



รายงาน ผลงานวิจัย

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2560

**BUREAU OF ANIMAL NUTRITION DEVELOPMENT
ANNUAL RESEARCH REPORT 2017**

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

**DEPARTMENT OF LIVESTOCK DEVELOPMENT
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES**

รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2560

จัดทำโดย

กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ISBN : 978-616-358-371-0

เลขที่ 91 หมู่ 4 ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

โทร 0-2501-1147-8 nutrition4@dld.go.th

คำนำ

รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2560 เล่มนี้ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัย และผลงานทางวิชาการ ซึ่งทั้งหมดเกิดจากความมุ่งมั่น อุทิศสาคะ ของนักวิจัยทุกท่าน ตลอดจนได้รับความร่วมมือในการพิจารณากลับกรองละเอียดจากคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์และ คณะอนุกรรมการวิจัยกรมปศุสัตว์

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์อาหารสัตว์จึงขอขอบคุณ ผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย ที่มีส่วนทำให้หนังสือเล่มนี้ สำเร็จขึ้นมาได้ และหวังว่าผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการทั้งหมดจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย เจ้าหน้าที่ ส่งเสริมในท้องที่ เกษตรกร ปละผู้สนใจทั่วไปใช้เป็นแหล่งข้อมูล ความรู้ด้านอาหารสัตว์ และนำไปประยุกต์ ใช้พัฒนาการเลี้ยงสัตว์ต่อไป



(นายอิทธิพล เผ่าไพศาล)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์

สิงหาคม 2560

สารบัญ

ผลงานวิจัย	หน้า
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวสุ่มเพื่อการทนแล้ง (1.1) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวสุ่มโดยวิธีการสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์ จรรยาโรจน์ จันทศิริ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม สุกัญญา คำพะแย เลขทะเบียนวิจัย 50(1)-(50:1)-0214-005	1-13
การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบรรด้าเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ เชิงพาณิชย์ (1.1) ผลของระยะปลูกที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของกระถินสายพันธุ์กลาบรรด้า ชะอุทัย จันทธีปัตย์ ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน วัฒนาวรรณ ศรีสมพร กานดา นาคมนี เลขทะเบียนวิจัย 54(1)-(54:01)-0214-015	14-27
วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมบอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.5) ผลของน้ำหนักลิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะซาก อภิชาติ บุญเรืองขาว เศกสรรค์ สอนกุล ขบวน อินทร์ักษ์ เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-(55:02)-0214-004	28-41
การใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีในสูตรอาหารผสมครบส่วนขุนแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน ภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (TKK) (1.1) ศึกษาผลผลิต คุณภาพ และต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิดที่เหมาะสมสำหรับ การขุนแพะในพื้นที่ภาคใต้ อภิชาติ บุญเรืองขาว จักรพงษ์ ขานโบ พินิจ สวัสดิ์รักษา ขบวน อินทร์ักษ์ จรุณี ตำช่วย เลขทะเบียนวิจัย 57(1)-(57:01)-0214-007	42-62
การศึกษาการแก้ไขปัญหาการจัดการอาหารแพะแบบมีส่วนร่วม ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะรายย่อยจังหวัดปัตตานี สมเกียรติ กิจรุ่งโรจน์ ชุมพล คงทน ประสงค์ เพชรทอง นพวรรณ ชมชัย พิสุทธิ สุขเกษม เกียรติศักดิ์ กล้าเอม เลขทะเบียนวิจัย 57(1)-0214-010	63-75
ผลของสาร 6-Benzylaminopurine และ Naphthaleneacetic acid ต่อการชักนำต้นจาก ตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รัตติกาล ปวงแก้ว เยาวลักษณ์ หม่อมปัง วลัยกานต์ เจียมเจตจรรณ เลขทะเบียนวิจัย 59(1)-0214-018	76-88

สารบัญ (ต่อ)

ผลงานวิชาการ	หน้า
ผลของระยะปลูกที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วพุด (Vigna umbellata) จรรยาโรจน์ จันทศิริ วิณภาพร จันทะสินธุ์ วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-051	89-99
ผลของอายุก่อนพันธุ์ต่อการงอกและผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ศุภวันจักรี ดอนไสว อภินันท์ จินตานิรุตล สรายุทธ์ ไทยเกื้อ เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-061	100-109
ผลของระยะปลูกและระยะตัดที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วแป๊ป วิณภาพร จันทะสินธุ์ ฆะฤทัย จันทธิบติ เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-063	110-121
การเก็บรักษาพันธุ์หญ้ารูซี่ (Brachiaria ruziziensis) ในสภาพปลอดเชื้อ เยาวลักษณ์ แหม่งปิง รัตติกาล ปวงแก้ว สรายุทธ์ ไทยเกื้อ เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-064	122-132
ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า ทวีศักดิ์ ชื่นปริชา สุภัญญา คำพะแย อาทิตยา สุขสะเกษ เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-081	133-140
ความคิดเห็นต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกร ในจังหวัดสุพรรณบุรี สุขุม สุขเกษม เทวัญ จันทรโคตร ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-083	141-148
การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีทำนายองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้างูนิสมีงและหญ้างูนิมอมบาชา ปฐิมา บุตรชา อาทิตยา สุขสะเกษ เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-084	149-161
การหาความชื้นในเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และหญ้างูนิสมีงด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี อาทิตยา สุขสะเกษ ปฐิมา บุตรชา เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-084	162-172

สารบัญ (ต่อ)

ผลงานวิชาการ	หน้า
ผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกลาในพื้นที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ชะอุทัย จันทธิปไตย วัฒนาวรรณ ศรีสมพร เกียรติศักดิ์ กล้าเอม เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-090	173-192
การใช้กากเมล็ดในเจอรินสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับเลี้ยงขุนโคพื้นเมือง วิณาพร จันทะสินธุ์ จริญญาโรจน์ จันทศิริ วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย เลขทะเบียนวิชาการ 60(2)-0214-117	193-201
การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถิน (<i>Leucaena</i>) ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด เยาวลักษณ์ แหม่งปิง รัตติกาล ปวงแก้ว จันทกานต์ อรณนันท เกียรติศักดิ์ กล้าเอม เลขทะเบียนวิจัย 60(2)-0414-149	202-215

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อการทนแล้ง

(1.1) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้วิธีการสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์

จรรยาโรจน์ จันทศิริ^{1/} เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{2/} สุกัญญา คำพะแย้^{3/}

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อการทนแล้งโดยใช้วิธีการสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 ถึง ธันวาคม 2556 เริ่มต้นจากการประเมินและคัดเลือกโคลนต้นพ่อแม่พันธุ์ข้าว จำนวน 113 ต้น พบว่า เบื้องต้นพ่อแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตและทนแล้งได้ดี จำนวน 10 หมายเลข ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 23 27 41 52 69 103 และ 112 และสามารถคัดเลือก 6 หมายเลข ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 27 41 และ 112 มาจัดกลุ่ม ๆ ละ 4 หมายเลข เพื่อให้มีการผสมพันธุ์กันแบบสุ่มในแต่ละกลุ่ม เป็นสายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 และชั่วที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรข้าวที่มีแนวโน้มสามารถให้ผลผลิตสูงและปรับตัวทนแล้งได้ดีจากการทดสอบรุ่นลูก จำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ PC01 PC02 PC03 PC04 PC05 PC06 PC07 PC08 PC09 PC10 PC11 PC12 PC13 PC14 และ PC15

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์สังเคราะห์ ทนแล้ง

เลขทะเบียนวิจัย : 50(1)-(50:1)-0214-005

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอด่านช้าง จังหวัดลำปาง

^{2/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

A breeding program ruzi grass breeding for drought tolerance

1.1 reeding program of ruzi grass by synthetic varieties methods

Jaroonroch Chantarasiri^{1/}

Kiatiasak Klum-em^{2/}

Sukanya Khumpayae^{3/}

Abstract

Ruzi grass breeding for drought tolerance (*Brachiaria ruziziensis*) by synthetic varieties method was conducted at Nakornrachasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong district, Nakornrachasima province, during October 2006 - December 2013. One hundred and thirteen clones were evaluated and selected to be parent plants.

The results revealed that there were 10 clones of parent plants included clone No. 2, 12, 16, 23, 27, 41, 52, 69, 103 and 112, produced good yield and good drought tolerance. Consequently, 6 clones included clone No. 2, 12, 16, 27, 41 and 112 were selected and grouped (each one with 4 clones) for random pollination in each group. Using progeny testing methods resulted 15 synthetic varieties in F1 and F2 showing high potential yield and had good drought tolerance such as PC01, PC02, PC03, PC04, PC05, PC06, PC07, PC08, PC09, PC10, PC11, PC12, PC13, PC14 and PC15.

Keywords: ruzi grass, synthetic varieties, drought tolerance

Registered No.: 50(1)-(50:1)-0214-005

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang chat, Lampang.

^{2/} Forage Crops Research and Development Group, Bureau of Animal nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

^{3/} Nong Khai Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Nong Khai.

คำนำ

หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) มีถิ่นกำเนิดจากทวีปแอฟริกา นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2511 และได้รับความนิยมสำหรับปลูกใช้เป็นอาหารสัตว์เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน หญ้ารูซี่เป็นพืชมีอายุหลายปี มีใบดก อ่อนนุ่ม และสัตว์ชอบกิน (สายัณห์, 2540 ; Skerman and Riveros ,1990) ให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,293 กิโลกรัมต่อไร่ (ศศิธร และคณะ, 2535) อย่างไรก็ตาม การให้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้งพบว่า หญ้ารูซี่มีผลผลิตน้ำหนักแห้งน้อยมาก เนื่องจากหญ้าชะงักการเจริญเติบโต ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ทำให้สัตว์สูญเสียน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาในด้านเศรษฐกิจแล้วนับได้ว่าเป็นการสูญเสียอย่างมาก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์หญ้ารูซี่เพื่อให้สามารถให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

หญ้ารูซี่มีระบบการสืบพันธุ์แบบผสมข้าม (cross pollination) การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการนำเข้าพันธุ์พืช (plant introduction) การคัดเลือก (selection) และการผสมพันธุ์ (hybridization) อย่างไรก็ตามในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้น การคัดเลือกและการผสมพันธุ์มักไปด้วยกันและใช้ร่วมกันเสมอ ในกรณีพืชผสมข้ามมักใช้คำว่า “การปรับปรุงประชากร” (population improvement) สำหรับวิธีการคัดเลือกสามารถแบ่งออกได้หลายวิธี ได้แก่ การคัดเลือกมวล (mass selection) การคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) และ การสร้างพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) หรือ ใช้วิธีการผสมผสานวิธีการข้างต้นเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม สำหรับกรณีการปรับปรุงพันธุ์พืชอาหารสัตว์นั้น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ เนื่องจากวิธีการนี้มีข้อได้เปรียบ เช่น สามารถชะลอการเสื่อมถอยของพันธุกรรมดีเด่น (genetic erosion) และสามารถดำรง heterosis ที่เกิดขึ้นตลอดจนความแปรปรวนลักษณะที่ได้ในระยะยาวกว่าวิธีการอื่น และช่วยลดข้อจำกัดบางอย่างของพืชเอง เช่น ความยุ่งยากในการควบคุมการกระจายของเกสรตัวผู้และการปฏิสนธิ (Poehlman, 1987)

ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการวิจัยพัฒนาหญ้ารูซี่สายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 และชั่วที่ 2 ให้มีความทนแล้ง โดยสามารถให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และสามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อผ่านช่วงฤดูแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 ถึงธันวาคม 2556 การคัดเลือกแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 (ปีที่ 1) ดำเนินการประเมินและคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์

ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 ถึงเมษายน 2551 รวบรวมต้นหญ้ารูซี่ จำนวน 113 ต้น โดยคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทรงต้นและความสูงที่สม่ำเสมอ ตลอดจนสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงแล้ง จากแปลงทดสอบการปรับตัวของหญ้ารูซี่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา 40 ต้น ลำปาง 33 ต้น สระแก้ว 36 ต้น และร้อยเอ็ด 4 ต้น กำหนดรหัสหมายเลขกำกับแต่ละต้น ตั้งแต่ หมายเลข 1 ถึง หมายเลข 113 (เนื่องจากหญ้ารูซี่เป็นพืชผสมข้าม แต่ละต้นจึงมีพันธุกรรมต่างกัน) นำมาปลูกแบบต้นเดี่ยว ระยะปลูก 1x1 เมตร

การปลูก ดูแลรักษา และการเก็บข้อมูล ดำเนินการดังนี้

1.1 การเตรียมดิน ดำเนินการไถ 2 ครั้ง และพรวน 2 ครั้งให้ดินละเอียด พร้อมทั้งปรับปรุงความเป็นกรด-ด่างของดินด้วยการใส่ปูนมาร์ล และใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตันต่อไร่

1.2 การปลูก ปลูกหญ้าต้นพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 113 ต้น ด้วยการแยกหน่อมาปักชำและย้ายปลูกที่อายุ 1 เดือน ปลูกแบบต้นเดี่ยว โดยใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร

1.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่พร้อมปลูก

1.4 การกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคนถอนกำจัดวัชพืชเป็นระยะทุก 1-2 เดือน

1.5 การให้น้ำ มีการให้น้ำในช่วงระยะแรกของการปลูกหลังจากนั้นเมื่อหญ้าตั้งตัวได้แล้วปล่อยให้หญ้าเจริญเติบโตโดยไม่มีการให้น้ำ

1.6 คัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 10 ต้น (ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์) ที่มีการเจริญเติบโตในช่วงแล้ง

1.7 เก็บข้อมูล คะแนนการดำรงความเขียวของใบ คะแนนการเหี่ยว (เดือนเมษายน) ตามวิธีดัดแปลงจากนพพร (2526) ลักษณะต้น และผลผลิตน้ำหนักราก สำหรับใช้ประกอบในการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์

ขั้นตอนที่ 2 (ปีที่ 2) ดำเนินการประเมินลักษณะทางพฤกษศาสตร์ต้นพ่อแม่พันธุ์

ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2551 ถึงเมษายน 2552 นำโคลนหญ้ารุ่นที่ได้จากการแยกหน่อจากต้นพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 10 หมายเลข ที่ได้จากการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 1 มาปลูกแบบต้นเดี่ยว ในแปลงทดลองแบบโดดเดี่ยว (isolate field) ขนาดพื้นที่ 26 x 26 เมตร ที่มีตาข่ายในลอนความถี่ขนาด 32 mesh สูง 3.75 เมตร กันเป็นรั้วสองชั้น เพื่อป้องกันละอองเกสรจากหญ้าภายนอกมาปะปน นำหญ้ารุ่นจำนวน 10 หมายเลขที่ได้จากการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 1 มาปลูกหมายเลขละ 12 ซ้ำ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 1 x 1 เมตร ปล่อยให้มีการผสมข้ามแบบเปิด (open pollination) และเก็บเมล็ดพันธุ์ของแต่ละต้นทุกซ้ารวมเข้าด้วยกันเรียกว่า polycrossed seed เพื่อนำไปทดสอบรุ่นลูก (progeny test) ในขั้นตอนที่ 3

การปลูก ดูแลรักษา และการเก็บข้อมูล ดำเนินการดังนี้

2.1 การเตรียมดินเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

2.2 การปลูก แบ่งแปลงย่อยขนาด 10 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลง แต่ละแปลงย่อยปลูกหญ้าที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1 จำนวน 10 หมายเลข

2.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงก่อนหญ้าออกดอก 1 เดือน

2.4 การกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคนถอนกำจัดวัชพืชเป็นระยะทุก 1-2 เดือน

2.5 การให้น้ำ มีการให้น้ำในระยะแรกของการปลูก และให้น้ำทุก 2 สัปดาห์ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง

2.6 การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ หลังจากหญ้าแทงช่อดอกก่อนที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่ ทำการมัดช่อดอกรวมกันในแต่ละต้นแล้วใช้ถุงตาข่ายในลอน ขนาด 50 x 120 เซนติเมตร คลุมช่อดอก โดยที่กันถุงตาข่ายในลอนมีช่องเปิด-ปิด สำหรับนำเมล็ดที่ร่วงภายในถุงออก ทุก 3-5 วัน จนกว่าเมล็ดร่วงจนหมด และนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปผึ่งในที่ร่ม 2-3 วัน แล้วนำไปผึ่งแดดลดความชื้น จากนั้นนำไปทำความสะอาดคัดแยกสิ่งเจือปนออก

2.7 เก็บข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนแขนงต่อต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ ความยาวช่อดอก จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ และความยาวช่อดอกย่อย แล้วนำไปแจกแจงหาค่าเฉลี่ย

ขั้นตอนที่ 3 (ปีที่ 3-4) ดำเนินการทดสอบรุ่นลูก

ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเมษายน 2554 นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 นำมาปลูกในแปลงเพื่อทดสอบในรุ่นลูก (progeny test) โดยใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยพันธุ์ 10 หมายเลขที่ได้รับการคัดเลือกไว้มาทดสอบ และนำข้อมูลการทดสอบที่ได้กลับไปใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์ต้นพ่อแม่พันธุ์ในขั้นตอนที่ 2 (ปีที่ 2) จำนวน 6 หมายเลข ที่ให้ผลผลิตในช่วงแล้งได้ดี เพื่อนำมาปลูกสำหรับการสร้างพันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ ในขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

การปลูก ดูแลรักษา และการเก็บข้อมูล ดำเนินการดังนี้

3.1 การเตรียมดินเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

3.2 การปลูก ปลูกหญ้าด้วยการเพาะต้นกล้าและย้ายปลูกที่อายุ 1 เดือน ปลูกเป็นแถว ไคลอนละ 12 ต้นต่อแถว ระยะปลูกระหว่างต้น 1 x 1 เมตร โดยเว้นระยะห่างระหว่างซ้ำ 1.5 เมตร

3.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่หลังตัดทุกครั้ง

3.4 การตัด ตัดครั้งแรกหลังจากย้ายกล้าปลูก 24 วัน และตัดครั้งต่อไปทุก 45 วันในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) และทุก 60 วันในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) ตัดวัดผลผลิตวันต้นหัว และท้ายแถว สามารถตัดได้ 8 ครั้งต่อปี

3.5 การกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคนถอนกำจัดวัชพืชเป็นระยะทุก 1-2 เดือน

3.6 การให้น้ำ มีการให้น้ำในช่วงระยะแรกของการปลูก หลังจากนั้นเมื่อหญ้าตั้งตัวได้แล้ว ปล่อยให้หญ้าเจริญเติบโตโดยไม่มีการให้น้ำ

3.7 ประเมินหาผลผลิตน้ำหนักแห้ง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan new's multiple range test in randomized complete block design

ขั้นตอนที่ 4 (ปีที่ 5) ดำเนินการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1

ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2554 ถึงเมษายน 2555 นำพันธุ์ต้นพ่อแม่พันธุ์ในขั้นตอนที่ 2 ที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดสอบรุ่นลูกในขั้นตอนที่ 3 จำนวน 6 หมายเลข มาสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์ โดยจัดกลุ่มแบบสุ่มประชากรละ 4 หมายเลข ซึ่งจะทำให้ได้พันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ 15 สายพันธุ์

โดยนำแต่ละกลุ่มประชากรไปปลูกแบบสุ่มในแปลงโตเตเดียวขนาด 4 x 4 เมตร ที่มีตาข่ายไนลอนความถี่ขนาด 32 mesh เป็นรั้ว พร้อมด้วยปลูกถั่วมะแฮะเป็นแนวป้องกันละอองเกสรจากหญ้าภายนอกมาปะปน ปล่อยให้หญ้าเจริญเติบโตออกดอกและติดเมล็ด เมื่อเมล็ดสุกแก่ เก็บเมล็ดพันธุ์รวมทุกต้นเข้าด้วยกันในแต่ละกลุ่ม เมล็ดพันธุ์ที่ได้เรียกว่า พันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 (Synthetic variety 1, Syn-1)

การปลูก ดูแลรักษา ดำเนินการดังนี้

4.1 การเตรียมดินเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

4.2 การปลูก ปลูกหญ้าด้วยการแยกหน่อจากต้นพ่อแม่พันธุ์ในขั้นตอนที่ 2 ตามที่ได้รับ การ จัดกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มปลูกหญ้าจำนวน 4 หมายเลข ๆ ละ 4 ต้น ระยะปลูกระหว่างต้น 1 x 1 เมตร

4.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงก่อนหญ้าออกดอก 1 เดือน

4.4 การกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคนถอนกำจัดวัชพืชเป็นระยะทุก 1-2 เดือน

4.5 การให้น้ำ มีการให้น้ำในระยะแรกของการปลูก และให้น้ำทุก 2 สัปดาห์ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง

4.6 การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ หลังจากหญ้าแทงช่อดอกก่อนที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่ ทำการมัด ช่อดอกรวมกันในแต่ละต้นแล้วใช้ถุงตาข่ายในลอน ขนาด 50 x 120 เซนติเมตร คลุมช่อดอก โดยที่กันถุง ตาข่ายในลอนมีช่องเปิด-ปิด สำหรับนำเมล็ดที่ร่วงภายในถุงออก ทุก 3-5 วัน จนกว่าเมล็ดร่วงจนหมด และ นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปผึ่งในที่ร่ม 2-3 วัน แล้วนำไปผึ่งแดดลดความชื้น จากนั้นนำไปทำความสะอาดคัดแยก สิ่งเจือปนออก

ขั้นตอนที่ 5 (ปีที่ 6) การสร้างพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 2

ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงธันวาคม 2556 นำเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 แต่ละ สายพันธุ์มาปลูกแบบสุ่มในแปลงโตเตี้ย ขนาด 4 x 4 เมตร ที่มีตาข่ายในลอนความถี่ขนาด 32 mesh เป็นรั้ว พร้อมด้วยปลูกถั่วมะแฮะเป็นแนวป้องกันละอองเกสรจากหญ้าภายนอกมาปะปน ปลอ่ยให้หญ้า เจริญเติบโตออกดอกและติดเมล็ด เมื่อเมล็ดสุกแก่ เก็บเมล็ดพันธุ์รวมทุกต้นเข้าด้วยกันในแต่ละกลุ่ม เมล็ดพันธุ์ที่ได้เรียกว่า หญ้ารุ่นสายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 2 (Synthetic variety 2, Syn-2)

การปลูก ดูแลรักษา ดำเนินการดังนี้

5.1 การเตรียมดินเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

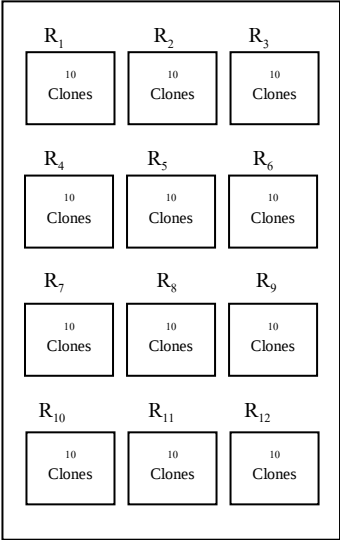
5.2 การปลูก ปลูกหญ้าด้วยการนำเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 จากขั้นตอนที่ 4 มาเพาะต้นกล้าและย้ายปลูกที่อายุ 1 เดือน ปลูกสายพันธุ์ละ 16 ต้น ระยะปลูกระหว่างต้น 1 x 1 เมตร

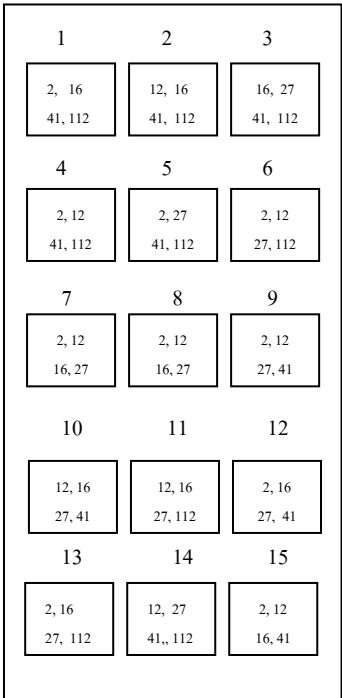
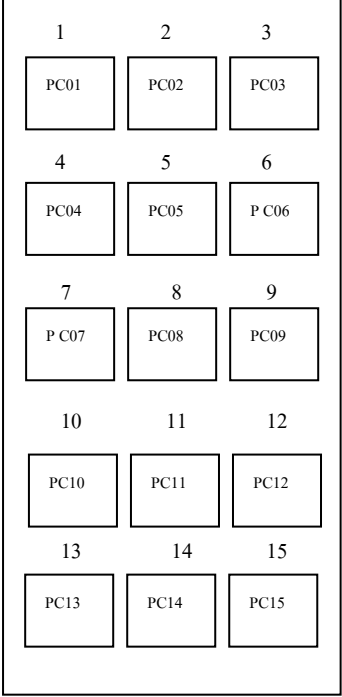
5.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงก่อนหญ้าออกดอก 1 เดือน

5.4 การกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคนถอนกำจัดวัชพืชเป็นระยะทุก 1-2 เดือน

5.5 การให้น้ำ มีการให้น้ำในระยะแรกของการปลูก และให้น้ำทุก 2 สัปดาห์ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง

5.6 การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ หลังจากหญ้าแทงช่อดอกก่อนที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่ ทำการมัด ช่อดอกรวมกันในแต่ละต้นแล้วใช้ถุงตาข่ายในลอน ขนาด 50 x 120 เซนติเมตร คลุมช่อดอก โดยที่กันถุง ตาข่ายในลอนมีช่องเปิด-ปิด สำหรับนำเมล็ดที่ร่วงภายในถุงออก ทุก 3-5 วัน จนกว่าเมล็ดร่วงจนหมด และ นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปผึ่งในที่ร่ม 2-3 วัน แล้วนำไปผึ่งแดดลดความชื้น จากนั้นนำไปทำความสะอาดคัดแยก สิ่งเจือปนออก

ขั้นตอนที่ 1 (ปีที่ 1)	X X	รวบรวมหนักรูชีจำนวน 113 ต้น ที่ได้จากการคัดเลือกเบื้องต้นจากแปลงทดสอบของศูนย์ฯ นำมาปลูกแบบต้นเดี่ยวจากนั้นคัดเลือกต้นที่ดีไว้ 10 ต้น แยกหน่อจากต้นที่คัดเลือกได้ไปปลูกในแปลงโดดเดี่ยว ในขั้นตอนที่ 2
ขั้นตอนที่ 2 (ปีที่ 2)		นำต้นหนักรูชีหมายเลขที่ได้รับการคัดเลือกไว้จากขั้นตอนที่ 1 มาปลูกแบบต้นเดี่ยวในแปลงโดดเดี่ยว (Isolated field) 12 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยหนักรูชี 10 หมายเลข ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 23 27 41 52 69 103 และ 112 โดยใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร เก็บเมล็ดแยกแต่ละหมายเลขทุกซ้ำรวมกัน นำเมล็ดที่ได้ไปทดสอบรุ่นลูก (progeny test) ในขั้นตอนที่ 3
ขั้นตอนที่ 3 (ปีที่ 3-4)	R1 2 12 16 23 27 41 52 69 103 112 R2 103 16 12 23 41 27 112 52 2 69 R3 16 103 23 41 12 27 52 112 69 2 R4 12 23 41 16 27 112 103 69 2 52	นำเมล็ดที่ได้จากแต่ละหมายเลข มาปลูกทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะดีมายังรุ่นลูก ปลูกหมายเลขละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น โดยปลูกเป็นแถวทดสอบผลผลิตของพืช นำข้อมูลที่ได้ไปคัดเลือกต้นพ่อแม่ในขั้นตอนที่ 2 (ปีที่ 2) จำนวน 6 หมายเลขที่ให้ผลผลิตช่วงแล้งได้ดี

ขั้นตอนที่ 4 (ปีที่ 5)		นำต้นหญ้าจากขั้นตอนที่ 2 ที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 6 หมายเลข ได้แก่ ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 27 41 และ 112 มาจัดกลุ่ม ๆ ละ 4 หมายเลข ได้ 15 กลุ่ม นำแต่ละกลุ่มมาปลูกในแปลงโดดเดี่ยว ขนาด 4 x 4 เมตร เก็บเมล็ดจากแต่ละกลุ่มรวมกัน ได้เป็นเมล็ดพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 (Syn-1)
ขั้นตอนที่ 5 (ปีที่ 6)		นำเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 แต่ละสายพันธุ์มาปลูกแบบสุ่มในแปลงโดดเดี่ยว ขนาด 4 x 4 เมตร เพื่อให้สามารถผสมพันธุ์กันแบบสุ่ม เก็บเมล็ดพันธุ์ในแต่ละสายพันธุ์รวมกัน ได้เป็นเมล็ดสายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 2 (Syn-2) จำนวน 15 สายพันธุ์

ภาพที่ 1 แผนผังการสร้างหญ้าเชื้อสายพันธุ์สังเคราะห์เพื่อการทนแล้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองครั้งนี้อาศัยวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบคัดเลือกกรรม (mass selection) โดยมีการทดสอบรุ่นลูกด้วยมาใช้ในการสร้างพันธุ์สายพันธุ์สังเคราะห์เพื่อทนแล้ง โดยเริ่มต้นจากการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์พันธุ์ จำนวน 113 ต้น ที่มีลักษณะทรงต้นและความสูงที่สม่ำเสมอ ตลอดจนสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงแล้ง จากแปลงทดสอบของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา 40 ต้น ลำปาง 33 ต้น สระแก้ว 36 ต้น และร้อยเอ็ด 4 ต้น ซึ่งผลการดำเนินการสามารถแบ่งออกได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินและคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์

การนำต้นพ่อแม่พันธุ์พันธุ์ จำนวน 113 ต้น มาปลูกทดสอบคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตและทนแล้งได้ดี จำนวน 10 หมายเลข ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 23 27 41 52 69 103 และ 112 พบว่าประชากรต้นพ่อแม่พันธุ์พันธุ์ ที่คัดเลือกไว้มีลักษณะต้นแบบกิ่งตั้งตรงและกิ่งแผ่ราบ มีค่าคะแนนการดำรงความเขียวของใบ เท่ากับ 3 (สีเขียว) และคะแนนการเหี่ยวช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 1 (ใบห่อบางส่วนต้นสดเขียว) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,200 กรัมต่อต้นต่อฤดูปลูก และผลผลิตน้ำหนักแห้งช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) เฉลี่ย 479 กรัมต่อต้น แสดงในตารางที่ 1 หลังจากนั้นทำการแยกต้นไปปลูกเพื่อประเมินลักษณะทางพฤกษศาสตร์และผลิตเมล็ดผสมข้ามแบบผสมหลายพันธุ์ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 1 ลักษณะต้น คะแนนการดำรงความเขียวของใบ คะแนนการเหี่ยว และผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นพ่อแม่พันธุ์พันธุ์ 10 ต้น

หมายเลข	ลักษณะต้น	คะแนนการดำรงความเขียวของใบ	คะแนนการเหี่ยว	ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อฤดูปลูก)	ผลผลิตน้ำหนักแห้งช่วงฤดูแล้ง พ.ย.-เม.ย. (กรัมต่อฤดูปลูก)
2	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,241	609
12	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,538	600
16	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,306	458
23	กิ่งแผ่ราบ	3	1	2,004	403
27	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,393	536
41	กิ่งแผ่ราบ	3	1	2,168	521
52	กิ่งแผ่ราบ	3	1	1,672	304
69	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,062	319
103	กิ่งตั้งตรง	3	1	1,910	352
112	กิ่งตั้งตรง	3	1	2,707	689
เฉลี่ย	-	-	-	2,200	479

- คะแนนการดำรงความเขียวของใบ (1)=สีเหลืองหรือน้ำตาล (2)=สีเขียวอมเหลือง (3)=สีเขียว (4)=สีเขียวเข้ม (5)=สีเขียวเข้มที่สุด
- คะแนนการเหี่ยว (1)=ใบห่อบางส่วนต้นสดเขียว (2)=ใบห่อสีใบเริ่มจาง (3)=ใบเปลี่ยนสี ใบตาย (4)=ใบตาย ต้นตายบางส่วน (5)=ต้นตายทั้งกอ

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินลักษณะทางพฤกษศาสตร์ต้นพ่อแม่พันธุ์

การประเมินลักษณะทางพฤกษศาสตร์ต้นพ่อแม่พันธุ์ที่คัดเลือกไว้ 10 หมายเลข ที่นำมาปลูกในแปลงผสมข้ามแบบผสมหลายพันธุ์ (polycross) พบว่า ประชากรพันธุ์ที่คัดเลือกไว้มีความสูงเฉลี่ย 102.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 1.2 มิลลิเมตร จำนวนแขนงเฉลี่ย 320 แขนงต่อกอ ความยาวใบเฉลี่ย 23.8 เซนติเมตร ความกว้างใบเฉลี่ย 1.6 เซนติเมตร ความยาวช่อดอกเฉลี่ย 14 เซนติเมตร ความยาวช่อดอกย่อยเฉลี่ย 6.2 เซนติเมตร และจำนวนช่อดอกย่อยเฉลี่ย 4.3 ต่อช่อดอก ออกดอกระหว่างวันที่ 2-27 ตุลาคม 2551 และเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์แปลงผสมข้ามแบบผสมหลายพันธุ์ (polycrossed seed) วันที่ 28 ธันวาคม 2551 ดังแสดงในตารางที่ 2 และนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปปลูกทดสอบรุ่นลูกในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

ตารางที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นพ่อแม่พันธุ์อายุรุ่นที่ 10 หมายเลข

หมายเลข	ความสูง ต้น (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ลำต้น (มม.)	แขนงต่อ กอ	ความ ยาวใบ (ซม.)	ความ กว้างใบ (ซม.)	ความ ยาวช่อ ดอก (ซม.)	ความ ยาวช่อ ดอกย่อย (ซม.)	จำนวน ช่อดอก ย่อยต่อ ช่อ
2	87.8	1.2	370	29.4	1.42	14.5	6.6	3.6
12	78.8	1.0	244	31.0	1.42	14.4	6.7	3.8
16	89.8	1.1	333	29.6	1.40	15.6	6.8	3.8
23	84.4	1.1	351	27.8	1.66	15.3	6.2	5.1
27	95.0	1.3	316	27.6	1.58	14.7	6.0	4.2
41	127.9	1.3	322	17.5	1.78	13.6	6.0	5.0
52	123.6	1.0	358	16.2	1.75	12.0	5.4	4.3
69	130.0	1.4	340	17.2	1.84	12.8	5.6	5.1
103	130.4	1.2	286	15.1	1.69	13.0	5.8	4.7
112	77.4	1.2	284	26.9	1.52	14.7	6.4	3.7
เฉลี่ย	102.5	1.2	320	23.8	1.6	14.0	6.2	4.3

- วันที่ออกดอก 2-27 ตุลาคม 2551 และเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ 28 ธันวาคม 2551

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบรุ่นลูก

การทดสอบรุ่นลูกอายุรุ่นที่ 10 หมายเลข พบว่า ปีที่ 1 และ 2 ผลผลิตน้ำหนักรวมและผลผลิตน้ำหนักแห้งช่วงฤดูแล้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ย 2 ปี พบว่า ผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ย 2 ปี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีค่าระหว่าง 1,590-1,975 กรัมต่อกอต่อปี ในขณะที่ผลผลิตน้ำหนักรวมช่วงฤดูแล้งเฉลี่ย 2 ปี มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ หมายเลข 16 ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมช่วงฤดูแล้งสูงสุด เท่ากับ 606 กรัมต่อกอ และหมายเลข 69 ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมช่วงแล้งต่ำสุด เท่ากับ 412 กรัมต่อกอ ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนั้นจากการทดสอบรุ่นลูกเมื่อนำมาพิจารณาคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์อายุรุ่นที่ 10 จำนวน 6 หมายเลข ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรวม และสามารถปรับตัวทนแล้งได้ดี เพื่อนำไปสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์ในขั้นตอนที่ 4 และ 5 ซึ่งได้แก่ หมายเลข 2 12 16 27 41 และ 112

ตารางที่ 3 ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้ารัฐ 10 หมายเลข จากการทดสอบรุ่นลูก ปีที่ 1

หมายเลข	ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อนกอ)		
	ช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รวม
2	1,598	528	2,126
12	1,572	418	1,990
16	1,600	703	2,303
23	1,354	508	1,862
27	1,466	556	2,022
41	1,524	618	2,142
52	1,368	505	1,873
69	1,461	429	1,890
103	1,278	509	1,787
112	1,531	525	2,056
cv. (%)	17.1	33.5	18.8

ตารางที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้ารัฐ 10 หมายเลข จากการทดสอบรุ่นลูก ปีที่ 2

หมายเลข	ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อนกอ)		
	ช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รวม
2	1,096	422	1,518
12	1,058	440	1,498
16	1,137	510	1,647
23	984	434	1,418
27	1,141	439	1,580
41	1,243	487	1,730
52	981	400	1,381
69	1,035	395	1,430
103	954	439	1,393
112	1,105	631	1,736
cv. (%)	16.8	31.9	16.5

ตารางที่ 5 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ารูชี 10 หมายเลข จากการทดสอบรุ่นลูก เฉลี่ย 2 ปี

หมายเลข	ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อกอ)		
	ช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รวม
2	1,347	475 ^{ab}	1,822
12	1,316	428 ^{ab}	1,744
16	1,369	606 ^a	1,975
23	1,170	470 ^{ab}	1,640
27	1,304	497 ^{ab}	1,801
41	1,384	552 ^{ab}	1,936
52	1,175	451 ^{ab}	1,627
69	1,248	412 ^b	1,660
103	1,117	473 ^{ab}	1,590
112	1,318	578 ^{ab}	1,896
cv. (%)	15.3	21.9	15.5

- ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ขั้นตอนที่ 4 และ 5 การสร้างพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 และ 2

จากการนำหญ้ารูชีที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 6 หมายเลข ได้แก่ หมายเลข 2 12 16 27 41 และ 112 มาจัดกลุ่ม ๆ ละ 4 หมายเลข เพื่อให้มีการผสมพันธุ์กันแบบสุ่มในแต่ละกลุ่ม และเก็บเมล็ดพันธุ์ในแต่ละกลุ่มรวมกันได้เป็นเมล็ดสายพันธุ์สังเคราะห์ชั่วที่ 1 และชั่วที่ 2 ซึ่งทำให้สามารถสร้างหญ้ารูชีทนแล้งสายพันธุ์สังเคราะห์ จำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ PC01 PC02 PC03 PC04 PC05 PC06 PC07 PC08 PC09 PC10 PC11 PC12 PC13 PC14 และ PC15 ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยสายพันธุ์ที่ได้จะถูกนำไปทดสอบการปรับตัวในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อไป

ตารางที่ 6 สายพันธุ์สังเคราะห์หญ้าซูชีทนแล้งช่วงที่ 1 และ 2 จากการผสมพันธุ์กันแบบสุ่มในแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	สายพันธุ์	หมายเลข
1	PC01	2, 16, 41, 112
2	PC02	12, 16, 41, 112
3	PC03	16, 27, 41, 112
4	PC04	2, 12, 41, 112
5	PC05	2, 27, 41, 112
6	PC06	2, 12, 27, 112
7	PC07	2, 12, 16, 112
8	PC08	2, 12, 16, 37
9	PC09	2, 12, 27, 41
10	PC10	12, 16, 27, 41
11	PC11	12, 16, 27, 112
12	PC12	2, 16, 27, 41
13	PC13	2, 16, 27, 112
14	PC14	12, 27, 41, 112
15	PC15	2, 12, 16, 41

สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงพันธุ์หญ้าซูชีทนแล้งโดยวิธีการสร้างสายพันธุ์สังเคราะห์โดยการทดสอบรุ่นลูก สามารถได้สายพันธุ์สังเคราะห์หญ้าซูชีทนแล้ง 15 สายพันธุ์ ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงและสามารถปรับตัวทนแล้งได้ดี ได้แก่ PC01 PC02 PC03 PC04 PC05 PC06 PC07 PC08 PC09 PC10 PC11 PC12 PC13 PC14 และ PC15

เอกสารอ้างอิง

- นพพร สายัมพล. 2526. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายัณห์ ทัดสี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ. โรงพิมพ์ลิ้นคอรัน, กรุงเทพฯ.
- ศศิธร ถิ่นนคร พวงเพชร พิมพ์พันธุ์ และศรีธยา วิทยานุกาญจน์. 2535. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ 8 ชนิดใน 4 ปี, น. 373-395. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Poehlman, J. M. 1987. Breeding field crops. 3rd edition. Van Nostand Reinhold, NY. USA.
- Skerman, P. J. and F. Riveros. 1990. Tropical Grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy.

**การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบราดำเพื่อเป็นแหล่งโปรตีน
ในอาหารสัตว์เชิงพาณิชย์ (1.1) ผลของระยะปลูกที่มีผลต่อผลผลิต
และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของกระถินสายพันธุ์กลาบราดำ**

มะฤทัย จันทธีปัตติ^{1/} ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน^{2/} วัฒนาวรรณ ศรีสมพร^{3/} กานดา นาคมนี^{4/}

บทคัดย่อ

ดำเนินการทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะการปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของกระถินสายพันธุ์กลาบราดำ (*Leucaena leucocephala*. subsp. *Glabrata*) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ตำบลคลองไก่อี้น อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว ระหว่างเดือนเมษายน 2554 ถึง เมษายน 2557 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก มี 5 ซ้ำ สิ่งทดลอง ได้แก่ ระยะปลูก (ระหว่างต้น x ระหว่างแถว) 4 ระยะ คือ 1x2 2x2 2x4 และ 4x4 เมตร (คิดเป็นความหนาแน่นของต้นพืช เท่ากับ 800 400 200 และ 100 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ) ดำเนินการทดลอง 2 ปี ผลการทดลอง พบว่า ในปีที่ 1 ระยะปลูก 1x2 เมตร กระถินให้ผลผลิตเมล็ด 365.96 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับระยะ 2x2 เมตร 322.23 กิโลกรัมต่อไร่ แต่สูงกว่า ($p<0.05$) ระยะ 2x4 เมตร 211.87 กิโลกรัมต่อไร่ และ ระยะ 4x4 เมตร 133.00 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลการทดลองในปีที่ 2 ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของกระถินที่ระยะการปลูกทั้ง 4 ระยะไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 92.24 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผล ($p>0.05$) ต่อเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (เฉลี่ยเท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด (เฉลี่ยเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (เฉลี่ยเท่ากับ 69.43 กรัม) ทั้ง 2 ปี ผลการทดลองสรุปว่า ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกระถินเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ คือ ระยะ 1x2 เมตร อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ของกระถินในปีที่ 2 ระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ : กระถินสายพันธุ์กลาบราดำ ระยะปลูก ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์

เลขทะเบียนวิจัย: 54(1)-(54:01)-0214-015

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

^{2/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ร้อยเอ็ด อำเภอสว่างภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

Research and development of *Leucaena leucocephala*. subsp. Glabrata
production as protein source in commercial feed

(1.1) Effect of plant spacing on seed yield and seed quality of
Leucaena leucocephala. subsp. glabrata

Kharuthai Juntipbadee ^{1/} Supaluck Harrison ^{2/} Wattanawan Srisomporn ^{3/} Ganda Nakamane ^{4/}

Abstract

An experiment aimed at studying effects of planting spaces (PS) on yield and quality of seed of *Leucaena leucocephala*. subsp. Glabrata was conducted at Sakaew Animal Nutrition and Development Center during April 2011 – April 2014. A randomized complete block design with 5 replications was used. Treatments were 4 different PS (between plant x between row), including 1 x 2, 2 x 2, 2 x 4 and 4 x 4 m (plant densities of 800, 400, 200 and 100 plants/rai respectively). The experiment lasted 2 years. Results showed that in the first year, seed yields of *Leucaena* with the PS of 1 x 2 m 365.96 kilogram/rai were not different ($p>0.05$) from that with the PS of 2 x 2 meters 322.23 kilogram/rai but higher than ($p<0.05$) those with the PS of 2 x 4 211.87 kilogram/rai and 4 x 4 m 133.00 kilogram/rai. In the second year, there were no significant differences among treatments for seed yields ($p>0.05$) with overall average of 92.24 kilogram/rai. The effects of PS on seed purity (overall average of 92.24%), seed germination percentage (overall average of 88%) and 1,000-seed weights (overall average of 69.43 g) did not differ among treatments. In conclusion, the recommended PS for growing *Leucaena* to produce seeds was at 1 x 2 m. However, regarding seed yields and quality in the second year, the PS did not show significant effects.

Keywords : *Leucaena leucocephala*. subsp. glabrata, plant spacing, seed yield, seed quality

Registered No. : 54(1)-(54:01)-0214-015

^{1/} Sa kaew Animal Nutrition Research and Development Center, Khlong Had, Sa kaew.

^{2/} Forage Crops Research and Development Group, Bureau of Animal Nutrition Development, Mueng, Pathumthani.

^{3/} Roi Et Animal Nutrition Research and Development Center, Suwannapume, Roi Et.

^{4/} Nakhon Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

คำนำ

กระถินมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* จัดอยู่ในกลุ่มของพืชตระกูลถั่วยืนต้นชนิดหนึ่งที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนทั่วโลก และมีลักษณะที่เด่นคือ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูงในบรรดาพืชตระกูลถั่วยืนต้นด้วยกัน เช่นมีโปรตีน มีแร่ธาตุแคลเซียม มีความน่ากิน และสามารถย่อยได้สูง สัตว์จึงกินได้มากทำให้เจริญเติบโตเร็ว ดังนั้นใบและต้นอ่อนของกระถินสามารถใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดีและมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง นอกจากใช้เป็นอาหารสัตว์แล้วยังใช้ลำต้นกระถินเป็นเชื้อเพลิง และใช้ทำเยื่อกระดาษได้อีกด้วย (Brewbager *et al.*, 1985) กระถินมีระบบรากลึกทำให้ทนแล้งได้ดี สามารถให้ผลผลิตตลอดปีแม้ในฤดูแล้ง นอกจากนั้นยังสามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยอาศัยแบคทีเรียที่อยู่ในปมราก การปลูกกระถินในบริเวณลาดชันจะช่วยลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เพิ่มการดูดซับน้ำ และช่วยลดปัญหาแก๊สเรือนกระจก (สายนท์ และคณะ, มปป.) การนำกระถินสดมาใช้เลี้ยงสัตว์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสารพิษมิโมซีน (Mimosine) เนื่องจากในสัตว์เคี้ยวเอื้องสารพิษมิโมซีนมีผลต่อการยับยั้งการสร้างฮอร์โมนไทรอกซีน (Thyroxine) ส่งผลต่อการกินอาหารของสัตว์ลดน้อยลง การเจริญเติบโตลดลง ขนร่วง ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนลดลง ดังนั้นการนำกระถินมาใช้เลี้ยงสัตว์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดพิษในกระถินก่อนโดยการตากแห้งหรือหมักก่อนที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์

กระถินสายพันธุ์กลาบราต้า (*L. leucocephala* subsp. *glabrata*) เป็นกระถินสายพันธุ์หนึ่งที่มีการศึกษาพบว่า มีสมรรถภาพการเจริญเติบโตให้ผลผลิตดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ สามารถให้ผลผลิตส่วนที่กินได้ คือส่วนใบที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้สูงสุด มีน้ำหนักแห้งส่วนใบ 3,520 กิโลกรัมต่อไร่ จากการตัดวัดผลผลิตรวม 8 ครั้ง และส่วนของใบมีโปรตีนสูงเท่ากับ 22.51 เปอร์เซ็นต์ (ฉายแสง และคณะ, 2548) ด้วยปริมาณผลผลิตและใบมีโปรตีนสูงจึงเหมาะในการนำมาใช้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์สำหรับนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อช่วยลดการใช้อาหารชั้นที่มีราคาแพง และลดต้นทุนในการผลิตสัตว์

กระถินโดยทั่วไปนิยมขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะชำกล้าในถุงเพาะชำก่อนนำไปปลูกในแปลง หรือใช้การหว่านหรือโรยเป็นแถวในแปลงปลูก การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจึงเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ง่ายและสะดวกในการปลูก Winrock (1985) รายงานว่ากระถินจะเริ่มออกดอกในปีแรกของการปลูก การให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์จะสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ปีแรกของการปลูก และควรมีการตัดลำต้นเพื่อลดระดับความสูงให้สะดวกในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ ส่วนการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ควรดำเนินการเมื่อฝักแก่เป็นสีน้ำตาล และเก็บเกี่ยวก่อนที่ฝักกระถินจะแตกออกเพื่อป้องกันการติดเมล็ดร่วงสู่พื้นดิน

ความสำคัญของข้อมูลระยะปลูกที่เหมาะสมกับชนิดพืชและการเจริญเติบโตของพืช จะช่วยลดปัญหาในการแข่งขันระหว่างต้นพืชที่ปลูกด้วยตนเอง หรือระหว่างต้นพืชกับวัชพืชได้ หากปลูกในระยะที่ห่างเกินไปพืชเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้ช้าเกิดการแข่งกับวัชพืชในแปลงที่โตอย่างรวดเร็วและการปลูกในระยะที่ห่างเกินไปจะมีจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่ปลูกน้อยส่งผลให้ผลผลิตที่ได้น้อยลงได้อีกด้วย หากปลูกถี่เกินไปจะเกิดการแข่งขันแย่งธาตุอาหาร ความชื้น และแสงสว่าง ระหว่างต้นพืชด้วยกันเองทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ไม่ดีเท่าที่ควร (รัชดาวรรณ และคณะ, 2551) ดังนั้นการศึกษาในด้านระยะการปลูกกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และมีความสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์กระถิน การจัดการแปลงปลูกในการผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์กลาบราต้าส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสำหรับนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ตำบลคลองไถ่เลื่อน อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว ระหว่างเดือน เมษายน 2554 ถึง เมษายน 2557 รวมระยะเวลา 3 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 5 ซ้ำ 4 สิ่งทดลอง ได้แก่

1. ระยะปลูก 1x2 เมตร (จำนวน 800 ต้นต่อไร่)
2. ระยะปลูก 2x2 เมตร (จำนวน 400 ต้นต่อไร่)
3. ระยะปลูก 2x4 เมตร (จำนวน 200 ต้นต่อไร่)
4. ระยะปลูก 4x4 เมตร (จำนวน 100 ต้นต่อไร่)

การจัดการพื้นที่ปลูก

ก่อนการเตรียมพื้นที่ปลูกทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน หลังจากนั้นดำเนินการไถและไถพรวนดินให้ละเอียด ปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูก อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ดำเนินการแบ่งแปลงเป็น 5 ซ้ำ ตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ แต่ละซ้ำมี 4 แปลงย่อย รวมทั้งหมด 20 แปลงย่อย โดยกำหนดขนาดแปลงๆ ละ 80 ตารางเมตร (8 x 10 เมตร) และเว้นระยะห่างระหว่างแปลงๆ ละ 3 เมตร พร้อมทั้งสุ่มสิ่งทดลองเข้าแต่ละซ้ำ

การปลูกและดูแลรักษา

1. ปลูกโดยการเพาะเมล็ดกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าในถุงเพาะชำ ถุงละ 2-3 เมล็ด หลังเมล็ดงอกประมาณ 10 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อถุง หลังจากนั้นเมื่อกระถินสูงประมาณ 30 เซนติเมตร (อายุประมาณ 1 เดือน) ย้ายกล้าปลูกในแปลงย่อยตามระยะปลูกที่กำหนดของสิ่งทดลอง โดยระยะปลูก 1x2 เมตร ปลูกได้ 36 ต้นต่อแปลง ระยะ 2x2 เมตร ปลูกได้ 20 ต้นต่อแปลง ระยะ 2x4 เมตร ปลูกได้ 12 ต้นต่อแปลง และระยะ 4x4 เมตร ปลูกได้ 9 ต้นต่อแปลง

2. หลังการปลูกดำเนินการปราบวัชพืชครั้งแรกที่อายุ 6 สัปดาห์ พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะดินมีความชื้นเหมาะสม หลังจากกระถินเริ่มติดฝักจะเข้าเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีแรกของการเก็บเกี่ยวผลผลิตนาน 12 เดือน โดยเว้นระยะตามความสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ ประมาณ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง ใช้วิธีการเก็บฝักที่สุกแก่สีน้ำตาล หรือเขียวปนน้ำตาล นำฝักที่ได้มาตากแดดเคาะเมล็ดออกจากฝัก แล้วนำเมล็ดที่ได้มาผึ่งแดดลดความชื้น คัดแยกและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ และจัดเก็บเพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่อไป

3. ในปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ จะทำการตัดต้นกระถินหลังจากครบรอบการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีแรกที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร เพื่อต้องการลดระดับความสูงของต้นกระถิน เนื่องจากต้นกระถินที่มีความสูงมากจะไม่สะดวกในการเข้าเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ การตัดต้นทำให้กระถินแตกกิ่งใหม่ออกทางด้านข้างรอบๆ ตอต้นเดิมและเจริญเติบโต ออกดอก ติดเมล็ดต่อไป หลังจากนั้นเข้าทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์กระถินในแต่ละแปลงเช่นเดียวกับปีแรก ส่วนการใส่ปุ๋ยในปีที่ 2 ดำเนินการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในช่วงฤดูฝน และกำจัดวัชพืชปีละ 2 ครั้ง ตามความเหมาะสม

การเก็บข้อมูล

1. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกระถิน หลังการปลูกในช่วงของการเจริญเติบโตก่อนการออกดอกที่อายุ 3 เดือน และในช่วงต้นของการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่อายุ 6 เดือน โดยการเก็บข้อมูลจากต้นที่อยู่ภายในแปลง (ต้นขอบแปลงไม่เก็บข้อมูล) ประกอบด้วยการเก็บข้อมูลความสูงของต้นกระถินใช้วิธีการวัดจากโคนต้นระดับพื้นดินถึงปลายยอด เก็บข้อมูลขนาดลำต้นกระถินใช้วิธีการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นตรงตำแหน่งความสูงของโคนต้นจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร เก็บข้อมูลจำนวนกิ่งใช้วิธีการนับจำนวนกิ่งที่เจริญเติบโตออกจากลำต้นในแต่ละต้น ส่วนปีที่ 2 หลังการตัดต้นกระถินใช้วิธีการนับจำนวนกิ่งที่เจริญเติบโตออกจากลำต้นทางด้านข้างรอบๆ ตอต้นเดิมในแต่ละต้นที่ทำการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกับปีแรก

2. เก็บข้อมูลการติดฝักจากจำนวนฝักต่อข้อ ความยาวฝัก จำนวนเมล็ดในแต่ละฝัก โดยการสุ่มเก็บข้อมูลจากต้นกระถินในแต่ละแปลง (สุ่มจากจำนวน 5 ต้นๆ ละ 4 ข้อต่อแปลงย่อย) จำนวน 20 ข้อ สุ่มเลือกวัดความยาวฝักจำนวน 4 ฝักต่อข้อ พร้อมกับการนับจำนวนเมล็ดของแต่ละฝัก โดยทำการสุ่มเก็บข้อมูลจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในช่วงเดือนที่ 3 ของการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นช่วงที่กระถินออกดอกติดเมล็ดจำนวนมากของฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต

3. เก็บข้อมูลผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ดำเนินการเก็บเกี่ยวฝักกระถินทุกๆ 10-15 วัน เนื่องจากฝักกระถินสุกแก่ไม่พร้อมกันใช้การเลือกเก็บจากข้อที่ฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ นำมาตากแดดให้ฝักแห้งเพื่อแยกเมล็ดออกจากฝัก ทำความสะอาดเบื้องต้น นำเมล็ดผึ่งแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้น พร้อมบันทึกน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ในแต่ละแปลงย่อย

4. ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 และในปีที่ 2 เพื่อส่งตัวอย่างเข้าตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความชื้น ความบริสุทธิ์ เมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ชนิดอื่นๆ ความงอก และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ด โดยห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการทดสอบของ ISTA (International Seed Testing Association, 1996)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรของแต่ละสิ่งทดลองตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

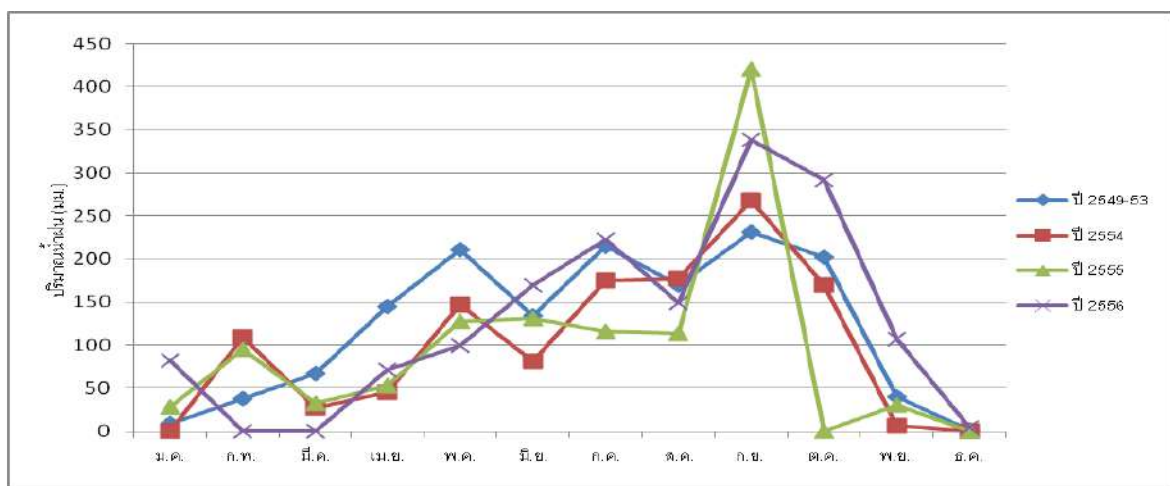
คุณสมบัติทางเคมีของดิน

แปลงทดลองปลูกกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าใช้พื้นที่ปลูกในบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว มีลักษณะดินเป็นชุดดินบึงขัง มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียวมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง เนื้อดินมีสีน้ำตาลปนแดง ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนดำเนินการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่ามีค่า pH 7.8 มีค่าอินทรีย์วัตถุ 3.47 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.17 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 70 ppm โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 284.37 ppm พบว่ามีค่าอินทรีย์วัตถุในระดับสูงมีไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูงมาก และปฏิกิริยาดินเป็นเป็นด่างเล็กน้อย จากรายงานของ สายัณห์ และคณะ (มปป.) กล่าวว่า กระถินเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ หน้าดินลึก ดินมีการระบายน้ำดี ดินที่มี pH

มากกว่า 5.5 มีฟอสฟอรัสมากกว่า 15 ppm ซัลเฟอร์มากกว่า 5 ppm จะสามารถเจริญเติบโตและตรึงไนโตรเจนได้ดี ซึ่งจากผลการเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงให้เห็นได้ว่าคุณสมบัติทางเคมีของดินเหมาะสมในการใช้ปลูกกระถิน

ปริมาณน้ำฝน

บริเวณพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว มีสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งและชุ่มชื้นสลับกันอย่างชัดเจน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปี 1,365.49 มิลลิเมตรต่อปี ฝนตกน้อยช่วงเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม และฝนตกมากช่วงเดือนเมษายน-กันยายน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28.03 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 77.8 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำลง สายันห์ และคณะ (มปป.) กล่าวว่ากระถินเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และการเจริญเติบโตจะลดลงหากอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาวเช่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ นอกจากนั้นกระถินสามารถทนแล้งได้ดีมากเพราะมีระบบรากลึก ต้องการบริเวณที่มีปริมาณฝนตกมากกว่า 600 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป ดังนั้นจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ในบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วสามารถปลูกกระถินได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปี 2549-2553 และปริมาณน้ำฝนตลอดการทดลองในปี 2554-2556 ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว

การเจริญเติบโตของกระถินสายพันธุ์กลาบรรด้า

จากการปลูกกระถินสายพันธุ์กลาบรรด้าตามแผนการทดลองเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2554 และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกระถินที่อายุ 3 เดือน และ 6 เดือนหลังปลูก พบว่าในทุกกระยะปลูกที่อายุ 3 และ 6 เดือน ความสูงของกระถินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านของขนาดลำต้นกระถินที่อายุ 3 และ 6 เดือน พบว่าขนาดลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ในส่วนของจำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้น พบว่าในทุกกระยะปลูกที่อายุ 3 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 6 เดือน พบว่าจำนวนกิ่งในกระยะปลูก 4x4 เมตร และ 2x4 เมตร มีจำนวนมากกว่าในกระยะปลูก 2x2 เมตร และ 1x2 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

หลังจากดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์กระถินในปีแรก ได้ดำเนินการตัดต้นกระถินในแต่ละแปลงที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร เพื่อลดระดับความสูงเนื่องจากความสูงของต้นกระถินมีผลทำให้เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2 เป็นไปได้ยากจึงต้องตัดต้นกระถินให้เตี้ยลงเพื่อให้ต้นกระถินแตกกิ่งใหม่และสามารถให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ในปีที่ 2 จากการทดลองดำเนินการตัดต้นกระถินในเดือนธันวาคม 2555 และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตหลังการตัดต้นที่อายุ 3 และ 6 เดือน พบว่าในทุกระยะปลูกที่อายุ 3 และ 6 เดือน ความสูงของกิ่งใหม่ที่เจริญเติบโตจากต้นกระถินเดิมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านของขนาดกิ่งที่อายุ 3 เดือนหลังจากการตัดต้น พบว่าขนาดกิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อกระถินเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือน พบว่าขนาดกิ่งในระยะปลูก 4x4 เมตร และ 2x4 เมตร มีขนาดโตกว่าในระยะปลูก 2x2 เมตร และ 1x2 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจากการนับจำนวนกิ่งที่เจริญเติบโตหลังการตัดต้นที่อายุ 3 และ 6 เดือน พบว่าการปลูกในระยะ 4x4 เมตร มีจำนวนกิ่งมากกว่าระยะปลูกอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลการเจริญเติบโตของกระถินหลังการปลูกที่อายุ 3 และ 6 เดือน

อายุ	ระยะปลูก	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำต้น (ซม.)	จำนวนกิ่ง
3 เดือน	1x2 เมตร	223.64	2.58	27.55
	2x2 เมตร	219.28	2.68	30.15
	2x4 เมตร	201.28	2.35	28.00
	4x4 เมตร	203.60	2.53	26.17
	CV (%)	9.00	8.11	7.59
6 เดือน	1x2 เมตร	339.19	4.78	45.18 ^c
	2x2 เมตร	355.95	5.18	51.28 ^{bc}
	2x4 เมตร	344.23	5.23	56.30 ^{ab}
	4x4 เมตร	330.97	5.25	59.77 ^a
	CV (%)	8.54	7.71	9.99

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของกระถินหลังการตัดต้นที่อายุ 3 และ 6 เดือน

อายุ	ระยะปลูก	ความสูง (ซม.)	ขนาดกิ่ง (ซม.)	จำนวนกิ่ง
3 เดือน	1x2 เมตร	293.59	4.21	2.91 ^d
	2x2 เมตร	298.93	4.42	4.16 ^c
	2x4 เมตร	277.48	4.15	5.25 ^b
	4x4 เมตร	277.90	4.33	6.23 ^a
	CV (%)	7.45	8.14	8.91
6 เดือน	1x2 เมตร	585.27	4.37 ^b	3.18 ^c
	2x2 เมตร	603.03	4.55 ^b	4.37 ^b
	2x4 เมตร	608.81	5.04 ^a	5.63 ^b
	4x4 เมตร	607.77	5.01 ^a	7.30 ^a
	CV (%)	4.35	7.11	9.35

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดลองพบว่าระยะปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระถินในด้านความสูงและขนาดของลำต้น ทั้งนี้เนื่องจากความสูงและขนาดของลำต้นเป็นการเจริญเติบโตของกระถินในแนวตั้ง การปลูกในระยะ 1x2 เมตรจึงยังไม่มีผลกระทบต่อความสูงและขนาดของลำต้น แต่พบว่าการปลูกกระถินในระยะที่ห่างมากขึ้นที่ระยะ 2x4 และ 4x4 เมตร มีผลต่อจำนวนกิ่งที่มากขึ้นเมื่ออายุ 6 เดือนหลังการปลูก ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนกิ่งของกระถินเป็นการเจริญเติบโตในแนวระนาบ การปลูกในระยะห่างทำให้กระถินมีพื้นที่ในการเพิ่มจำนวนกิ่งและได้รับแสงมากกว่าการปลูกในระยะชิดจึงส่งผลให้จำนวนกิ่งเพิ่มมากขึ้นตามระยะห่างของการปลูก มีรายงานการศึกษาการเจริญเติบโตของกระถินในระยะปลูกที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่สามารถรายงานผลการศึกษาดังนี้ การปลูกกระถินสายพันธุ์ K636 เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในจังหวัดสระแก้ว โดยการปลูกในระบบแถวคู่ระยะห่างระหว่างต้นในคู่แถว 1x1 เมตร ระยะห่างระหว่างแถวคู่ 4 เมตร มีจำนวน 480 ต้นต่อไร่ ที่อายุ 3 และ 6 เดือน กระถินมีความสูง 203.76 และ 289.30 เซนติเมตร ตามลำดับ มีขนาดลำต้น 1.30 และ 2.86 เซนติเมตร ตามลำดับ (ชะอุทัย, 2558) การเจริญเติบโตทั้งความสูงและขนาดลำต้นมีค่าน้อยกว่าการทดลองครั้งนี้ในทุกระยะการปลูก จากการศึกษาของ อารังศักดิ์ และคณะ (2546) ที่จังหวัดเพชรบุรีทำการปลูกในระยะ 0.5x3 เมตร (1,064 ต้นต่อไร่) เพื่อหาพันธุ์กระถินที่ต้านทานเพลี้ยไก่อ่าพบว่ากระถินสายพันธุ์กลาบริต้าที่อายุ 10 เดือน มีความสูง 384 เซนติเมตร และมีขนาดลำต้น 3.5 เซนติเมตร พบว่าการเจริญเติบโตช้ากว่าการทดลองครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากจำนวนต้นที่มีความหนาแน่นมากเกินไปและมีสภาพของดินและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ส่วนการทดลองของ สายัณห์ และคณะ (2552) ที่ดำเนินการศึกษาผลผลิตมวลชีวภาพของกระถินทาร์มบ้า เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ดำเนินการปลูกในระยะ 1x0.5 เมตร และ 2x0.5 เมตร พบว่าการเจริญเติบโตของกระถินที่อายุ 6 เดือน มีความสูง 342 และ 336 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความสูงมีความใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้แม้ว่าจะปลูกในระยะที่ชิดกว่า แต่ในด้านของขนาดลำต้นพบว่ามีขนาดเล็กกว่าการทดลองครั้งนี้เท่ากับ 2.1 และ 2.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และจากรายงานของ ชิต และคณะ (2547) ที่ศึกษาผลผลิตของกระถินที่จังหวัดเพชรบุรี ปลูกในระยะ 0.5x0.5 เมตร จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุทุกๆ 3 เดือน พบว่าต้นกระถินมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 260.9 เซนติเมตร เมื่อให้กระถินสายพันธุ์กลาบริต้าโตเต็มที่พบว่ามีความสูงถึง 8-20 เมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 10-40 เซนติเมตร (Colin, 1998) ซึ่งความสูงดังกล่าวจะเป็นอุปสรรคในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในปีต่อไป

การเจริญเติบโตของกระถินหลังจากการตัดต้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดกิ่งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตหลังตัดต้นที่อายุ 3 เดือน แต่ในช่วงก่อนการออกดอกที่อายุ 6 เดือน หลังการตัดต้น พบว่าขนาดของกิ่งมีความแตกต่างกันโดยมีขนาดโตมากขึ้นเมื่อปลูกในระยะที่ห่างมากขึ้น ส่วนจำนวนกิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นหลังการตัดต้นแสดงให้เห็นว่าการปลูกที่ระยะห่างมากขึ้นกระถินจะมีจำนวนกิ่งมากกว่าการปลูกในระยะที่ชิดอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการเพิ่มจำนวนกิ่งหลังการปลูกในปีแรก ดังนั้นการปลูกในระยะที่ห่างทำให้กระถินมีพื้นที่ในการเพิ่มจำนวนกิ่งและสามารถได้รับแสงมากกว่าการปลูกในระยะที่ชิด จึงส่งผลให้จำนวนกิ่งเพิ่มมากขึ้นตามระยะห่างของการปลูก ส่งผลต่อปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ต่อต้นเพิ่มมากขึ้นด้วย มีรายงานการทดลองของ สายัณห์ และคณะ (2552) ที่ดำเนินการศึกษาผลผลิตมวลชีวภาพของกระถินทาร์มบ้าเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน จากการปลูกในระยะ 1x0.5 เมตร และ 2x0.5 เมตร หลังการตัดต้นไปใช้ประโยชน์เมื่ออายุ 1 ปี พบว่าการฟื้นตัวหลังการตัดต้นที่อายุ 3 เดือน มีความสูง 312 และ 330 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงมากกว่าการทดลองในครั้งนี้ แต่พบว่ากิ่งมีขนาดเล็กกว่าการทดลองครั้งนี้เท่ากับ

2.1 เซนติเมตร ทั้งสองระยะปลูก แสดงว่าการปลูกในระยะที่ชิดมากๆ มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตในด้านความสูงของต้นกระถินซึ่งเกิดจากการแย่งแสงสว่างด้วยกันเองของกิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นหลังการตัดลำต้น จึงมีผลต่อขนาดของกิ่งที่เล็กกว่าการทดลองครั้งนี้อย่างชัดเจน

การติดฝักและเมล็ดของกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า

จากการเก็บข้อมูลความยาวฝักกระถิน จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อดอกของการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 พบว่าความยาวฝักกระถิน จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกระยะปลูก ดังนั้นระยะปลูกที่ชิดหรือห่างในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลต่อความยาวฝักกระถิน จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อดอก ชาญชัย และคณะ (2521) ได้รายงานผลการทดลองที่ใกล้เคียงกับรายงานครั้งนี้ว่าจากการปลูกกระถินในระยะ 1x1 เมตร ในชุดดินปากช่องจำนวน 10 สายพันธุ์ เพื่อศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ พบว่ากระถินสายพันธุ์เอลซัลวาดอร์ พันธุ์ฮาวาย และพันธุ์โอเวอร์รีโคสต์ มีความยาวฝักมากที่สุดใน 3 ลำดับแรก เท่ากับ 21.9 18.9 และ 18.7 เซนติเมตร ตามลำดับ มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก 22.8 22.9 และ 19.1 เมล็ด ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวใกล้เคียงกับความยาวฝักและจำนวนเมล็ดต่อฝักในกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ดังนั้นลักษณะของความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อดอกจะถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์เป็นหลักมากกว่าสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากระยะการปลูก จึงทำให้ข้อมูลลักษณะฝักของกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าไม่แตกต่างกันในทุกระยะปลูก นอกจากนั้นจากรายงานของ ฆะฤทัย (2558) ที่ศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์ K636 ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว โดยการปลูกเป็นแถวคู่ระยะ 1x1 เมตร ระหว่างแถว 4 เมตร (480 ต้นต่อไร่) พบว่ากระถินสายพันธุ์ K636 มีความยาวฝัก 15-19 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก 18-23 เมล็ด ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้ แต่พบว่ากระถินสายพันธุ์ K636 มีจำนวนฝักต่อช่อดอกมากกว่าที่ 8-12 ฝัก นอกจากนั้นใกล้เคียงกับรายงานของ Colin (1998) รายงานลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระถินไว้ว่ากระถินจะมีความยาวฝัก 11-19 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก 8-18 เมล็ด และมีจำนวนฝักต่อช่อดอก 5-20 ฝัก ผลการทดลองจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์กระถินในปีที่ 2 พบว่าในทุกระยะปลูกมีค่าข้อมูลความยาวฝักกระถิน จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในปีที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อช่อของกระถิน

