054	0.049	0.061	0.046	0.054
Extr. P (ppm.)	9.50	10.75	10.50	2.00	34.67	2.00	2.33
Exch. K (ppm.)	43.00	38.50	49.00	18.67	109.00	22.67	23.67

[1]No fertilizer application, no legume mixture, [2]Cattle manure application, [3]Grass-Verano stylo mixture, [4]Grass-Wynn cassia mixture.

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลองปีที่ 2 กับดินก่อนการทดลอง พบว่าดินที่ปลูกหญ้าทั้ง 3 พันธุ์ มีระดับความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ยกเว้น K ที่มีค่าลดลง ส่วนวิธีผลิตแบบอินทรีย์ พบว่าดินในวิธีให้ปุ๋ยคอก มีค่า pH, OM, Total N และ extractable P สูงกว่าวิธีผลิตอีก 3 วิธี ซึ่งเป็นผลจากปุ๋ยคอก (มี pH 8.61, OM 22.23 %, Total N 0.72 %, Total P 1,700 ppm และ Total K 1,170 ppm) ที่ใส่ลงไป ซึ่งสอดคล้องกับหลายการทดลอง เช่น ผลของปุ๋ยมูลโคกับชุดดินโคราชที่ปลูกหญ้าซิกแนล (*Brachiaria decumbens* Stafp.) ของ Pholsen et al. (2005) การใช้ปุ๋ยคอกกับชุดดินบ้านทอนปลูกหญ้าซิกแนลเลื้อย (*B. humidicola*) ของ พิสุทธิ์ และคณะ (2543) การใส่ปุ๋ยคอกกับหญ้าดิกซี่ (*Sporobolus virginicus*) ที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม (นิตยา, 2544) การให้ปุ๋ยมูลโคกับข้าวโพดในชุดดินยโสธร (ศกุนตลา, 2550) และรายงานของ Salazar et al. (2005) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 200 กก.N/เฮกตาร์/ปี ให้กับหญ้าผสมถั่วสามารถเพิ่มระดับ N ในดินได้มากกว่าวิธีควบคุม นอกจากนี้ Gil et al. (2008) รายงานว่าในช่วงท้ายของการทดลอง ดินที่ใส่มูลโคมีค่า pH, OM, CEC, P, K, Ca สูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี

แม้ว่างานทดลองนี้จะให้ค่าองค์ประกอบทางเคมีของดินหลังการทดลองดีกว่าดินก่อนทดลอง แต่ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ชี้ให้เห็นว่าดินที่ปลูกหญ้าและวิธีผลิตแบบอินทรีย์ให้ค่า Total N, extractable P และ exchangeable K ไม่พอต่อความต้องการของพืช ยกเว้นวิธีผลิตแบบใส่ปุ๋ยคอกที่ให้ค่า P และ K สูงกว่าค่าวิกฤต (Shelton et al., 1979)

ความหนาแน่นรวมของดินก่อนและหลังการทดลอง

ความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลอง พบว่าพันธุ์หญ้า และวิธีผลิตให้ค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (1.54 - 1.57 กรัม/ลบ.ซม., **Table 3**) หลังการทดลอง พบว่าพันธุ์หญ้า และวิธีผลิต ให้ค่าแตกต่างกัน (P<0.05) ดินที่ปลูกหญ้ารูซี่ (1.58 กรัม/ลบ.ซม.) ให้ค่าต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์อย่างมีนัยสำคัญ ดินในวิธีผลิตแบบให้ปุ๋ยคอกให้ค่าต่ำกว่าแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Soil bulk density (g/cm^3) of Korat soil series at initial and after conducting experiment as influenced by grass species and production methods.

Production methods (PM)	Grass species (G)						Means	
	Ruzi		Purple guinea		Napier			
	Initial	After	Initial	After	Initial	After	Initial	After
Control[1]	1.55	1.64	1.57	1.64	1.58	1.67	1.56	1.65^{a}
CM[2]	1.52	1.50	1.55	1.61	1.56	1.61	1.54	1.57^{b}
Verano[3]	1.54	1.60	1.55	1.62	1.56	1.59	1.55	1.60^{ab}
Wynn[4]	1.58	1.57	1.56	1.61	1.58	1.67	1.57	1.62^{ab}
Means	1.55	1.58^{b}	1.55	1.62^{ab}	1.57	1.63^{a}		

Item	Significant levels							
	G		PM		G x PM		SEM	
	Initial	After	Initial	After	Initial	After	Initial	After
Bulk density	NS	*	NS	*	NS	NS	0.018	0.029

^{ab}Superscripts in the same row and column indicate significant differences of DMRT at probability of 0.05, * = P< 0.05, NS = non significant, SEM = standard error of mean, G = grass species, PM = production methods, [1]No fertilizer application, no legume mixture, [2]Cattle manure application, [3]Grass-Verano stylo mixture, [4]Grass-Wynn cassia mixture.

