

การเพิ่มระดับโปรตีนในหญ้าเนเปียร์จากการหมัก ด้วยเชื้อรา *Trichoderma asperellum* (NST-009)

Protein enrichment of Napier grass by fermented with *Trichoderma asperellum* (NST-009)

กฤติกา กาบพลอย^{1*}, จันทิรา วงศ์เณร¹, ยุพาวดี ธารวมาศ¹ และ ทิพย์ฤดี บุญแนบ¹

Krittika Kabploy^{1*}, Chantira Wongnen¹, Yupawadee Thavonmas¹
and Thiprudee Boonnab¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลการหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อรา *Trichoderma asperellum* (NST-009) ต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยหมักหญ้าเนเปียร์กับเชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) สดที่ระดับ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใส่ในถุงพลาสติกปริมาณ 300 กรัม ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 3, 6 และ 9 วัน พบว่าหญ้าเนเปียร์หมักร่วมกับเชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) เป็นเวลา 9 วัน มีระดับของวัตถุแห้ง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลางลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อีกทั้งสามารถเพิ่มระดับโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของระดับเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรดของหญ้าเนเปียร์หมักด้วยเชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) ($P > 0.05$) จากการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้เชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) หมักหญ้าเนเปียร์สามารถเพิ่มคุณภาพและโภชนาในหญ้าได้

คำสำคัญ: เนเปียร์ ไตรโคเดอร์มา พืชอาหารสัตว์หมัก องค์ประกอบทางเคมี

ABSTRACT: The study was conducted to determine effect of *Trichoderma asperellum* (NST-009) on chemical composition of Napier grass silage, was assigned in to completely randomized design (CRD). The Napier grass was mixes with fresh *T. asperellum* (NST-009) 15% and 30 % wt./wt., ensiling 300 g each into plastic bags and stored for 0, 3, 6 and 9 d. Napier grass silages were kept at room temperature. The result showed that the Napier grass ensilaged with *T. asperellum* (NST-009) significantly decreased the concentration of dry matter ($P < 0.01$) and neutral-detergent fiber ($P < 0.01$) and also significantly increased crude protein percentage ($P < 0.01$) at 9 d. However, acid-detergent fiber of Napier grass ensiling with *T. asperellum* (NST-009) were not significant different ($P > 0.05$). In conclusion, this study confirmed that the applying of *T. asperellum* (NST-009) improved fermentative quality and nutritive value of Napier grass.

Keywords: Napier, *Trichoderma* spp., silage, chemical composition

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ต.ไทยบุรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

School of Agricultural Technology, Walailak University, Thai Buri, Tha Sala, Nakhon Si Thammarat 80160

* corresponding author: krittika.ka@wu.ac.th

บทนำ

หญ้าเนเปียร์ (Napier Grass) จัดเป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกมากเนื่องจากลำต้นและใบมีขนาดใหญ่ มีขนน้อย และมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูงรวมถึงสามารถเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง แตกกอดี ทนแล้ง ไม่มีระยะพักตัว ตอบสนองต่อน้ำและปุ๋ยดี ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน ทำให้เก็บเกี่ยวได้นาน 5-7 ปี ต่อการปลูก 1 ครั้ง (ไกรลาศ และคณะ, 2556) คุณค่าทางอาหารของหญ้าเนเปียร์ประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 15-18 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์ทั้งรูปหญ้าสดและหญ้าหมัก ช่วงอายุตัดที่ 35-45 วัน ได้รับผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม 9.25-10.78 ตันต่อไร่ต่อปี และมีระดับโปรตีนรวม เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกกรด และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกกลางเท่ากับ 11.1-12.8, 41.7-43.2 และ 67.0-69.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทดสอบความสามารถในการย่อยได้ด้วยวิธีถุงในลอนพบว่าหญ้าเนเปียร์ที่อายุตัดดังกล่าวมีค่าการย่อยได้ของน้ำหนักแห้ง 72.9-75.9 เปอร์เซ็นต์ (สำราญ และพรชัย, 2554) ในการปรับปรุงคุณภาพพืชอาหารหยาบนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน และสัตว์สามารถย่อยเยื่อใยในหญ้าได้มากขึ้น โดยทำลายโครงสร้างของลิกนิน เพื่อให้เอนไซม์สามารถเข้าไปย่อยส่วนที่เป็นเซลลูโลสได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการปรับปรุงคุณภาพพืชอาหารหยาบนั้นมีด้วยกันหลายวิธีไม่ว่าจะนำไปทำลายในสารละลายกรด หรือด่าง รวมถึงการใช้จุลินทรีย์ซึ่งเป็นวิธีการที่ปลอดภัย และสามารถนำมาใช้ได้หลากหลายชนิด หากเป็นการใช้เชื้อราเป็นจำพวก brown - , white- และ soft rot fungi ที่สามารถย่อยสลายส่วนของลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสได้เป็นอย่างดี และเป็นการเพิ่มโปรตีนในอาหารหยาบได้อีกด้วย (Liong et al., 2012) เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์พบได้ทั่วไปในดิน เศษพืช ซากสัตว์อินทรีย์วัตถุ ขยายพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ ในการกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืชนั้นเชื้อราไตรโคเดอร์มาจะใช้เส้นใยของตัวมันขดเป็นวงรอบๆ เส้นใยเชื้อราโรคพืช แล้วปลดปล่อยเอนไซม์เพื่อสลายผนังเส้นใย จากนั้นจึงเจริญเข้าไปใน