ข้อมูล	ระยะปลูก	ความยาวฝัก (ซม.)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	จำนวนฝักต่อช่อ (ฝัก)
ปีที่ 1	1x2 เมตร	19.31	19.40	6.56
	2x2 เมตร	18.64	18.38	6.20
	2x4 เมตร	18.28	18.75	6.38
	4x4 เมตร	19.06	19.19	6.13
	CV (%)	8.45	7.26	15.71
ปีที่ 2	1x2 เมตร	19.42	19.45	6.42
	2x2 เมตร	18.42	18.56	6.58
	2x4 เมตร	18.15	18.11	6.44
	4x4 เมตร	19.16	18.96	6.46
	CV (%)	8.91	6.33	14.60

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 1

ผลการทดลองพบว่าในทุกกระยะปลูกกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าจะเริ่มออกดอกครั้งแรกหลังปลูกพร้อมกัน คือในช่วงเดือนพฤศจิกายน (หลังการปลูก 4 เดือน) ดอกกระถินบานเต็มที่ภายใน 5-7 วัน หลังจากนั้นประมาณ 1 สัปดาห์ ดอกกระถินจะเปลี่ยนเป็นฝักอ่อน และใช้เวลา 5-6 สัปดาห์ จะเปลี่ยนจากฝักอ่อนเป็นฝักแก่และพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ สามารถเข้าเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ทุกๆ 10-15 วัน เนื่องจากฝักกระถินสุกแก่ไม่พร้อมกัน ทำการเลือกเก็บจากซอกที่ฝักกระถินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ นำมาตากแดดให้ฝักแห้งเพื่อแยกเมล็ดออกจากฝัก การเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 1 เริ่มการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในเดือนมกราคม 2555 ถึงเดือน ธันวาคม 2555 รวมระยะเวลาเก็บเกี่ยว 12 เดือน เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์กระถิน พบว่าการปลูกในระยะ 1x2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 365.96 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกที่ระยะ 2x2 เมตร ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 322.23 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีความแตกต่างกับการปลูกที่ระยะปลูก 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 211.87 และ 133.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในทำนองเดียวกันพบว่าการปลูกในระยะ 1x2 เมตร และ 2x2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้มากกว่าการปลูกในระยะ 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลผลิตเมล็ดกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าในแต่ละระยะปลูก

ข้อมูล	ระยะปลูก	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ ที่งอกได้ (กก./ไร่)
ปีที่ 1	1x2 เมตร	365.96 ^a	355.56 ^a	318.54 ^a
	2x2 เมตร	322.23 ^a	313.31 ^a	260.64 ^a
	2x4 เมตร	211.87 ^b	205.94 ^b	170.64 ^b
	4x4 เมตร	133.00 ^c	128.64 ^c	108.10 ^b
	CV (%)	20.57	19.42	23.81
ปีที่ 2	1x2 เมตร	90.08	87.34	82.98
	2x2 เมตร	90.40	89.35	78.79
	2x4 เมตร	92.30	91.68	82.48
	4x4 เมตร	96.16	93.66	83.85
	CV (%)	29.54	28.74	26.48
รวมปีที่ 1 และปีที่ 2	1x2 เมตร	456.03 ^a	444.90 ^a	401.52 ^a
	2x2 เมตร	412.63 ^a	400.65 ^a	339.25 ^{ab}
	2x4 เมตร	308.04 ^b	299.60 ^b	253.12 ^{bc}
	4x4 เมตร	225.30 ^b	220.32 ^b	191.96 ^c
	CV (%)	21.33	20.35	22.27

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- คำนวณผลผลิตเมล็ดพันธุ์โดยปรับความชื้นของเมล็ดให้เท่ากันที่ 9 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองเมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตแต่ละต้นของแต่ละระยะปลูก พบว่าการปลูกในระยะ 4x4 เมตร กระถินจะให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุดมากกว่าการปลูกในระยะ 2x4 เมตร 2x2 เมตร และ 1x2 เมตร ตามลำดับอย่างชัดเจน ทั้งนี้การปลูกระยะห่างมีจำนวนต้นต่อหน่วยพื้นที่ที่น้อยกว่าการปลูกระยะชิด กระถินจะมีพื้นที่ในเจริญเติบโตโดยเฉพาะจำนวนกิ่งที่มีมากกว่า มีผลต่อการรับแสงและดูดใช้ธาตุอาหารได้มากกว่าทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นที่มากกว่า แต่ก็จะเสียโอกาสในด้านของจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่น้อยกว่าจึงทำให้ผลผลิตรวมต่อไร่ในระยะ 1x2 เมตร และระยะ 2x2 เมตร มากกว่าการปลูกในระยะ 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2

การเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2 เริ่มต้นการเก็บเกี่ยวหลังการตัดต้นในเดือน มกราคม 2556 ถึงเดือน ธันวาคม 2556 รวมระยะเวลาเก็บเกี่ยว 12 เดือน เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์กระถิน พบว่าการปลูกในระยะ 1x2 เมตร 2x2 เมตร 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์เท่ากับ 90.08 90.40 92.30 และ 96.16 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกระยะปลูก นอกจากนั้นผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ก็ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติในทุกระยะปลูกเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2 เปรียบเทียบกับการให้ผลผลิตในปีแรก พบว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากปีที่ 2 น้อยกว่าผลผลิตในปีแรกอย่างชัดเจนในทุกระยะปลูก โดยมีข้อสังเกตจากการทดลองไม่ได้จำกัดการไว้กิ่งต่อต้นหลังการตัดต้น ทำให้ต้นกระถินมีการเจริญเติบโตมุ่งไปในด้านของกิ่งเป็นหลักก่อน จึงส่งผลกระทบต่อกรออกดอกติดเมล็ดที่น้อยกว่าในปีแรก สอดคล้องกับ Colin (1998) ได้กล่าวว่าการเจริญเติบโตของกระถินในช่วงแรกจะเป็นการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบก่อน เมื่อกระถินเจริญเติบโตทางด้านทางลำต้นและใบเต็มที่แล้วจึงจะเริ่มมีการสืบพันธุ์โดยการออกดอกติดเมล็ด ผลการทดลองแสดงว่าจำนวนการแตกกิ่งมีผลต่อปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการปลูกระยะที่ห่างมีจำนวนกิ่งที่มากกว่าการปลูกในระยะชิด ทำให้มีปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้นจากการปลูกระยะห่างมากกว่าการปลูกในระยะชิด ขณะเดียวกันการปลูกระยะห่างมีจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่น้อยกว่าการปลูกในระยะชิด ความสัมพันธ์ในทางผกผันจึงส่งผลให้ระยะการปลูกไม่มีผลต่อผลผลิตในปีที่ 2

จากการทดลองหากพิจารณาผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้รวมกันในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 พบว่าจากการปลูกในระยะ 1x2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 456.03 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูกที่ระยะ 2x2 เมตร ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 412.63 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีความแตกต่างกับการปลูกที่ระยะ 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร ที่ให้ผลผลิตน้อยกว่าเท่ากับ 308.04 และ 225.30 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนั้นพบว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้จากการปลูกในระยะ 1x2 เมตร และ 2x2 เมตร มีค่ามากกว่าการปลูกในระยะ 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Winrock (1985) ที่แนะนำให้ใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวเท่ากับ 1x2 เมตร เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ และควรดำเนินการกำจัดกระถินสายพันธุ์อื่นๆ ให้ห่างจากแปลงปลูกในระยะ 100 เมตร เพื่อความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ และควรมีการตัดลำต้นเพื่อลดระดับความสูงและบังคับให้แตกกิ่งออกด้านข้างเช่นเดียวกับการทดลองในครั้งนี้ จากรายงานของ ชะฤทัย (2558) ที่ศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์ K636 ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว จากการปลูกเป็นแถวคู่ระยะ 1x1 เมตร ระหว่างแถว 4 เมตร (480 ต้นต่อไร่) พบว่าในปีแรกของการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เท่ากับ 67.43 กิโลกรัมต่อไร่ ในปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ 153.88 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเมล็ดพันธุ์รวม 2 ปี

เท่ากับ 221.31 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตที่ได้น้อยกว่าการปลูกในระยะ 1x2 2x2 และ 2x4 เมตร แต่ใกล้เคียงกับการปลูกในระยะ 4x4 เมตร ของการทดลองในครั้งนี้

คุณภาพเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์กลาบรรดา

ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จากตัวอย่างเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์กลาบรรดา จากผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 1 และ 2 พบว่าในทุกระยะปลูกให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้านความบริสุทธิ์ ความงอกของเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ดจากการเก็บเกี่ยวในปีที่ 2 ในระยะ 2x2 เมตร มีค่าน้อยกว่าการปลูกระยะ 4x4 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์กระถินที่ผลิตได้กับมาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ของ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2558) ที่กำหนดมาตรฐานการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์จากโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ชั้นพันธุ์จำหน่าย (CS) ของกระถินกำหนดให้มีความชื้นสูงสุด 9 เปอร์เซ็นต์ ความบริสุทธิ์ต่ำสุด 98 เปอร์เซ็นต์ และความงอกต่ำสุด 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นพบว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์ใกล้เคียงกับมาตรฐานที่กำหนดในทุกระยะปลูก ส่วนความงอกของเมล็ดพบว่ามีความสูงมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในทุกระยะปลูก

จากการศึกษาของ ฉายแสง และคณะ (2545) ที่ทำการศึกษาลักษณะของระยะการปลูกที่มีความหนาแน่นของต้นหญ้าอะตราตัมแตกต่างกันเท่ากับ 1.78 1.33 1.07 และ 1.00 ต้นต่อตารางเมตร โดยทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์นาน 3 ปี พบว่าความหนาแน่นของต้นหญ้าอะตราตัมไม่มีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ แต่ความหนาแน่นจะมีผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เมื่อปลูกในระยะห่างน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีค่าสูงกว่าการปลูกในระยะชิดหรือมีความหนาแน่นมากกว่า เช่นเดียวกับการทดลองครั้งนี้พบว่าความแตกต่างของระยะการปลูกไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ แต่พบความแตกต่างของค่าน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ดในระยะปลูก 2x2 เมตรมีค่าน้อยกว่าการปลูกที่ระยะ 4x4 เมตร ของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2 ทั้งนี้การปลูกในระยะถี่เกินไปจะเกิดการแข่งขันแย่งธาตุอาหาร ความชื้น และแสงสว่าง ระหว่างต้นพืชด้วยกันเองจะทำให้ขนาดเมล็ดพันธุ์ลดลง (รัชดาวรรณ และคณะ, 2551) เมล็ดพันธุ์กระถินที่มีคุณภาพนั้นมาจากปัจจัยหลายๆด้านซึ่งจากรายงานของ Dalzell *et al.*, (2006) กล่าวว่าเมล็ดพันธุ์กระถินที่มีคุณภาพสังเกตได้จากแมลงมีการเจาะทำลายเมล็ดพันธุ์น้อย ไม่มีเมล็ดวัชพืชอื่นๆปน เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในระยะที่สุกแก่ จัดเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสถานที่ๆ มีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม และเมื่อนำเมล็ดมาทดสอบยังคงมีอัตราการงอกที่สูง

ตารางที่ 5 คุณภาพเมล็ดพันธุ์กระถินสายพันธุ์กลาบรรดาที่ระยะปลูกแตกต่างกัน

ข้อมูล	ระยะปลูก	ความบริสุทธิ์ (%)	ความงอกของเมล็ด (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
ปีที่ 1	1x2 เมตร	97.33	89.54	68.03
	2x2 เมตร	97.46	82.46	68.57
	2x4 เมตร	97.21	82.38	71.40
	4x4 เมตร	96.90	84.28	72.61
	CV (%)	1.64	6.58	6.61
ปีที่ 2	1x2 เมตร	99.20	92.82	63.50 ^{ab}
	2x2 เมตร	97.64	91.60	61.04 ^b
	2x4 เมตร	97.58	89.72	68.09 ^{ab}
	4x4 เมตร	99.38	92.72	70.96 ^a
	CV (%)	1.74	7.39	7.89

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลอง

ผลของระยะปลูกที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของกระถินสายพันธุ์กลาบาต้าที่ปลูกในชุดดินบึงฉล่งบริเวณพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตนาน 2 ปีสรุปได้ ดังนี้

1. ในปีที่ 1 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต การปลูกที่ระยะ 1x2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่สูงสุด ไม่แตกต่างกับการปลูกที่ระยะ 2x2 เมตร แต่สูงกว่า ($p<0.05$) การปลูกที่ระยะ 2x4 เมตร และ 4x4 เมตร สำหรับในปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่าผลผลิตเมล็ดของกระถินที่ระยะการปลูกทั้ง 4 ระยะ ไม่แตกต่างกัน

2. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์กระถินที่ผลิตได้ในทุกระยะปลูก พบว่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบความแตกต่างเพียงค่าน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1,000 เมล็ดในระยะปลูก 2x2 เมตร มีค่าน้อยกว่า ($p<0.05$) การปลูกที่ระยะ 4x4 เมตร ของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองครั้งนี้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีที่ 2 มีปริมาณน้อย เนื่องจากการทดลองไม่ได้จำกัดการไถ่แขนงต่อต้นหลังการตัดต้น ทำให้ต้นกระถินที่มีกิ่งมากมุ่งไปในการเจริญเติบโตของกิ่งเป็นหลัก จึงส่งผลต่อการออกดอกติดเมล็ดที่น้อยกว่าในปีแรก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติมถึงการจัดการแปลง เช่นการคงไว้จำนวนแขนงที่เหมาะสมที่จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปีต่อไป เพื่อจะสามารถจัดการแปลงผลิตหลังการตัดต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควรทำการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลให้มากกว่า 2 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลผลผลิตหลังการปลูกในหลายๆปี เนื่องจากกระถินสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานหลายปีโดยไม่ต้องมีการปลูกใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมปศุสัตว์ โดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ คณะเจ้าหน้าที่และคณาจารย์ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัย ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาที่ช่วยวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของงานวิจัย และนางสาวจันทกานต์ อรณนันทน์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

มะฤทัย จันทรธิติ. 2558. การผลิตเมล็ดพันธุ์กระถิน K636 ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. วารสารข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – เมษายน 2558. หน้า 13–17.

ฉายแสง ไผ่แก้ว พิมพ์พร พลเสน วิรัช สุขสำราญ และสุทัศน์ สุนทรวัฒน์. 2545. ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์อะตราตัม, น. 68-80. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2545. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ฉายแสง ไผ่แก้ว ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนี และศรีธยา วรจิรวาณิช. 2548. การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์, น. 28-47. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ชาญชัย มณีดุลย์ พรเพ็ญ ต่อสกุล และนิตยา ศิริกิตยานนท์. 2521. ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ของกระถิน 10 พันธุ์. รายงานผลงานและการวิจัย พ.ศ. 2510-2519 สถานีพืชอาหารสัตว์ปากช่อง.
- ชิต ยุทธวรวิทย์ สมศักดิ์ เกาทอง ฉายแสง ไผ่แก้ว และจริยา บุญจรัสชะ. 2547. ความถี่ของการตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของกระถิน 4 สายพันธุ์, น. 158-184. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2547. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อัครศักดิ์ พลบำรุง ฉายแสง ไผ่แก้ว จริยา บุญจรัสชะ และสมศักดิ์ เกาทอง. 2546. การศึกษากระถินพันธุ์ต้านทานเพลี้ยไก่อไฟ (ข) ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี, น. 215-227. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2551. ผลของระยะปลูกและระยะตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคด, น. 76-85. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตร ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ และกานดา นาคมนี. 2552. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษามวลชีวภาพของกระถินเพื่อใช้เป็นแหล่งทดแทนพลังงานอย่างยั่งยืน. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตร กานดา นาคมนี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ. มปป. การปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2558. มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Brewbager, J., L. Hegde, N. Hutton, E.M. Jones, R.J. Lowry, J.L. Moog and Van Den Beldt, R. 1985. *Leucaena - Forage Production and Use*. NFTA, Hawaii.
- Colin. 1998. *Leucaena – A Genetic Resources Handbook*, Oxford Forestry Institute Department of Plant Sciences, University of Oxford.
- Dalzell, S., M. Shelton, B. Mullen, P. Larsen, and K. McLaughlin. 2006. *Leucaena A guide to establishment and management*. Meat & Livestock, Australia.
- International Seed Testing Association, 1996. *International rules for seed testing*, Rules 1996. Seed science and technology: 24 Supplement.
- Steel, R.G.D. and Torrie., J.W. 1980. *Principle and Procedures of Statistic : A Biometric Approach*. The 2 nd edition, New York : McGraw-Hill Book Co. Inc.
- Winrock. 1985. *Leucaena - Wood Production and Use* 5. Chapter 3 -Varieties and seeds. www.appropedia.org/Leucaena_Wood_production_and_use_5.

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมบอร์เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.5) ผลของน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจและลักษณะซาก

อภิชาติ บุญเรืองขาว^{1/} เสกสรรค์ สนวนกุล^{2/} ขบวน อินทร์ักษ์^{3/}

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันต่อประสิทธิภาพการผลิต ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะซากแพะลูกผสมบอร์ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอนาทม จังหวัดสุราษฎร์ธานีระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนมีนาคม 2556 วางแผน การทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) โดยแบ่งแพะเพศผู้อายุประมาณ 9 เดือน จำนวน 15 ตัว ออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว ซึ่งแพะทุกกลุ่มได้รับอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration) สูตรเดียวกันแบบ เต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง แพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 สิ้นสุดการขุนเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ย ประมาณ 50 60 และ 70 กิโลกรัม ตามลำดับ แพะทุกตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1x1.5 เมตร ซึ่งมี น้ำและแร่ธาตุก้อนแขวนให้เลี่ยนกินตลอดเวลา

ผลการทดลองพบว่า แพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ใช้ระยะเวลาทดลอง 165 210 และ 240 วัน และมีอัตราการเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ 103.03 124.19 และ 153.00 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่าแพะทั้งสามกลุ่มมีปริมาณการกินอาหาร ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ ปริมาณการกินอาหารต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และโภชนะย่อยได้ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม แพะทั้งสามกลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลต่อคุณภาพซากพบว่าแพะกลุ่มที่ 3 มีสัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูกสูง กว่า ($p < 0.05$) แพะอีก 2 กลุ่ม แต่เมื่อคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า แพะกลุ่มที่ 3 สิ้นสุดการขุน ที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม ได้รับผลตอบแทนเมื่อหักค่าใช้จ่ายในด้านค่าพันธุ์สัตว์และค่าอาหารแล้ว จะมีกำไร เท่ากับ 1,107.30 บาทต่อตัว หรือ กำไรเท่ากับ 138.00 บาทต่อตัวต่อเดือนสูงกว่า ($p < 0.05$) แพะอีก 2 กลุ่ม

คำสำคัญ : แพะลูกผสมบอร์ ลักษณะซาก น้ำหนักสิ้นสุด

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-(55:02)-0214-004

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอลำทับ จังหวัดเพชรบุรี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอนาทม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Research and technological development on feeding management of boer crossbred goat for improving efficiency of meat production

(1.5) Effect of different finishing weight on economic and carcass characteristics of boer crossbred goats

Apichat Boonruangkao^{1/} Saksan Suankul^{2/} Kabouan Intarak^{3/}

Abstract

The experiment was conducted at Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center During October 2011 - March 2013. Fifteen crossbred male goats approximately 9 months old were used in a randomized completely block design, they were distributed into 3 groups and 5 replications of each. All were given same total mixed ration ad libitum throughout experimental period. Treatment were set by finishing weight at 50, 60 and 70 kg body weight respectively. The goats were kept in 1x1.5 m² cage individually and they can accessed to water and mineral block.

The results revealed that raising days of group 1, group 2 and group 3 were 165, 210 and 240 days respectively. Average daily gain was significant difference ($p < 0.05$) when compare among the treatment groups, they were 103.03, 124.19 and 153.00 gram/head/day, respectively. Moreover, feed intake, protein intake, feed intake as percent of body weight and total nutrient disability were also significant difference ($p < 0.05$). However, there was no significant difference of feed conversion ratio ($p > 0.05$). Group 3 had lean to bone ratios higher than the other groups ($p > 0.05$). Economic return rate of group 3 which 70 kg finishing weight had profit 1,107.30 bath/head after subtracted breed and feed cost or 138.00 bath/head/month.

Keywords : Boer crossbred goat, carcass characteristic, finishing weight

Registered No. : 55(1)-(55:02)-0214-004

^{1/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha – am, Petchaburi.

^{2/} Nakhonratchasima Animal Nutrition Development Station, Pak- chong, NaKhonratchasima.

^{3/} Suratthani Animal Nutrition Development Station, Tha-chang, Suratthani.

คำนำ

ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อจำนวน 50,758 ครัวเรือน มีแพะเนื้อทั้งหมด 625,390 ตัว เลี้ยงมากในพื้นที่ภาคใต้ จำนวน 315,994 ตัว คิดเป็น 50.53 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2560) เกษตรกรนิยมเลี้ยงแพะลูกผสมบอร์กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นแพะที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงสั้นส่งตลาดได้เร็ว สภาพการเลี้ยงโดยทั่วไปจะปล่อยแพะเล็มพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในสวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน สวนผลไม้ ไม่มีการจัดการด้านอาหารแพะที่เหมาะสม แพะได้รับอาหารและสารอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ อีกทั้งอาหารมีคุณภาพต่ำทำให้เจริญเติบโตช้าต้องใช้เวลานานกว่าจะได้จำหน่าย การให้อาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration : TMR) เป็นวิธีการให้อาหารที่นำทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นมาผสมรวมกัน และคำนวณให้มีโภชนาการครบตามความต้องการของสัตว์ (ไพบุลย์, 2537) และตามที NRC (1981) ได้รายงานว่าการต้องการพลังงาน และโปรตีนของแพะ มีความแตกต่างออกไปตามสภาพแวดล้อม พันธุ์ ช่วงอายุ และวิธีการเลี้ยง แพะเนื้อที่มีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม ที่มีอัตราการเจริญเติบโต 150 กรัมต่อวัน มีความต้องการวัตถุดิบ 3.96 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ต้องการโปรตีน 93 กรัมต่อวัน และ TDN 662 กรัมต่อวันวินัย (2528) รายงานว่าการเจริญเติบโตของแพะหลังหย่านมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือคุณภาพและปริมาณอาหารที่ให้ ซึ่งการเลี้ยงแพะเพื่อเป็นธุรกิจหรือระดับอุตสาหกรรมจำเป็นจะต้องมีการจัดการให้อาหารให้แพะได้รับโภชนาการที่ต้องการในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

ปัจจุบันความต้องการบริโภคเนื้อแพะมีมากขึ้น ตลาดภายในประเทศโดยเฉพาะพื้นที่ภาคใต้รวมทั้งแหล่งท่องเที่ยว ภัตตาคาร โรงแรมต่างๆ รวมทั้งตลาดต่างประเทศซึ่งรัฐบาลส่งเสริมให้มีการเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการเลี้ยงและการจัดการด้านอาหารแพะขุนสายพันธุ์ลูกผสมในประเทศไทยยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย และไม่ชัดเจนในส่วนของการขุนแพะลูกผสมบอร์ว่าการขุนแพะที่น้ำหนักสิ้นสุดเท่าไรจึงจะเหมาะสมที่จะทำให้ประสิทธิภาพการขุนดีที่สุด หากมีคุณภาพดี ผลตอบแทนสูง ดังนั้นรูปแบบการขุนแพะอย่างมีประสิทธิภาพในเชิงพาณิชย์นั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาการขุนแพะให้มีน้ำหนักที่เหมาะสมกับความต้องการของตลาด ให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพดีเพื่อให้คู้ทุนในด้านเศรษฐกิจ ได้รับผลตอบแทนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจและลักษณะซาก เพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมการเลี้ยงแพะแก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี หมู่ที่ 2 ตำบลปากฉลุย อำเภอกาบัง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนมีนาคม 2556

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block Design, RCBD) โดยใช้น้ำหนักตัวแพะเป็นบล็อก ใช้แพะพันธุ์ลูกผสมบอร์ เพศผู้อายุประมาณ 9 เดือน น้ำหนักประมาณ 30-35 กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว แบ่งแพะออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว สุ่มให้แพะได้รับสิ่งทดลอง (treatment) จำนวน 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 น้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ 50 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 2 น้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ 60 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 3 น้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ 70 กิโลกรัม

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลอง ทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก และฉีดวิตามิน AD₃E ให้แก่แพะทดลอง มีระยะปรับตัว (preliminary period) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อฝึกให้สัตว์คุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารทดลอง สุ่มแพะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว โดยแพะแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1x1.5 เมตร ให้กินอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration: TMR) แบบเต็มที (*ad libitum*) มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนแขวนให้เลียกินตลอดเวลา โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ตอนเช้า เวลาประมาณ 09.00 นาฬิกา และตอนบ่ายเวลาประมาณ 13.00 นาฬิกา จัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง ซึ่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งแพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีน้ำหนัก 50 60 และ 70 กิโลกรัม ตามลำดับ จึงสิ้นสุดการทดลอง

การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมอาหารผสมครบส่วน (TMR) โดยใช้หญ้าแพงโกลาแห้งอายุการตัดที่ 45 วัน นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาดความยาว 1-2 เซนติเมตร แล้วนำผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดกากถั่วเหลืองโปรตีน 44 เปอร์เซ็นต์ เกลือ เปลือกหอยบด ไดแคลเซียมฟอสเฟต (P14 เปอร์เซ็นต์) และพรีมิกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง^{1/}

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
ข้าวโพด	56.87
กากถั่วเหลือง 44 %	15.70
หญ้าแพงโกลาแห้ง	25.00
เกลือ	0.57
เปลือกหอยบด	0.63
ไดแคลเซียมฟอสเฟต P14%	0.98
พรีมิกซ์	0.25
รวม	100
โภชนะจากการคำนวณ (%on dry basis)	
โปรตีนหยาบ (CP)	13.73
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	67.41
เยื่อใยหยาบ (CF)	13.77
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	12.52
ผนังเซลล์ (NDF)	24.63
แคลเซียม (Ca)	0.62
ฟอสฟอรัส (P)	0.45

^{1/} ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.1

การบันทึกข้อมูล

บันทึกน้ำหนักแพะเมื่อเริ่มทดลอง และทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อปรับการให้อาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง แล้วนำมาคำนวณปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และบันทึกค่าใช้จ่ายทั้งหมดเพื่อนำมาคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การศึกษาซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำแพะมาฆ่าและชำแหละซากเพื่อศึกษาลักษณะซากตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวินัย (2528) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. เตรียมแพะก่อนฆ่า ชั่งน้ำหนักแพะทดลองทุกตัวก่อนอดอาหารจากนั้นทำการอดอาหารประมาณ 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแพะหลังอดอาหาร (fasted live weight) อีกครั้ง
2. การฆ่าแพะและการศึกษาซาก ทำการเชือดคอบริเวณเส้นเลือดดำใหญ่ที่คอ (jugular vein) เอาเลือดออกให้เร็วที่สุด จากนั้นชั่งน้ำหนักแพะหลังฆ่า ทำการเลาะผิวหนัง เริ่มด้วยการเลาะผิวหนังบริเวณข้อเท้าออกแล้วใช้มีดกรีดบริเวณข้อพับด้านในจนมาถึงท้องเป็นแนวกึ่งกลางลำตัว จากนั้นค่อยๆ เลาะผิวหนังออกจากเนื้อ เมื่อเลาะผิวหนังเสร็จทำการตัดขาบริเวณข้อเท้าทั้ง 4 ข้างกับหัวแพะ และเอาอวัยวะภายในออกโดยใช้มีดกรีดตามแนวด้านท้อง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักซากไม่รวมหัวและเท้า จะได้ น้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) ทำการแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก แล้วชั่งน้ำหนักซากทั้ง 2 ซีก วัดความยาวและความกว้างซาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ซาก แล้วเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0.5-1.0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. การตัดแต่งซากและชำแหละซากแพะ นำซากแพะออกจากห้องเย็นโดยทยอยนำออกทีละซาก (1 ซีก) ชั่งน้ำหนักซากแพะจะได้ น้ำหนักซากเย็น (chilled carcass weight) ปลอยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง ทำการตัดแต่งซากแยกเนื้อแดง กระดูก และไขมัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ จำนวน 500 กรัม วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนรวม (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) และ NFE (Nitrogen free extract) ตามวิธีของ (AOAC, 1990) วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธี (Van Soest *et al.*, 1991)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วน (TMR)

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ในการทดลอง แสดงในตารางที่ 2 พบว่าอาหารทดลองมีค่า DM CP EE Ash NDF ADF และ TDN มีค่าเท่ากับ 89.89 15.13 2.89 5.85 22.85 18.57 และมีค่า TDN จากการคำนวณ 70.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 ทั้งนี้เพราะมีการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ และใช้ผลจากการวิเคราะห์วัตถุดิบแต่ละตัวมาคำนวณสูตรอาหาร

จะเห็นได้ว่า อาหารที่ใช้ในการทดลองนี้มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอสำหรับความต้องการของแพะ ซึ่งถ้าหากแพะได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้แพะกินอาหารลดลง ส่งผลให้การทำงานของกระเพาะรูเมนไม่มีประสิทธิภาพเพราะระดับโปรตีนที่ต่ำในอาหารจะมีผลทำให้จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดน้อยลง มีปริมาณไม่เพียงพอในการย่อยอาหารทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารลดลง และอาจทำให้แพะได้รับโภชนาการได้ไม่เพียงพอ (วินัย, 2538)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมเสร็จ (TMR) (เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ)^{1/}

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
วัตถุดิบ (DM)	89.89
โปรตีน (CP)	15.13
ไขมัน (EE)	2.89
โภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ^{2/}	70.51
เยื่อใยหยาบ (CF)	11.01
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	18.57
ผนังเซลล์ (NDF)	22.85
เถ้า (Ash)	5.85
คาร์โบไฮเดรต (NFE)	65.13

^{-1/} วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์

^{-2/} TDN อาหาร TMR = $88.96 + (CP \times 0.36) - (ADF \times 0.996)$ คำนวณโดยใช้สมการของ Clemson University (1996)

ปริมาณอาหารที่กินได้

จากตารางที่ 3 ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ทั้งหมด ตลอดช่วงเวลาการทดลอง เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งพบว่า แพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 กินอาหารได้ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 903.56 1,015.38 และ 1,214.66 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากแพะกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำกว่า แพะกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งปริมาณการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องนอกจากขึ้นกับสภาพภูมิอากาศของสิ่งแวดล้อม และการจัดการเลี้ยงดูแล้ว ยังขึ้นกับสภาวะทางสรีระวิทยาของร่างกาย เช่น อายุ เพศ และน้ำหนักตัวของสัตว์ (NRC, 1981) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของแพะทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 กินอาหารได้ไม่แตกต่างกันเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 และ 2.18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแพะกลุ่มที่ 3 ที่กินอาหารได้เฉลี่ย 2.33 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ สุนทร

(2555) ที่เลี้ยงแพะด้วยอาหารผสมครบส่วน ที่ใช้ใบทางปาล์มน้ำมันหมักและอาหารชั้นในสัดส่วน 60:40 มีปริมาณการกินได้เฉลี่ยเท่ากับ 481.31 กรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่าแพะที่ศึกษาในครั้งนี้นี้ ที่มีปริมาณการกินได้ 903.56-1,214.66 กรัมต่อตัวต่อวัน ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากคุณภาพของอาหารหยาบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ วินัย (2538) Hussain *et al.* (1996) Domingue *et al.* (1991) และ Goetsh *et al.* (2011) ที่สรุปว่าปริมาณการกินได้ของแพะสัมพันธ์กับคุณภาพของอาหารหยาบที่นำมาใช้เลี้ยงแพะ

จากผลการทดลองนี้ พบว่าปริมาณอาหารที่แพะกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีค่าใกล้เคียงกับ Devendra and Burn (1983) รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่ถ้าเป็นแพะนมจะกินได้ถึง 2.8-4.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 3 ผลของน้ำหนักรีดสูงสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อสมรรถภาพการผลิต

ลักษณะที่ศึกษา	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)			CV%
	50	60	70	
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	5	5	5	
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	165	210	240	
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กก.)	33.90	33.42	33.78	13.03
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	50.90 ^c	59.50 ^b	70.50 ^a	5.54
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กก.)	17.00 ^c	26.08 ^b	36.72 ^a	7.70
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม./ตัว/วัน)	103.03 ^c	124.19 ^b	153.00 ^a	9.00
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กรัม/ตัว/วัน)	903.56 ^c	1,015.38 ^b	1214.66 ^a	6.16
ปริมาณอาหารที่กินได้ (% น้ำหนักตัว)	2.14 ^b	2.18 ^b	2.33 ^a	3.13
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	136.71 ^c	153.63 ^b	183.78 ^a	6.16
TDN ที่ได้รับจากอาหารโดยการ	637.89 ^c	716.12 ^b	878.97 ^a	6.16
คำนวณ (กรัม/ตัว/วัน)				
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR)	8.77	8.18	7.93	15.76

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณโภชนาที่ได้รับ

ปริมาณโปรตีนและ TDN จากอาหารที่กินได้ของแพะทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าแพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ได้รับโปรตีนและ TDN แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ได้รับโปรตีนเท่ากับ 136.71 153.63 และ 183.78 กรัมต่อตัวต่อวัน และได้รับ TDN เท่ากับ 637.10 716.12 และ 878.97 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ โดยแพะกลุ่มที่ 1 ได้รับโปรตีนและพลังงานต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณอาหารที่กินได้ต่ำกว่าแพะอีก 2 กลุ่ม (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาปริมาณโภชนาที่แพะได้รับจากอาหารในการทดลองเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการโภชนาของแพะเนื้อ ตามรายงานของ NRC (1981) แนะนำว่าแพะเนื้อน้ำหนัก 40-50 กิโลกรัม ถ้าต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโต 150 กรัมต่อวัน จะต้องได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหาร 119-133 กรัมต่อวัน และต้องการ TDN จากอาหาร 860-962 กรัมต่อวัน จากผลการทดลองนี้ พบว่าปริมาณโภชนาที่แพะได้รับจากอาหารทดลอง แพะทั้ง 3 กลุ่มจะได้รับโปรตีนจากอาหารทดลองสูงกว่าคำแนะนำของ NRC ซึ่งถ้าพิจารณาจากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าแพะกลุ่มที่ 3 มีอัตรา

การเจริญเติบโตมากกว่า 150 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วนแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ได้รับ TDN จากอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการต่อวัน เกิดความไม่สมดุลของปริมาณโปรตีนและพลังงานที่ได้รับจากอาหาร ส่งผลให้แพะทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า 150 กรัมต่อตัวต่อวัน ถึงแม้ว่าจะได้รับโปรตีนจากอาหารที่สูงก็ตาม

สมรรถนะการเจริญเติบโต

สมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะ พบว่าแพะที่มีน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่มากกว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าแพะที่มีน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่ำกว่า พบว่าแพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งมีน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่มากกว่าแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 153 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($p < 0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 124.19 และ 103.03 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของปรัชญาและคณะ (2550) รายงานว่าการขุนโคนมเพศผู้ที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 200 กิโลกรัมต่อตัว และสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 400 450 และ 500 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1,000 1,070 และ 1,100 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ พบว่าโคนมเพศผู้ที่สิ้นสุดการขุนที่น้ำหนักมากกว่าอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงกว่าโคนมเพศผู้ที่สิ้นสุดการขุนที่น้ำหนักต่ำกว่า