การที่พันธุ์หญ้าให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันหลังทดลอง อาจเป็นเพราะลักษณะสัณฐานและนิสัยการเจริญเติบโตของหญ้าแต่ละพันธุ์ที่ไม่เหมือนกัน โดยหญ้ารูซี่มีการเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อยมีใบดก จึงเจริญแผ่เลื้อยปกคลุมดินได้ทั่วถึง หญ้ากินนีสีม่วงเจริญเติบโตแบบกอตั้ง มีใบใหญ่และดกทำให้ร่มใบ (canopy) ปกคลุมพื้นที่ได้ทั่วถึง ขณะที่หญ้าเนเปียร์เจริญเติบโตแบบกอตั้ง มีใบน้อยกว่าและเจริญเติบโตต่ำในสภาพที่ไม่ให้ปุ๋ยเคมี และบางกอตายเนื่องจากถูกปลวกทำลายในช่วงแล้ง จึงมีพื้นที่ว่างระหว่างกอที่ร่มใบปกคลุมไม่ทั่วถึง ทำให้เม็ดฝนตกมากระทบบริเวณดินได้มากกว่า จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ปลูกหญ้าเนเปียร์มีค่าสูง ในขณะที่วิธีผลิตแบบให้ปุ๋ยคอกให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยกว่าทุกวิธี เนื่องจากปุ๋ยคอกมีอินทรียวัตถุสูง จึงเพิ่มความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ช่วยเชื่อมยึดอนุภาคของดินให้เกิดเป็นเม็ดดิน ทำให้รากพืชเจริญได้ดี ส่งผลให้ดินมีความหนาแน่นรวมต่ำ (สุรศักดิ์, 2543) สอดคล้องกับรายงานที่พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยคอกให้ค่าความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินก่อนทดลอง (ศกุนตลา, 2550; Celik et al., 2004) ดินที่ปลูกหญ้าทั้ง 3 พันธุ์ และวิธีผลิตแบบอินทรีย์ทั้ง 4 วิธี ให้ค่าสูงกว่าดินก่อนทดลอง อาจเป็นเพราะว่าปริมาณฝนที่ตกมากในช่วงฤดูฝนของปี (**Table 1**) โดยเฉพาะหลังการเก็บเกี่ยวหญ้าในแต่ละครั้งได้นำเอาส่วนของหญ้าที่ตัดทั้งหมดออกจากแปลง จึงทำให้เม็ดฝนตกลงมากระทบกับผิวดิน ประกอบกับการเหยียบย่ำในระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่ละครั้ง จึงอาจทำให้ดินเกิดการอัดแน่น (compaction) ช่องว่างในดินลดลง ทำให้ปริมาตรดินเปลี่ยนแปลง จึงนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นรวมของดิน (Marshall and Holms, 1988) ค่าความหนาแน่นรวมของดินหลังการทดลองที่เพิ่มมากขึ้น อาจไปจำกัดการเจริญของรากและส่งผลให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าลดลง (Houlbrooke, 1997)

ผลผลิตแห้งของหญ้า, หญ้าผสมถั่ว และวัชพืช

ผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียว (Grass alone) พบว่า หญ้ากินนีสีม่วงและรูซี่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตมากกว่าหญ้ารูซี่ (**Table 4**) ความแตกต่างกันนี้เป็นผลจากพันธุ์ที่ต่างชนิดกัน ลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตและศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ไม่เหมือนกัน (วีระศักดิ์ และคณะ, 2542; สุรเดช, 2548; Cook et al., 2005) วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยการใส่ปุ๋ยคอกให้ผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียวมากที่สุด 11,112 กก./เฮกตาร์ ส่วนการผลิตที่เหลืออีก 3 วิธีให้ค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปุ๋ยคอกเป็นแหล่งธาตุอาหารแหล่งเดียวที่เพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่แล้วในดินที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น (**Table 2**) หญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตน้อยสุด เป็นเพราะว่าในช่วงฤดูแล้งมีบางกอตาย เนื่องจากถูกปลวกทำลาย และจากผลวิเคราะห์ดินหลังทดลองของแปลงที่ปลูกหญ้าเนเปียร์พบว่าเป็นกรดและมีธาตุ NPK (**Table 2**) ต่ำกว่าค่าวิกฤตมาก (Shelton et al., 1979) Tudsri et al. (2002) รายงานการปลูกหญ้าเนเปียร์ (*P. purpureum* cv. Taiwan A25) ที่ให้ปุ๋ย N ทุกๆ 3 เดือน ให้ผลผลิตมากกว่างานทดลองครั้งนี้ (1,300 กก./เฮกตาร์ ในแปลงควบคุม) 6.4 เท่า แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อธาตุ N ที่สูงมากของหญ้าเนเปียร์ (Vicente-Chandler et al., 1959)

ผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่ว (Grass+Legume) พันธุ์หญ้ามีอิทธิพล ($p<0.01$) ต่อผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่ว วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยหว่านถั่วเวอราโนและถั่ววินน์ผสมในแปลงให้ผลผลิตเฉลี่ยของหญ้าทั้ง 3 ชนิดผสมถั่วมากกว่าแบบควบคุมแต่น้อยกว่าแบบใส่ปุ๋ยคอกที่ปลูกหญ้าอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้มาจากถั่วที่ปลูกผสม และถั่วเพิ่มจำนวนประชากรจากเมล็ดที่ร่วงลงแปลงในปีแรกจึงทำให้หญ้าได้รับธาตุ N บางส่วนจากถั่วเพื่อการเจริญเติบโตด้วย (Johansen and Kerridge, 1979) ซึ่งเห็นได้จากแนวโน้มของผลผลิตของหญ้าอย่างเดียวมากกว่าแปลงควบคุม

พันธุ์หญ้ากับวิธีผลิตแบบอินทรีย์มีอิทธิพลร่วม (P<0.01) ต่อผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่ว มีแนวโน้มว่าหญ้าเนเปียร์ในวิธีปลูกแบบหว่านถั่วเวอราโนผสมให้ผลผลิตหญ้าผสมถั่วมากกว่าหญ้ารูซี่หรือหญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกผสมถั่วเวอราโนและถั่ววินน์ ถึงแม้ว่าผลผลิตของหญ้าเนเปียร์จะต่ำกว่าหญ้ารูซี่และหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงปลูกถั่วทั้ง 2 ชนิด แต่เนื่องจากมีถั่วเวอราโนขึ้นชดเชยในแปลงหญ้าเนเปียร์มากกว่าหญ้ารูซี่และกินนีสีม่วงประมาณ 2 เท่า เพราะว่ามีพื้นที่ว่างที่เกิดจากหญ้าเนเปียร์ตาย จึงทำให้ถั่วขยายประชากรและเจริญเติบโตได้มากขึ้นจากการผลิตเมล็ดในปีแรกของการทดลอง หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกผสมกับถั่ววินน์ให้ผลผลิตน้อยกว่าการปลูกผสมกับถั่วเวอราโนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากลักษณะการเจริญเติบโตของถั่ววินน์เป็นแบบกึ่งตั้งกึ่งเลื้อยจึงถูกบังแสงมากกว่าถั่วเวอราโนซึ่งมีการเจริญเติบโตแบบกึ่งตั้งตรง ทำให้แข่งขันรับแสงแดดกับหญ้าเนเปียร์ได้มากกว่า การปลูกหญ้าทั้ง 3 ชนิดผสมถั่วเวอราโนหรือถั่ววินน์ให้ผลผลิตของหญ้าผสมถั่วน้อยกว่าผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงอย่างเดียวที่ใส่ปุ๋ยคอกอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผลของธาตุ NPK จากปุ๋ยคอก และหญ้าชนิดนี้ตอบสนองต่อปุ๋ยคอกสูงมาก ซึ่ง Kataoka et al. (1994) รายงานว่าหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวเมื่อให้ปุ๋ยคอกอัตรา 25 ตัน/เฮกตาร์ ประกอบกับหญ้าชนิดนี้มีลำต้นสูงและมีร่มใบแผ่ปกคลุมพื้นที่ได้ทั่วถึงจึงมีวัชพืชขึ้นแข่งขันน้อย