เส้นใยของเชื้อราโรคพืช และใช้เชื้อราโรคพืชเป็นอาหารในการเจริญต่อไป เอนไซม์ที่เชื้อไตรโคเดอร์มาผลิตออกมาเพื่อเป็นกลไกในการควบคุมเชื้อราโรคพืช ได้แก่ ไคตินเนส (chitinases) โปรตีเอส (Proteases) เซลลูเลส และ 1,3- เบต้ากลูคาเนส (Viterbo et al., 2007, Schuster and Schmoll, 2010) ด้วยความสามารถในการผลิตเอนไซม์เหล่านี้ เชื้อราไตรโคเดอร์มาจึงเป็นเชื้อราที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นอันดับแรกๆ เพื่อย่อยสลายชีวมวลประเภทลิกนินเซลลูโลส เชื้อราชนิดนี้มีหลายสายพันธุ์ซึ่งมีรายงานมากกว่า 30 ชนิด ซึ่งบางสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืช บางสายพันธุ์ไม่มีประสิทธิภาพในการ ควบคุมโรคพืช บางสายพันธุ์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชมีรายงานมากมายเกี่ยวกับใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เช่น *T. harzianum*, *T. viride*, *T. asperellum*, *T. virens* และ *T. polysporum* (Abdel-Fattah et al., 2007) มีการศึกษาความสามารถในการผลิตเอนไซม์ย่อยเยื่อใยจากเชื้อรา *T. asperellum* พบว่าสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลส (cellulose) เอนโดกลูคาเนส (endoglucanase) ไกลาเนส (xylanase) และ เฮมิเซลลูเลส (Hemicellulase) (Marx et al., 2013) ได้ดี ด้วยเหตุนี้จึงนำเชื้อรา *T. asperellum* มาใช้ในการปรับปรุงระดับโภชนะหญ้าเนเปียร์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยมีทั้งหมด 3 กลุ่มทดลองเพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักหญ้าเนเปียร์โดยใช้เชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) ดังนี้กลุ่มที่ 1. หญ้าเนเปียร์สด อายุ 60 วัน กลุ่มที่ 2. หญ้าเนเปียร์หมักเชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) 15 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3. หญ้าเนเปียร์ หมักเชื้อรา *T. asperellum* (NST-009) 30 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ใช้หญ้าเนเปียร์อายุ 60 วัน นำมาสับให้ได้ขนาดชิ้นเล็ก แล้วฟุ้งลม จากนั้นสุ่มชั่งหญ้าเนเปียร์ 300 กรัม จำนวน 16 ถัง แล้วเติมเชื้อ

รา *T. asperellum* (NST-009) 45 กรัม และ 90 กรัม อย่างละ 8 ถัง คลุกเคล้ากับหญ้าเนเปียร์ที่เตรียมไว้ให้เข้ากัน เติมสารอาหารเลี้ยงเชื้อราสูตร Mandel ประกอบด้วย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1.4 กรัม, KH_2PO_4 2 กรัม, ยูเรีย 0.63 กรัม, CaCl_2 0.3 กรัม, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.3 กรัม, เปปโตน 0.75 กรัม, Tween 80 2 มิลลิลิตร, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.005 กรัม, $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.0016 กรัม, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.0014 กรัม และ COCl_2 0.002 กรัม ปรับ pH ให้ได้ 5.5 (Zanirum et al., 2014) ลงในถุงปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทำการเขย่ามัดปากถุง และเจาะรูเล็กน้อยให้อากาศเข้า หมักที่อุณหภูมิห้อง (28-29 องศาเซลเซียส) มีแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บตัวอย่างที่ 0, 3, 6 และ 9 วัน ตัวอย่างละ 2 ข้ำ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ค่าโภชนาตัวอย่างละ 3 ข้ำ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (2012) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral-detergent fiber; NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid-detergent fiber; ADF) ตามวิธีการของ van Soest (1963)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of

Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Tukey's test

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์สดที่อายุ 60 วันพบว่ามีความชื้น โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 95.47, 13.87, 73.37, 35.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์ม่ามีผลทำให้ระดับค่าโปรตีนรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (รูปที่ 1) การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์ม่าที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าโปรตีนรวมเพิ่มสูงขึ้น 60.96 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 9 ของการหมัก ในขณะที่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์ม่าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มระดับโปรตีนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับในวันที่ 0 ในกระบวนการหมักเชื้อราไตรโคเดอร์ม่ามีการผลิตเอนไซม์เอนไซม์เซลลูเลส และ เฮมิเซลลูเลส เพื่อทำการย่อยเยื่อใยที่เป็นองค์ประกอบในหญ้าเนเปียร์ได้เป็นน้ำตาลเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับเชื้อราเจริญเติบโต (Marx et al., 2013)

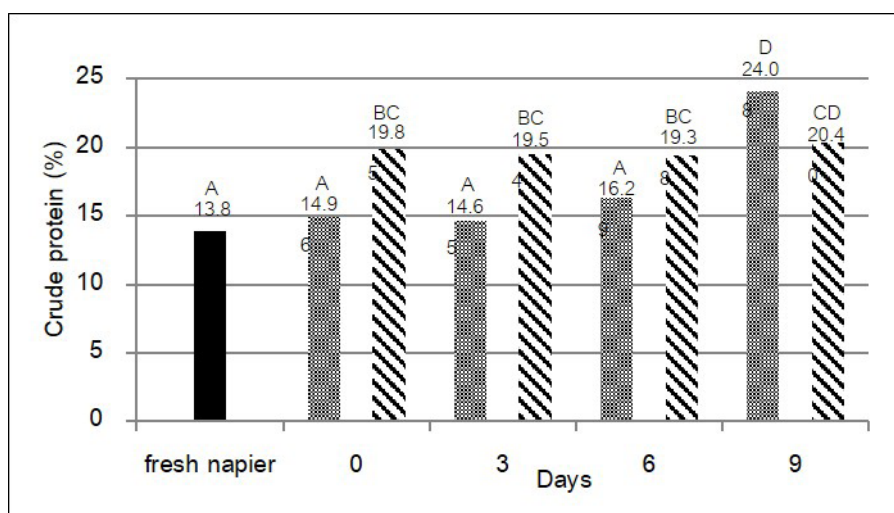


Figure 1 Crude protein of fresh Napier grass and Napier grass ensiled with *T. asperellum* NST-009 at 0, 3, 6 and 9 d. Means followed by different letter showed significant difference at $p < 0.01$. (■ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 15% wt./ wt. and ▨ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 30% wt./wt.).

เปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลางมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ที่การหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 9 วัน ซึ่งสามารถลดเยื่อใยที่ไม่

ละลายในสารละลายที่เป็นกลางได้ประมาณ 5.77 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระดับเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (รูปที่ 2 และ 3)