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร จากตารางที่ 3 พบว่าน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะทั้ง 3 กลุ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เท่ากับ 8.77 8.18 และ 7.93 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของอานาภาพและคณะ (2558) รายงานว่าการขุนแพะเนื้อลูกผสมแองโกลนูเบียนโดยใช้กระถินหมักร่วมกับอาหารชั้นระดับต่างๆ กัน แพะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารอยู่ระหว่าง 7.89-9.77 เซกสรรค และคณะ (2552) รายงานว่าการขุนแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน-1 ปี ด้วยอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีนแตกต่างกัน แพะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารอยู่ระหว่าง 5.79-9.83

ลักษณะซาก

น้ำหนักของแพะมีชีวิตก่อนฆ่าของแพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 47.32 56.50 และ 67.28 กิโลกรัมต่อตัว เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของแพะเมื่อสิ้นสุดการทดลองของแพะกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 50.90 59.50 และ 70.50 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พบว่าแพะมีการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการเดินทาง และการอดอาหารก่อนฆ่าประมาณ 3.00-3.58 กิโลกรัมต่อตัว ซึ่งระหว่างการขนส่งแพะเนื้อจากฟาร์มมายังโรงฆ่าสัตว์และรอก่อนฆ่า น้ำหนักแพะเนื้อจะลดลงโดยเฉลี่ยจะลดลงประมาณ 2 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557) แต่การทดลองครั้งนี้มีการนำแพะจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ไปศึกษาซากที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งใช้เวลาเดินทางค่อนข้างไกล จึงเป็นสาเหตุให้แพะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลของน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อลักษณะซาก

ลักษณะที่ศึกษา	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)			CV%
	50	60	70	
น้ำหนักมีชีวิต กก./ตัว	47.32	56.50	67.28	-
น้ำหนักซากอ่อน กก./ตัว	25.54	30.86	35.94	-
น้ำหนักซากเย็น กก./ตัว	25.08	30.00	35.28	-
ความยาวซาก ซม.	65.80	74.60	72.20	-
ความกว้างซาก	28.60	29.20	33.60	-
เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง	53.94	54.60	53.40	3.71
ส่วนประกอบของซากแพะ (%)				
หนัง	12.85	14.16	13.41	7.70
กระเพาะ	1.82	1.56	1.62	8.26
ลำไส้	1.56	1.25	1.44	18.88
เลือด	2.58	2.76	2.59	10.74
แข็ง	1.97	1.91	1.87	8.96
หาง	0.19	0.14	0.13	15.34
ตับ	1.09 ^b	1.08 ^b	1.17 ^a	7.20
ปอดและหลอดลม	1.09	1.07	1.06	9.81
อวัยวะและองคชาติ	0.56	0.53	0.56	7.67
ม้าม	0.13	0.12	0.15	15.62
หัวใจ	0.36	0.30	0.31	7.88
กระบังลม	0.19	0.18	0.16	8.34
ไขมัน	5.33 ^b	5.88 ^b	7.10 ^a	10.34

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง ของแพะทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) เท่ากับ 53.94 54.60 และ 53.40 เปอร์เซ็นต์ แต่น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ส่วนประกอบของซากแพะ เช่น เปอร์เซ็นต์ตับ และเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4

สัดส่วนลักษณะซาก

ผลของน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อเปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนลักษณะซากแสดงในตารางที่ 5 จากผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของแพะทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 73.82 74.43 และ 72.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ไขมันของแพะกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ 7.81 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 9.53 และ 12.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้สัดส่วนเนื้อแดงต่อไขมันของแพะกลุ่มที่ 1 สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์กระดูกของแพะกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ 18.37

เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($p < 0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์กระดูกเท่ากับ 16.04 และ 15.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูกของแพะกลุ่มที่ 1 ต่ำกว่า ($p < 0.05$) แพะอีก 2 กลุ่ม

ตารางที่ 5 ผลของน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของแพะลูกผสมบอร์ต่อเปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนลักษณะซาก

ลักษณะที่ศึกษา	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)			CV%
	50	60	70	
เนื้อแดง				
-กิโลกรัม	18.56	22.39	25.62	-
-เปอร์เซ็นต์	73.82	74.43	72.86	2.07
ไขมัน				
-กิโลกรัม	1.97	2.86	4.27	-
-เปอร์เซ็นต์	7.81 ^c	9.53 ^b	12.10 ^a	5.85
กระดูก				
-กิโลกรัม	4.60	4.80	5.29	-
-เปอร์เซ็นต์	18.37 ^a	16.04 ^b	15.04 ^b	9.46
สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก	4.05 ^b	4.69 ^{ab}	4.85 ^a	10.38
สัดส่วนเนื้อแดงต่อไขมัน	9.55 ^a	7.81 ^b	6.07 ^c	6.93

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

แพะพันธุ์บอร์มีลักษณะเด่น คือ เจริญเติบโตดี ทนต่อสภาพแวดล้อมประเทศไทย และเปอร์เซ็นต์ซากสูง 49-55% (ไพบูลย์, 2537) จากผลการทดลอง พบว่าแพะลูกผสมพันธุ์บอร์แต่ละกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากแตกต่างกันประมาณ 53.94-54.60 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง 72.86-74.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ารายงานของ Boer Goat Association of Australia (1995) ซึ่งรายงานว่าแพะพันธุ์บอร์มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง 68 เปอร์เซ็นต์ และ Barry and Godke (2001) ซึ่งรายงานว่าแพะพันธุ์บอร์ที่อายุ 9 เดือนมีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแพะลูกผสมดังกล่าวเป็นการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพันธุ์บอร์ และพันธุ์พื้นเมืองหรืออื่นๆ ทำให้ได้ผลผลิตและคุณภาพเนื้อที่สูงขึ้น นอกจากนั้นการจัดการด้านอาหารโดยการขุนให้ได้รับอาหารเต็มที่ส่งผลให้แพะลูกผสมพันธุ์บอร์มีอัตราการเติบโตที่ดีด้วยเช่นกัน (สุรศักดิ์, 2545) จากผลการศึกษานี้พบว่าน้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น และน้ำหนักอวัยวะภายใน ตลอดจนความกว้างซากแปรผันตามน้ำหนักมีชีวิตที่เพิ่มขึ้น

สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก การวัดรูปร่าง สันฐานวิทยา และการกระจายตัวของไขมันในซากเป็นลักษณะที่สำคัญมากในการผลิตเนื้อ (Chacón *et al.*, 2011; Simela *et al.*, 2011) จากผลการทดลอง พบว่าสัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก และเปอร์เซ็นต์กระดูกแปรผันไปตามน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่สูงขึ้น ซึ่งเนื้อแดงและกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากประสิทธิภาพการย่อยอาหารที่ดีขึ้น (Yusuf *et al.*, 2014) โดยพบว่ากลุ่มที่สิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนที่กินได้และปริมาณไขมันเยื่อไขมันได้ทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ($p < 0.05$) ส่งผลให้มีสัดส่วนของเนื้อแดงต่อกระดูกสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักซากแล้วพบว่าในแต่ละกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ต้นทุนและผลตอบแทน

เมื่อคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร พบว่าแพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 2,902.52 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 1,484.41 และ 2,274.68 บาทต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ทั้งนี้เนื่องจากแพะกลุ่มที่ 3 ใช้เวลาในการขุนนานกว่าแพะกลุ่มที่ 1 และ 2

ต้นทุนการเลี้ยงแพะ เมื่อคิดเฉพาะค่าพันธุ์แพะและค่าอาหาร พบว่าแพะกลุ่มที่ 3 มีต้นทุนเท่ากับ 5,942.70 บาทต่อตัว แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 5,282.50 บาทต่อตัว แต่สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 4,535.40 บาทต่อตัว (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ต้นทุนและผลตอบแทนของแพะลูกผสมบอร์ที่น้ำหนักสิ้นสุดการขุนแตกต่างกัน

ลักษณะที่ศึกษา	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)			CV%
	50	60	70	
ต้นทุนการเลี้ยงแพะ (บาท/ตัว)	4,535.40 ^b	5,282.50 ^{ab}	5,942.70 ^a	9.93
-ค่าพันธุ์แพะ (บาท/ตัว) ^{1/}	3,051.00	3,007.80	3,040.20	13.06
-ค่าอาหาร (บาท/ตัว) ^{2/}	1,484.41 ^c	2,274.68 ^b	2,902.52 ^a	6.24
รายได้จากการจำหน่ายแพะ (บาท/ตัว) ^{3/}	5,090.00 ^c	5,950.00 ^b	7,050.00 ^a	5.54
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/น้ำหนัก ตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กก.)	89.23	87.60	79.10	15.75
ผลกำไร (บาท/ตัว)	554.60 ^b	667.50 ^b	1,107.30 ^a	34.52
ผลกำไร (บาท/ตัว/เดือน)	100.83 ^b	95.35 ^b	138.41 ^a	20.43

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

- 1/ ราคาแพะมีชีวิต ราคา 90 บาท/กิโลกรัม

- 2/ ค่าอาหารผสมเสร็จ (TMR) ราคา 8.59 บาท/กิโลกรัม

- 3/ ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต ราคา 100 บาท/กิโลกรัม

จากการจำหน่ายแพะมีชีวิตที่ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าการขุนแพะสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัมของแพะกลุ่มที่ 3 มีรายได้เท่ากับ 7,050.00 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีรายได้เท่ากับ 5,090.00 และ 5,950.00 บาทต่อตัว ตามลำดับ และเมื่อหักต้นทุนการเลี้ยงแพะแล้ว พบว่าแพะกลุ่มที่ 3 ยังมีกำไรสูงสุดเท่ากับ 1,107.30 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีกำไรเท่ากับ 554.60 และ 667.50 บาทต่อตัว ตามลำดับ และเมื่อคิดกำไรจากการเลี้ยงแพะทั้ง 3 กลุ่มต่อเดือนแล้ว พบว่าการขุนแพะของกลุ่มที่ 3 ซึ่งสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม ใช้เวลาขุน 8 เดือน (ตารางที่ 3) มีกำไรสูงสุดเท่ากับ 138.41 บาทต่อตัวต่อเดือน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์ที่น้ำหนักเริ่มขุน 33 กิโลกรัม และสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 50 60 และ 70 กิโลกรัม ด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีโปรตีน 15.13 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน (TDN) 70.51 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพอสรุปได้ดังนี้

1. การขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์ที่น้ำหนักเริ่มขุน 33 กิโลกรัม และสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม แพะมีอัตราการเจริญเติบโต 153.00 กรัมต่อตัวต่อวัน มีน้ำหนักซากอ่อน 35.94 กิโลกรัมต่อตัว และเนื้อแดง 25.62 กิโลกรัมต่อตัว สูงกว่า ($p < 0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของแพะทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน

2. การขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์ที่น้ำหนักเริ่มขุน 33 กิโลกรัม และสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม มีกำไรสูงสุดเท่ากับ 1,107.30 บาทต่อตัว หรือมีกำไร 138.41 บาทต่อตัวต่อเดือน สูงกว่าแพะอีก 2 กลุ่มที่สิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 50 และ 60 กิโลกรัม ตามลำดับ

ดังนั้นการขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์จากน้ำหนักเริ่มต้น 33 กิโลกรัมต่อตัว ควรสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม เนื่องจากแพะมีอัตราการเจริญเติบโต สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก และมีกำไรสูงกว่าแพะที่มีน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่ำกว่า

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญสมศักดิ์ เกาทองและคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลการทดลองจนสามารถจัดทำรายงานได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2560. ข้อมูลเกษตรกรเลี้ยงแพะ. กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา : http://ict.dl.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/yearly/2560, 22 ตุลาคม 2560.
- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสัตว์ราคาต่ำสุด (กอส.1). 2550. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยนายโอสถ นาคสกุล กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. มิถุนายน 2550.
- ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ สุมณโพธิ์ จันทร วิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์ และบวร เสนะเกต. 2550. การศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการขุนที่ต่างกันของโคนมเพศผู้ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซาก, น. 73-86. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2550. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ ใจเด็ด. 2537. “อาหารผสมสำเร็จรูป” วารสารสัตวบาล. 22(4) (มีนาคม-เมษายน 2538), 18 -25.
- วินัย ประลมภ์กาญจน์. 2528. แพะและเนื้อแพะ.วารสารสงขลานครินทร์ 7(4):59-64.
- วินัย ประลมภ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.

- เศกสรรค์ สวณกุล อภิชาติ บุญเรืองขาว และจิระศักดิ์ ชอบแต่ง. 2552. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน – 1 ปี, น. 44-54. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2552. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สุนทร รอดด้วง. 2555. ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากแพะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สุรศักดิ์ คชภักดี. 2545. ศักยภาพของแพะพันธุ์บอร์ในการใช้เป็นแพะเนื้อในประเทศไทยเปรียบเทียบกับพันธุ์แองโกลนูเบียน. นิตยสารสัตว์เศรษฐกิจ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. การศึกษาการตลาดแพะเนื้อ. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/download/article/article_20141027141431.pdf. 12 มิถุนายน 2558.
- อานูภาพ เสี่ยงสาย สมศักดิ์ เกาทอง สุทัศน์ สุนทรวัฒน์ และสมน โพธิ์จันทร์. 2558. การใช้กระถินหมักเป็นแหล่งอาหารหยাবร่วมกับอาหารชั้นระดับต่างๆ กัน ขุนแพะเนื้อลูกผสมแองโกลนูเบียน, น.26-28. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 13th edition. Washington, D.C. USA.
- Barry, D.M. and R.A. Godke. 2001. The Boer Goat The Potential for Crossbreeding. Department of Animal Science, LSU Agricultural Center. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana 708003. Available source: <http://www.boergoats.com/clean/articleleads.php?art=23>, June 12, 2015.
- Boer Goat Association of Australia. 1995, Australia's Boer Goats - Meating the Markets. Australian Boer Goat Breeders Association. Promotion leaflet. Available source: <http://www.stonehavenstud.com.au/GNOW/boer.html>, June 12, 2015.
- Clemson Commencement Program, May 1996. Clemson University. Available source: <http://tigerprints.clemson.edu/>. June 12, 2015.
- Chacón, E., Macedo, F., Velazquez, F., Rezende, P.S., Pineda, E. & Concepta-McManus, C., 2011. Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. R. Bras. Zootec. 40, 1671-1679.
- Devendra, C. and Burns, S. 1983. Goat Production in the Tropics. Commonwealth Agricultural. Bureaux, Farnham Royal.
- Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, and T.N. Barry. 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. J. Agricultural Sci. 117:111-120
- Goetsh, A.L., R.C. Merkel, and T.A. Gipson. 2011. Factors affecting goat meat production and quality. Small Ruminant Res. 101:173-181

- Hussian, Q., O. Havrevoll, and L.O. Eik. 1996. Effect of type of roughage on feed intake, milk yield and body condition of pregnant goats. *Small Ruminant Res.* 22:131-139
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goats*. National Academy Press Washington, D.C.
- Simela, L., Webb, E.C. & Bosman, M.J.C., 2011. Live animal and carcass characteristics of South African indigenous goats. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 41, 1-15.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nded. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Yusuf, A.L., Y. M. Goh, A. A. Samsudin, A. R. Alimon, and A. Q. Sazili. 2014. Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Yield of Boer Goats Fed Diets Containing Leaves or Whole Parts of *Andrographis paniculata*. *Asian-Australas J Anim Sci.* 27: 503–510.

การใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีในสูตรอาหารผสมครบส่วนขุนแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน ภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (TKK)

(1.1) ศึกษาผลผลิต คุณภาพ และต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิดที่เหมาะสมสำหรับ การขุนแพะในพื้นที่ภาคใต้

อภิชาติ บุญเรืองขาว^{1/} จักรพงษ์ ขานโบ^{2/} พินิจ สวัสดิ์รักษา^{3/} ขบวน อินทร์รัช^{4/} จรุณี คำช่วย^{5/}

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลผลิต คุณภาพ และต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิด ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพร ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พัทลุง และศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2556-มีนาคม 2558 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 6 ซ้ำประกอบด้วย 5 สิ่งทดลองดังนี้ 1) หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หมัก 2) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก 3) หญ้ากีนีมอมบาชาหมัก 4) หญ้าแพงโกลาหมัก และ 5) หญ้าซิกแนลเลื่อยหมัก ใช้ระยะเวลาการหมัก 21 วัน

ผลการทดลองพบว่า หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นหญ้าที่เหมาะสมสำหรับนำมาหมัก เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำหนัสดเฉลี่ย 40,018 และ 39,571 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีโปรตีนเฉลี่ย 10.27 และ 10.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าหญ้าอีก 3 ชนิด ลักษณะทางกายภาพมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยพืชหมักมีสีเหลืองอมเขียว ไม่มีเชื้อราหรือยีสต์เจริญอยู่ การประเมินคุณภาพจากปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก พบว่า คุณภาพของหญ้าหมักจัดอยู่ในชั้นคุณภาพปานกลาง และมีต้นทุนการผลิตหญ้าหมักเฉลี่ย 1.10 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าหญ้าอีก 3 ชนิด

คำสำคัญ : ผลผลิต คุณภาพ ต้นทุน หญ้าหมัก

เลขทะเบียนวิจัย : 57(1)-(57:01)-0214-007

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอกาบัง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อำเภอดากใบ จังหวัดนราธิวาส

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล อำเภอกวนกาหลง จังหวัดสตูล

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพร อำเภอกาบัง จังหวัดชุมพร

^{5/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พัทลุง อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง

Utilization of good quality forages in total mixed rations on crossbred Anglo-Nubian goats fattening under TKK project

(1.1) A study on yield, quality and production cost of 5 suitable grass silages for goat fattening in the Southern Region

Apichat Boonruangkao^{1/} Jakkapong Kanbo^{2/} Pinit Sawatdiraksa^{3/}
Kabouan Intarak^{4/} Jarunee Inchuy^{5/}

Abstract

A study on yield quality and production cost of 5 suitable grass silages was conducted at Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Satun Animal Nutrition Research and Development Center, Chumphon Animal Nutrition Research and Development Center, Patthalung Animal Nutrition Research and Development Center and Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center from October 2013 – March 2015. Five treatments were arranged in completely randomized design with 6 replications. The treatments were 1) Napier Surat 1 (*Pennisetum purpureum* Surat 1) ensiled 2) Napier Pakchong 1 (*Pennisetum purpureum* Pakchong 1) ensiled 3) Mombasa guinea (*Panicum maximum* cv. Mombaza) ensiled 4) Pangola (*Digitaria eriantha*) ensiled 5) Creepimsginal (*Brachiaria humidicola* cv. Tully) ensiled. All treatments were stored at ambient temperature in a barn for 21 days.

The results showed that Napier Surat 1 and Napier Pakchong 1 were suitable for silage making. Napier Surat 1 and Napier Pakchong 1 gave high yield production (40,018 and 39,571 kg./rai./year) and protein composition (10.27 and 10.09 %) than another grass. The best of quality of Silage was found in Napier Surat 1 and Napier Pakchong 1, the colour of the silage was yellowish-green, no mold and yeast. When lactic acid acetic acid and butyric acid were considered as index for silage grading, quality of Napier Surat 1 and Napier Pakchong 1 were medium. The cost of production was 1.10 bath per kg. lower than another grass.

Keywords : yield, quality, cost, grass silage

Registered No. : 57(1)-(57:01)-0214-007

^{1/} Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, ThaChang, Suratthani.

^{2/} Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Takbai, Narathiwat.

^{3/} Satun Animal Nutrition Research and Development Center, Khuankalong, Satun.

^{4/} Chumphon Animal Nutrition Research and Development Center, Thasae, Chumphon.

^{5/} Patthalung Animal Nutrition Research and Development Center, Si Banphot, Patthalung.

คำนำ

ภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (Thai Khem Keng, TKK) ปีงบประมาณ 2553 - 2555 (สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) รัฐบาลสนับสนุนการเลี้ยงแพะในเกษตรกรรายย่อยจำนวน 13,847 ราย โดยสนับสนุนพันธุ์แพะลูกผสมแองโกลนูเบียนจำนวน 126,481 ตัว โดยเกษตรกรแต่ละรายได้รับแพะพ่อพันธุ์ 1 ตัวและแม่พันธุ์ 7 ตัว เมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์จำนวน 2 กิโลกรัม ถึงหมักพืชอาหารสัตว์ขนาด 150 ลิตร จำนวน 5 ถัง โครงการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรผลิตลูกแพะจำหน่าย เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงแพะแบบกึ่งเชิงกึ่งปล่อย ชังแพะรวมในคอกยกพื้นสูง ปล่อยออกแทะเล็มสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง เน้นการให้อาหารหยาบโดยการตัดเกี่ยวพืชอาหารสัตว์หรือใบไม้ต่างๆตามธรรมชาติ เกษตรกรยังไม่นิยมเสริมอาหารข้น ขาดการวางแผนจัดการด้านอาหารสัตว์ แพะได้รับโภชนาไม่เพียงพอ ทำให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้ 100 กรัมต่อวัน (ยุทธศาสตร์การผลิตแพะ ปี 2555-2559) นอกจากนั้นยังได้ผลผลิตซากแพะคุณภาพต่ำ (low quality carcass) ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เกษตรกรจึงมีรายได้จากการขุนแพะต่ำและมีผลผลิตเนื้อแพะจำหน่ายแก่ผู้บริโภคน้อย หากไม่มีการปรับปรุงระบบจัดการอาหารแพะที่เหมาะสม จะทำให้ผลการดำเนินงานตาม โครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (TKK) ไม่บรรลุเป้าหมายทั้งในพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย สามารถปลูกพืชอาหารสัตว์ผลิตอาหารหยาบคุณภาพดีได้หลายสายพันธุ์ หากส่งเสริมให้เกษตรกรใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีควบคู่ไปกับการเสริมอาหารข้นที่ได้จากเศษเหลือทางการเกษตรหรือโรงงานอุตสาหกรรมที่มีในท้องถิ่นมาเลี้ยงแพะในสัดส่วนที่เหมาะสมหรืออาหารครบส่วน จะทำให้แพะได้รับโภชนาตามความต้องการ มีการเจริญเติบโตเร็ว มีคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อที่ดี สร้างมูลค่าเพิ่มและรายได้แก่เกษตรกร และเพิ่มปริมาณเนื้อแพะคุณภาพดีปลอดภัยต่อผู้บริโภค รองรับความต้องการของตลาด และรองรับอุตสาหกรรมอาหารฮาลาลในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างอีกด้วย

หญ้าหมัก หรือพืชอาหารสัตว์หมัก (silage) หมายถึง พืชอาหารสัตว์ต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้า และถั่วต่าง ๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะ นำมาหมักเก็บไว้ในสภาพสุญญากาศ เก็บถนอมไว้ในสภาพหมักดอง เมื่อพืชอาหารสัตว์สด ๆ เหล่านี้ได้เปลี่ยนสภาพเป็นหญ้าหมักแล้วจะสามารถอยู่ได้เป็นเวลานานโดยคุณค่าทางอาหารไม่เปลี่ยนแปลง หรือทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด (กอบแก้ว, 2535; สายพันธ์, 2547; Muck, 1991; วิทยา และคณะ, 2547; กรมปศุสัตว์, 2548; พรชัย, 2548) การเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมในการทำหญ้าหมัก โดยทั่วไปต้องให้ผลผลิตสูง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate; WSC) เพียงพอต่อการหมัก ไม่น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Skerman and Riveros, 1990) ในพื้นที่ภาคใต้มีพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีที่เหมาะสมสำหรับการนำมาผลิตพืชหมักเก็บถนอมไว้ใช้เลี้ยงแพะหลายสายพันธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่กรมปศุสัตว์ให้เกษตรกรปลูกใช้เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการหมัก และมีความน่ากินสำหรับแพะ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 *Pennisetum purpureum* Surat 1 มีลักษณะออกดอกน้อย ลำต้นตั้งตรง มีความสูงถึงปลายช่อดอก 3.05 เมตร ปลายใบชี้ตรง ขนใบมาก ขอบใบคม เจริญเติบโตและปรับตัวได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่อนข้างทนแล้ง (สมพล และคณะ, 2556) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*, Pakchong) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี อายุหลายปี ทรงต้นเป็นกอตั้งสูง 2- 4 เมตร แตกกอดี มีระบบรากแข็งแรง ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และระบายน้ำดี มีการเจริญเติบโตเร็ว ตอบสนองต่อ

การให้น้ำและปุ๋ย สามารถตัดเป็นหญ้าสดหรือทำหญ้าหมัก ปุ๋ยครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556) หญ้ากีนีมอมบาซา เป็นหญ้าในตระกูลเดียวกับหญ้ากีนีสีม่วง สามารถทน ต่อโรคใบจุดได้ อีกทั้งยังมีเจริญเติบโตดีกว่า ให้ผลผลิตในรูปสดสูง (บุญส่ง และคณะ, 2555) หญ้าแพงโกลา (*Digitaria eriantha*) เป็นหญ้าที่มีอายุยืนหลายปี ลักษณะต้นกิ่งตั้งกิ่งเลื้อย ขนาดลำต้นเล็ก ไม่มีขน ใบมีลักษณะเล็กเรียวยาว จำนวนใบดกอ่อนนุ่ม สามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวทนแล้งได้ดีแต่สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ชื้นแฉะ ชุ่มน้ำและทนน้ำขัง (วลัยกานต์ และคณะ, 2557) และหญ้าชิกแนลเลื้อย (*Brachiaria humidicola*) เป็นหญ้าอายุหลายปี ลักษณะลำต้นเลื้อยและสานกันหนาแน่น มีรากตามข้อ ไม่ติดเมล็ดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย จึงขยายพันธุ์ด้วยหน่อพันธุ์ สามารถตั้งตัวได้เร็ว และเจริญเติบโตได้ดีในที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดปี ประมาณ 1,500 มิลลิเมตร ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีพอสมควร ทนต่อการเหยียบย่ำและแทะเล็มของสัตว์ นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพแห้งแล้ง สามารถปรับตัวได้ดีในดินหลายชนิดแม้กระทั่งดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นหญ้าที่ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้ดี และสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาพร่มเงาของสวนมะพร้าว (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2561) ซึ่งพันธุ์หญ้าแต่ละชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาซา หญ้าแพงโกลา และหญ้าชิกแนลเลื้อย เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สตูล ชุมพร พัทลุง และนราธิวาส ตามลำดับ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการทดลองศึกษาถึงต้นทุนและผลผลิต ของหญ้าทั้ง 5 สายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนศึกษาต้นทุนการผลิตพืชหมัก และคุณภาพการหมักของหญ้างดกล่าว ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาดังกล่าวไปถ่ายทอดบปเรียนให้แก่เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (TKK) ให้หันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการอาหารสัตว์ที่เหมาะสม ลดปัญหาขาดแคลนอาหารสัตว์ เพิ่มทางเลือกและประสิทธิภาพการขุนแพะให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ผลิตแพะคุณภาพซากสูง เพิ่มมูลค่าการตลาด

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการศึกษาถึงต้นทุน ผลผลิต และคุณภาพ ของหญ้าหมัก 5 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาซา หญ้าแพงโกลา และหญ้าชิกแนลเลื้อย โดยแบ่ง การทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

1. การศึกษาต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิด

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพร ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พัทลุง และศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2556 – มีนาคม 2558

1.1 การจัดการแปลงหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมพื้นที่จำนวน 2 ไร่ ไถและพรวนดิน ให้ดินมีความละเอียดร่วนซุย ปลูกหญ้าด้วยท่อนพันธุ์ หลุมละ 2 ท่อน ใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร หลังปลูกแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมในบริเวณที่หญ้าไม่ออก ในช่วงฝนทิ้งช่วงมีการให้น้ำทุกๆ 7 วัน ด้วยระบบสปริงเกอร์

การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหญ้า และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการตัด

การบันทึกข้อมูล การตัดหญ้าวัดผลผลิตเป็นเวลา 1 ปี ตัดหญ้าครั้งแรกหลังปลูก 60 วัน และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 60 วัน โดยตัดชิดดิน สุ่มเก็บผลผลิตจำนวน 20 จุด ให้ทั่วทั้งแปลง โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 2x2 เมตร เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ ในการตัดหญ้ารอบที่ 2 เพื่อผลิตหญ้าหมัก มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสด 2 ตัวอย่างๆ ละ 1,000 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาค่า WSC 1 ตัวอย่าง และหาน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบทางเคมี นำหญ้าที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วบรรจุในถังพลาสติกแบบมีฝา-lock ขนาด 150 ลิตร อัตราให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด เก็บไว้ในที่ร่ม และบันทึกค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ และค่ามัธยฐานเลขคณิต

1.2 การจัดการแปลงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุล โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมพื้นที่จำนวน 2 ไร่ ไถและพรวนดิน ให้ดินมีความละเอียดร่วนซุย ปลูกหญ้าด้วยท่อนพันธุ์ หลุมละ 2 ท่อน ใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร หลังปลูกแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมในบริเวณที่หญ้าไม่ออก ในช่วงฝนทิ้งช่วงมีการให้น้ำทุกๆ 7 วัน ด้วยระบบสปริงเกอร์

การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหญ้า และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการตัด

การบันทึกข้อมูล การตัดหญ้าวัดผลผลิตเป็นเวลา 1 ปี ตัดหญ้าครั้งแรกหลังปลูก 60 วัน และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 60 วัน โดยตัดชิดดิน สุ่มเก็บผลผลิตจำนวน 20 จุด ให้ทั่วทั้งแปลง โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 2x2 เมตร เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ ในการตัดหญ้ารอบที่ 2 เพื่อผลิตหญ้าหมัก มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสด 2 ตัวอย่างๆ ละ 1,000 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาค่า WSC 1 ตัวอย่าง และหาน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบทางเคมี นำหญ้าที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วบรรจุในถังพลาสติกแบบมีฝา-lock ขนาด 150 ลิตร อัตราให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด เก็บไว้ในที่ร่ม และบันทึกค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ และค่ามัธยฐานเลขคณิต

1.3 การจัดการแปลงหญ้านิคมอมบาศา

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพร โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมพื้นที่จำนวน 6 ไร่ ไถและพรวนดิน ให้ดินมีความละเอียดร่วนซุย ปลูกหญ้าโดยใช้เมล็ดพันธุ์หยอดเป็นหลุม ใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร หลังปลูกแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมในบริเวณที่หญ้าไม่ออก ในช่วงฝนทิ้งช่วงมีการให้น้ำทุกๆ 7 วัน ด้วยระบบสปริงเกอร์

การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหญ้า และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการตัด

การบันทึกข้อมูล การตัดหญ้าวัดผลผลิตเป็นเวลา 1 ปี ตัดหญ้าครั้งแรกหลังปลูก 45 วัน และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 45 วัน โดยตัดสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร สุ่มเก็บผลผลิตจำนวน 20 จุด ให้ทั่วทั้งแปลง โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 2x2 เมตร เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ ในการตัดหญ้ารอบที่ 2 เพื่อผลิตหญ้าหมัก มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสด 2 ตัวอย่าง ละ 1,000 กรัม เพื่อวิเคราะห์ค่า WSC 1 ตัวอย่าง และหาน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบทางเคมี นำหญ้าที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วบรรจุในถังพลาสติกแบบมีฝา-lock ขนาด 150 ลิตร อัดหญ้าให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด เก็บไว้ในที่ร่ม และบันทึกค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ และค่ามัชฌิมเลขคณิต

1.4 การจัดการแปลงหญ้าแพงโกลา

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พัทลุง โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมพื้นที่จำนวน 5 ไร่ ไถและพรวนดิน ให้ดินมีความละเอียดร่วนซุย ปลูกหญ้าโดยใช้ท่อนพันธุ์จำนวน 350 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านให้ทั่วแปลง และพรวนดินกลบหลังปลูกแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมในบริเวณที่หญ้าไม่งอก ในช่วงฝนทิ้งช่วงมีการให้น้ำทุกๆ 7 วัน ด้วยระบบสปริงเกอร์

การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหญ้า และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการตัด

การบันทึกข้อมูล การตัดหญ้าวัดผลผลิตเป็นเวลา 1 ปี ตัดหญ้าครั้งแรกหลังปลูก 45 วัน และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 45 วัน โดยตัดสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร สุ่มเก็บผลผลิตจำนวน 20 จุด ให้ทั่วทั้งแปลง โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 2x2 เมตร เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ ในการตัดหญ้ารอบที่ 2 เพื่อผลิตหญ้าหมัก มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสด 2 ตัวอย่าง ละ 1,000 กรัม เพื่อวิเคราะห์ค่า WSC 1 ตัวอย่าง และหาน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบทางเคมี นำหญ้าที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วบรรจุในถังพลาสติกแบบมีฝา-lock ขนาด 150 ลิตร อัดหญ้าให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด เก็บไว้ในที่ร่ม และบันทึกค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่ามัชฌิมเลขคณิต

1.5 การจัดการแปลงหญ้าชิกเนลเล็ย

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมพื้นที่จำนวน 6 ไร่ ไถและพรวนดิน ให้ดินมีความละเอียดร่วนซุย ปลูกหญ้าโดยใช้ท่อนพันธุ์ ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร จำนวน 3 ท่อนต่อหลุม หลังปลูกแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมในบริเวณที่หญ้าไม่งอก ในช่วงฝนทิ้งช่วงมีการให้น้ำทุกๆ 7 วัน ด้วยระบบสปริงเกอร์

การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหญ้า และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการตัด

การบันทึกข้อมูล การตัดหญ้าวัดผลผลิตเป็นเวลา 1 ปี ตัดหญ้าครั้งแรกหลังปลูก 45 วัน และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 50 วัน โดยตัดสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร สุ่มเก็บผลผลิตจำนวน 20 จุด ให้ทั่วทั้งแปลง โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 2x2 เมตร เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำหนัสดต่อไร่ สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสด 2 ตัวอย่างๆ ละ 1,000 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาค่า WSC 1 ตัวอย่าง และหาค่าน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบทางเคมี นำหญ้าที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วบรรจุในถังพลาสติกแบบมีฝา-lock ขนาด 150 ลิตร อัตราให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด เก็บไว้ในที่ร่ม และบันทึกค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานเลขคณิต

2. การศึกษาคุณภาพหญ้าหมัก 5 ชนิด

ดำเนินการรวบรวมหญ้าหมักที่ผลิตจาก 5 แห่ง มาเก็บรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี เมื่ออายุครบ 21 วัน ทำการเปิดถังหญ้าหมักเพื่อตรวจสอบคุณภาพการหมัก

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) มี 6 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลองดังนี้

1. หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1
2. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1
3. หญ้ากีนีมอมบาซา
4. หญ้าแพงโกลา
5. หญ้าซิกแนลเลื่อย

ดำเนินการทดลองตามวิธีการดังนี้

เมื่อหญ้าทั้ง 5 ชนิด ครบกำหนดอายุการหมักที่ 21 วันแล้ว เปิดถังหมัก สุ่มตัวอย่างชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่าง ของถังหมัก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่งใช้น้ำหนัก 2 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติก ริดอากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่น นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในตู้ Freezer ทันที เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะของเนื้อพืชหมัก และตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส

นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีแบ่งเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่ง นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของพืชหมักตามวิธีของ Bal *et al.* (1997) อ้างโดยสมสุข (2544) โดยใช้พืชหมัก 50 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโบลีน เป็นเวลานาน 30 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำที่กรองได้ไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter และนำน้ำส่วนที่เหลือมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก) โดยวิธีการกลั่น ตามวิธีที่เรียบเรียงโดย (บุญล้อมและบุญเสริม, 2525) ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี โดยใช้ระดับตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมีของอาหารสัตว์ (ตารางผนวกที่ 2) ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนักหลังการอบ แล้วคำนวณหาตัวต่อแห้ง นำตัวอย่างที่อบแล้ว ไปบดให้ละเอียด ขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาค่าโปรตีนหยาบ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance in CRD และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลผลิตน้ำหนัสดของหญ้า 5 ชนิด