งานทดลองผลิตหญ้าอินทรีย์ครั้งนี้ให้ผลผลิตของหญ้ารูซี่ผสมถั่วเวอราโน เท่ากับ 4,489+3,427 กก./เฮกตาร์ หญ้ากินนีสีม่วงผสมถั่ววินน์ เท่ากับ 4,155+2,586 กก./เฮกตาร์ ซึ่งให้ผลผลิตแห้งของหญ้าอย่างเดียว หรือหญ้าผสมถั่วต่ำกว่างานทดลองอื่นๆ ที่ใช้ปุ๋ยเคมี เช่น หญ้ารูซี่ 20,994 กก./เฮกตาร์ และหญ้ากินนีสีม่วง 21,831 กก./เฮกตาร์ (วีระศักดิ์ และคณะ, 2542) หญ้าเนเปียร์ 10,694 กก./เฮกตาร์ (วิรัช และคณะ, 2542) หญ้ากินนีสีม่วงผสมถั่วเวอราโน (17,138+4,343 กก./เฮกตาร์, ศศิธร และคณะ, 2538ก) หญ้ารูซี่ผสมถั่วลิสงเถาสายพันธุ์อมาริลโล (20,150+988 กก./เฮกตาร์) และหญ้ากินนีสีม่วงผสมถั่วพันธุ์เดียวกัน (22,319+712 กก./เฮกตาร์) (ศศิธร และคณะ, 2544) เมื่อเปรียบเทียบกับ กานดา และคณะ (2547) ที่รายงานว่า หญ้ากินนีสีม่วงปลูกผสมกับถั่วคาวาลเคดและถั่วบันดี ให้ผลผลิตของหญ้าผสมถั่ว เท่ากับ 12,475+181 และ 13,931+306 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ งานทดลองครั้งนี้ให้ผลผลิตหญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอราโน เท่ากับ 3,620+3,292 กก./เฮกตาร์ ซึ่งให้ผลผลิตหญ้าน้อยกว่าแต่ให้ผลผลิตถั่วมากกว่างานของกานดา และคณะ (2547) อาจเป็นเพราะว่าถั่วคาวาลเคดและบันดีเจริญแบบทอดเลื้อยตามผิวดินจึงถูกหญ้ากินนีสีม่วงบังแสง ทำให้เจริญเติบโตต่ำกว่าถั่วเวอราโนที่เจริญเติบโตแบบกึ่งตั้งของงานทดลองครั้งนี้ และงานของ กานดา และคณะ (2547) มี K ในดินสูงมากจึงทำให้หญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตมากกว่า นอกจากนั้น Ezenwa and Aken'ova (1996) รายงานผลผลิตหญ้ากินนี (*P. maximum* cv. Ntchisi) ผสมถั่วเวอราโน เท่ากับ 6,400 และ 1,000 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ งานทดลองครั้งนี้ให้ผลผลิตหญ้าน้อยกว่า แต่ให้ผลผลิตถั่วมากกว่า เนื่องจากงานของ Ezenwa and Aken'ova (1996) ใช้ระยะปลูกกว้าง 1 ม. ใส่ปุ๋ย NPK และหญ้ากินนีซึ่งเป็นพืช C_4 จึงโตเร็วกว่าถั่ว (พืช C_3) และบังแสงถั่ว (สุรเดช, 2548) ในขณะที่งานทดลองครั้งนี้หญ้ากินนีสีม่วงไม่ได้รับปุ๋ยเคมีจึงโตช้าและถั่วมีโอกาสมากกว่าในการแข่งขันเพื่อรับแสงแดด

ผลผลิตแห้งของวัชพืช (Weed) พบว่าชนิดพันธุ์หญ้า และวิธีผลิตแบบอินทรีย์ ให้ผลผลิตแห้งของวัชพืชแตกต่างกัน (P<0.01) หญ้าเนเปียร์มีวัชพืชขึ้นมากที่สุด (2,065 กก./เฮกตาร์) ส่วนแปลงหญ้ารูซี่และหญ้ากินนีสีม่วงมีวัชพืชไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อาจเป็นเพราะว่าลักษณะสัณฐานและนิสัยการเจริญเติบโตของหญ้าแต่ละพันธุ์แตกต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตและขยายประชากรของวัชพืชที่ขึ้นแข่งขัน คือ เมื่อพืชหลักเจริญเติบโตมากกว่าก็จะทำให้มีวัชพืชน้อยลง วิธีผลิตแบบให้ปุ๋ยคอกมีวัชพืชขึ้นมากที่สุด (2,170 กก./เฮกตาร์) ชนิดพันธุ์หญ้ากับวิธีผลิตแบบอินทรีย์มี

อิทธิพลร่วม (P<0.01) ต่อผลผลิตแห้งของวัชพืช โดยหญ้าเนเปียร์ที่ให้ปุ๋ยคอกมีวัชพืชขึ้นมากที่สุด (5,580 กก./เฮกตาร์) อาจเป็นเพราะว่าหญ้าเนเปียร์บางกอตายจึงมีวัชพืชขึ้นทดแทน และมีเมล็ดวัชพืชปะปนมากับมูลของโคที่เล็มกินในทุ่งหญ้าธรรมชาติ และการใส่ปุ๋ยคอกในปีที่ 2 เป็นการเพิ่มเมล็ดวัชพืชเข้าสู่แปลงประกอบกับในปีแรกมีวัชพืชขึ้นมากจึงผลิตเมล็ดร่วงลงแปลงด้วย (พิชิต, 2552) งานทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Shehu and Akinola (1995) ที่พบว่าการปลูกหญ้าเดี่ยวๆ และหญ้าผสมถั่วมีวัชพืชขึ้นปะปนในปีแรกน้อยกว่าในปีที่ 2 และ Blackshaw et al. (2005) ที่พบวัชพืชในปีแรกน้อยกว่าปีถัดๆ ไป

Table 4 Dry matter yields of five cuts (kg/ha) of grass alone, grass plus legume and weed as influenced by grass species and production methods.