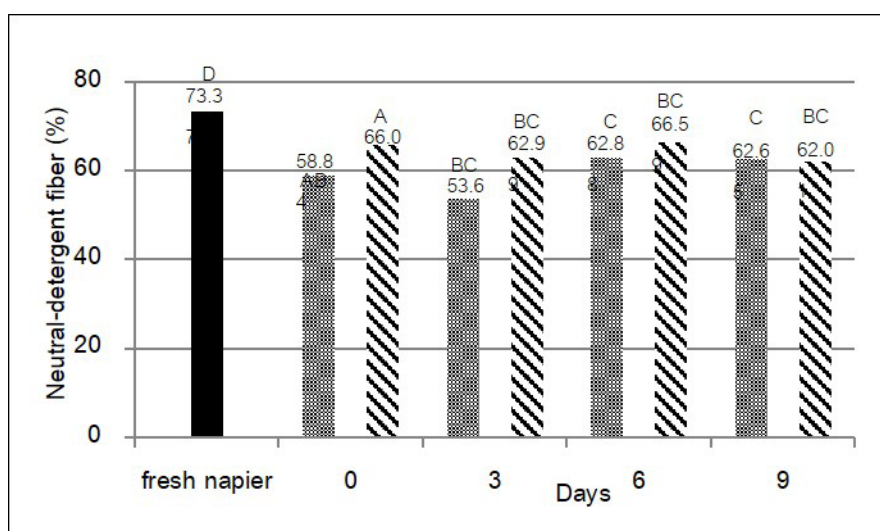


Figure 2 Neutral-detergent fiber of fresh Napier grass and Napier grass ensiled with *T. asperellum* NST-009 at 0, 3, 6 and 9 d. Means followed by different letter showed significant difference at $p < 0.01$. (■ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 15% wt./wt. and ▨ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 30% wt./wt.).

การหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยวิธีการหมักแบบแข็งเป็นวิธีที่ให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญบนผิวหน้าของชั้นเสตรท และได้จุลินทรีย์ที่ต้องการในปริมาณมาก (Hu et al., 2012) ซึ่งเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่นำมาใช้สามารถเจริญได้ดี (Marx et al., 2013) หญ้าเนเปียร์หมักหรือไซเลจโดยทั่วไปสามารถเพิ่มระดับโปรตีนจาก 13.29 เป็น 16.64 เปอร์เซ็นต์ และลดระดับเปอร์เซ็นต์เยื่อใยละลายได้ในต่างจาก 51.37 เป็น 35.45 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังสามารถลดระดับเยื่อใยละลายได้ในกรด และลิกนินได้ 40 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาการหมัก 42 วัน (Aganga et al., 2005) ทั้งนี้ในการหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อรา *T. reesei* ระดับ 2.13×10^7 cfu ต่อ กิโลกรัมน้ำหนักสด เป็นเวลา 21 วัน พบว่าสามารถเพิ่มระดับโปรตีนจาก 6.51 เป็น 6.87 เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์สด (Nurjana et al., 2016) นอกจากนี้การหมักหญ้าแพงโกล่าด้วยเชื้อรา

Aspergillus niger และ *Mucor Hiemalis* สามารถเพิ่มระดับของโปรตีนรวมในหญ้าแพงโกล่าได้ประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ (Hu et al., 2012) เช่นเดียวกับ Hsu et al. (2013) พบว่าการหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อรา *Entrophospora* sp. NP1 เป็นเวลา 7 วัน ส่งผลให้หญ้าเนเปียร์มีระดับโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ 42 วัน หญ้าเนเปียร์มีระดับโปรตีน 13.90 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าการใช้เชื้อราที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนั้นสามารถเพิ่มระดับโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ที่ 9 วันไม่แตกต่างกับการใช้ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เนื่องจากในการเจริญของเชื้อราขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างรวมไปถึงปริมาณชั้นเสตรทที่เป็นแหล่งของคาร์บอนในการเจริญ หากมีระดับไม่เหมาะสมก็ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญได้เต็มที่ (Graminha et al., 2008)

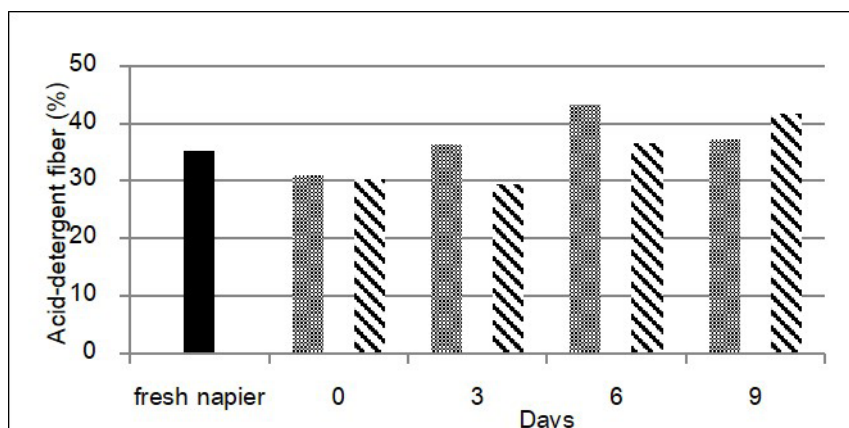


Figure 3 Acid-detergent fiber of fresh Napier grass and Napier grass ensiled with *T. asperellum* NST-009 at 0, 3, 6 and 9 d. Means followed by different letter showed significant difference at $p < 0.01$. (■ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 15% wt./wt. and ▨ Napier grass + *T. asperellum* (NST-009) 30% wt./wt.)