การปลูกหญ้าทั้ง 5 ชนิด ภายใต้การจัดการแปลงหญ้าแบบประณีต จากตารางที่ 1 พบว่า หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัดทุก ๆ 60 วัน สามารถตัดหญ้าได้จำนวน 6 ครั้งต่อปี ได้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 40,018 และ 39,571 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่างานทดลองของ อภิชาติ และสมพล (2557) ศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ 4 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 ให้ผลผลิตน้ำหนัสด 30,132 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลผลิตน้ำหนัสด 31,213 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จากตารางที่ 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า และหญ้าแพงโกลา ซึ่งตัดทุกๆ 45 วัน สามารถตัดหญ้าได้ 8 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 27,611 และ 26,700 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ เมื่อนำหญ้าทั้ง 5 ชนิด มาหมักในถังพลาสติกแบบมีฝาปิดขนาดบรรจุ 150 ลิตร พบว่าต้นทุนของหญ้าแต่ละชนิดมีต้นทุนที่แตกต่างกัน เนื่องจากหญ้าทั้ง 5 ชนิด มีต้นทุนการจัดการแปลง ตลอดจนให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยหญ้าที่ให้ผลผลิตสูงจะมีต้นทุนการผลิตหญ้าหมักที่ต่ำกว่า จากตารางที่ 2 พบว่าต้นทุนการผลิตหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก มีต้นทุนเฉลี่ย 1.10 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าหญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลา และหญ้าชิกแนลเลื่อย มีต้นทุนเฉลี่ย 1.26 1.25 และ 1.58 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลผลิตน้ำหนัสดของหญ้า 5 ชนิด ในปี ที่ 1

ตัดครั้งที่	เนเปียร์สุราษฎร์ 1	เนเปียร์ปากช่อง 1	กีนีมอมบาช่า	แพงโกลา	ชิกแนลเลื่อย
1	8,450	7,318	3,400	3,196	2,260
2	6,686	7,045	3,253	3,460	2,250
3	5,488	8,123	3,540	3,442	2,202
4	5,597	4,628	3,411	3,208	2,291
5	6,305	6,043	3,600	3,485	2,263
6	7,492	6,414	3,747	3,212	2,350
7	-	-	3,240	3,490	2,204
8	-	-	3,420	3,207	-
รวม	40,018	39,571	27,611	26,700	15,820
(กก./ไร่)					

ซึ่งหญ้ากีนีมอมบาช่าให้ผลผลิตสูงกว่างานทดลองของ ศุภวันจักรี และคณะ (2557) ศึกษาผลของระยะปลูกต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้ากีนีมอมบาช่า พบว่าที่ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตรให้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 20,046 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และหญ้าแพงโกลาให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงกว่างานทดลองของ เสน่ห์และคณะ (2549) ศึกษาถึงผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาที่ปลูกด้วยอัตรา 4 ท่อนพันธุ์ที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มจังหวัดสุโขทัย พบว่าหญ้าแพงโกลาปลูกด้วยท่อนพันธุ์อัตรา 350 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 14,174 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ส่วนหญ้าชิกแนลเลื่อย ที่ตัดทุกๆ 50 วัน สามารถตัดได้ 7 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 15,820 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงกว่างานทดลองของ พิสุทธิและคณะ (2543) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยคอกและปุ๋ย

ไนโตรเจนของหญ้าชิกแนลเลื่อย พบว่าหญ้าชิกแนลเลื่อยให้ผลผลิตน้ำหนัสดเท่ากับ 6,215 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี จากการทดลองพบว่าหญ้าทั้ง 5 ชนิด ให้ผลผลิตสูงกว่างานทดลองอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการทดลอง ครั้งนี้มีการจัดการแปลงหญ้าแบบประณีต มีการเตรียมดิน ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และมีการให้น้ำตลอดเวลา ในช่วงฝนทิ้งช่วง จึงทำให้ได้ผลผลิตสูง

ต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิด

เมื่อคิดต้นทุนการผลิตหญ้าสด พบว่าหญ้าทั้ง 5 ชนิด มีต้นทุนอยู่ระหว่าง 0.30-0.78 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อคิดต้นทุนเฉพาะค่าแรงงานในการจัดการแปลง ค่าปุ๋ย และค่าท่อนพันธุ์ พบว่าหญ้าที่ให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูง เช่นหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าหญ้าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งให้ผลผลิตต่ำ (ตารางที่ 2) เมื่อนำหญ้าทั้ง 5 ชนิด มาหมักในถังพลาสติกแบบมีฝาล็อค ขนาดบรรจุ 150 ลิตร พบว่าต้นทุนของหญ้าแต่ละชนิดมีต้นทุนที่แตกต่างกัน เนื่องจากหญ้าทั้ง 5 ชนิด มีต้นทุนการจัดการแปลง ตลอดจนให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยหญ้าที่ให้ผลผลิตสูงจะมีต้นทุนการผลิตหญ้าหมักที่ต่ำกว่า จากตารางที่ 2 พบว่าต้นทุนการผลิตหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก มีต้นทุนเฉลี่ย 1.10 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าหญ้ากีนีมอมบาชา หญ้าแพงโกลา และหญ้าชิกแนลเลื่อย มีต้นทุนเฉลี่ย 1.26 1.25 และ 1.58 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตหญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด

รายการ	หญ้าเนเปียร์ สุราษฎร์ 1	หญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1	หญ้ากีนีมอม บาชา	หญ้าแพง โกลา	หญ้าชิก แนลเลื่อย
1.ค่าแรงงาน (บาท/ไร่)					
1.1 เตรียมดิน	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1.2 ปลุก	600	600	600	150	600
1.3 กำจัดวัชพืช	900	900	900	600	900
1.4 ใส่ปุ๋ย	300	300	420	420	360
2.ค่าปัจจัยการผลิต					
2.1 ปุ๋ยคอก	6,000	6,000	6,000	6,000	4,000
2.2 ปุ๋ย15-15-15	900	900	900	900	900
2.3 ปุ๋ย 46-0-0	1,920	1,920	2,560	2,560	2,240
2.4 ท่อนพันธุ์	350	350	240	350	350
ผลผลิตน้ำหนัสด (กก./ไร่/ปี)	40,018	39,571	27,611	26,700	15,820
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/ไร่/ปี)	11,970	11,970	12,620	11,980	12,350
ต้นทุนผลิตหญ้าสด (บาท/กก.)	0.30	0.30	0.46	0.45	0.78
ค่าแรงงานตัดหญ้า (บาท/กก.) ^{1/}	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ค่าหันหญ้า (บาท/กก.) ^{2/}	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
ค่าแรงงานบรรจุหญ้าลงถัง (บาท/กก.) ^{3/}	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ค่าถังพลาสติก (บาท/กก.) ^{4/}	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
รวมต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก (บาท/กก.)	1.10	1.10	1.26	1.25	1.58

- ^{1/} ค่าแรงงานตัดหญ้า เหม่าจ่าย 300 บาท/คน/วัน ได้หญ้าประมาณ 1,000 กิโลกรัม

- ^{2/} ค่าแรงงานหันหญ้า เหม่าจ่าย 300 บาท/คน/วัน ได้หญ้าประมาณ 4,000 กิโลกรัม และค่าน้ำมันดีเซล 4 ลิตรๆ ละ 30 บาท

- ^{3/} ค่าแรงงานในการบรรจุหญ้า เหม่าจ่าย 300 บาท/คน/วัน จำนวน 2 คน บรรจุได้ 40 ถังๆ ละ 75 กิโลกรัม

- ^{4/} ค่าถังพลาสติก ราคาถังใบละ 600 บาท ใช้งาน 10 ปีๆ ละ 4 ครั้ง ผลิตหญ้าหมักได้ 75 กิโลกรัมต่อถัง

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้า 5 ชนิดก่อนการหมัก

คุณค่าทางโภชนาการของหญ้า 5 ชนิด คือ หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 60 วัน หญ้ากีนีมอมบาชา และหญ้าแพงโกลา ที่อายุการตัด 45 วัน และหญ้าชิกแนลเลื้อย ที่อายุการตัด 50 วัน ที่ใช้ในการทดลอง จากตารางที่ 3 พบว่าหญ้าทั้ง 5 ชนิดมีวัตถุดิบอยู่ระหว่าง 18.50 - 31.57 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำหญ้าหมัก Van Soest (1994) รายงานว่า วัตถุดิบที่เหมาะสมในการทำพืชหมักควรมีค่าอยู่ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate : WSC) พบว่า หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าชิกแนลเลื้อยมีค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมเท่ากับ 10.19 9.01 และ 6.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการทำหญ้าหมัก ส่วนหญ้ากีนีมอมบาชา และหญ้าแพงโกลา มีค่าอยู่ในระดับต่ำกว่ากับ 3.79 และ 5.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Skerman and Riveros (1990) รายงานว่า ระดับ WSC ที่เหมาะสมควรมีค่าไม่น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ อย่างไรก็ตาม มีบางรายงานระบุว่าระดับ WSC ของพืชที่เหมาะสมสำหรับทำพืชหมักไม่ควรต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ (Bernardes *et al.*, 2005) สำหรับระดับ WSC ของหญ้าในการทดลองนี้ พบว่า หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของจันทกานต์และคณะ (2550) สมพลและคณะ (2553) พบว่าที่อายุการตัด 60 วัน มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ 11.9 และ 11.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้ากีนีมอมบาชามีค่าใกล้เคียงกับบุญส่งและคณะ (2555) ซึ่งรายงานว่หญ้ากีนีสีม่วงอายุการตัด 45 วัน มีค่า WSC 3.93 เปอร์เซ็นต์ หญ้าแพงโกลามีค่าต่ำกว่ารายงานของจันทกานต์และคณะ (2557) รายงานว่าหญ้าแพงโกลาอายุการตัด 50 วัน มีค่า WSC 7.82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าชิกแนลเลื้อยมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของศศิพรและคณะ (2547) พบว่าหญ้าชิกแนลเลื้อยอายุ 60 วันมีค่า WSC 5.08 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของหญ้า 5 ชนิด ก่อนการหมัก (เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ)^{1/}

ส่วนประกอบทางเคมี	หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	หญ้ากีนีมอมบาชา	หญ้าแพงโกลา	หญ้าชิกแนลเลื้อย
DM	19.52	18.50	29.84	31.57	26.06
CP	12.52	11.28	9.09	7.91	7.28
EE	3.05	2.11	1.81	1.79	1.81
NDF	74.95	69.73	69.21	74.20	76.69
ADF	55.14	54.95	43.18	52.57	52.54
Ash	6.03	5.48	9.20	4.67	6.10
OM	93.97	94.52	90.80	95.33	93.90
ADL	7.14	12.54	6.52	8.36	7.19
WSC	10.19	9.01	3.79	5.32	6.58

^{1/} วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

ลักษณะทางกายภาพของหญ้าหมัก 5 ชนิด

จากการทดลองหมักหญ้าทั้ง 5 ชนิด โดยไม่ได้เติมสารเสริม เมื่อหมักครบ 21 วัน ทำการเปิดถังหญ้าหมักแต่ละชนิด เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่าหญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด มีสีเหลืองอมเขียว หญ้าหมักที่ได้ไม่มีเชื้อราหรือยีสต์เจริญอยู่ เนื้อพืชไม่จับเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก มีส่วนของใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน เมื่อทดสอบกลิ่นหญ้าหมัก จะมีกลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง และจากการประเมินลักษณะทางกายภาพของหญ้าหมักตามเกณฑ์มาตรฐานพืชหมักสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) หญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด มีลักษณะทางกายภาพดีมาก (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของหญ้าหมัก 5 ชนิด ที่อายุการหมัก 21 วัน

พืชหมัก	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อพืช	pH	คะแนนรวม	ลักษณะทางกายภาพ
หญ้าเนเปียร์ สุราษฎร์ 1	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	3.77 (คะแนน = 6)	22	ดีมาก
หญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	3.57 (คะแนน = 6)	22	ดีมาก
หญ้างิบบอมมาซา	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	3.48 (คะแนน = 6)	22	ดีมาก
หญ้าแพงโกลา	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	3.78 (คะแนน = 6)	22	ดีมาก
หญ้าชิกนัลเลื้อย	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	3.68 (คะแนน = 6)	22	ดีมาก

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด

ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) จากตารางที่ 5 พบว่าหญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด ที่ไม่เติมสารเสริมมีค่า pH ใกล้เคียงกัน($p>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.68 – 3.77 โดยหญ้าชิกแนลเลื่อยมีค่า pH ต่ำสุดเฉลี่ย 3.68 และหญ้าแพงโกลามีค่า pH สูงสุดเฉลี่ย 3.78 ซึ่งมีค่าต่ำกว่างานทดลองของแพรวพรรณ และคณะ (2549) รายงานว่าการใช้หญ้าแพงโกลาที่อายุการตัด 45 วัน มี WSC 4.24 เปอร์เซ็นต์ มาหมักโดยไม่เติมสารเสริม และเปิดถึงหมักที่อายุการหมัก 30 วัน พบว่ามีค่า pH เฉลี่ย 4.62 สูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากหญ้าแพงโกลาที่ใช้ในการทดลองมีค่า WSC สูงกว่างานทดลองของแพรวพรรณ และคณะ (2549)

วัตถุแห้งของหญ้าหมัก จากการทดลองพบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก มีวัตถุแห้งต่ำสุดเฉลี่ย 17.77 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่า ($p<0.05$) หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าชิกแนลเลื่อย และหญ้าแพงโกลา ซึ่งมีวัตถุแห้งเฉลี่ย 19.91 21.12 24.71 และ 30.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งพบว่าหญ้าแพงโกลามีวัตถุแห้งเฉลี่ย 30.53 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับทำหญ้าหมัก สอดคล้องกับรายงานของ เมธา (2533) รายงานไว้ว่าพืชหมักที่ดีควรมีวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 25-40 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนหยาบ หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีโปรตีนเฉลี่ย 10.27 และ 10.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าสูงกว่า ($p<0.05$) หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลา และหญ้าชิกแนลเลื่อย มีโปรตีนเฉลี่ย 8.11 7.32 และ 6.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าหมัก 5 ชนิด ที่อายุการหมัก 21 วัน

พืชหมัก	pH	วัตถุแห้ง (%)	(เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง)			
			โปรตีนหยาบ	กรดแลกติก	กรดอะซิติก	กรดบิวทีริก
หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1	3.77	19.91 ^d	10.27 ^a	8.44 ^a	1.53 ^{ab}	1.12 ^{ab}
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	3.57	17.77 ^e	10.09 ^a	7.61 ^a	1.25 ^b	1.35 ^a
หญ้ากีนีมอมบาช่า	3.48	21.12 ^c	8.11 ^b	3.47 ^b	0.94 ^b	1.60 ^a
หญ้าแพงโกลา	3.78	30.53 ^a	7.32 ^{bc}	1.51 ^c	0.84 ^b	0.63 ^b
หญ้าชิกแนลเลื่อย	3.68	24.71 ^b	6.83 ^c	2.37 ^{bc}	2.19 ^a	1.46 ^a
CV (%)	12.4	4.14	9.22	21.33	42.64	34.47
	9					

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กรดแลกติก หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีกรดแลกติกเฉลี่ย 8.44 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าสูงกว่า ($p<0.05$) หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าชิกแนลเลื่อย และหญ้าแพงโกลา มีกรดแลกติกเฉลี่ย 3.47 2.37 และ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มี WSC สูงกว่าหญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าชิกแนลเลื่อย และหญ้าแพงโกลา (ตารางที่ 1) แต่มีปริมาณกรดแลกติกต่ำกว่างานทดลองของ สดุดี และคณะ (2551) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมหมักโดยไม่ใช้สารเสริม มีปริมาณกรดแลกติกเท่ากับ 13.98 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปพืชหมักที่ดีต้องมีกรดแลกติกมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และมีค่ามากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ของกรดทั้งหมด พืชหมักที่ได้จึงมีคุณภาพดี (วารุณี, 2548)

กรดอะซีติก จากตารางที่ 5 หย้าทั้ง 5 ชนิด มีกรดอะซีติก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.84-2.19 เปอร์เซ็นต์ โดยหย้าชิกแนลเลื่อยมีกรดอะซีติกเฉลี่ย 2.37 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียง ($p > 0.05$) กับหย้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 มีกรดอะซีติกเฉลี่ย 1.53 เปอร์เซ็นต์ การที่พืชหมักมีกรดอะซีติกสูงนั้น อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น พืชหมักมีวัตถุแห้งต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นการส่งเสริมให้เชื้อ Clostridia เจริญได้ดี กระบวนการหมักใช้เวลานาน การบรรจุพืชอาหารสัตว์ลงภาชนะสำหรับทำพืชหมักใช้เวลานาน และการอัดพืชให้แน่นในภาชนะทำได้ไม่ดี (วารุณี, 2548)

กรดบิวทีริก จากตารางที่ 5 หย้าทั้ง 5 ชนิด มีกรดบิวทีริก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.63 -1.60 เปอร์เซ็นต์ โดยหย้าทั้ง 5 ชนิด มีกรดบิวทีริกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเกณฑ์ของพืชหมักที่ดีควรมีปริมาณกรดบิวทีริกต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Skerman and Riveros, 1990) กรณีที่หย้าหมักมีกรดบิวทีริกสูง อาจเนื่องมาจากหย้าที่ใช้ในการหมักมี WSC และวัตถุแห้งต่ำ ทำให้ pH ของพืชหมักที่ได้จะสูง ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์พวก Clostridium ได้ ทำให้มีกรดบิวทีริกเกิดขึ้นมาก (แพรวพรรณ และคณะ, 2549)

คุณภาพของพืชหมัก

เมื่อพิจารณาคุณภาพของหย้าหมักทั้ง 5 ชนิด โดยใช้เกณฑ์การประเมินจากปริมาณกรดแลกติก กรดอะซีติก และกรดบิวทีริก (กรมปศุสัตว์, 2547) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 สามารถแบ่งคุณภาพของหย้าหมักได้เป็น 3 ระดับ (ตารางที่ 6) ได้ดังนี้

1. หย้าหมักชั้นคุณภาพปานกลาง ได้แก่ หย้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และ หย้าเนเปียร์ปากช่อง 1
2. หย้าหมักชั้นคุณภาพพอใช้ ได้แก่ หย้ากีนีมอมบาช่า และหย้าแพงโกลา
3. หย้าหมักชั้นคุณภาพต่ำ ได้แก่ หย้าชิกแนลเลื่อย

ตารางที่ 6 การประเมินคุณภาพของหญ้าหมัก 5 ชนิด ที่อายุการหมัก 21 วัน

พืชหมัก	กรดแลกติก			กรดอะซีติก			กรดบิวทีริก			รวมคะแนน	ชั้นคุณภาพ
	% ของวัตถุ แห้ง	คิดเป็น %ของกรด ทั้งหมด	คะแนน	% ของวัตถุ แห้ง	คิดเป็น %ของกรด ทั้งหมด	คะแนน	% ของ วัตถุแห้ง	คิดเป็น %ของกรด ทั้งหมด	คะแนน		
หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1	8.44	76.10	30	1.53	13.79	20	1.12	10.09	8	58	ปานกลาง
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	7.61	74.53	28	1.25	12.24	20	1.35	13.22	7	55	ปานกลาง
หญ้างิโนมอมบาซา	3.47	57.73	16	0.94	15.64	18	1.60	26.62	0	34	พอใช้
หญ้าแพงโกลา	1.51	50.67	14	0.84	28.19	10	0.63	21.14	0	24	พอใช้
หญ้าชิกแนลเลื่อย	2.37	39.36	8	2.19	36.38	4	1.46	24.25	0	12	ต่ำ

ส่วนประกอบทางเคมีด้านคุณค่าทางอาหาร

เมื่อนำหญ้าหมักทั้ง 5 ชนิด มาวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีด้านคุณค่าทางอาหารสัตว์ จากตารางที่ 3 และ 7 พบว่าหญ้าทั้ง 5 ชนิดก่อนการหมักมีโปรตีนอยู่ระหว่าง 7.28-12.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลาและหญ้าซิกแนลเลื่อย ก่อนหมักมีโปรตีนเท่ากับ 12.52 11.28 9.09 7.91 และ 7.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หลังจากการหมักไปแล้ว 21 วัน พบว่าโปรตีนมีแนวโน้มลดลงอยู่ระหว่าง 6.83-10.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลา และหญ้าซิกแนลเลื่อย หลังหมักมีโปรตีนเท่ากับ 10.27 10.09 8.11 7.32 และ 6.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของสฤติ และคณะ (2551) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมที่อายุการตัด 60 วัน ก่อนการหมักมีโปรตีน 13.49 เปอร์เซ็นต์ หลังการหมักไปแล้ว 30 วัน มีโปรตีนลดลงเหลือ 11.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าวัตถุแห้งของหญ้าทั้ง 5 ชนิดก่อนการหมักมีค่าอยู่ระหว่าง 18.50-31.57 เปอร์เซ็นต์ โดยหญ้า เนเปียร์สุราษฎร์ 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลาและหญ้าซิกแนลเลื่อย ก่อนหมักมีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 19.52 18.50 29.84 31.57 และ 26.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หลังจากการหมักไปแล้ว 21 วัน พบว่าวัตถุแห้งมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 17.77-30.53 เปอร์เซ็นต์ โดยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ากีนีมอมบาช่า หญ้าแพงโกลาและหญ้าซิกแนลเลื่อย หลังหมักมีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 17.77 21.12 30.53 และ 24.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของรำไพ และคณะ (2550) รายงานว่าหญ้ารูซี่ที่อายุการตัด 45 วัน ก่อนการหมักมีวัตถุแห้ง 26.4 เปอร์เซ็นต์ หลังการหมักไปแล้ว 21 วัน มีวัตถุแห้งลดลงเหลือ 23.00 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับการหมักหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัด 40 วัน ก่อนการหมักมีวัตถุแห้ง และโปรตีน เท่ากับ 30.00 และ 7.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ภายหลังการหมักไปแล้ว 21 วัน พบว่าวัตถุแห้ง และโปรตีนลดลงเหลือ 24.60 และ 6.52 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าหมัก 5 ชนิด หลังหมักที่อายุ 21 วัน (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)

ส่วนประกอบทางเคมี	หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 (ตัดทุก 60 วัน)	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ตัดทุก 60 วัน)	หญ้ากีนีมอมบาช่า (ตัดทุก 45 วัน)	หญ้าแพงโกลา (ตัดทุก 45 วัน)	หญ้าซิกแนลเลื่อย (ตัดทุก 50 วัน)	CV (%)
DM	19.91 ^d	17.77 ^e	21.12 ^c	30.53 ^a	24.71 ^b	4.14
CP	10.27 ^a	10.09 ^a	8.11 ^b	7.32 ^{bc}	6.83 ^c	9.22
EE	2.36 ^a	1.90 ^b	1.83 ^b	2.26 ^{ab}	2.19 ^{ab}	16.13
NDF	71.13 ^{ab}	71.41 ^{ab}	67.63 ^a	72.67 ^b	72.20 ^b	4.71
ADF	52.34 ^{ab}	55.97 ^b	47.06 ^a	47.27 ^a	51.57 ^{ab}	10.16
Ash	6.93 ^a	6.53 ^a	11.37 ^b	7.51 ^a	6.02 ^a	19.66
OM	93.07 ^a	93.47 ^a	88.63 ^b	92.49 ^a	93.98 ^a	1.63
ADL	9.29 ^{cd}	9.75 ^d	6.29 ^a	8.56 ^c	7.44 ^b	10.70

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันกำกับอยู่ในแถวแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาถึงผลผลิต คุณภาพ และต้นทุนการผลิตหญ้าหมัก 5 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 60 วัน หญ้ากีนีมอมบาช่า และหญ้าแพงโกลา ที่อายุการตัด 45 วัน และหญ้าซิกแนลเลื้อย ที่อายุการตัด 50 วัน พอสรุปได้ดังนี้

1. หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเฉลี่ย 40,018 และ 39,571 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้าอีก 3 ชนิด
2. หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เหมาะสำหรับนำมาหมัก เนื่องจากเป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตสูง และมีโปรตีนสูง คุณภาพการหมัก จัดอยู่ในชั้นคุณภาพปานกลาง ดีกว่าหญ้าอีก 3 ชนิด
3. ต้นทุนการผลิตหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก มีต้นทุนเฉลี่ย 1.10 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าหญ้าอีก 3 ชนิด

ข้อเสนอแนะ

การหมักหญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สามารถหมักได้โดยไม่ต้องใช้สารเสริม เนื่องจากมีค่า WSC สูง แต่เนื่องจากค่าวัตถุแห้งของหญ้ามียาค่าต่ำกว่า 30-35 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดของเหลวที่ไหลออกจากพีชหมัก (Seepage) มากไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงการใช้วัสดุที่สามารถดูดซับความชื้นที่เหมาะสมในการผลิตหญ้าหมัก เพื่อให้ได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา กรมปศุสัตว์ ที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญสมศักดิ์ เกาทอง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลการทดลองจนสามารถจัดทำรายงานได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักคุณภาพดี. เอกสารคำแนะนำ. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2548. หญ้าหมัก. เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กอบแก้ว ตรงคงสิน. 2535. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จันทกานต์ อรณนันทน์ สุรนนท์ น้อยอุทัย และอุดร ศรีแสง. 2550. การปรับปรุงพันธุ์หญ้าเนเปียร์แคระ โดยการผสมเปิด (1) องค์ประกอบทางเคมีและผลผลิตของรุ่นลูกชั่วที่ 1 (F₁) ที่ได้จากการผสมเปิดของหญ้าเนเปียร์แคระ, น. 10-22. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2550. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จิระศักดิ์ ขอบแต่ง สมพล ไวยัญญา และวารุณี พานิชผล. 2551. การศึกษาคุณภาพและต้นทุนการผลิตของพีชหมักในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ, น. 136-149. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และนิริทธิ์ โพธิกานนท์. 2525. คุณค่าทางอาหารของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก. ว.วิทย. เกษตร 16 (2) : 98-109.
- บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ วิทยา สุมามาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย และรำไพโร นามสาลี. 2555. การศึกษาคุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ, น. 143-160. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2555. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พรชัย ล้อวิสัย. 2548. พืชอาหารสัตว์หมัก Silage. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิสุทธิ สุขเกษม กมลทิพย์ ดำคงเพชร และ ภิรมย์ บัวแก้ว. 2543. การตอบสนองต่อปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้าชิกแนลเลื่อย, น. 35-50. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2543. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- แพรวพรรณ เครื่องมั่งกร เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และสัมพันธ์ มาศโอสถ. 2549. การเพิ่มคุณภาพของหญ้าแพงโกลาหมักโดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆ, น. 121-135. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2529. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รำไพโร นามสาลี แพรวพรรณ เครื่องมั่งกร พิมพาพร พลเสน และสัมพันธ์ มาศโอสถ. 2550. การศึกษาคุณภาพพืชหมักที่อายุการหมักต่างกันของหญ้ารูซี่ ถั่วท่าพระสไตโล หญ้าแพงโกลา และถั่วคาวาเคด, น. 87-102. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2550. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วลัยกานต์ เจียมเจตจรรุญ รำไพโร นามสาลี และฉายแสง ไผ่แก้ว. 2557. การศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้และความชื้นของพืชอาหารสัตว์ชนิดต่างๆเพื่อการทำพืชหมัก, น.1-11. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วารุณี พานิชผล, ฉายแสง ไผ่แก้ว, สมคิด พรหมมา, โสภณ ชินเวโรจน์, จันทกานต์ อรณนันท, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย และ วรรณ อ่างทอง. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักคุณภาพดี. กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิทยา สุมามาลย์ สมจิตร อินทรมณี และมาซามิ คูราโมชิ. 2547. คู่มือการเก็บสำรองพืชอาหารสัตว์. โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทยภายใต้ความร่วมมือระหว่างกรมปศุสัตว์และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น.
- ศศิพร คุณาพงษ์กิติ จริยา บุญจรัสชะ และสุวรรณี เกศกมลასน์. 2547. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้กับค่าความหวานของน้ำในต้นพืชอาหารสัตว์ที่อายุต่างกัน, น. 380- 398. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2547. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ศุภวันจักรี ดอนไสว ไพฑูรย์ ป้องสนาม วรพงษ์ อุดรไสว แพรพรรณ เครือมังกร และกานดา นาคมนี. 2557. ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้ากิมมอมบาซา, น.168-179. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมสุข พวงดี. 2544. การผลิตหญ้าที่ห่มคุณภาพสูง : การประเมินคุณค่าโภชนะและความต้องการพลังงานและโปรตีนของโครีดนมลูกผสมขาวดำ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สดดี พงษ์เพียจันทร์ จันทกานต์ อรณันท์ และ สมพล ไวปัญญา. 2551. การเพิ่มคุณภาพหญ้าเนเปียร์ ห่มโดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆ, น.86-97. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมพล ไวปัญญา จันทกานต์ อรณันท์ และวารุณี พานิชผล. 2553. การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการผลิตหญ้าเนเปียร์ลูกผสมห่มสำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี, น.115-131. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2553. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมพล ไวปัญญา อภิชาติ บุญเรืองขาว และจันทกานต์ อรณันท์. 2556. การพัฒนาพันธุ์หญ้าเนเปียร์ แคระและการใช้ประโยชน์. รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ประจำปี 2556, สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. น.70-80.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2556. เอกสารแนะนำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. แหล่งที่มา: <http://nutrition.dld.go.th/Napia%20Pakchong.1.pdf>, 5 กุมภาพันธ์ 2561.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2561. พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่สำคัญ.แหล่งที่มา: http://nutrition.dld.go.th/Nutrition_Knowledge/ARTICLE/Pro6.htm, 5 กุมภาพันธ์ 2561.
- เสน่ห์ กุลนะ วลัยกานต์ เจียมเจตจรรยา และรัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2549. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาที่ปลูกด้วยอัตราห่อนพันธุ์ที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มจังหวัดสุโขทัย, น. 90-103. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2549. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ บุญเรืองขาว และ สมพล ไวปัญญา. 2557. ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้าเนเปียร์ 4 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ประจำปี 2557-2558 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 6-10.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of official analytical chemists. 15 edition. Arlinimngton Virginia, USA.
- Bal, M.A., J.R. Coors and R.D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cow on intake, digestion and milk production. J. Dairy. Sci. 80:2497-2503.

- Bernardes, T. F., R. A. Reis and A. L. Moerira. 2005. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. *Sci Agric. (Piracicaba, Braz.)* 62: 214 – 220.
- Muck, R.E. 1991. Silage fermentation, pp.171-204. *In* J.G. Zeikus and E.A. Johnson, eds. *Mixed Cultures in Biotechnology*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Skerman, P. J. and F. Riveros. 1990. *Tropical Grasses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy.
- Van Soest, P. J. 1994. *The Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd edition. Cornell University Press. Ithaca, NY.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ (กรมปศุสัตว์, 2547)

ลักษณะทางกายภาพ		คะแนน
1. กลิ่น	- หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดอง หรือน้ำส้มสายชู	12
	- ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย	8
	- มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย	4
	- เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา	0
2. เนื้อสัมผัส	- แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย สีนเป็นเมือก	2
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน	1
	- เละเป็นเมือกและสกปรกมาก	0
3. สี	- เหลืองอมเขียว หรือสีจาง	3
	- เขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม	2
	- น้ำตาลทอง	1
	- น้ำตาลเข้มหรือดำ	0
4. pH	- 3.6 – 4.3	6
	- 4.4 – 4.7	4
	- 4.8 – 5.1	2
	- > 5.1	0
ผลการประเมินคุณภาพ 20 -25 ดีมาก, 15-19 ดี, 6-14 ปานกลาง และ 0-5 ต่ำ		

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี จากปริมาณกรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก (กรมปศุสัตว์, 2547)

กรดแลกติก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซิติก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน
0-25	0	0-15	20	0-1.5	50
25.1-30	2	15.1-20	18	1.6-3.0	30
30.1-34	4	20.1-24	16	3.1-4.0	20
34.1-38	6	24.1-28	13	4.1-6.0	15
38.1-42	8	28.1-32	10	6.1-8.0	10
42.1-46	10	32.1-36	7	8.1-10.0	9
46.1-50	12	36.1-40	4	10.1-12.0	8
50.1-54	14	40.1-45	2	12.1-14.0	7
54.1-58	16	45.1-50	0	14.0-16.0	6
58.1-62	18			16.1-18.0	4
62.1-66	20			18.1-20.0	2
66.1-70	24			20.1-30.0	0
70.1-75	28			30.1-40.0	-5
>75	30			>40.0	-10

ตารางผนวกที่ 3 การแบ่งชั้นคุณภาพพืชหมัก

ผลรวมคะแนน	ชั้นคุณภาพ
81-100	ดีมาก
61-80	ดี
41-60	ปานกลาง
21-40	พอใช้
0-20	ต่ำ

การศึกษาการแก้ไขปัญหการจัดการอาหารแพะแบบมีส่วนร่วม ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะรายย่อยจังหวัดปัตตานี

สมเกียรติ กิจรุ่งโรจน์^{1/} ชุมพล คงทน^{2/} ประสงค์ เพชรทอง^{3/}
นพวรรณ ชมชัย^{4/} พิสุทธิ สุขเกษม^{1/} เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{5/}

บทคัดย่อ

การศึกษาการแก้ไขปัญหการจัดการอาหารแพะแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะรายย่อยจังหวัดปัตตานี ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2556-กุมภาพันธ์ 2559 สัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 382 ราย เพื่อศึกษาข้อมูลทางเศรษฐกิจสังคม การจัดการเลี้ยงแพะและอาหาร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ อายุ 30-60 ปี ประสบการณ์เลี้ยงแพะ 4-10 ปี มีแม่แพะเฉลี่ย 4.5 ตัว การเลี้ยงเป็นแบบผูกมัด เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ปลูกพืชอาหารสัตว์ ปัญหาเกี่ยวกับอาหารสัตว์ คือพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์มีจำกัด อาหารสัตว์ราคาแพง ขาดความรู้

ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยคัดเลือกเกษตรกรจำนวน 20 รายเข้ามามีส่วนร่วมทุกขั้นตอนในการจัดการอาหารแพะ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การแก้ไขปัญหาดังกล่าว การกำหนดเทคโนโลยีและนำไปใช้เลี้ยงแพะ พบว่าปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ แก้ไขด้วยการปลูกหญ้าอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงแพะ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตแพะดีขึ้น หน้าแรกคลอดจาก 2.1 เป็น 2.2 กิโลกรัมต่อตัว น้ำหนักหย่านม อายุ 3 เดือนจาก 10.4 เป็น 11.2 กิโลกรัมต่อตัว อัตราการเกิดจาก 0.6 เป็น 0.7 ตัวต่อแม่ อัตราการเจริญเติบโตอายุแรกเกิด-หย่านม (0-3 เดือน) จาก 92.2 เป็น 100.0 กรัมต่อตัวต่อวัน และรูปร่างแม่แพะ จาก 3.0 เป็น 3.2 คะแนน ส่วนอัตราการตายของแพะหย่านม (3 เดือน) ลดลงจาก 8.8 เป็น 5.2 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรมีความพึงพอใจในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการปลูกพืชอาหารสัตว์ในระดับดี

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม การจัดการอาหารแพะ เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ จังหวัดปัตตานี

เลขทะเบียนวิจัย : 57(1)-0214-010

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส

^{2/} สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล

^{4/} กลุ่มพัฒนาวิชาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

^{5/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

A study on goat farmer participation on solving problem of feed management in Pattani province

Somkiat Kitrungrote^{1/} Chumpol Kongton^{2/} Prasong Pettong^{3/}
Noppawon Chomchai^{4/} Pisut Sukkasame^{1/} Kiatisak Klum-em^{5/}

Abstract

A study to investigate problems and solutions associated with feed management in goat production systems of small-holder farmers in Pattani province was carried out during October 2013-February 2016. The questionnaire was used to obtain information regarding socioeconomic characteristics and farm management practices of 382 farmers. The results showed that ages of the interviewed farmers ranged from 30 – 60 years old with an experience in goat production of 4-10 years. On average, they hold 4.5 goats per household. Mostly, goats were reared on communal grasslands using a restricted (tied) grazing system. This is because the farmers did not grow pastures. The identified problems were (1) land was very limited to grow grass, (2) feed price was very high and (3) farmers were lack of knowledge. After that, solutions were set up and implemented with the chosen 20 farmers. As a result, growing pasture could reduce problem associated feed availability, leading to increased farm productivity, i.e. birth weight increased from 2.1 kg to 2.2 kg, weaned weight from 10.4 kg to 11.2 kg, conception rate from 0.6 to 0.7, average daily gain from 92.2 g per day to 100 g per day and conformation body score of dam from 3.0 to 3.2. In contrast, mortality rate was reduced from 8.8% to 5.2%. Additionally, high satisfaction was scored by all participated farmers.