Production methods (PM)	Grass species (G)			Means
	Ruzi	Purple guinea	Napier	
		Grass alone		
Control[1]	4187de	4833^{dc}	1300^{f}	3440^{Y}
CM[2]	10804^{b}	15591^{a}	6943^{c}	11112^{X}
Verano[3]	4489^{cd}	3620^{def}	2700^{def}	3603^{Y}
Wynn[4]	4752^{cd}	4155de	1807^{ef}	3571^{Y}
Means	6058^{A}	7049^{A}	3188^{B}	
		Grass+Legume		
Control	4187^{e}	4833de	1300^{f}	3440^{Z}
CM	10804^{b}	15591^{a}	6943^{cde}	11112^{X}
Verano	7916^{bcd}	6912^{cde}	9315^{bc}	8048^{Y}
Wynn	7193^{cde}	6741^{cde}	6090de	6675^{Y}
Means	7525^{A}	8519^{A}	5912^{B}	
		Weed		
Control	659^{b}	1102^{b}	961^{b}	907^{Y}
CM	193^{b}	736^{b}	5580^{a}	2170^{X}
Verano	321^{b}	419^{b}	597^{b}	446^{Y}
Wynn	275^{b}	798^{b}	1124^{b}	732^{Y}
Means	362^{B}	764^{B}	2065^{A}	
Items	Significant levels			SEM
	G	PM	G x PM	
Grass	**	**	**	816
Grass+Legume	**	**	**	968
Weed	**	**	**	284

ab..., AB..., XY... Superscripts with each item indicate significant differences of DMRT at probability of 0.05.

** = P< 0.01, SEM = standard error of mean, [1]No fertilizer application, no legume mixture, [2]Cattle manure application, [3]Grass-Verano stylo mixture, [4]Grass-Wynn cassia mixture.

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอย่างเดียวและหญ้าผสมถั่ว

พันธุ์หญ้าทั้ง 3 ชนิดมีอิทธิพลต่อค่า CP, NDF, ADF, ash (P<0.01) และ ADL (P<0.05) ของหญ้าอย่างเดียว เนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์ในแง่ลักษณะสัณฐาน สัดส่วนของใบและลำต้น (พิมพาพร และคณะ, 2535; ศรัณยา และคณะ, 2535; ภัทราวรรณ, 2540; วรรณา และคณะ, 2547; Cook et al., 2005)

ชนิดพันธุ์หญ้ามีอิทธิพลให้ค่า CP, NDF, ADF, ADL และ ash ของหญ้าผสมถั่วแตกต่างกัน (P<0.01) และการหว่านถั่วผสมทำให้ค่า CP, ADL และ ash ของหญ้าผสมถั่วเพิ่มขึ้น และให้ค่า NDF และ ADF ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าอย่างเดียว โดยค่าดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงตามสัดส่วนหรือปริมาณถั่วที่ขึ้นร่วมกับหญ้าแต่ละชนิด (หญ้ารูซี่ กินนีสีม่วง และเนเปียร์ มีถั่วขึ้นร่วมเท่ากับ 1,467, 1,470 และ 2,724 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ, Table 4) และถั่วทั้ง 2 ชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณภาพดีกว่าหญ้าอาหารสัตว์ โดยถั่วมี CP มากกว่าหญ้า ในขณะที่ค่าเยื่อใย NDF, ADF มีปริมาณน้อยกว่าและค่า ADL มีมากกว่า งานทดลองครั้งนี้ถั่วเวอราโนให้ค่า CP, NDF, ADF, ADL และ ash เท่ากับ 15.21, 51.55, 33.78, 6.29 และ 10.24 % ตามลำดับ ถั่ววินน์ให้ เท่ากับ 13.72, 56.22, 34.29, 6.55 และ 9.08 % ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อคำนวณค่า CP, NDF, ADF, ADL และ ash จึงทำให้ค่าเพิ่มขึ้นและลดลงตามสัดส่วนของหญ้าและถั่วที่ปลูกผสม (กานดา และคณะ, 2547) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ วรรณา และคณะ (2547) ที่รายงานว่าหญ้ารูซี่ กินนีสีม่วง และเนปียร์ ที่อายุ 45 วัน ให้ค่า NDF เท่ากับ 66.37, 70.76 และ 69.66 % ADF เท่ากับ 38.37, 44.17 และ 39.34 % และ ADL เท่ากับ 4.31, 4.19 และ 3.25 % ตามลำดับ ถั่วเวอราโน อายุ 45 วัน ให้ค่า NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 47.84, 33.98 และ 7.01 % ตามลำดับ และ Mupangwa et al. (1997) รายงานถั่ววินน์ ที่อายุ 56 วัน มีค่า NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 42.5, 28.8 และ 7.6 % ตามลำดับ