สรุปผลการศึกษา

การหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยเชื้อรา *T. asperellum* NST-009 ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ด้วยวิธีการหมักแบบแห้ง เป็นเวลา 9 วัน สามารถเพิ่มระดับโปรตีนในหญ้าเนเปียร์หมักได้ และลดปริมาณเยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลางลง ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มคุณภาพให้กับพืชอาหารสัตว์ให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง เพราะใช้เวลาน้อยและวิธีการไม่ยุ่งยาก

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ สำหรับสถานที่ทำการทดลอง เครื่องมือวิจัย ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆในการปฏิบัติงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ไกรลาส เขียวทอง, วีรชัย อาภาณ, อิทธิพล เผ่าไพศาล, เรืองเดช ปันด้วง และ สรยุทธ วินิจชัย. 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. หกจ.

มิตรภาพการพิมพ์ 1995, นครราชสีมา. 32 หน้า.

สำราญ วิจิตรพันธ์ และ พรชัย ล้อวิลัย. 2554.

อิทธิพลของอายุการตัดที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิจัย มข. 16(3):215-224.

Abdel-Fattah, G. M., Y. M. Shabana, A. E. Ismail and Y. M. Rashad. 2007. *Trichoderma harzianum*: a biocontrol agent against *Bipolaris oryzae*. *Mycopathologia*. 164:81-89.

Aganga A. A, U. J. Omphile, T. Thema and J. C. Baitshotlhi. 2005. Chemical Composition of Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) at different stages of growth and Napier Grass silages with additives. *J Biol. Sci.* 5 (4): 493-496.

AOAC. 2012. Official method of Analysis. 18th ed. Assoc. Off. Ana. Chem. Intl, Gaithersburg, MD.

Graminha, E. B. N., A. Z. L. Goncalves, R. D. P. B. Pirota, M. A. A. Balsalobre, R. Da

- Silva and E. Gomes. 2008. Enzyme production by solid-state fermentation application to animal nutrition. *Ani. Feed. Sci.* 144:1-22.
- Hsu P. K., C. P. Liu, L. Y. Liu, C. H. Chang and S. S. yang. 2013. Protein enrichment and digestion improvement of Napiergrass and pangolagrass with solid-state fermentation. *J. Microbiol. Immunol.* 46:171-179.
- Hu, C. C., L. Y. Liu and S. S. Yang. 2012. Protein enrichment, cellulose production and in vitro digestion improvement of pangolagrass with solid state fermentation. *J. Microb Imm Inf.* 45:7-14.
- Liong, Y. Y., R. Halis, O. M. Lai and R. Mohamed. 2012. Conversion of lignocellulosic biomass from grass to bioethanol using materials pretreated with alkali and the white rot fungus, *Phanerochaete chrysosporium*. *Bio Resources.* 7(4):5500-5513.
- Marx, I. J., N. van Wyk, S. Smit, D. Jacobson M. Viljoen-Bloom and H. Volschenk. 2013. Comparative secretome analysis of *Trichoderma asperellum* S4F8 and *Trichoderma reesei* Rut C30 during solid-state fermentation on sugarcane bagasse. *Biotechnol. Biofuels.* 6:172-185.
- Nurjana, D.J., S. Suharti and Suryahadi. 2016. Improvement of Napier grass silage nutritive value by using inoculant and crude enzyme from *Trichoderma reesei* and its effect on Vitro rumen fermentation. *Media Peternakan.* 39(1):46-52.
- Schuster, A. and M. Schmoll. 2010. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 87:787-799.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. III. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 46:825-835.
- Viterbo, A., A. Wiest, Y. Brotman, I. Chet and C. Kenerly. 2007. The 18mer peptaibols from *Trichoderma virens* elicit plant defence responses. *Mol. Plant. Pathol.* 8(6):737-746.
- Zanirum, Z., E. K. Bahrin, P. L. Yee, M. A. Hassan and S. A. Aziz. 2014. Effect of physical and chemical properties of oil palm empty fruit bunch decanter cake and sago pith residue on cellulases production by *Trichoderma asperellum* UPM1 and *Aspergillus fumigatus* UPM2. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 172:423-235.