Keywords : participation, goat feed management, goat farmer, Pattani province

Registered No. : 57(1)-0214-010

^{1/} Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Takbai Narathiwat.

^{2/} Pattani Provincial livestock Office, Maung Pattani.

^{3/} Satun Animal Nutrition Research and Development Center, Kaunkalung Satun.

^{4/} Livestock Research and Development Group, DLD. Bangkok.

^{5/} Research and Development of Forage Crop Group, Bureau of Animal Nutrition, Muang Pathum Thani.

คำนำ

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญในภาคใต้ของประเทศไทย ภาครัฐจัดทำโครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้อย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร แก้ไขปัญหาความยากจน และรองรับอุตสาหกรรมอาหารฮาลาล จังหวัดปัตตานีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีความสำคัญในการส่งเสริมการเลี้ยงแพะ จากการสำรวจในปี 2556 มีเกษตรกร 7,831 ครัวเรือน เลี้ยงแพะรวมทั้งสิ้น 34,403 ตัว (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2556) เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก เลี้ยงง่ายปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ใช้พื้นที่น้อย ไม่มีปัญหาเรื่องตลาด และมักให้ลูกแฝด อัตราการให้ลูกต่อแม่สูงกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น นิยมใช้แพะในการประกอบพิธีทางศาสนาอิสลามเพราะราคาต่อตัวถูกกว่าโค เกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงแพะ แต่ที่ผ่านมาไม่ค่อยใส่ใจการจัดการอาหารคุณภาพดีให้แพะกิน ใช้พืชตามธรรมชาติหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแหล่งอาหารซึ่งเกษตรกรคิดว่าเป็นวิธีที่ประหยัด ลงทุนน้อย แต่มักพบว่ามีคุณภาพและปริมาณผลผลิตที่ไม่แน่นอน สอดคล้องกับที่จันทนาและวาณี (มปป.) รายงานว่าเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่ตัดกระถินในพื้นที่สาธารณะประสบปัญหาเรื่องเพลี้ยระบาด ฤดูแล้งได้ผลผลิตน้อย แพะได้รับปริมาณและคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพอกับความต้องการ มีปัญหาด้านการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และด้านสุขภาพ แพะชอบผอมและตาย ปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากเกษตรกรขาดความรู้เกี่ยวกับการจัดการอาหารแพะที่ถูกต้อง การแก้ปัญหาจะต้องหาสาเหตุ วิเคราะห์ และดำเนินการแก้ไข ที่ผ่านมามาตรัฐจัดการแก้ไขปัญหาดังกล่าวแต่ไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากการพิจารณาปัญหามาจากทัศนะของเจ้าหน้าที่ภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว การแก้ปัญหาแบบสั่งการจากระดับบนลงล่าง เกษตรกรต้องปฏิบัติตามกิจกรรมหรือโครงการที่ได้กำหนดไว้แล้วซึ่งไม่เหมาะกับบริบทด้านต่างๆ เช่น ระดับการศึกษา รายได้ ศาสนา พื้นที่ถือครอง วิถีชีวิต และศักยภาพของเกษตรกร เกษตรกรเป็นเพียงผู้ได้รับประโยชน์เท่านั้น ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ เกษตรกรพึ่งตนเองได้น้อยและขาดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาดังกล่าวไม่ตรงกับความต้องการหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกษตรกรประสบอยู่ แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาการเลี้ยงแพะอย่างยั่งยืนคือ จะต้องคำนึงถึงเกษตรกรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วย และต้องให้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเปิดโอกาสให้กำหนดทิศทางตามสภาพปัญหา (พจนาน, มปป.) ตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหา กำหนดเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีวางแผน ดำเนินการนำเทคโนโลยีไปใช้ในฟาร์ม เนื่องจากเกษตรกรทราบว่าวิธีการหรือเทคโนโลยีใดเหมาะสมกับศักยภาพของตนมากที่สุด ทำให้สามารถจัดการอาหารแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงได้ศึกษาการแก้ไขปัญหาการจัดการอาหารแพะแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมโดยใช้เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในจังหวัดปัตตานีเป็นกรณีศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ทดลองและระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการในจังหวัดปัตตานี ระหว่าง ตุลาคม 2556-กุมภาพันธ์ 2559

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ จำนวน 7,831 ครัวเรือน ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 382 ครัวเรือน คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = จำนวนของตัวอย่าง

N = จำนวนของประชากร

e = สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าพารามิเตอร์

การเก็บรวมข้อมูลเบื้องต้นของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง

สัมภาษณ์เกษตรกรโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้นและผ่านการทดสอบกับเกษตรกรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงให้มีความตรงในเนื้อหาและโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามที่เป็นลักษณะ ปิดและเปิด แบ่งเนื้อหา ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

ส่วนที่ 2. ข้อมูลการจัดการฟาร์ม

ส่วนที่ 3. ข้อมูลการให้ผลผลิต

ส่วนที่ 4. ข้อมูลด้านการจัดการอาหารแพะ

การคัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ

ประชุมชี้แจงโครงการวิเคราะห์ปัญหาหารือกันคัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ จำนวน 20 ราย แต่ละรายประสบปัญหาเรื่องการจัดการอาหารแพะ ต้องมีแพะพ่อแม่พันธุ์อย่างน้อย 4 ตัว มีพื้นที่อย่างน้อย 0.5 ไร่ พร้อมร่วมกิจกรรมการแก้ไขปัญหาการจัดการอาหารแพะและบันทึกข้อมูลต่างๆตลอดการทดลอง

กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาการจัดการอาหารแพะและจัดทำแผนดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาของเกษตรกรแต่ละราย

อบรมการจดบันทึกข้อมูลฟาร์มให้แก่เกษตรกร ได้แก่

- ปริมาณอาหารที่นำมาให้แพะกินที่เกิดจากเทคโนโลยีเกษตรกรมีส่วนร่วม
- น้ำหนักแรกคลอด (Birth weight)
- อัตราการเกิดของลูกแพะ (Birth rate) ได้จากการคำนวณ

$$= \frac{\text{จำนวนลูกที่เกิดทั้งหมด}}{\text{จำนวนแม่ทั้งหมด}} \times 100$$
- อัตราการตายของลูกแพะอายุ 0-3 เดือน ได้จากการคำนวณ

$$= \frac{\text{จำนวนลูกอายุ 0-3 เดือนที่ตาย}}{\text{จำนวนลูกที่เกิดทั้งหมด}} \times 100$$
- อัตราการเจริญเติบโตของลูกแพะอายุ 0-3 เดือน ได้จากการคำนวณ

$$= \frac{\text{น้ำหนักอายุ 3 เดือน} - \text{น้ำหนักแรกเกิด}}{90} \times 1000$$

90

- คะแนนรูปร่างแม่แพะ (Body score) (พอมมาก = 1 พอม = 2 ปานกลาง = 3 สมบูรณ์ = 4 สมบูรณ์มาก = 5)

- ประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจะบันทึกข้อมูลต่างๆ ทั้งก่อนปลูกพืชอาหารสัตว์ 6 เดือนและหลังปลูกพืชอาหารสัตว์ 6 เดือน เช่น การเก็บข้อมูลจำนวนแพะพ่อแม่พันธุ์ จำนวนลูกเกิด จำนวนลูกตาย (อายุ 0-3 เดือน)

คะแนนรูปร่างแม่แพะ ด้วยการนับ ส่วนการเก็บข้อมูลน้ำหนักลูกแรกเกิด น้ำหนักลูกหย่านม ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่ตัดให้แพะกิน เป็นการชั่งน้ำหนักจริง

สุ่มเก็บพืชที่เกษตรกรกรกลุ่มตัวอย่างตัดมาเลี้ยงแพะมากที่สุด 10 ชนิด เก็บตัวอย่างพืชดังกล่าวในสภาพสดไม่มีเศษดินปะปน ชนิดละ 1,000 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ บันทึกวัตถุแห้ง (Dry matter, DM) บดตัวอย่างหญ้าผ่านตะแกรง ขนาด 1 มิลลิเมตร นำตัวอย่างที่บดแล้วไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์ได้แก่ โปรตีน (Crude protein, CP) ตามวิธีการของ ISO (2009) วิเคราะห์หาค่า ความชื้น (Moisture) ผนังเซล (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการ AOAC (2012)

การประมวลผล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และจดบันทึกมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และการแจกแจงความถี่

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรเลี้ยงแพะจังหวัดปัตตานี

จากตารางผนวกที่ 1 เกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 30-60 ปี เป็นเพศชาย สถานภาพสมรส มีสมาชิกในครอบครัว 4-8 คน นับถือศาสนาอิสลาม การศึกษาระดับประถมศึกษา ประกอบอาชีพการเกษตรปลูกพืช และมีพื้นที่ถือครองการเกษตร

ข้อมูลการเลี้ยงแพะแสดงในตารางที่ 1 เกษตรกรร้อยละ 72.2 มีประสบการณ์เลี้ยงแพะ 4-10 ปี ส่วนใหญ่ร้อยละ 59.7 เลี้ยงเพื่อจำหน่าย รองลงมาเพื่อบริโภคและใช้ในพิธีทางศาสนา เลี้ยงพันธุ์พื้นเมืองอย่างเดียว ร้อยละ 53.7 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เลี้ยงง่าย ทนทาน ใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดี คลอดลูกถี่ และมักให้ลูกแฝด (ดำรัส, 2554) ขนาดตัวเล็ก ราคาต่อตัวไม่แพง ขายง่าย ส่วนใหญ่ร้อยละ 89.3 เลี้ยงแพะไม่เกิน 10 ตัว การเลี้ยงเป็นแบบผสมผสาน การผูกมัด ปล่อยหากิน และตัดพืช พบว่าเลี้ยงแบบผูกมัดมากที่สุดร้อยละ 69.1 เนื่องจากสะดวก ประหยัดเวลา ไม่รบกวนพืชของเพื่อนบ้าน เกษตรกรประสบปัญหาเรื่องอาหารแพะไม่เพียงพอร้อยละ 87.2 เนื่องจากพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์มีจำกัด อาหารสัตว์ราคาแพงและขาดความรู้ เกษตรกรร้อยละ 95.3 ไม่ปลูกพืชอาหารสัตว์

ตารางที่ 1 การเลี้ยงแพะของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจังหวัดปัตตานี

รายการ		จำนวน (ราย) N =382	เปอร์เซ็นต์
1.	ประสบการณ์เลี้ยงแพะ		
-	< 4 ปี	57	14.9
-	4 -10 ปี	291	76.2
-	> 10 ปี	34	8.9
2.	วัตถุประสงค์ของการเลี้ยงแพะ		
-	จำหน่าย	228	59.7
-	บริโภคและใช้ในพิธีศาสนา	142	37.2
-	อื่น ๆ	12	3.1
3.	พันธุ์แพะที่เลี้ยง		
-	พื้นเมืองอย่างเดียว	205	53.7
-	พื้นเมืองและพันธุ์อื่น	177	42.4
4.	จำนวนแพะที่เลี้ยง (ตัว)		
-	< 5 ตัว	164	42.9
-	5 - 10 ตัว	177	46.4
-	> 10 ตัว	41	10.7
5.	ลักษณะการเลี้ยง		
-	ผูกล่าม	266	69.6
-	ปล่อยหากิน	78	20.4
-	ตัดพีชให้กิน	9	2.4
-	ตัดพีช ปล่อยหากิน	29	7.6
6.	ปัญหาอาหารแพะไม่เพียงพอ		
-	ไม่มี	53	13.9
-	มี	329	86.1
7.	การปลูกพืชอาหารสัตว์		
-	ไม่ปลูก	364	95.3
-	ปลูก	18	4.7

ข้อมูลการให้ผลผลิตลูกแพะของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจังหวัดปัตตานี

จากตารางที่ 2 พบว่าเกษตรกรที่สัมภาษณ์จำนวน 382 ราย ผสมพันธุ์แพะเพศเมียครั้งแรกเมื่อน้ำหนักตัวเฉลี่ย 18.5 กิโลกรัมหรืออายุเฉลี่ย 9.4 เดือน ให้ลูกตัวแรกเร็วกว่าแพะพื้นเมืองภาคใต้ที่พิภพและคณะ (2556) รายงานว่าให้ลูกตัวแรกเมื่ออายุ 1.9 ปี ในรอบปีที่ผ่านมากเกษตรกรมีแม่แพะรายละ 4.5 ตัว ตามลำดับ อัตราการให้ลูก 0.8 ตัวต่อแม่ต่อปีต่ำกว่าที่พิภพและคณะ (2556) รายงานว่าแม่แพะพื้นเมืองให้ลูก 2.2 ตัวต่อปี เนื่องจากเกษตรกรบางรายไม่มีพ่อพันธุ์ การหย่านมเมื่อลูกอายุมากกว่า 3 เดือนและอาหารไม่เพียงพอ อัตราการตายของลูกแพะ 20.4 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าที่ Saithanoo *et al.*(1991) รายงานว่าลูกแพะในชนบทอัตราการตาย 29 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 การให้ผลผลิตลูกแพะของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจังหวัดปัตตานีในปี พ.ศ. 2557

รายการ		
1.	น้ำหนักตัวเฉลี่ยแพะเพศเมียเมื่อผสมพันธุ์ครั้งแรก	18.5 กิโลกรัม
2.	อายุเฉลี่ยแพะเพศเมียเมื่อผสมพันธุ์ครั้งแรก	9.4 เดือน
3.	เกษตรกรมีแม่แพะเฉลี่ย รายละ	4.5 ตัว
4.	จำนวนแม่แพะ	1,713 ตัว
5.	จำนวนลูกเกิด	1,286 ตัว
6.	จำนวนลูกตาย	262 ตัว
7.	อัตราการให้ลูก	0.8 ตัวต่อแม่ต่อปี
8.	อัตราการตายของลูก	20.4 เปอร์เซ็นต์

คุณค่าทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ที่เลี้ยงแพะของเกษตรกร

จากตารางที่ 3 แสดงชนิดพืชที่ตัดมาเลี้ยงแพะพบว่า เกษตรกรตัดกระถินมาเลี้ยงแพะมากที่สุด เพราะหาได้ง่ายและแพะชอบกิน สอดคล้องกับสมเกียรติและคณะ (2557) รายงานว่าเกษตรกรชอบตัดกระถินเลี้ยงแพะ พืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงแพะที่ตัดมีวัตถุดิบแห้ง (DM) 17.8-38.9 โปรตีน (CP) 7.0-28.1 ผนังเซลล์ (NDF) 26.7-74.0 เยื่อใยลิกโนเซลลูโลส (ADF) 20.3-50.9 เปอร์เซ็นต์ ใบไม้ ขนน และคอแห้ง มีวัตถุดิบแห้งสูง 36.2-38.9 เปอร์เซ็นต์ ใบกล้วยมีวัตถุดิบแห้งต่ำที่สุด 17.8 เปอร์เซ็นต์ หญ้าอะตราตัมมีโปรตีนต่ำสุด และกระถินมีโปรตีนสูงสุดเท่ากับ 7.0 และ 28.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ขึ้นอยู่กับอายุและส่วนต่างๆที่ใช้วิเคราะห์ หญ้ามีส่วน ลำต้นและใบ รวมกันแต่พืชชนิดอื่นมีส่วนใบและกิ่งก้าน คุณค่าโปรตีนพืชที่ตัดนี้ใกล้เคียงกับพืชที่ใช้เลี้ยงแกะในปัตตานีที่เทียนทิพย์ และอับดุลเลาะห์ (2558) รายงานว่าเท่ากับ 8.1-29.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Walton (1986) กล่าวว่าอาหารหยาบที่โปรตีนไม่น้อยกว่า 8.1 เปอร์เซ็นต์ เพียงพอสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องใช้ดำรงชีพ

ตารางที่ 3 คุณค่าทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ที่กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรใช้เลี้ยงแพะ

ชนิดพืช	จำนวน (ราย) N = 382	DM (%)	DM (%)	ส่วนประกอบทางเคมี (%วัตถุดิบแห้ง)		
				CP	NDF	ADF
กระถิน (<i>Leucaena leucocephala</i>)	61	16.0	32.1	28.1	26.7	20.3
หญ้าอะตราตัม (<i>Paspalum atratum</i>)	60	15.7	26.3	7.0	66.0	39.9
เมา (<i>Antidesma thwaitesianum</i>)	39	10.2	38.9	11.5	56.5	35.5
ข่อย (<i>Streblus asper</i>)	37	9.7	31.0	12.8	55.2	50.9
คอแห้ง (<i>Carallia brachiata</i>)	32	8.4	36.2	9.0	41.3	29.6
ขนุน (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	29	7.6	36.8	18.0	45.3	42.3
พืชตระกูลถั่ว (<i>Calopogonium caeruleum</i>)	27	7.1	31.4	16.7	59.3	41.1
กล้วย (<i>Musa spp</i>)	16	4.2	17.8	11.8	62.2	41.3
ไทร (<i>Ficus benjamina</i>)	10	2.6	33.5	9.3	47.4	43.3
กระถินเทพา (<i>Acacia magium</i>)	9	2.4	34.3	15.4	53.0	48.9
พืชอื่นๆ	62	16.2	-	-	-	-

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขการจัดการอาหารแพะของเกษตรกรตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกับเกษตรกรสรุปประเด็นปัญหา เรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้

1. อาหารแพะไม่เพียงพอตลอดปี ขาดแคลนช่วงฤดูแล้งหรือน้ำท่วม พืชที่ตัดตามธรรมชาติ ให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ มีศัตรูพืชทำลายผลผลิต วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีปริมาณไม่แน่นอน และวัสดุเหลือใช้บางชนิด เช่น ผักมีสารเคมีมากทำให้แพะกินเกิดอาการแพ้หรือตาย
2. ขาดเครื่องสับพืชอาหารสัตว์ เกษตรกรเชื่อว่าการมีเครื่องสับเพื่อสับบดพืชให้มีชิ้นขนาดเล็ก เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พืชมากขึ้น
3. เกษตรกรขาดการสำรองพืชอาหารสัตว์ไว้ใช้ช่วงที่ขาดแคลน โดยคิดว่าการหมักจะเป็นวิธีการที่เหมาะสม แต่มีปัญหาขาดถังหมักพืชอาหารสัตว์
4. เกษตรกรขาดความรู้ด้านพืชอาหารสัตว์ อาทิ แหล่งพันธุ์พืช วิธีการปลูกและการจัดการชนิดพืชที่ควรปลูก เพราะแพะชอบกินพืชที่หลากหลาย วิธีการปลูกและการจัดการ
5. อาหารแพะมีราคาแพง ต้องการผสมอาหารแพะใช้เอง แต่ยังขาดองค์ความรู้
6. พื้นที่ปลูกหญ้าไม่มีความเหมาะสม ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ บางพื้นที่น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน
7. เกษตรกรขาดความเข้มแข็ง ไม่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน ไม่รวมกลุ่มหรือสร้างเครือข่าย

สำหรับเทคโนโลยีเกษตรกรตัวอย่างเห็นพ้องกันในการนำมาแก้ปัญหาอาหารแพะ โดยคำนึงถึง ความคุ้มค่า ประหยัดเวลาและเงิน ใช้ประโยชน์ได้ยาวนาน ฯลฯ ได้ข้อสรุปว่า ควรปลูกพืชอาหารสัตว์ เพราะปลูกครั้งเดียว หากบำรุงรักษาดีจะใช้ประโยชน์ได้หลายปี ควรปลูกพืชหลายชนิด เช่น แคน เพราะแพะชอบกินและคนก็กินได้ พันธุ์หญ้าที่เลือก คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ซึ่งให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยและน้ำได้ดี และหญ้าชิกแนลเลื่อย ที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เช่น หน่อเลี้ยง หน่อท้าวม เจริญเติบโตได้ในดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ แคนที่ปลูกเป็นแคนฝรั่งและแคนบ้าน

การปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าชิกแนลเลื่อย และแคน คณะผู้วิจัยเป็นผู้ให้ความรู้ ตั้งแต่ การเตรียมพื้นที่จนถึงการใช้ประโยชน์ สำหรับเกษตรกรเป็นผู้วางแผน ตัดสินใจและดำเนินการปลูกพืชอาหารสัตว์ โดยคณะผู้วิจัยเป็นที่ปรึกษา เกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่ปลูกหญ้าและแคนไม่น้อยกว่า 0.5 ไร่

ก่อนปลูกพืชอาหารสัตว์ (ตารางที่ 4) เกษตรกร 20 ราย ตัดพืชในที่สาธารณะเลี้ยงแพะวันละ 841.3 กิโลกรัม น้ำหนักแรกเกิด 2.1 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านม 10.4 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเกิด ถึง 3 เดือนหรือหย่านม 92.2 กรัมต่อวัน อัตราการเกิดลูกแพะ(รอบ 6 เดือน) 0.6 ตัวต่อแม่ อัตราการตายลูกอายุ 0 - 3 เดือน 8.8 เปอร์เซ็นต์ รูปร่างแม่แพะปานกลาง คะแนน 3.0

ตารางที่ 4 ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตแพะของเกษตรกรก่อนและหลังการปลูกพืชอาหารสัตว์

รายละเอียด	ก่อนปลูกพืชฯ	หลังปลูกพืชฯ	เพิ่ม/ลด (+/-)
จำนวนเกษตรกร (ราย)	20	20	0
ปริมาณพืชทั้งหมดที่ตัดให้แพะกิน (กิโลกรัมต่อวัน)	841.3	817.6	-23.7
- พืชอาหารสัตว์ที่ปลูก (กิโลกรัมต่อวัน)	0	426.8	+426.8
- พืชธรรมชาติที่ตัด (กิโลกรัมต่อวัน)	841.3	390.8	- 450.5
จำนวนแม่พันธุ์แพะ (ตัว)	182	192	+10
จำนวนลูกเกิดรอบ 6 เดือน (ตัว)	113	135	+22
จำนวนลูกอายุ 0-3 เดือนตาย (ตัว)	10	7	-3
น้ำหนักแรกคลอด (กิโลกรัมต่อตัว)	2.1	2.2	+0.1
น้ำหนักหย่านมอายุ 3 เดือน (กิโลกรัมต่อตัว)	10.4	11.2	+0.8
อัตราการเจริญเติบโตลูกอายุ 0-3 เดือน (กรัมต่อตัวต่อวัน)	92.2	100.0	+7.8
อัตราการเกิดของลูกแพะรอบ 6 เดือน (ต่อตัวต่อแม่)	0.6	0.7	+0.1
อัตราการตายของลูกอายุ 0-3 เดือน (เปอร์เซ็นต์)	8.8	5.2	- 3.6
คะแนนรูปร่างของแม่แพะ (คะแนน)	3.0	3.2	+0.2

หลังปลูกพืชอาหารสัตว์ (หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าชิกเนลเลื้อย แคบ้าน และแคฝรั่ง) พบว่าใช้พืชอาหารสัตว์ที่ปลูก 426.8 กิโลกรัมต่อวัน ใช้พืชที่ขึ้นตามธรรมชาติ 390.8 กิโลกรัมต่อวัน ใช้พืชที่ปลูกเป็นสัดส่วน 1.1 เท่าของพืชที่ตัดจากที่สาธารณะ น้ำหนักแรกเกิดลูกแพะ 2.2 กิโลกรัมต่อตัว น้ำหนักหย่านม 11.2 กิโลกรัมเพิ่มขึ้น 0.8 กิโลกรัมต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตแพะหย่านม 100.0 กรัมต่อตัวต่อวันเพิ่มขึ้น 7.8 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเกิด 0.7 ตัวต่อแม่เพิ่มขึ้น 0.1 ตัว อัตราการตายลูกอายุ 0-3 เดือน 5.2 เปอร์เซ็นต์ ลดลง 3.6 เปอร์เซ็นต์ รูปร่างแม่แพะปานกลาง คะแนน 3.2 เพิ่มขึ้น 0.2 แม่มีรูปร่างสมบูรณ์ขึ้นเนื่องจากได้รับอาหารมากขึ้น การแก้ไขปัญหาแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรด้วยการปลูกหญ้าเลี้ยงแพะ พบว่าผลการผลิตประสิทธิภาพดีขึ้นเนื่องจากแพะได้รับพืชอาหารหยาบเพียงพอ แม่แพะมีความสมบูรณ์พันธุ์ การตกไข่ การผสมติดมากขึ้น มีปริมาณน้ำนมเพียงพอเลี้ยงลูกทำให้ลูกแพะอายุแรกเกิด-3 เดือน เจริญเติบโตเร็ว อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อัตราการตายลูกแรกเกิดถึงอายุ 3 เดือนลดลงสอดคล้องกับสูตรศักดิ์ และคณะ (2544) พบว่า หากแม่แพะลูกผสมเองโคลนุเปี่ยนสายเลือดสูงได้รับอาหารไม่เพียงพอ ทำให้อัตราการตายก่อนหย่านมของลูกสูง น้ำหนักหย่านมต่ำ

ความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีการปลูกพืชอาหารสัตว์

จากตารางที่ 5 แสดงความพึงพอใจต่อการปลูกพืชอาหารสัตว์เลี้ยงแพะของเกษตรกรเฉลี่ยอยู่ในระดับดีเท่ากับ 4.0 คะแนน ความพึงพอใจด้านลดค่าใช้จ่ายมากที่สุด เท่ากับ 4.2 คะแนน ด้านการประหยัด เวลา และประหยัดแรงงานอยู่ในระดับดีเท่ากับ 4.1 และ 3.8 คะแนนตามลำดับ การมีแปลงพืชอาหารสัตว์ จะลดความถี่การตัดพืชตามธรรมชาติในทำเลที่ไกลขึ้น ทำให้ลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและประหยัดเวลา แรงงาน มีเวลาเหลือทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันมากขึ้น การมีแปลงพืชอาหารสัตว์ทำให้ประหยัดแรงงานเพราะการตัดพืชที่ขึ้นตามธรรมชาติจะไปเป็นกลุ่มหรืออย่างน้อย 2 คน แต่แปลงพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกใช้แรงงานตัดเพียงคนเดียว การมีแปลงพืชอาหารสัตว์เป็นหลักประกันความมั่นคง

ด้านเสบียงสัตว์ ลดความกังวลเรื่องแพะขาดอาหาร โดยเฉพาะในยามที่ตัวเองต้องไปร่วมงานกิจกรรมต่างๆ เช่น แต่งงาน งานบุญ หรือเมื่อตัวเองป่วย ฯลฯ

ผลวิจัยนี้เกษตรกรมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนตั้งแต่ วิเคราะห์ปัญหา หาเทคโนโลยี วางแผนแก้ไข ตัดสินใจ และดำเนินการตามแผน (Whyte, 1991) ทำให้แก้ปัญหาได้ตรงสถานการณ์ที่ประสบอยู่มากที่สุด (Mikkelsen, 1995) ซึ่งเบญจมาศ (2544) กล่าวว่าเป็นการมีส่วนร่วมระดับสูง แต่ต่างจากรีจิสตรัค และคณะ (2553) รายงานว่าการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนบนพื้นที่สูงในเขตพื้นที่โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรมีส่วนร่วมระดับปานกลาง - น้อย เนื่องจากพื้นที่ถือครองและการได้รับประโยชน์จากการเกษตรที่ยั่งยืน

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจที่มีต่อการปลูกพืชอาหารสัตว์เลี้ยงแพะของเกษตรกรตัวอย่าง (20 ราย)

ประเด็น	คะแนน	ระดับ
ลดค่าใช้จ่าย	4.2	มาก
ประหยัดเวลา	4.1	มาก
ประหยัดแรงงาน	3.8	มาก
เฉลี่ย	4.0	

- ความพึงพอใจ น้อยมาก (คะแนน 1.00- 1.80), น้อย (คะแนน 1.81 -2.00), ปานกลาง (คะแนน 2.61 – 3.40), มาก (คะแนน 3.41 – 4.20), มากที่สุด (คะแนน 4.21 – 5.00)

สรุปผลการศึกษา

การแก้ไขปัญหาการจัดการอาหารแพะแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะรายย่อยจังหวัดปัตตานี ให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทุกขั้นตอน โดยเลือกใช้เทคโนโลยีการปลูกพืชอาหารสัตว์ในฟาร์มของตนเอง ทำให้จัดการอาหารเหมาะสมกับศักยภาพ ประสิทธิภาพการผลิตแพะดีขึ้น มีความยั่งยืนมากขึ้น อัตราการเกิด น้ำหนักหย่านม อัตราการเจริญเติบโตของลูกแพะ และรูปร่างแม่แพะสมบูรณ์เพิ่มขึ้น เกษตรกรพึงพอใจในระดับดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีช่วยวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สนับสนุนเอกสารงานวิจัยแพะ ขอขอบคุณคุณดำรง สวรรณชาติรี นักวิชาการสัตวบาลชำนาญการพิเศษ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์สัตว์ยะลา ให้ข้อมูลการเลี้ยงแพะ ขอขอบคุณ นายสัตวแพทย์บรรจง จงรักษ์วัฒนา ปศุสัตว์เขต8 อนุเคราะห์สถานที่ประชุมทัศนศึกษา อุปกรณ์อำนวยความสะดวก คำแนะนำ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ช่วยงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จันทนา บุญศิริ และวณิ ศิลประสาธเอก. (มปป.) การศึกษาสภาพการเลี้ยงและวิธีการตลาดแพะเนื้อใน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. แหล่งที่มา <http://pvlo-pkk.dld.go.th/th/images/stories/news//555research%20conditions%20in%20goats.pdf>, 2 ตุลาคม 2558.
- ดำรง สวรรณาตรี. 2554. การปรับปรุงพันธุ์แพะภาคใต้ กรณีนำเข้าแพะต่างประเทศและแพะต่างถิ่น. น.15-22. ในรายงานการประชุมวิชาการ เหลียวหลัง แลหน้า เพื่อการพัฒนาการเลี้ยงแพะ อย่างยั่งยืน งานแพะแห่งชาติครั้งที่ 8 ประจำปี 2554. สำนักสัตวศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 9 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เทียนทิพย์ ไกรพรหม และอับดุลเลาะห์ สาแม. 2558. การสำรวจสถานภาพการเลี้ยงแกะและศึกษา คุณค่าทางโภชนาของพืชที่ใช้เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานี. วารสารเกษตรปีที่ 31 (3): 339 – 347.
- เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. 2544. การวิจัยเพื่อการพัฒนาการส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ.
- พจนาน อินทรมานนท์. มปป. การมีส่วนร่วมกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. แหล่งที่มา <http://www.academia.edu/5586789/บทความการพัฒนาการมีส่วนร่วมอย่างยั่งยืน>, 29 มีนาคม 2559.
- พิภพ เกิดเมฆ แสนศักดิ์ นาควิสุทธิ์ และสุวิทย์ โอนทัยสินทวี. 2556. การวิเคราะห์พันธุ์กรรมของ ลักษณะการผลิตและสืบพันธุ์ของแพะพื้นเมืองไทย. วารสารวิชาการ ปี 2556 Vol. 2 แหล่งที่มา <http://e-journal.dld.go.th/?p=1732>, 18 กันยายน 2558.
- รังสรรค์ เครือคำ อารณ โอภาสพัฒน์กิจ พงษ์ศักดิ์ อังสิทธิ์ และวรทัศน์ อินทรคัมพร. 2533. การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนบนพื้นที่สูงในเขตพื้นที่โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ ปีที่ 31 (1) : 107-120.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2556. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ แกะรายจังหวัด ปีงบประมาณ 2556. แหล่งที่มา http://ict.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/yearly/2556/province/7.goatsheep_province.pdf, 25 กันยายน 2558.
- สมเกียรติ กิจรุ่งโรจน์ ชุมพล คงทน และประสงค์ เพชรทอง. 2557. สภาพการเลี้ยงแพะของผู้เลี้ยงรายย่อยจังหวัดปัตตานี: โครงการส่งเสริมและพัฒนาการเลี้ยงแพะจังหวัดชายแดนภาคใต้. วารสารสำนักงานปศุสัตว์เขต 9 กรมปศุสัตว์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 น. 66-89.
- สุรศักดิ์ คชภักดี สุรพล ชลดำรงกุล สมเกียรติ สายธนู วันวิศาข์ งามผ่องใส อภิชาติ หล่อเพชร วินัย ประถมพิทยา และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. น้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของแพะพื้นเมืองไทยและลูกผสมพื้นเมือง- แองโกลนูเบีย, น. 83 - 88 ในผลงานวิจัยการผลิตแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ฝายวิจัยและบริการวิชาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ.
- AOAC. 2012 Official Method of Analysis, 19th ed., AOAC International. Maryland.