วิธีผลิตแบบอินทรีย์มีอิทธิพล (P<0.01) ต่อค่า CP, NDF และ ash แต่ไม่มีผล (P<0.05) ต่อค่า ADF และ ADL ของหญ้าอย่างเดียว และมีผล (P<0.01) ต่อค่า CP, NDF, ADF, ADL และ ash ของหญ้าผสมถั่ว วิธีหว่านถั่วเวอราโนผสมให้ค่า CP ของหญ้าอย่างเดียวและหญ้าผสมถั่วมากกว่าวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องจากถั่วเวอราโนสามารถเจริญเติบโตร่วมกับหญ้าได้ดีมาก (4,445 กก./เฮกตาร์, Table 4) จึงทำให้ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของถั่วเพิ่มมากขึ้น โดยถั่วเวอราโนสามารถตรึงไนโตรเจนได้ระหว่าง 30-80 กก.N/เฮกตาร์/ปี (Vallis and Gardener, 1984) และถั่วยังปลดปล่อย N สู่ดินซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหญ้าที่ขึ้นร่วม (Johansen and Kerridge, 1979) ซึ่งเป็นผลให้ค่า CP ของหญ้าอย่างเดียวที่ปลูกร่วมกับถั่วชนิดนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่ได้ปลูกถั่วผสม วิธีผลิตแบบให้ปุ๋ยคอกให้ค่า NDF ของหญ้าอย่างเดียวต่ำที่สุด เนื่องจากธาตุ NPK จากปุ๋ยคอกทำให้พืชมีการแบ่งตัวของเซลล์ใหม่และเจริญเติบโตมากกว่า และค่า ash ที่สูงเป็นผลจากแร่ธาตุอาหารจากปุ๋ยคอกเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พิชิต และคณะ (2552) และ Pholsen et al. (2005)

การปลูกถั่วผสมให้ค่า NDF และ ADF ของหญ้าผสมถั่วลดลงมากกว่า (P<0.05) วิธีควบคุมและให้ปุ๋ยคอก ซึ่งเป็นผลจากถั่วโดยธรรมชาติที่มีค่าดังกล่าวต่ำกว่าหญ้า ซึ่งค่านี้จะเพิ่มขึ้นและลดลงตามปริมาณถั่วที่ขึ้นร่วมกับหญ้าดังกล่าวข้างต้น ผลนี้สอดคล้องกับงานของ กานดา และคณะ (2547) ที่พบว่า หญ้ากินนีสีม่วงปลูกร่วมกับถั่วมาลโดนาโด ให้ค่า CP, NDF, ADF และ ADL ในหญ้าอย่างเดียว เท่ากับ 6.2, 70.3, 41.6 และ 3.2 % และให้ค่าในหญ้าผสมถั่ว เท่ากับ 6.7, 69.5, 41.3 และ 3.2 % ตามลำดับ งานทดลองครั้งนี้ให้ค่า CP และ ADL มากกว่า และให้ค่าเยื่อใย NDF และ ADF ต่ำกว่าของ กานดา และคณะ (2547) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองต่อเนื่องในปีที่ 2 ของงานทดลองครั้งนี้มีปริมาณถั่วขึ้นร่วมกับหญ้ากินนีสีม่วงมากกว่า

หญ้ารูซี่และกินนีสีม่วงให้ค่าความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม (Ca) ของหญ้าอย่างเดียวในระดับใกล้เคียงกัน ส่วนหญ้าเนเปียร์ให้ค่าน้อยที่สุด (Table 5) การหว่านถั่วผสมทำให้ปริมาณ Ca ในแปลงที่ปลูกหญ้าทั้ง 3 พันธุ์เพิ่มขึ้น วิธีผลิตแบบหว่านถั่วเวอราโนและถั่ววินน์ผสมให้ค่า Ca ของหญ้าผสมถั่วมากกว่าวิธีควบคุมและใส่ปุ๋ยคอก โดยให้ค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยคอก 3.3 เท่า แสดงให้เห็นว่าการใช้ถั่วปลูกผสมในทุ่งหญ้าสามารถเพิ่ม Ca ในทุ่งหญ้าผสมมากกว่าการปลูกหญ้าเดี่ยวๆ เนื่องจากถั่วมีความเข้มข้นของ Ca มากกว่าหญ้าซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับสัตว์เล็มกิน

หญ้ารูซี่ กินนีสีม่วง และเนเปียร์ให้ค่าความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัส (P) ของหญ้าอย่างเดียว และหญ้าผสมถั่วอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน วิธีผลิตแบบใส่ปุ๋ยคอกให้ค่า P ของหญ้าและหญ้าผสมถั่วมากที่สุด (0.174 %) ส่วนอีก 3 วิธีที่เหลือให้ค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าดินในวิธีที่ใส่มูลโคมีค่า extractable P หลังการทดลองสูงกว่าวิธีอื่นๆ (34.67 ppm) ประกอบกับมีค่า pH ที่สูงกว่าอีกด้วย (Table 2) จึงทำให้ค่า P ที่เป็นประโยชน์ในดินมีมากกว่าวิธีผลิตแบบอินทรีย์อื่นๆ และพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกโดยวิธีนี้สามารถดูดใช้ P ได้มากพอ โดยดินที่มี ค่า P ระหว่าง 20-30 ppm จะอยู่ในระดับพอเพียงต่อความต้องการของพืช (มงคล, 2548; Shelton et al., 1979)

งานทดลองพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ครั้งนี้ให้ค่า P น้อยกว่างานอื่นๆ ที่ให้ปุ๋ยเคมี (ปุ๋ย P) เช่น ภัทราวรรณ (2540) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ไต้หวันให้ค่า P เท่ากับ 0.24 % วารุณี และวลัยกานต์ (2542) รายงานหญ้ารูซี่ และกินนีสีม่วงมีค่า Ca เท่ากับ 0.36 และ 0.32 %, P เท่ากับ 0.39 และ 0.17 %, ตามลำดับ งานทดลองครั้งนี้หญ้ารูซี่ให้ค่า Ca ใกล้เคียงกัน แต่ให้ค่า P น้อยกว่า สถิต และคณะ (2542) รายงานความเข้มข้นของธาตุ Ca และ P ในหญ้ากินนีสีม่วงเท่ากับ 0.34 และ 0.10 % ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับงานทดลองครั้งนี้ เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารชนิดใดในพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของปริมาณแร่ธาตุชนิดนั้นๆ ในดิน

การย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry matter degradability: DMD) ของหญ้าอย่างเดียวและหญ้าผสมถั่ว

ชนิดพันธุ์หญ้ามีอิทธิพล ($P<0.01$) ต่อค่า DMD ของหญ้าอย่างเดียว หญ้ารูซี่ให้ค่าสูงที่สุด 79.38 % และหญ้ากินนีสีม่วงให้ค่าต่ำที่สุด 70.63 % (Table 5) การที่หญ้าให้ค่า DMD ที่แตกต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแตกต่างกัน คือปริมาณเยื่อใย NDF, ADF และ ADL ซึ่งมีผลต่อค่า DMD ของหญ้าในทิศทางตรงกันข้าม โดยหากหญ้าชนิดใดมีเยื่อใยดังกล่าวสูง การย่อยได้หรือค่า DMD จะต่ำ (Van Soest, 1965) วิธีผลิตแบบอินทรีย์ไม่มีผลต่อค่า DMD ($P>0.05$) ของหญ้าอย่างเดียว งานทดลองครั้งนี้ ให้ค่า DMD ใกล้เคียงกับงานของ พิมพาพร และคณะ (2535) ที่รายงานหญ้ารูซี่ อายุ 45 วัน ให้ค่า DMD เท่ากับ 77.0±2.57 %

ค่า DMD ของถั่วเวอราโน และถั่ววินน์ ที่เวลา 48 ชั่วโมงของงานทดลองครั้งนี้ เท่ากับ 80.83 และ 73.42 % ตามลำดับ เมื่อคำนวณค่า DMD ของหญ้าผสมถั่ว พบว่า หญ้ารูซี่ผสมถั่วให้ค่ามากกว่า ($P<0.05$) หญ้ากินนีสีม่วงและเนเปียร์ผสมถั่ว วิธีผลิตโดยหว่านถั่วเวอราโนให้ค่า DMD ของหญ้าผสมถั่วสูงที่สุด เนื่องจากเหตุผลทำนองเดียวกันคือปริมาณเยื่อใยต่ำประกอบกับผลผลิตถั่วเวอราโนมีมากในแปลงหญ้า เมื่อคำนวณค่า DMD ของหญ้าผสมถั่วจึงทำให้ได้ค่าสูงกว่าวิธีอื่นๆ

ผลการทดลองวิธีผลิตหญ้าอินทรีย์โดยการปลูกถั่วผสมครั้งนี้ยืนยันการเพิ่มคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ของทุ่งหญ้าผสมถั่ว เช่นเดียวกันกับทุ่งหญ้าผสมที่ใช้ปุ๋ยเคมี (ศศิธร และคณะ, 2538ข และ 2544; กานดา และคณะ, 2547; Ng and Wong 1976; Tessema and Baars, 2006)

Table 5 Chemical component and dry matter degradability (DMD) at 48 h in the rumen (% of dry matter) of five cuts of grass alone (G) and grass plus legume (G+L) as influenced by grass species and production methods.

Items	Grass species (G)			Production methods (PM)				Significant levels			SEM
	Ruzi	Guinea	Napier	Control[1]	CM[2]	Verano[3]	Wynn[4]	G	PM	G x PM	
CP (G)	7.36^{y}	7.31^{y}	11.71^{x}	8.57^{b}	8.57^{b}	9.36^{a}	8.68^{b}	**	**	NS	0.26
CP (G+L)	8.68^{y}	8.68^{y}	12.80^{x}	8.57^{c}	8.57^{c}	12.09^{a}	10.98^{b}	**	**	NS	0.28
NDF (G)	64.91^{y}	70.25^{x}	64.77^{y}	67.08^{a}	65.70^{b}	66.82^{a}	66.98^{a}	**	**	NS	0.45
NDF (G+L)	62.85^{y}	67.21^{x}	61.26^{z}	67.08^{a}	65.70^{b}	58.22^{d}	64.10^{c}	**	**	NS	0.61
ADF (G)	37.84^{y}	39.42^{x}	38.30^{y}	38.12	38.65	38.59	38.72	**	NS	NS	0.35
ADF (G+L)	36.77^{y}	38.01^{x}	35.33^{z}	38.12^{a}	38.65^{a}	34.86^{b}	35.20^{b}	**	**	**	0.44
ADL (G)	4.20^{x}	4.04^{xy}	3.96^{y}	4.14	4.01	4.10	4.02	*	NS	NS	0.11
ADL (G+L)	4.62^{y}	4.53^{y}	5.03^{x}	4.14^{b}	4.01^{b}	5.39^{a}	5.37^{a}	**	**	**	012
Ash (G)	7.61^{y}	7.79^{y}	8.50^{x}	7.79^{b}	8.91^{a}	7.56^{b}	7.61^{b}	**	**	NS	0.31
Ash (G+L)	7.99^{y}	8.21^{y}	9.04^{x}	7.79^{b}	8.91^{a}	8.91^{a}	8.04^{b}	**	**	NS	0.30
Total Ca (G)	0.302	0.313	0.256	0.276	0.232	0.304	0.350		NA		
Total Ca (G+L)	0.509	0.482	0.531	0.276	0.232	0.762	0.760		NA		
Total P (G)	0.101	0.098	0.102	0.071	0.174	0.076	0.079		NA		
Total P (G+L)	0.100	0.096	0.099	0.071	0.174	0.066	0.080		NA		
DMD (G)	79.38^{x}	70.63^{z}	77.06^{y}	75.17	75.83	75.50	76.25	**	NS	NS	0.93
DMD (G+L)	79.25^{x}	71.63^{z}	77.38^{y}	75.17^{b}	75.83^{b}	78.75^{a}	74.58^{b}	**	**	NS	0.95

$^{xyz, abcd}$Superscripts with G and PM in the same row of each item indicate significant differences of DMRT at probability of 0.05, * = P<0.05, ** = P<0.01, NS = non significant, SEM = standard error of mean, NA = no variance analysis, [1]No fertilizer application, no legume mixture, [2]Cattle manure application, [3]Grass-Verano stylo mixture, [4]Grass-Wynn cassia mixture, CP = crude protein, NDF and ADF = neutral and acid detergent fibres, ADL = acid detergent lignin, Ca = calcium, P = phosphorus.