- ISO 5983-2 : 2009. Animal feeding stuffs - Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Block digestion and steam distillation method. Method 5983-2, 15 p.
- Mikkelsen, B. 1995. Methods for Work and Research: A Guide for Practitioners. London: SAGE Publications.
- Saithanoo, S., Cheva – Isarakul, B. and Pichaironarongsongkram, K. 1991. Goat production in Thailand. In : Goat Production in Asian Humid Tropics (Eds : S. Saithanoo and B. w. Norton) Proceedings of an international seminar on Goat Production in the Asian Humid Tropics held in Hat Yai, Thailand, 28 – 31 May 1991. pp. 30 – 39
- Walton, P.D. 1986. Production and management of cultivated forages, Preston Publishing company, Lnc. Virgins. USA. pp 335.
- Whyte, W. F. 1991. Participatory Action Research. London: SAGE Publications.
- Yamane, Toro. 1967. Statistics, An Introductory analysis, 2nd ed., New York : Harper and row.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจังหวัดปัตตานี

รายการ	จำนวน (ราย) N=382	เปอร์เซ็นต์
1. อายุ		
- < 30 ปี	11	2.9
- 30 - 60 ปี	287	75.1
- > 60 ปี	84	22.0
2. เพศ		
- ชาย	221	57.9
- หญิง	161	42.1
3. สถานภาพ		
- โสดหรือหม้าย	30	7.9
- สมรส	352	92.1
4. สมาชิกในครัวเรือน		
- < 4 คน	52	13.6
- 4 - 8 คน	318	83.2
- > 8 คน	12	3.1
5. ศาสนา		
- พุทธ	1	0.3
- อิสลาม	381	99.7
6. การศึกษา		
- ไม่จบการศึกษา	64	16.8
- ป 1- ป.7	223	58.4
- ม.1 - ม.6	87	22.8
- สูงกว่ามัธยมศึกษา	8	2.1
7. อาชีพหลัก		
- ปลูกพืช	194	50.8
- ประมงและปศุสัตว์	37	9.7
- อื่นๆ	151	39.5
8. พื้นที่ถือครองทางการเกษตร		
- ไม่มีพื้นที่	62	16.2
- มีพื้นที่ถือครอง	320	83.8

ผลของสาร 6-benzylaminopurine และ naphthaleneacetic acid ต่อการชักนำ ต้นจากตาข้างของหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

รัตติกาล ปวงแก้ว^{1/} เยาวลักษณ์ แหม่มปิง^{1/} วลัยกานต์ เจริญเจริญ^{2/}

บทคัดย่อ

จากการเพาะเลี้ยงยอดที่ได้จากตาข้างของหนุ่เนเปียร์ 3 สายพันธุ์ บนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม 6-Benzylaminopurine (BAP) ระดับความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก พบว่า อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้หนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 เกิดยอดมากที่สุด โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 3.5 ยอด ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 4.45 เซนติเมตร และสูตรอาหารที่ชักนำให้หนุ่เนเปียร์แคระ และหนุ่เนเปียร์ธรรมดาเกิดยอดมากที่สุด คือ อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 8.0 และ 5.5 ยอดตามลำดับ ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 3.52 และ 4.43 เซนติเมตร ตามลำดับ และในการทดลอง ชักนำให้เกิดรากจำนวนมากจากยอดของหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม Naphthaleneacetic acid (NAA) ระดับความเข้มข้น 0.00 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้หนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หนุ่เนเปียร์แคระ และหนุ่เนเปียร์ธรรมดาเกิดรากมากที่สุด โดยเกิดรากเฉลี่ย 27.0 16.0 และ 31.6 ราก และเมื่อย้ายปลูกต้นกล้าจากขวดเพาะเลี้ยงลงสู่กระถางเพาะชำในสภาพแวดล้อมภายนอก ต้นกล้าจากอาหารทุกสูตร สามารถปรับตัวได้ภายใน 2 สัปดาห์ และเจริญเติบโตได้ปกติ โดยมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : หนุ่เนเปียร์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 6-benzylaminopurine (BAP) naphthaleneacetic acid (NAA)

เลขทะเบียนวิจัย : 59(1)-0214-018

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Effect of 6-benzylaminopurine and naphthaleneacetic acid to plantlet induction from lateral bud of napier grass cultivars by tissue culture

Rattikan Pongkaew^{1/} Yaowalak Mangpung^{1/} Walaikarn Jeimjetcharoon^{2/}

Abstract

In vitro shoot from lateral bud culture of 3 napier grass cultivars were conducted on Murashige and Skoog medium (MS) supplemented with 0, 1, 2, 3 and 4 mg/l of 6-benzylaminopurine (BAP) for 6 weeks. The results indicated that Pakchong 1 napier grass (*Pennisetum purpureum*) could obtain the highest average number of shoots (3.5 shoot per explant) and the average height of shoots (4.45 centimeter ; cm) when cultured on MS medium supplemented with 3 mg/l of BAP. Dwarf napier grass (*P. purpureum* cv. Mott) and common napier grass (*P. purpureum*) could obtain the highest average number of shoots (8.0 and 5.5 shoot per explant, respectively) and the average height of shoots (3.52 and 4.43 cm, respectively), when cultured on MS medium supplemented with 4 mg/l of BAP. *In vitro* rooting of regenerated shoots was performed on MS medium supplemented with 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00 mg/l of naphthaleneacetic acid (NAA) for 6 weeks. The results showed that MS medium supplemented with 1.00 mg/l of NAA could induce the highest average root number (27.0, 16.0 and 31.6 roots per shoot for Pakchong 1 napier grass, Dwarf napier grass and common napier grass, respectively). When the plantlets were transferred to the pots under normal environment, they could adaptation and normally growth within 2 weeks of transplantation with a highest percentage of survival (100%).

Keywords : *Pennisetum purpureum*, tissue culture, 6-benzylaminopurine (BAP), naphthaleneacetic acid (NAA)

Registered No. : 59(1)-0214-018

^{1/} Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

^{2/} Research and Development of Forage Seed Technology Group, Bureau of Animal nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

คำนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ การรวมโปรโตพลาส หรือพันธุ์วิศวกรรม (การตัดต่อยีน) โดยเฉพาะการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ที่นิยมนำเนื้อเยื่อเจริญหรือเมล็ดของพืชมาชักนำให้เกิดแคลลัส หรือยอดจำนวนมาก (multiple shoots) (Pongtongkam *et al.*, 2005) แล้วนำไปฉายรังสี หรือใช้สารเคมีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ แล้วนำมาคัดเลือกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีเงื่อนไขต่างๆ เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของเกลือเมื่อต้องการพืชทนเค็ม หรืออาหารที่มีสภาพเป็นกรดเมื่อต้องการพันธุ์ที่ทนต่อดินเปรี้ยว เป็นต้น และนำยอดจำนวนมาก หรือแคลลัสที่รอดชีวิตมาชักนำให้เกิดต้น (plantlet) จำนวนมาก เพื่อนำออกปลูกในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ปัจจุบันยังได้มีการนำเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาช่วยในการตรวจสอบเครื่องหมายทางพันธุกรรมระดับโมเลกุลของพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงว่ามีเครื่องหมายทางพันธุกรรมตรงตามต้องการหรือไม่ ถ้าได้พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามต้องการก็ส่งเสริมต่อไปเป็นสายพันธุ์ใหม่ และขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากขึ้น แต่ถ้าไม่ตรงตามต้องการก็สามารถคัดทิ้งออกไปได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการนำไปปลูกทดสอบ

หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี มีหลายสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์ที่นิยมปลูก คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*P. purpureum*) หญ้าเนเปียร์แคระ (*P. purpureum* cv. Mott) หญ้าเนเปียร์ธรรมดา (*P. purpureum*) หญ้าเนเปียร์ยักษ์ (*P. purpureum* x *P. glaucum* cv. King grass) และหญ้าบาน่า (*P. purpureum* x *P. glaucum* cv. Bana) ทุกสายพันธุ์เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดีไม่ชะงัก ให้ผลผลิตทั้งปี ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพไม่มีโรคและแมลงรบกวน (กรมปศุสัตว์, 2549) แต่จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศในปัจจุบันอาจจะต้องมีการพัฒนาสายพันธุ์หญ้าเนเปียร์ให้ดีขึ้น เช่น ทนต่อดินเค็ม ดินเปรี้ยว ทนต่ออุณหภูมิสูง และทนแล้งมากขึ้น เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาและคัดเลือกหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ใหม่ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ช่วยประหยัดพื้นที่เวลา และแรงงานในการคัดเลือก และเมื่อได้พันธุ์ใหม่ที่ต้องการก็สามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว และการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่เดิมนานๆ อาจทำให้เกิดโรคพืชได้ ประกอบกับมีสายพันธุ์หญ้าเนเปียร์จำนวนมากอาจทำให้เกิดการปนพันธุ์ได้ ซึ่งเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชก็เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการอนุรักษ์ และเก็บรักษาพันธุ์ไว้ สำหรับใช้ในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

การขยายพันธุ์หญ้าสายพันธุ์เนเปียร์ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถเลือกส่วนของเนื้อเยื่อเจริญส่วนตายอด (apical meristem) หรือส่วนตาข้าง (lateral meristem) ที่อยู่บริเวณข้อ (node) ของต้นหญ้าเนเปียร์มาใช้เป็นชิ้นส่วนพืช (explant material) ในการเพาะเลี้ยง เนื่องจากชิ้นส่วนพืชจากบริเวณดังกล่าวมีการแบ่งเซลล์ใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลาโดยการกระตุ้นของฮอร์โมนพืช (plant hormones) ทั้งชนิดไซโตไคนินและออกซิน (สังคม, 2547) แต่การนำเนื้อเยื่อเจริญส่วนตาข้างมาเพาะเลี้ยงจะได้จำนวนชิ้นส่วนพืชมากกว่าตายอด เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ต้นหนึ่งจะมีตาข้างที่อยู่ตามข้อหลายชิ้น แต่จะมีตายอดอยู่เพียงหนึ่งยอดเท่านั้น ในขณะที่พืชเจริญเติบโตจะมีการเจริญทั้งยอดและราก ปริมาณของออกซินและไซโตไคนินจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการเจริญของพืช ขณะที่พืชเกิดรากปริมาณออกซินจะสูงแต่ปริมาณไซโตไคนินจะต่ำ และขณะที่พืชเจริญทางยอดปริมาณออกซินจะต่ำและไซโตไคนินจะสูง ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตามสิ่งสำคัญที่สุด คือ อาหารจะต้องมีอัตราส่วนและชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะเลี้ยง ชิ้นส่วนพืชอาจมีออกซินหรือไซโตไคนินอยู่ในเนื้อเยื่อแล้วจำนวนหนึ่ง หรือเนื้อเยื่อเหล่านั้นสามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนเองได้

การเจริญของชิ้นส่วนพืชในอาหารเพาะเลี้ยงอาจจะเจริญขึ้นมาโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีออกซินหรือไซโตไคนิน หรืออาจต้องการออกซินหรือไซโตไคนินอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจต้องการทั้งสองอย่างก็ได้ (ศิริพงศ์, 2546) อาหารสังเคราะห์ที่นำมาใช้ในการเพิ่มจำนวนต้นพืชจะนิยมเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดไซโตไคนิน ได้แก่ 6-benzylaminopurine (BAP) Kinetin และ benzyladenine (BA) ที่สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก และชนิดออกซิน ได้แก่ naphthaleneacetic acid (NAA), Indole-3-acetic acid (IAA) และ Indole-3-butyric acid (IBA) ที่สามารถชักนำให้เกิดรากจำนวนมาก (multiple roots) มีงานทดลองที่ศึกษาระดับความเข้มข้นของไซโตไคนินที่เหมาะสมต่อการชักนำยอด และระดับความเข้มข้นของออกซินที่เหมาะสมต่อการชักนำรากของพืชชนิดต่างๆ เช่น งานทดลองของ Karasawa *et al.* (2001) ได้เพาะเลี้ยงตายอดและตาข้างของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ Mineiro และ พันธุ์ Pioneiro ในอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS) และวิตามิน Wood Plant Medium (WPM) ที่เติม BAP 0.00 4.44 8.88 13.32 และ 17.76 ไมโครโมลาร์ พบว่า หญ้าเนเปียร์ ทั้ง 2 สายพันธุ์เกิดยอดมากที่สุด เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP 4.44 ไมโครโมลาร์ โดยเกิดยอดเฉลี่ย 4.00 และ 2.19 ยอดตามลำดับ สุจิตรา และคณะ (2553) ได้เพาะเลี้ยงยอดของไม้ไผ่ใบพายชนิด *Cryptocoryne cordata* บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.0 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ไม่เติม BA เติมเพียง NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ยอดของไม้ไผ่ใบพาย ชนิด *Cryptocoryne cordata* เกิดจำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.24 ราก

การปรับปรุงพันธุ์ เก็บรักษาพันธุ์ และขยายพันธุ์หญ้าสายพันธุ์เนเปียร์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำเป็นที่จะต้องทราบสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำยอดหรือต้นจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาปริมาณของสาร BAP ที่เหมาะสมเพื่อการเพิ่มยอดจำนวนมาก และปริมาณสาร NAA ที่เหมาะสมเพื่อการเพิ่มรากจำนวนมากของยอดข้างที่ได้จากการชักนำตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของสาร BAP ต่อการชักนำยอดจำนวนมากจากยอดที่ได้จากตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design ; CRD) โดยมีสิ่งทดลอง คือ BAP ระดับความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ศึกษาสิ่งทดลองละ 30 ซ้ำๆ ละ 1 ขวด มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การปลูกหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์ สำหรับใช้เป็นชิ้นส่วนพืชในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เตรียมแปลงขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร จำนวน 3 แปลง นำท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เนเปียร์แคระ และเนเปียร์ธรรมดาที่มีอายุประมาณ 90-110 วัน มาวางนอนในร่องที่ขุดไว้ และกลบหน้าดินให้หนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร ให้น้ำทุกๆ 2-3 วัน เมื่อหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์อายุประมาณ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

2. การเตรียมชิ้นส่วนพืชและการฟอกฆ่าเชื้อ

เมื่อหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์อายุ 2 เดือน ตัดหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เลือกประมาณข้อที่ 3-4 จากปลายยอดของต้น โดยตัดให้บริเวณข้อของหญ้าอยู่ตรงกลางของชิ้นส่วนยาวประมาณ 5 เซนติเมตร จากนั้นทำความสะอาดผิวภายนอกด้วยน้ำสบู่และน้ำให้สะอาด นำมาแช่ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีการปลอดเชื้อ โดยใช้คลอโรกซ์ (Clorox) ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที และ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที (ผสมสารลดแรงตึงผิว 1-2 หยด ต่อสารละลายคลอโรกซ์ 100 มิลลิลิตร) ตามด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที (ดัดแปลงจากศิริณา, 2551) จากนั้นนำชิ้นส่วนข้อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาตากแห้งโดยลวกกาบใบและเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดออก ตัดบริเวณหัวท้ายที่ชำรุดให้เหลือบริเวณข้อที่อยู่ตรงกลางของชิ้นส่วนหญ้าให้มี ความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) จำนวน 1 ชิ้นต่อขวด เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อรอบวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

3. การศึกษาผลของสาร BAP ต่อการชักนำยอดจำนวนมาก

คัดเลือกยอดของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ที่เกิดและไม่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากขั้นตอนที่ 2 มาแยกยอดที่มีขนาดตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป ด้วยวิธีการปลอดเชื้อ นำไปเพาะเลี้ยงจำนวน 1 ยอดต่อขวด บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (Karasawa *et al.*, 2001) รวม 5 สูตรๆ ละ 30 ข้างๆ ละ 1 ขวด จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อรอบวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ บันทึกจำนวนยอดใหม่ที่มีความสูงตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป และวัดความสูงของยอดใหม่แต่ละยอดที่เกิดขึ้น โดยวัดจากโคนยอดถึงปลายใบที่สูงที่สุด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของสาร NAA ต่อการชักนำรากจำนวนมากจากยอดที่ได้จากตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมีสิ่งทดลองคือ NAA ระดับความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0.00 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ศึกษาสิ่งทดลองละ 30 ข้างๆ ละ 1 ขวด มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษาผลของสาร NAA ต่อการชักนำรากจำนวนมาก

นำยอดที่ได้จากการทดลองที่ 1 ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ด้วยวิธีการปลอดเชื้อ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพหลังจากการใช้ BAP จากนั้นนำยอดที่เกิดขึ้นใหม่ ไปเพาะเลี้ยงจำนวน 1 ยอดต่อขวด บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ระดับความเข้มข้น 0.00 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดัดแปลงจาก สุจิตราและคณะ, 2553) รวม 5 สูตรๆ ละ 30 ข้างๆ ละ 1 ขวด แล้วนำไปเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อรอบวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ บันทึกจำนวนรากที่เกิดขึ้นจากยอด 1 ยอด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

2. การย้ายปลูกลงจากขวดเพาะเลี้ยงลงสู่กระถางในสภาพแวดล้อมภายนอก

นำต้นหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ออกจากขวดเพาะเลี้ยงโดยใช้ปากคีบดึงต้นกล้าออกมาจากขวดอย่างระมัดระวัง จากนั้นแยกต้นกล้าออกจากต้นกล้า และล้างด้วยน้ำประปาให้สะอาด แล้วนำต้นกล้าไปปลูกในกระถางที่มีวัสดุปลูก และวางในที่พรางแสงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นย้ายออกวางในที่ที่มีแสงแดด อีก 1 สัปดาห์ สังเกตและบันทึกข้อมูลการรอดชีวิตของต้นกล้าที่ย้ายออกมาจากอาหารเพาะเลี้ยงแต่ละสูตร (ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของสาร BAP ต่อการชักนำยอดจำนวนมาก จากยอดที่ได้จากตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์

จากการทดลองชักนำยอดจำนวนมากจากยอดที่ได้จากตาข้างของหญ้าสายพันธุ์เนเปียร์ เมื่อเพาะเลี้ยง บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า จำนวนยอดที่เกิดขึ้นและความสูงของยอดใหม่ของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์จะไม่เกิดการแตกยอดใหม่เมื่อเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารที่ไม่เติม BAP แต่เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BAP ระดับความเข้มข้น 1-4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีการเกิดยอดใหม่แตกต่างกัน คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เกิดยอดใหม่มากที่สุด เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 3.5 ยอด ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 4.45 เซนติเมตร ส่วนหญ้าเนเปียร์แคะและเนเปียร์ธรรมดาเกิดยอดใหม่มากที่สุด เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 8.0 และ 5.5 ยอดตามลำดับ ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 3.52 และ 4.43 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 1) การที่หญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ตอบสนอง ต่อระดับความเข้มข้นของ BAP แตกต่างกัน และหญ้าเนเปียร์แคะเกิดยอดใหม่มากที่สุด นั้น เป็นเพราะถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (สังคม, 2547) โดยในหญ้าเนเปียร์ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มต้นสูง (มีความสูงมากกว่า 130 เซนติเมตรขึ้นไป) เช่น หญ้าเนเปียร์ธรรมดา เนเปียร์ไต้หวัน และกลุ่มต้นเตี้ย (มีความสูงน้อยกว่า 90 เซนติเมตร) เช่น หญ้าเนเปียร์แคะ ความสูงของต้นหญ้าเกิดจากการยืดปล้องที่เป็นผลมาจากการเจริญของเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) ที่อยู่ในบริเวณปล้องตอนล่าง ขณะที่การแตกหน่อ เกิดจากส่วนตาข้างที่อยู่ตรงข้อใบ (leaf axil) ซึ่งหญ้าเนเปียร์กลุ่มต้นเตี้ยจะมีปล้องที่สั้นกว่ากลุ่มต้นสูง ทำให้มีจำนวนข้อสำหรับเกิดตาข้างมากกว่ากลุ่มต้นสูง เมื่อเจริญออกมาแล้วจะกลายเป็นลำต้นเล็กๆ ล้อมรอบลำต้นเดิม (Halim *et al.*, 2013) สอดคล้องกับงานทดลองของวิรัช และคณะ (2539) ได้ศึกษาการแตกกอของหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์แคะ เนเปียร์ธรรมดา และเนเปียร์ยักษ์ในแปลงทดลอง โดยการนับจำนวนแขนงต่อกอก่อนการตัด ครั้งแรก พบว่า หญ้าเนเปียร์แคะมีจำนวนแขนงสูงสุด 11.7 แขนงต่อกอ รองลงมาคือ หญ้าเนเปียร์ธรรมดา และ เนเปียร์ยักษ์มีจำนวนแขนง 8.4 และ 7.0 แขนงต่อกอตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่จะพบว่า จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ จะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของ BAP ที่เพิ่มขึ้น แต่ตัวเลขที่ได้ยังไม่สม่ำเสมอ อาจเนื่องมาจากชิ้นส่วนข้อตำแหน่งที่ 3 และ 4 จากปลายยอดที่นำมาเพาะเลี้ยงมีสารควบคุมการเจริญเติบโตสะสมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน จึงทำให้การตอบสนองต่อ BAP แตกต่างกัน ดังเช่นการทดลองของ Rajasekaran *et al.* (1987) ที่วัดปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโต indole-3-acetic acid และ abscisic acid (ABA)

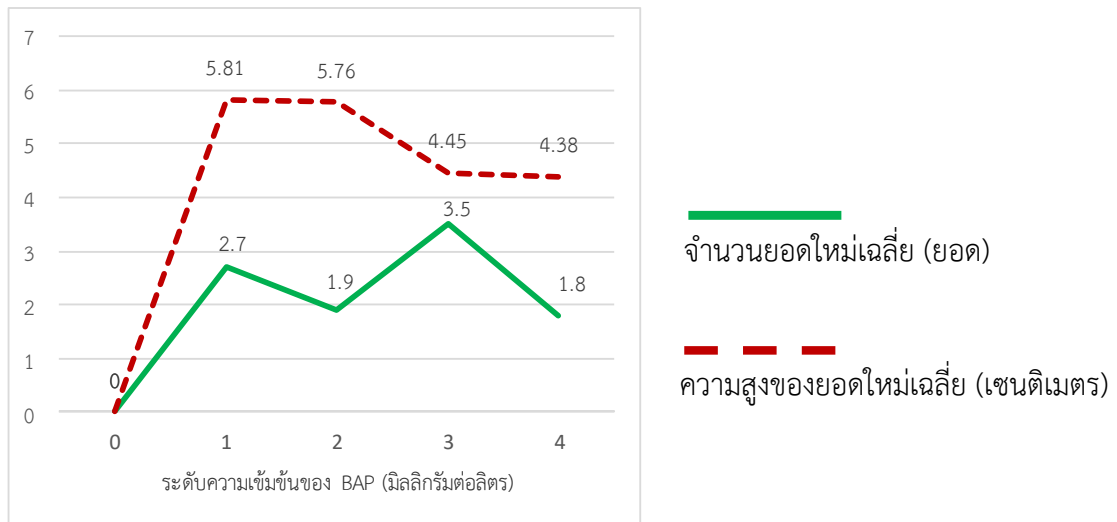
ที่อยู่ภายในใบของหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ บริเวณฐานใบ (basal) กลางใบ (middle) และปลายใบ (distal) ของใบอ่อน และชิ้นส่วนทั้งหมดของใบที่แก่เต็มที่ (fully expanded mature) โดยวิธี high-performance liquid chromatography (HPLC) และ radioimmunoassay (RIA) พบว่า ปริมาณสาร IAA และ ABA ที่พบในแต่ละชิ้นส่วนของใบมีปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ฐานใบมี IAA 19 นาโนกรัมต่อกรัม ABA 862 นาโนกรัมต่อกรัม กลางใบมี IAA 11 นาโนกรัมต่อกรัม ABA 282 นาโนกรัมต่อกรัม ปลายใบมี IAA 13 นาโนกรัมต่อกรัม ABA 97 นาโนกรัมต่อกรัม และชิ้นส่วนทั้งหมดของใบที่แก่เต็มที่ IAA 6 นาโนกรัมต่อกรัม ABA 364 นาโนกรัมต่อกรัม

เมื่อพิจารณาความสูงของยอดที่เกิดขึ้นใหม่พบว่า เมื่อความเข้มข้นของ BAP ยิ่งสูง ความสูงของยอดใหม่ ยิ่งลดลง (ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Karasawa *et al.* (2001) ได้เพาะเลี้ยงตายอดและตาข้าง ของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ Mineiro และ พันธุ์ Pioneiro บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และวิตามิน WPM ที่เติม BAP 0.00 4.44 8.88 13.32 และ 17.76 ไมโครโมลาร์ พบว่า ความสูงของยอดจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของ BAP สูงขึ้น โดยอาหารที่ไม่เติม BAP จะทำให้ความสูงของยอดสูงสุด คือ 4.12 และ 4.91 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับหญ้าเนเปียร์พันธุ์ Mineiro และ พันธุ์ Pioneiro ตามลำดับ ส่วนอาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 17.76 ไมโครโมลาร์ จะทำให้ยอดของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ Mineiro และ พันธุ์ Pioneiro สั้นที่สุด คือ 3.43 และ 3.23 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากระดับความเข้มข้นของ BAP ที่สูงขึ้น จะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เพราะไซโตไคนิน มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์นิวคลีเอส (มานี, 2542) ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ดีเอ็นเอ-โพลีเมอเรส (DNA polymerase) ซึ่งมีหน้าที่ในการตรวจสอบความผิดปกติของการเรียงลำดับเบสในสายดีเอ็นเอ ที่สร้างใหม่ รวมทั้งซ่อมแซมสายดีเอ็นเอที่มีการสังเคราะห์ผิดพลาด ดังนั้น ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่มากเกินไป จึงส่งผลต่อการขาดเอนไซม์นิวคลีเอสที่มีหน้าที่ตัดโมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ที่ผิดปกติออกจากสายดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ขึ้นในกระบวนการซ่อมแซมดีเอ็นเอให้ถูกต้อง จึงทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีนต่างๆ ได้ตามปกติ จนในที่สุดพืชอาจถูกยับยั้งการเจริญเติบโต (พิสุทธิ, 2559)

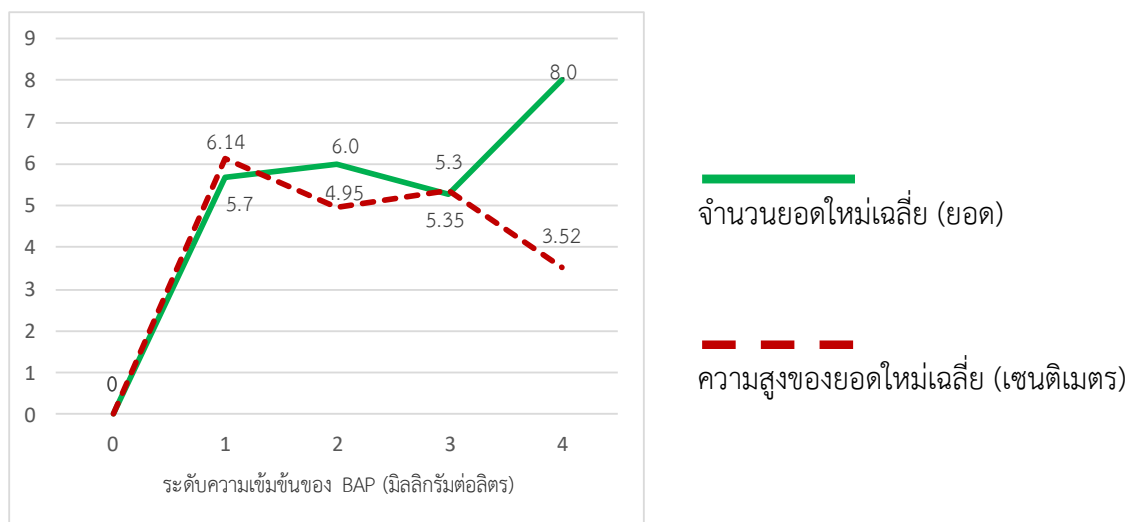
ตารางที่ 1 การเกิดยอดของหญ้าเนเปียร์พันธุ์เนเปียร์เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับ ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

BAP (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	เนเปียร์ปากช่อง 1			เนเปียร์แคะ			เนเปียร์ธรรมดา		
	จำนวน ยอด (ยอด)	จำนวน ยอดที่เกิด ใหม่เฉลี่ย (ยอด)	ความสูง ของยอด ใหม่เฉลี่ย (ซม.)	จำนวน ยอด (ยอด)	จำนวนยอด ที่เกิดใหม่ เฉลี่ย (ยอด)	ความสูง ของยอด ใหม่เฉลี่ย (ซม.)	จำนวน ยอด (ยอด)	จำนวน ยอดที่เกิด ใหม่เฉลี่ย (ยอด)	ความ สูงของ ยอด ใหม่ เฉลี่ย (ซม.)
0	30	0.0 ^d	-	30	0.0 ^c	-	30	0.0 ^d	-
1	30	2.7 ^b	5.81 ^a	30	5.7 ^b	6.14 ^a	30	3.5 ^{bc}	5.78 ^a
2	30	1.9 ^c	5.76 ^a	30	6.0 ^b	4.95 ^b	30	4.1 ^b	4.92 ^{ab}
3	30	3.5 ^a	4.45 ^b	30	5.3 ^b	5.35 ^{ab}	30	2.9 ^c	4.01 ^b
4	30	1.8 ^c	4.38 ^b	30	8.0 ^a	3.52 ^c	30	5.5 ^a	4.43 ^b

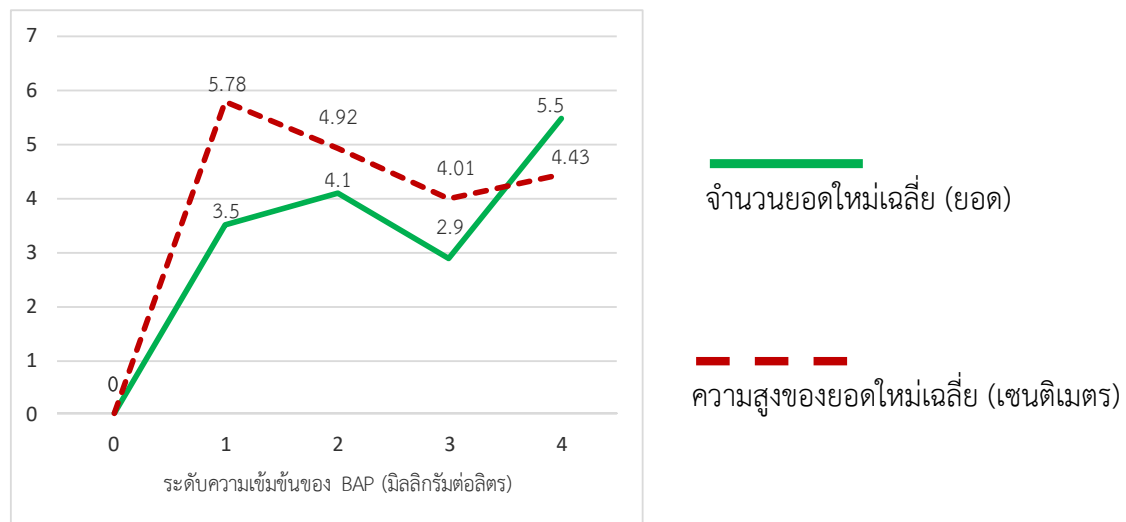
- abc ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



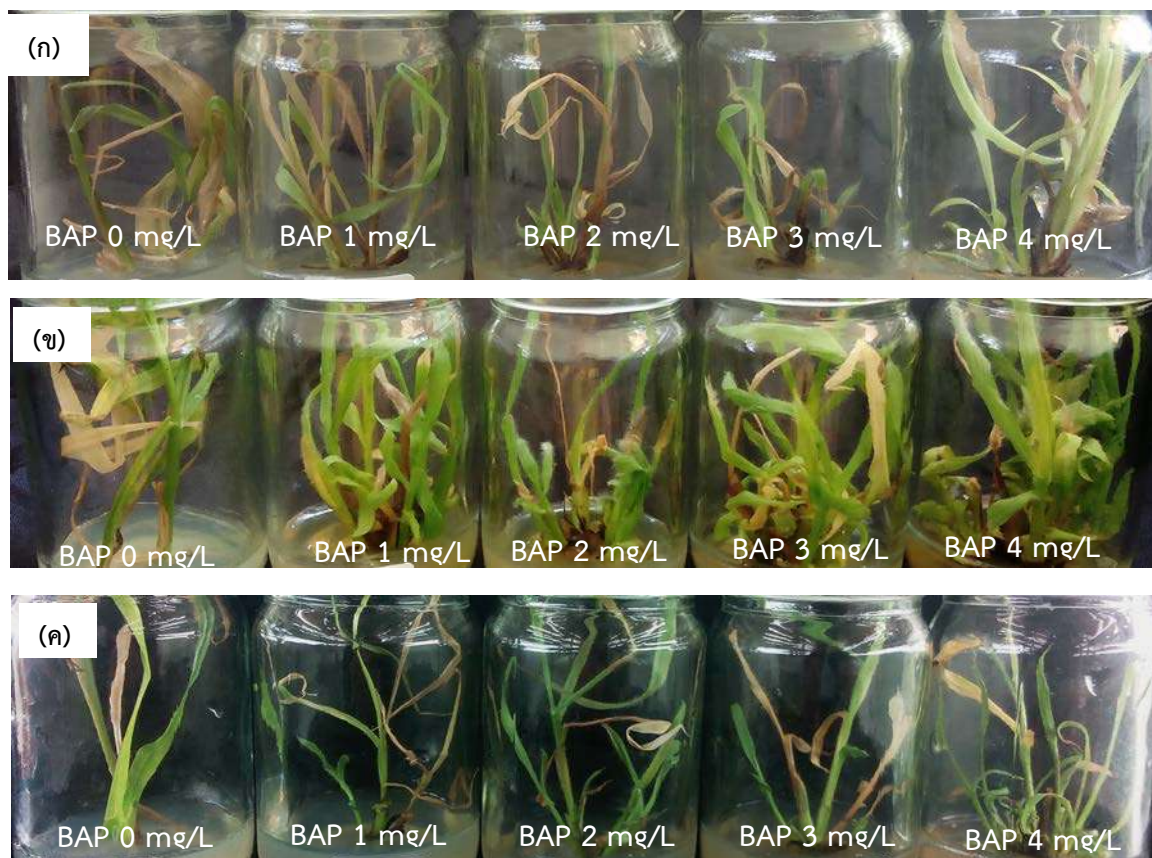
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนยอดที่เกิดใหม่และความสูงของยอดใหม่เฉลี่ยของหูก้าสายพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนยอดที่เกิดใหม่และความสูงของยอดใหม่เฉลี่ยของหูก้าสายพันธุ์เนเปียร์แคะที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนยอดที่เกิดขึ้นและความสูงของยอดใหม่เฉลี่ยของกล้วยสายพันธุ์เนเปียร์ธรรมดาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์



รูปที่ 4 การเกิดยอดของกล้วยสายพันธุ์เนเปียร์เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (ก) เนเปียร์ปากช่อง 1 (ข) เนเปียร์กระระ (ค) เนเปียร์ธรรมดา

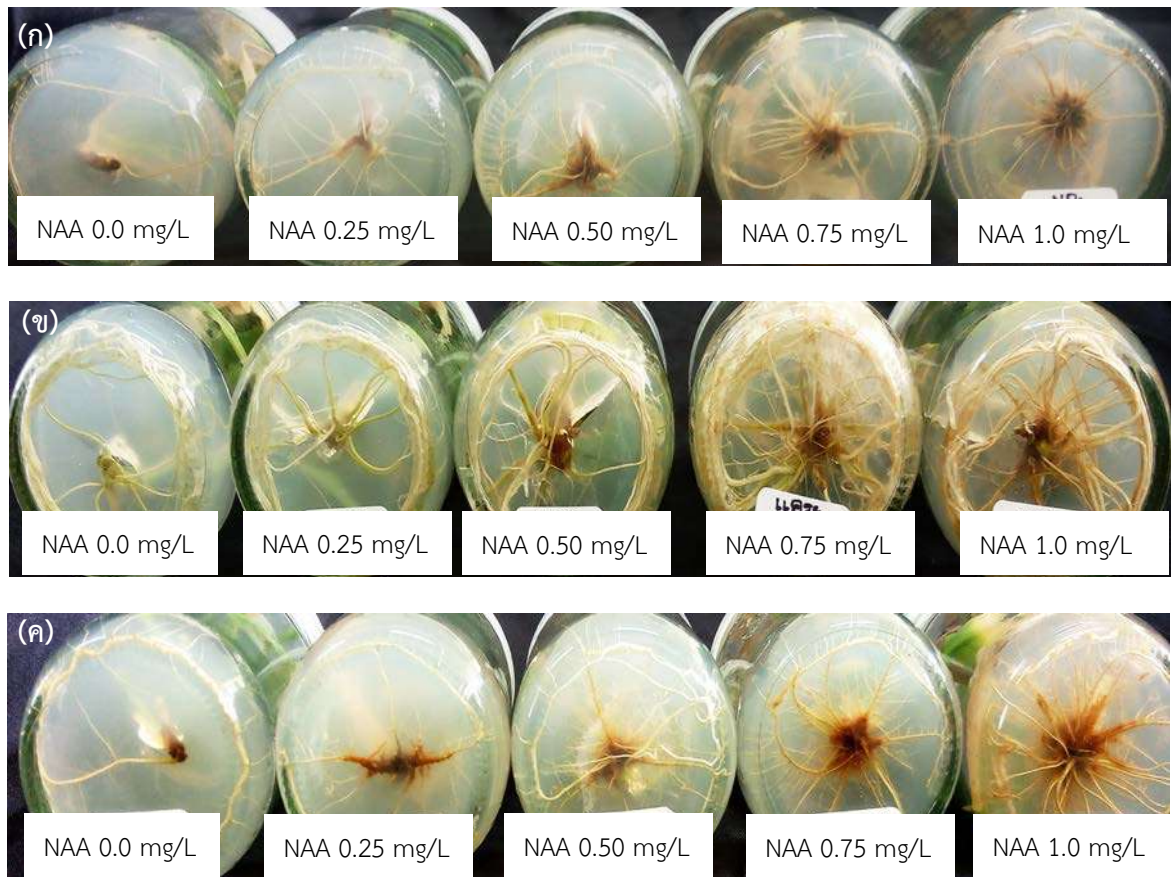
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของสาร NAA ต่อการชักนำรากจำนวนมากจากยอดที่ได้จากตาข้างของหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์