สรุป

การศึกษาครั้งนี้ พอสรุปได้ว่าหญ้ารูซี่และกินนีสีม่วงเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปปลูกสร้างทุ่งหญ้าอินทรีย์ หญ้ากินนีสีม่วงกับวิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยคอกให้ผลผลิตแห้งมากที่สุด วิธีผลิตแบบอินทรีย์โดยใช้ถั่วเวอราโน หรือถั่ววินน์หว่านผสมให้ผลผลิตแห้งของหญ้าผสมถั่วไม่แตกต่างกัน พันธุ์หญ้า 3 ชนิดที่ปลูกแบบอินทรีย์โดยใช้ถั่วเวอราโนหว่านผสมให้คุณภาพของหญ้าผสมถั่วดีที่สุด คือ ให้ค่า CP มากที่สุด มีค่าเยื่อใย NDF และ ADF ต่ำที่สุด ค่า DMD มากที่สุด และให้ความเข้มข้นของธาตุ Ca สูงกว่าการปลูกหญ้าอย่างเดียว

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2550 มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอบคุณเป็นอย่างสูง ขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความสะดวกในการวิจัย ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์วิเคราะห์คุณสมบัติของดิน คณะเทคโนโลยีเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ที่อนุเคราะห์โคเจาะกระเพาะ เพื่อหาค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง

เอกสารอ้างอิง

กานดา นาคมณี, ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง, ศศิธร ถิ่นนคร และอำนาจ ปัญญาปรุ. 2547. การเพิ่มคุณภาพแปลงหญ้ากินนีสีม่วงโดยใช้ถั่วอาหารสัตว์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นิตยา บรรพจันทร์. 2544. อิทธิพลของอินทรียวัตถุและระดับความลึกการไถพรวนต่อความเค็มของดินและผลผลิตของหญ้าดิกซี่ที่ปลูกบนพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พิชิต รอดชุม. 2552. อิทธิพลของพันธุ์หญ้าพืชอาหารสัตว์ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ในชุดดินโคราช.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พิชิต รอดชุม, สุรเดช พลเสน, กฤตพล สมมาตย์, มงคล ตั๊ะอุ่น และ D.E.B Higgs. 2552. อิทธิพลของพันธุ์หญ้าพืชอาหารสัตว์ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ในชุดดินโคราช. น. 52-54. ใน: สัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552. 27 มกราคม 2552. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พิมพาพร เทวาหุดี, ฉายแสง ไผ่แก้ว, จิตราภรณ์ ธวัชพันธ์ และวัชรินทร์ บุญภักดี. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้จากการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงไนล่อนและวิธีการใช้เอนไซม์เป็บซิน-เซลลูเลส ในพืชอาหารสัตว์เขตร้อนบางชนิด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิสุทธิ์ สุขเกษม, กมลทิพย์ ดำคงเพชร และภิรมย์ บัวแก้ว. 2543. การตอบสนองต่อปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้าซิกแนลเลี้ยง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ภัทราวรรณ ฤทธิ์เดช. 2540. การศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลและความสูงของการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 5 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มงคล ตั๊ะอุ่น. 2548. เทคนิคและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดิน พืช น้ำและปุ๋ย. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วรรณา อ่างทอง, สดุดี พงษ์เพียจันทร์ และวารุณี พานิชผล. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจำรูญ. 2542. ผลงานวิชาการตารางคุณค่าทางอาหารสัตว์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิรัช สุขสราญ, ประเสริฐ นนทชมชื่น และจีรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2542. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ต่างๆ (2) อิทธิพลของระยะตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ (2.4) ในจังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ จิโนแสง, สมศักดิ์ เภาทอง และบัญชา ธุระตา. 2542. ผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ 8 พันธุ์ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศกุนตลา สุภาสัย. 2550. ผลของปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ ต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง, จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และอิสสระ กรีธาพล. 2535. การศึกษาคุณค่าอาหารและอนุกรมวิธานของหญ้าพืชอาหารสัตว์บางชนิด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศศิธร ถิ่นนคร, ฉายแสง ไผ่แก้ว และศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง. 2538ก. ระยะเวลาของการตัดครั้งแรกและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิต และส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินปากช่อง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศศิธร ถิ่นนคร, ฉายแสง ไผ่แก้ว และศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง. 2538ข. ระยะปลูกและความถี่ของการตัดที่มีผลต่อผลผลิตของทุ่งหญ้าผสมระหว่างหญ้ากินนีสีม่วงกับถั่วเวอราโนสไตโล. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศศิธร ถิ่นนคร, ฉายแสง ไผ่แก้ว, กานดา นาคมณี และสมจิตร อินทรมณี. 2544. การศึกษาถั่วลิสงเถาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ (4) การปลูกถั่วลิสงเถาสายพันธุ์อมาริลโลร่วมกับหญ้าเขตร้อน 3 ชนิด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมพล ไวปัญญา, สุภาพร มนต์ชัยกุล, พันธุ์ศักดิ์ พันธุ์เสือ และเฉลียว ศรีชู. 2542. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าสกุล *Brachiaria* spp. ในพื้นที่ต่างๆ (2) การทดสอบผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าสกุล *Brachiaria* spp. 6 ชนิดในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถิต มั่งมีชัย, เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์, จีรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์ และวีระศักดิ์ จิโนแสง. 2542. การศึกษาธาตุอาหารพืชสำหรับพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ต่างๆ 3. สถานะธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินลำปาง ชุดดินหางดง และชุดดินแม่สาย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุรเดช พลเสน. 2548. ทุ่งหญ้าเขตร้อน. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2543. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Bamikole, M.A., I. Ezenwa, A.O. Akinsoyinu, M.O. Arigbede, and O.J. Babayemi. 2001. Performance of West African dwarf goats fed Guinea grass- Verano stylo mixture, N-fertilized and unfertilized Guinea grass. Small Rum. Res. 39: 145-152.

Blackshaw, R.E., L.J. Molnar, and F.J. Larney. 2005. Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. J. Cro. Prot. 24: 971-980.

Cederberg, C., and B. Mattsson. 2000. Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming. J. of Cleaner Prod. 8: 49-60.

Celik, I., I. Ortas, and S. Kilic. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil Till. Res. 78: 59-67.

Codex Alimentarius Commission. 2001. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organically produced foods. First revision. Joint Food and Agriculture Organisation (FAO) and World Health Organisation (WHO) Food Standards Program, Rome, Italy.

Cook, B.G., B.C. Pengelly, S.D. Brown, J.L. Donnelly, D.A. Eagles, M.A. Franco, et al. 2005. Tropical Forages: an Interactive selection tool, [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.

Ezenwa, I. and M.E. Aken'ova. 1996. Effect of method of sowing *Stylosanthes* on forage production of a *Panicum*- *Stylosanthes* mixture. Tropical Grasslands. 30: 363-366.

Fisher, M.J., R.J. Thomas, and R.R. Vera. 1994. C storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. Nature, London. 371: 236-238.

Gil, M.V., M.T. Carballo, and L.F. Calvo. 2008. Fertilization of maize with compost from cattle manure supplemented with additional mineral nutrients. J. Was Man. 28: 1432-1440.

Houlbrooke, D.J. 1997. A study of the effects of soil bulk density on root and shoot growth of different ryegrass lines. N.Z. J. Agric. Res. 40: 429-435.

Johansen, C., and P.C. Kerridge. 1979. Nitrogen fixation and transfer in tropical legume-grass swards in south-eastern Queensland. Tropical Grasslands. 13: 165-170.

Kataoka, K., S. Udchachon, W. Sumamal, and O. Rodchompoo. 1994. JIRCAS progress report on development of technology for forage crop management in Northeast Thailand under the collaborative research between Thailand and Japan.

Kumm, K.I. 2002. Sustainability of organic meat production under Swedish conditions. Agric. Ecosyst. Environ. 88: 95-101.

Mannetje, L.'t. 2002. Advances in grassland science. Netherlands Journal of Agricultural Science. 50: 195-221.

Marshall, T.J., and J.W. Holms. 1988. Soil Physics. 2nd ed. Cambridge University press, Cambridge.

Magdoff, F.R., and J.F. Amadon. 1980. Yield trends and soil chemical changes resulting from N and manure application to continuous corn. Agron. J. 72: 161-164.

Meteorological Station. 2007-2008. Climatic conditions report. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

Miller, W.M., and R.L. Donahue, 1990. Soils. An introduction to soils and plant growth. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 07632.

Mupangwa, J.F., N.T. Ngongoni, J.H. Topps, and P. Ndlovu. 1997. Chemical composition and dry matter degradability profiles of forage legumes *Cassia rotundifolia* cv. Wynn, *Lablab purpureus* cv. Highworth and *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro at 8 weeks of growth (pre-anthesis). Anim. Feed Sci. Technol. 69: 167-178.

Ng, T.T., and T.H. Wong. 1976. Comparative productivity of two tropical grasses as influenced by fertilizer nitrogen and pasture legumes. Tropical Grasslands. P.179-185.

Norman, M.J.T. 1963. The pattern of dry matter and nutrient content changes in native pastures at Katherine, N.T. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 3: 119-124.

Ørskov, E.R., F.D. Deb Hovell, and F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5: 195-213.

Pholsen, S., P. Lowilai, and Y. Sai-ngarm. 2005. Effects of urea and cattle manure on yield and quality of Signal grass (*Brachiaria decumbens* Stafp. cv. Basilisk) in Northeast Thailand. Pak J. Biol Sci. 8: 1192-1199.

Phonbumrung, T., and S. Watanasak. 2007. Biodiversity richness: Positive impact indicators of organic pasture under beef cattle grazing. In: Hare, M.D. and K. Wongpichet (eds.). Forage: A pathway to prosperity for smallholder farmers. Proceeding of an International Forage Symposium; 2007 March 5-7; Ubon Ratchathani University. Thailand.

Rosati, A., and A. Aumaitre. 2004. Organic dairy farming in Europe. Livest. Prod. Sci. 90: 41-51.

SAS. 1996. SAS/STAT User's Guide. Version 6.12. Statistical Analysis Method Institute, Inc., Cary, NC.

Salazar, F.J., D. Chadwick, B.F. Pain, D. Hatch, and E. Owen. 2005. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. Bioresource Technology. 96: 235-245.

Shehu, Y., and J.O. Akinola. 1995. The productivity of pure and mixed grass - legume pasture in the Northern Guinea Savanna zone of Nigeria. Tropical. Grasslands. 29: 115-121.

Shelton, H.M., R.C. Gutteridge, N. Wilaipon, B. Wickham, D.C. Kratzing, and S.W. Waring. 1979. Nutrient studies on pasture soils of Northeastern Thailand. Thai J. Agr. Sci. 12: 235-247.

Smith, P., S.D.S. Powlson, M.J. Glendining, and J.U. Smith. 1997. Potential for carbon sequestration in European soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. Global Change Biol. 3: 67-79.

Tessema, Z., and R.M.T. Baars. 2006. Chemical composition, dry matter production and yield dynamics of tropical grasses mixed with perennial forage legumes. Tropical Grasslands. 40: 150-156.

Tudsri, S., S.T. Jorgensen, P. Riddach, and A. Pookpakdi. 2002. Effect of cutting height and dry season closing date on yield and quality of five napier grass cultivars in Thailand. Tropical. Grasslands. 36: 248-252.

Teitzel, J.K., M.A. Gilbert, and R.T. Cowan, 1991. Sustaining productive pastures in the tropics 6. Nitrogen fertilised grass pastures. Tropical. Grasslands. 25: 111-118.

Vallis, I., and C.J. Gardener. 1984. Nitrogen inputs into agricultural systems by *Stylosanthes*. In: Stace, H.M. and L.A. Edye (eds.) The Biology and Agronomy of *Stylosanthes* .pp. 359-379. Academic Press, Sydney.

Van Soest, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24: 834-843.

Vicente-Chandler, J., S. Silva, and J. Figarella. 1959. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. Agron. J. 51: 202-206.

Whiteman, P.C. 1980. Tropical pasture science. Oxford University Press, New York.