จากการทดลองชักนำรากจำนวนมากจากยอดที่ได้จากตาข้างของหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์ที่เพาะเลี้ยง บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ระดับความเข้มข้น 0.00 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ยอดของหนุ่เนเปียร์แต่ละสายพันธุ์สามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ในอาหารทุกสูตร แม้ว่าจะไม่เติม NAA เลยก็ตาม แต่จำนวนรากเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้หนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 เนเปียร์แคะ และเนเปียร์ธรรมดาเกิดรากโดยเฉลี่ยมากที่สุด คือ 27.0 16.0 และ 31.6 รากตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาจำนวนรากที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่าจำนวนรากที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเข้มข้นของ NAA ที่เติม ในอาหาร กล่าวคือ ความเข้มข้นของ NAA ยิ่งสูงจำนวนรากยิ่งเพิ่มขึ้น และเมื่อย้ายปลูกลงในกล้าหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์จากขวดเพาะเลี้ยงลงสู่กระถางเพาะชำในสภาพแวดล้อมภายนอก พบว่าต้นกล้าจากอาหารทุกสูตร สามารถปรับตัวได้ภายใน 2 สัปดาห์ และเจริญเติบโตได้ปกติ โดยมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากว่าต้นกล้ามีความแข็งแรง และมีจำนวนรากที่เพียงพอที่จะเจริญเติบโตได้

ตารางที่ 2 การเกิดรากของหนุ่สายพันธุ์เนเปียร์เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

NAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เนเปียร์ปากช่อง 1	เนเปียร์แคะ	เนเปียร์ธรรมดา
	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก)
0	4.0 ^c	6.0 ^c	2.8 ^e
0.25	6.8 ^c	9.5 ^b	7.8 ^d
0.50	10.0 ^b	8.0 ^b	14.8 ^c
0.75	11.2 ^b	15.8 ^a	19.8 ^b
1.00	27.0 ^a	16.0 ^a	31.6 ^a

- abc ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



รูปที่ 5 การเกิดรากของหน้าสายพันธุ์เนเปียร์เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (ก) เนเปียร์ปากช่อง 1 (ข) เนเปียร์แคะ (ค) เนเปียร์ธรรมดา

สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สูตรอาหารที่ชักนำให้หน้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เกิดยอดมากที่สุด คือ อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 3.5 ยอด ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 4.45 เซนติเมตร และสูตรอาหารที่ชักนำให้หน้าเนเปียร์แคะและเนเปียร์ธรรมดาเกิดยอดมากที่สุด คือ อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดยอดใหม่เฉลี่ย 8.0 และ 5.5 ยอด ตามลำดับ ความสูงของยอดใหม่เฉลี่ย 3.52 และ 4.43 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. สูตรอาหารที่ชักนำให้หน้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เนเปียร์แคะ และเนเปียร์ธรรมดา เกิดรากมากที่สุดคือ อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเกิดรากเฉลี่ย 27.0 16.0 และ 31.6 ราก ตามลำดับ และเมื่อย้ายปลูกต้นกล้าจากขวดเพาะเลี้ยงลงสู่กระถางเพาะชำในสภาพแวดล้อมภายนอก ต้นกล้าจากอาหารทุกสูตร สามารถปรับตัวได้ภายใน 2 สัปดาห์ และเจริญเติบโตได้ปกติ โดยมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดลองที่มีการเติม BAP กับ NAA รวมกัน (combination) ในสูตรอาหาร เพื่อจะได้ทราบสัดส่วนของ BAP และ NAA ที่เหมาะสมในการชักนำให้หน่อยาสาพันธุ์เนเปียร์เกิดทั้งยอดและรากจำนวนมากพร้อมกัน
2. อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ไม่เติม NAA สามารถชักนำให้หน่อยาสาพันธุ์เนเปียร์เกิดราก และมีจำนวนรากเพียงพอที่เจริญเติบโตได้ หากต้องการลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนของการชักนำให้เกิดรากก็ไม่จำเป็นต้องเติม NAA ลงไปในอาหาร
3. ในขั้นตอนการย้ายปลูกลงกล้าจากขวดเพาะเลี้ยงลงสู่กระถางเพาะชำในสภาพแวดล้อมภายนอกควรสังเกตการเจริญเติบโตมากกว่า 2 สัปดาห์ และควรมีการเก็บข้อมูลในด้านการเจริญเติบโต เช่น ความสูงของ ลำต้น ความกว้างและความยาวของใบ ฯลฯ

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2549. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศิรณา อุทุมพฤษพร. 2551. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในหญ้าแพงโกลาโดยรังสีแกมมาพร้อมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิสุทธิ พวงนาค. 2559. ผลของ 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีนที่มีต่อการเพิ่มจำนวนยอดสลัดน้ำ (*Nasturtium officinale* R. Br.) จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดและตาข้าง. ว.วิทย. มข. 44(3): 530-541.
- มานี เตื้อสกุล. 2542. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช: ไซโตไคนิน. สถาบันราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.
- วิรัช สุขสรานู ชิต ยุทธวรวิทย์ และพูนศรี ศุกระจุจ. 2539. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. น. 183-197. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2539. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นพื้นฐาน. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2547. สรีรวิทยาของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุจิตรา เพชรคง สุรางค์ สุมโนจิตรารักษ์ และชมพูนุช มรรคทรัพย์. 2553. ศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อและผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ไผ่ใบพายชนิด *Cryptocoryne cordata*. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- Halim, R.A, S. Shampazurini and A.B. Idris. 2013. Yield and nutritive quality of nine Napier grass varieties in Malaysia. Malaysian Journal of Animal Science. 16(2): 37-44.

- Karasawa, M.M.G, J.E.B.P. Pinto, A.V. Pereira, J.C. Pinto and F.G. Silva. 2001. *In vitro* propagation of *Pennisetum purpureum* Schum. Available source: [www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/id1315. pdf](http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/id1315.pdf), May 21, 2014.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant.* 15: 473-197.
- Pongtongkam, P, S. Nilratmisakorn, S. Piyachoknakul, A. Thongpan, J. Aranananth, K. Kowitwanich and S. Tadsri. 2005. Inducing salt tolerance in Purple guinea grass (*Panicum maximum* TD58) via gamma irradiation and tissue culture. *Kasetsart J. (Nat. Sci)* 39: 681-688.
- Rajasekaran, K, M.B. Hein, G.C. David, M.G. Carnes and I.K. Vasil. 1987. Endogenous growth regulators in leaves and tissue culture of *Pennisetum purpureum* Schum. *Physiol Plant.* 130: 13-25.

ผลของระยะปลูกที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพ ของเมล็ดพันธุ์ถั่ววิกน่า (*Vigna umbellata*)

จรรยาโรจน์ จันทศิริ^{1/} วิณาพร จันทะสินธุ์^{1/} วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะปลูกถั่ววิกน่า (*Vigna umbellata*) ที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปางในชุดดินเรณู ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนเมษายน 2559 – เดือนมีนาคม 2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกแบบให้เถาเลื้อยพันค้ำ โดยเปรียบเทียบระยะปลูกถั่วที่ต่างกัน 4 ระยะ ได้แก่ ระยะห่างระหว่างต้น x ระยะห่างระหว่างแถว ที่ 30 x 90 60 x 90 90 x 90 และ 100 x 100 เซนติเมตร พบว่า ทุกระยะปลูกให้ปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ใกล้เคียงกัน คือ 313.60, 327.41, 318.72 และ 307.88 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ทุกระยะปลูกยังให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี คือ มีความบริสุทธิ์ ความงอกของเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ระหว่าง 99.05-99.5 และ 95.5-99.75 เปอร์เซ็นต์ และ 20.26-20.70 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : ถั่ววิกน่า ระยะปลูก เมล็ด ผลผลิต

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-051

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

Effect of plant spacing on seed yield and quality of *Vigna umbellata*

Jaroonroch Chantarasiri^{1/} Winaphorn Chanthasin^{1/} Vutthiphun Natewichai^{1/}

Abstract

The effect of plant spacing of *Vigna umbellata* grown on trellises on seed yield and seed quality was studied at Lampang Animal Nutrition Research and Development Center during April 2016 – March 2017 on Renu soil series. *Vigna* was established from seed in different spacing: 30 x 90 cm, 60 x 90 cm, 90 x 90 cm and 100 x 100 cm. Plot were arranged in randomized complete block design with 4 replications. Seed were harvested at 5 months after establishment. The results showed that all plant spacing were no significant difference of pure seed yield (313.60, 327.41, 318.72 and 307.88 kg/rai, respectively). Every plant spacing were produced high quality of seed such as seed purity, seed germination and 1,000 seed weight were between 99.05-99.5%, 95.5-99.75% and 20.26-20.70 grams, respectively.

Keywords: *Vigna umbellata*, plant spacing, seed, yield

Registered No.: 60(2)-0214-051

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hangchat, Lampang.

คำนำ

การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงได้ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี ที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนสูงกว่าพืชตระกูลหญ้า แต่ถึงแม้พืชตระกูลถั่วจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่า แต่ก็มีพันธุ์ถั่วเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย รวมถึงได้รับการยอมรับจากเกษตรกรจากการส่งเสริมให้ปลูก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความยุ่งยากในการดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว การแปรรูป การเก็บรักษา หรือปัญหาด้านต้นทุนการผลิตที่สูง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงต้องใช้อาหารหยาบ เช่น ฟางข้าว หรือผลพลอยได้ทางการเกษตรอื่นๆ เป็นหลัก ซึ่งวัตถุดิบอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่แล้วมักจะมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องเสริมอาหารชั้นในระดับสูง เป็นผลให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการหาพันธุ์ถั่วที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย ให้ปริมาณผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการสูง รวมถึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้นเช่นประเทศไทยนั้น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์

ถั่ววิกน่า (*Vigna umbellata*) หรือทางภาคเหนือของไทยเรียกว่า ถั่วแปป้า เป็นถั่วฤดูเดียว มีลักษณะเป็นเถาเลื้อย เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ มีความยาวเถามากกว่า 3 เมตร สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 18-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 700-1,500 มิลลิเมตรต่อปี ทนแล้งได้ดี สามารถปลูกได้ทั้งในดินทรายและดินเหนียวที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 5-8.5 (Anonymous, 2017) ต้นกำเนิดของถั่วชนิดนี้อยู่ในแถบอินโดจีน และพบกระจายอยู่ทางตอนใต้ของประเทศจีน ภาคเหนือของประเทศเวียดนาม ลาว ไทย พม่า อินเดียและเนปาล (Kamal *et al.*, 2009) จากรายงานของ วรภา (2548) แสดงให้เห็นว่าแถบภาคเหนือของไทย และรัฐมณฑลยูนนานของพม่า อาจเป็นแหล่งที่มีการนำเอาถั่ววิกน่าป่าเข้ามาเพาะปลูก โดยมักพบถั่วชนิดนี้ในพื้นที่ที่มีแสงมาก มีลักษณะเด่นคือสามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้น เติบโตได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เมล็ดมีความทนต่อการทำลายของแมลง ส่วนลำต้นและใบสามารถผลิตเป็นถั่วแห้งได้เนื่องจากใบไม่หลุดร่วง ดังนั้นในแง่ของการนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ จึงมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นถั่วพื้นถิ่นซึ่งสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย สามารถให้ผลผลิตค่อนข้างมาก มีคุณค่าทางโภชนาการและมีความน่ากินสูง นอกจากนี้ทุกส่วนของต้นถั่ววิกน่ายังสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสำหรับสัตว์ได้อีกด้วย (HDRA the organic organization, 2002) โดยพบว่า เมล็ดถั่ววิกน่า ต้นถั่ววิกน่าตัดสด (fresh forage) ต้นถั่ววิกน่าแห้ง (hay) และต้นถั่ววิกน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวฟัก (straw) มีโปรตีนหยาบที่คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้งเท่ากับ 21 19 16 และ 14 ตามลำดับ (Feedipedia, 2014) อีกทั้งยังเคยมีรายงานการนำมาปลูกเพื่อปล่อยให้โคและเล็ม หรือตัดเสริมให้กิน พบว่าสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารชั้นได้ โดยที่การให้ผลผลิตและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ยังเป็นที่น่าพอใจ

โดยทั่วไปถั่ววิกน่าปลูกและขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด จึงทำให้การเพิ่มพื้นที่ปลูกทำได้ง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถั่ววิกนามีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบคุณภาพสูง หรือสามารถนำเมล็ดมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารชั้นในสูตรอาหารสัตว์ได้ ก็จะเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีความสำคัญในอนาคต ดังนั้นการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วชนิดนี้จึงมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการที่จะส่งเสริมหรือแนะนำให้เกษตรกรปลูกไว้ใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อเพิ่มคุณภาพอาหารหยาบ ลดต้นทุนด้านอาหารในการผลิตสัตว์ ในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพนั้น ความหนาแน่นของต้นถั่วที่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะหากมีความหนาแน่นมากหรือน้อยเกินไปอาจทำให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ลดลง เนื่องจากความหนาแน่นของต้นถั่วมีผลต่อปริมาณแสงที่เหมาะสมสำหรับตาที่

จะเจริญไปเป็นดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่ววีกนาซึ่งเป็นถั่วที่มีการเจริญเติบโตแบบเถาเลื้อย การปลูกแบบขึ้นค้างอาจช่วยในการใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาระยะปลูกถั่ววีกนาที่ปลูกแบบให้เถาเลื้อยพันค้าง เพื่อจะได้นำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์สนับสนุนให้แก่เกษตรกรนำไปขยายและกระจายพันธุ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง ชุดดินเรณู ระหว่างเดือนเมษายน 2559-มีนาคม 2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ โดยสิ่งทดลองคือ ระยะปลูกถั่ว 4 ระยะ ได้แก่ ระยะห่างระหว่างต้น x ระยะห่างระหว่างแถว ที่ 30 x 90 60 x 90 90 x 90 และ 100 x 100 เซนติเมตร

การเตรียมพื้นที่

เตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถตะ 1 ครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง และไถพรวน 2 ครั้ง ปรับระดับหน้าดินให้มีความสม่ำเสมอ เตรียมแปลงขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 4 x 6 เมตร จำนวน 16 แปลง โดยมีระยะห่างระหว่างแปลง 2 เมตร เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน Available P Exchangeable K และ pH ของดิน

การปลูก

ปลูกถั่ววีกนาในวันที่ 27 มิถุนายน 2559 โดยก่อนปลูกใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น

การปลูกแบบให้เถาเลื้อยพันค้าง ใช้ไม้ไผ่ยาว 2.5 เมตร ปักทำค้าง โดยในแถวเดียวกันปักไม้ห่างกัน 60 เซนติเมตร เอียงพาดไขว้กับไม้ของอีกแถวลักษณะคล้ายหน้าจั่ว วางไม้ไผ่พาดตามยาวด้านบนระหว่างแต่ละจั่ว แล้วยึดให้แน่น หลังจากนั้นใช้ไม้ไผ่พาดขวางระหว่างแต่ละค้างในแถวเดียวกันจำนวน 2 ลำ แต่ละลำห่างกัน 50 เซนติเมตร เพื่อให้เถาถั่ววีกนาเลื้อยขึ้นพันค้างที่เตรียมไว้

การดูแลและบำรุงรักษา

เมื่อต้นถั่วอายุ 30 วันหลังจากปลูก ถอนแยกต้นถั่วให้เหลือหลุมละ 1 ต้น กำจัดวัชพืช หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

หลังจากถั่วเริ่มติดฝักและเมล็ดสุกแก่ ใช้แรงงานคนทยอยเข้าเก็บเกี่ยวฝักทุกวันตามความสุกแก่ในแต่ละแปลงจนหมด (เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม) นำฝักถั่วที่ได้มาตากลดความชื้น แยกเมล็ดออกจากฝักและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลโดยสุ่มวัดความกว้าง-ยาวของฝัก ความกว้าง-ยาวของเมล็ด สุ่มนับจำนวนเมล็ดในแต่ละฝัก ซึ่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ที่ได้ทั้งหมดในแต่ละแปลง และสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ในแต่ละแปลงเพื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการของ International Seed Testing Association (2015) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ความบริสุทธิ์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์ความงอก ปรับน้ำหนักเมล็ดที่ระดับความชื้น 9 เปอร์เซ็นต์ นำข้อมูลมาคำนวณค่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ (Pure Germinated Seed Yield; PGSY)

คำนวณค่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่หักได้จากสูตร

$$PGSY = \frac{\% \text{ ความบริสุทธิ์} \times \% \text{ ความงอก} \times \text{ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่)}}{100 \times 100}$$

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธี Analysis of Variance ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (2559) พบว่าดินก่อนการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.2 ซึ่งอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัด (คืออยู่ในช่วง 4.6-5.5) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 1.1 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (คืออยู่ในช่วง 1.1-1.5 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 19.29 ppm อยู่ในระดับปานกลาง (คืออยู่ในช่วง 13-24 ppm) ส่วนโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 40.48 ppm อยู่ในระดับต่ำ (คืออยู่ในช่วง 0-40 ppm) และไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำมาก (น้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) (พัชรและคณะ, 2550) จึงได้ปรับปรุงสภาพดินก่อนปลูก โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ภายหลังการทดลองพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 1.25 เปอร์เซ็นต์ และ 20.87 ppm ตามลำดับ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 47.08 ppm อยู่ในระดับปานกลาง (คืออยู่ในช่วง 41-60 ppm) ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังการทดลองยังคงมีปริมาณเท่ากับดินก่อนการทดลองคือ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าจะถูกพืชดูดซึมนำไปใช้ในการเจริญเติบโตแล้วก็ตาม

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ข้อมูล	pH	OM (%)	Total N (%)	Available P (ppm)	Exchangeable K (ppm)
ก่อนการทดลอง	5.2	1.11	0.06	19.29	40.48
หลังการทดลอง	4.8	1.25	0.06	20.87	47.08

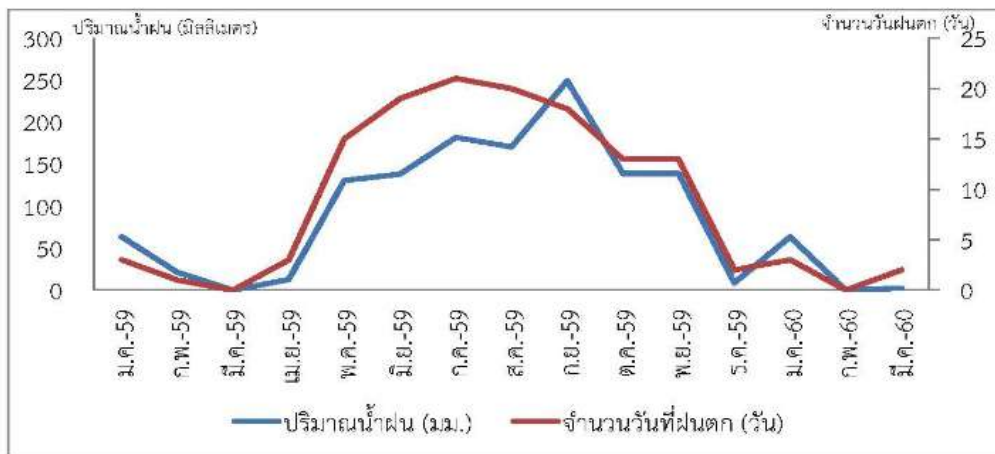
- ที่มา: วิเคราะห์โดย กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

สภาพภูมิอากาศ

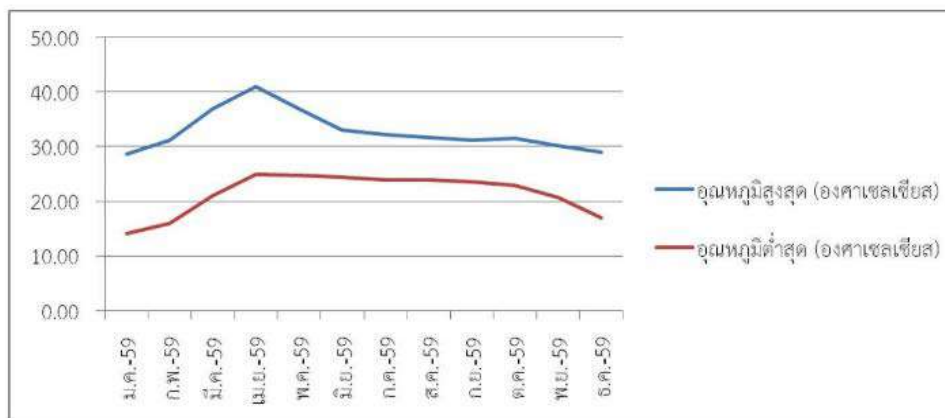
จากการทดลองในปี พ.ศ.2559 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดทั้งปี 1,253.8 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตก 128 วัน ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีสูงกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2549-พ.ศ.2558) ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพียง 1,172.15 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตก 118 วัน ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-เดือนพฤศจิกายน มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 100 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนจะลดลงในเดือนธันวาคม (ภาพที่ 1) อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในเดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม มีค่าใกล้เคียง

เคียงกันทุกเดือน คือ 31.94 และ 23.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิจะเริ่มลดลงในเดือนพฤศจิกายน (ภาพที่ 2) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศระหว่างการปลูกถึงเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-เดือนธันวาคม) มีค่าอยู่ในช่วง 79.75-86.02 (ภาพที่ 3) (สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำปาง, 2560)

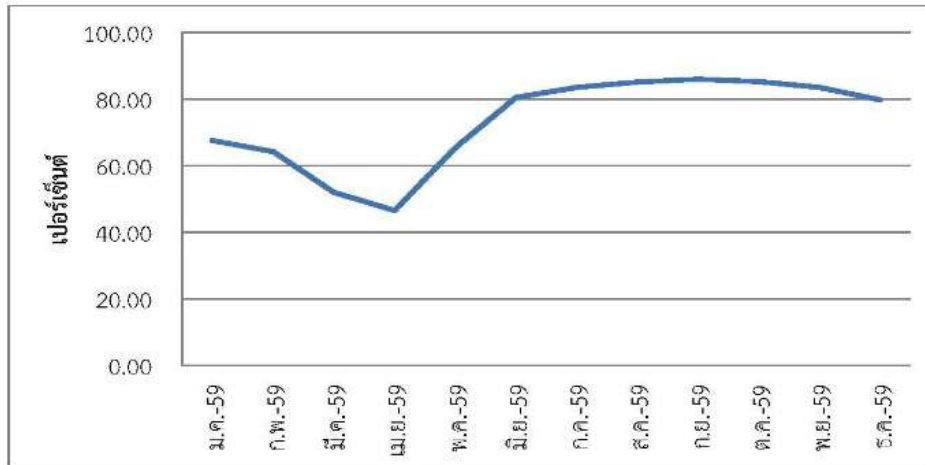
จากสภาพภูมิอากาศในช่วงทดลองพบว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่ววิกน่า และการปลูกในช่วงฤดูฝน ทำให้ปริมาณน้ำฝนมีมากเพียงพอที่จะไม่ต้องให้น้ำแก่ต้นถั่ว นอกจากนั้น ถั่ววิกน่าเป็นพืชวันสั้น ต้องการความยาวนานแสงของช่วงวันน้อยกว่า 12 ชั่วโมง (Anonymous, 2017) ดังนั้นความยาวนานของแสงแดดในช่วงทดลอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.25 ชั่วโมงต่อวัน (ภาพที่ 4) จึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตเพื่อออกดอกของต้นถั่ว



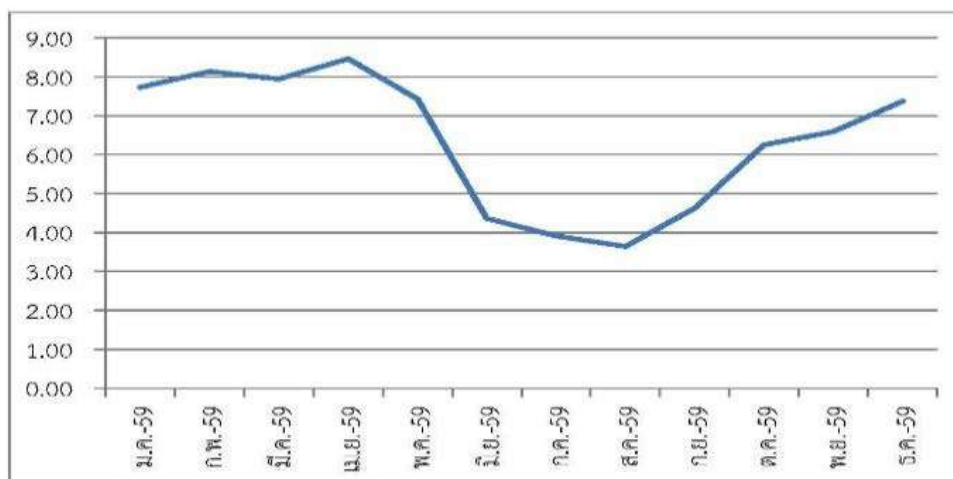
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกในแต่ละเดือนของปีที่ทำการทดลอง (2559)



ภาพที่ 2 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละเดือนของปีที่ทำการทดลอง (2559)



ภาพที่ 3 ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละเดือนของปีที่ทำการทดลอง (2559)



ภาพที่ 4 ความยาวนานของแสงแดดเฉลี่ย (ชั่วโมง) ในแต่ละเดือนของปีที่ทำการทดลอง (2559)

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์

ถั่วจะเริ่มออกดอกในวันที่ 5 ตุลาคม 2559 จากการสังเกตพบว่า ถั่วในแต่ละแปลงจะออกดอกในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน และในระยะที่ถั่วออกดอก ติดฝัก และฝักกำลังติดเมล็ดนั้น พบว่ามีแมลงศัตรูพืชที่สำคัญเข้าทำลายดอกและใบ ได้แก่ ตัวง้ำน้ำมัน (*Mylabris pustulata* (Thunberg)), หนอนกระทู้ (*Spodoptera litura* (Fabricius)) และหนอนเจาะฝักถั่วมารูค่า (*Maruca testulalis* (Hubner)) โดยเริ่มเข้าทำลายในวันที่ 28 ตุลาคม 2559 หลังจากเริ่มพบความเสียหาย ได้จับตัวง้ำน้ำมันเพื่อนำไปกำจัดทิ้ง และพ่นสารกำจัดแมลง (คลอพินาเพอร์ อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) 2 ครั้ง โดยห่างกัน 1 สัปดาห์ เมื่อฝักถั่วเริ่มสุกแก่ประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน ได้ทยอยเข้าเก็บเกี่ยวจนหมดทุกวันในทุกแปลง โดยฝักแก่ที่เก็บรวบรวมได้จะถูกนำมาผึ่งให้แห้ง โดยแขวนเก็บภายในถุงตาข่ายไนลอน กระทั่งเก็บฝักแก่จนหมดทั้งแปลงในวันที่

16 ธันวาคม 2559 ผลผลิตเมล็ดที่ได้หลังทำความสะอาดเมื่อปรับความชื้นที่ 9 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยในทุกระยะปลูกมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 315.40, 330.56, 320.33 และ 309.83 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ มากกว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตเมล็ดพันธุ์จากการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงของถั่วคาวาลเคดในประเทศไทยที่รายงานโดยวีระศักดิ์และจรูญโรจน์ (2542) ซึ่งสามารถผลิตได้เพียง 70-130 กิโลกรัมต่อไร่ และ มากกว่าค่าเฉลี่ยของการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วคาวาลเคดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยที่รายงานโดยรัชดาวรรณและคณะ (2547) ที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้เพียง 302.50 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากเก็บเกี่ยวโดยการเกี่ยวเถาและนำมาตากบนลานตาก นวดโดยใช้ท่อนไม้ทุบเพื่อให้เมล็ดหลุดออกจากฝัก หลังจากนั้นเก็บเมล็ดโดยใช้ตะแกรงร่อนเพื่อให้เมล็ดแยกออกจากฝัก

จากการทดลองครั้งนี้หากในช่วงแรกดอกและฝักของถั่ววิกนาไม่ถูกทำลายโดยแมลงศัตรูพืช และ เมล็ดบางส่วนไม่ร่วงหล่นก่อนการเก็บ คาดว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์น่าจะได้มากกว่านี้ เหตุที่เมล็ดบางส่วนร่วงหล่นออกจากฝักที่แก่จัดก่อนการเข้าเก็บเกี่ยว เป็นเพราะถั่วชนิดนี้ติดฝักและสุกแก่พร้อมกันเป็นจำนวนมาก ใบที่มีปริมาณมากและลำต้นที่เลื้อยพันกันหนาแน่น ประกอบกับรูปแบบการทำความชื้นที่มีระยะห่างระหว่างค้างเพียง 90 เซนติเมตร ทำให้มีการเลื้อยพันกันระหว่างค้าง ส่งผลให้ยากลำบากในการเข้าเก็บฝักถั่ว แต่ถึงแม้ว่าต้นถั่วจะเลื้อยพันกันอย่างหนาแน่นและด้วยปริมาณใบที่มาก ก็ไม่พบว่ามีใบถั่วด้านล่างที่ไม่ได้รับแสงแดด ร่วงหล่นหรือทับถมกันจนเน่าตายเหมือนถั่วคาวาลเคด (รัชดาวรรณ และคณะ, 2547)

ตารางที่ 2 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่ววิกนาที่ระยะห่างในการปลูกต่างกัน

ระยะปลูก (ชม. X ชม.)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์รวม ที่ระดับความชื้น 9% (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ บริสุทธิ์ (Pure Seed Yield; PSY) (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ บริสุทธิ์ที่งอกได้ (Pure Germinated Seed Yield; PGSY) (กก./ไร่)
30 x 90	315.40	313.60	312.76
60 x 90	330.56	327.41	320.85
90 x 90	320.33	318.72	304.19
100 x 100	309.83	307.88	293.27
เฉลี่ย	319.03	316.90	307.77
significant	NS	NS	NS
CV (%)	2.76	2.61	3.84

คุณภาพเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ความงอก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ตามมาตรฐาน International Seed Testing Association (ISTA) ผลการทดลองพบว่าที่ระยะการปลูกต่างกัน ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น ความงอก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มที่ระยะปลูกที่ 60 x 90 เซนติเมตร จะให้ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้มากกว่าการปลูกด้วยระยะปลูกอื่นๆ (ตารางที่ 3) นอกจากนั้น ทุกระยะปลูกยังมีค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อฝัก ความกว้าง-ยาวของฝัก และความกว้าง-ยาวของเมล็ด ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่ววีกนาที่ระยะปลูกต่าง ๆ กัน

ระยะปลูก (ซม. X ซม.)	ความชื้น (%)	ความบริสุทธิ์ (%)	ความงอก (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
30 x 90	9.98	99.42	99.75	20.70
60 x 90	9.92	99.05	98.25	20.28
90 x 90	9.72	99.50	95.50	20.27
100 x 100	9.98	99.40	95.50	20.26
เฉลี่ย	9.90	99.34	97.25	20.38
Significant	NS	NS	NS	NS
CV (%)	1.20	0.20	2.17	1.06

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝัก ความกว้างและความยาวของฝักและเมล็ดพันธุ์ถั่ววีกนา ที่ระยะปลูกต่าง ๆ กัน

ระยะปลูก (ซม. X ซม.)	ความกว้างของ ฝัก (มิลลิเมตร)	ความยาวของ ฝัก (มิลลิเมตร)	ความกว้าง ของเมล็ด (มิลลิเมตร)	ความยาวของ เมล็ด (มิลลิเมตร)	จำนวนเมล็ด ต่อฝัก (เมล็ด)
30 x 90	2.32	61.79	2.07	4.43	8.80
60 x 90	2.42	58.90	2.16	4.30	8.52
90 x 90	2.54	60.57	2.14	4.24	8.90
100 x 100	2.20	58.34	2.05	4.30	8.42
เฉลี่ย	2.37	59.90	2.11	4.32	8.66
significant	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	6.22	2.63	2.55	1.80	2.59

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาการปลูกถั่ววีกนาแบบให้เลื่อยพันค้ำที่ระยะปลูกต่าง ๆ กัน ที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สรุปได้ดังนี้

1. การปลูกถั่ววีกนาในระยะปลูกที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ทุกระยะปลูกของถั่ววีกนาในรูปแบบปล่อยให้ต้นถั่วเลื่อยพันค้ำ ทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความบริสุทธิ์ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

การปลูกถั่ววีกนาเพื่อการผลิตเมล็ดแบบประณีตนั้น นอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน และระยะปลูกที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์แล้ว รูปแบบการทำค้ำให้

ถั่วเลื้อยพันยังเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเช่นกัน เพราะเมื่อต้นถั่ววิกนาเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นและกิ่งก้านจะเลื้อยพันกันอย่างหนาแน่นและไร้ทิศทาง ประกอบกับการมีปริมาณใบมากและขนาดใบค่อนข้างใหญ่ จะมีผลต่อปริมาณแสงที่ถั่วจะได้รับเพื่อการเจริญเติบโตของตาไปเป็นดอก นอกจากนั้นการที่ฝักถั่วสุกแก่พร้อมกันในปริมาณมาก และเปราะแตกง่ายเมื่อฝักแก่จัด ทำให้เมล็ดร่วงหล่นและลำบากในการเข้าเก็บ ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตเมล็ดน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการทำให้มีระยะห่างระหว่างค้างที่เหมาะสมและสะดวกต่อการเข้าเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ส่วนการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชต่างๆ ในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของถั่ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มออกดอกและติดฝักนั้น จำเป็นต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ และควรหาแนวทางในการป้องกันกำจัดให้ทันทั่วๆ ทั่วๆ ตามจากการทดลองจะเห็นว่าระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่ววิกนา ดังนั้นเกษตรกรสามารถเลือกใช้ระยะปลูกที่ 100 x 100 เซนติเมตร เพื่อประหยัดเมล็ดพันธุ์ และประหยัดเวลาในการปลูกได้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. รายงานผลทดสอบ งานวิเคราะห์ soil.
- พัชรี ชีวจินดาจร อุบล หินเอาจี พงนิย แสงมณี และรศ.ดร.สุศักดิ์ เสรีพงศ์. 2550. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยวิธีการวิเคราะห์ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก.ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.
- รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ วีระพล พูนพิพัฒน์ และเสนห์ กุลนะ. 2547. ผลของระยะการตัดที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วคาวาลเคด ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย. น. 174-181. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2547. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วรภา สีหลักษณ์. 2548. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของ *Asian Vigna* วิเคราะห์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล AFLP และ SSR และการผสมข้ามชนิดระหว่าง *Vigna radiata* และ *Vigna spp.* วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วีระศักดิ์ จิโนแสง และจรรยาโรจน์ จันทศิริ. 2542. คาวาลเคด: การผลิตเมล็ดพันธุ์และการทำถั่วแห้ง. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ปีที่ 4(1): 19-24.
- สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำปาง. 2560. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศจังหวัดลำปาง.
- Anonymous. 2017. *Vigna umbellata*. Available source: <http://www.tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Vigna+umbellata>. May 25, 2017.
- Feedipedia. 2014. Rice Bean (*Vigna umbellata*). Available source: <http://www.feedipedia.org/node/234>. May 22, 2016.
- HDRA-the organic organization. 2002. Rice Bean, *Vigna umbellata*. Available source: http://www.gardenorganic.org.uk/pdfs/international_programme/TGM21-Rice_bean.pdf. June 2, 2013.
- International Seed Testing Association. 2015. International rules for seed testing 2015. International Rules for Seed Testing, 2015(1): i - 19-8.

Kamal Khadka and Barun Dev Achrya. 2009. Cultivation Practies of Rice Bean. 1st. Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, Nepal. 28 p.

ผลของอายุท่อนพันธุ์ต่อการงอกและผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ศุภวันจักรี ดอนไสว^{1/} อภินันท์ จินดานิรตุล^{2/} สรายุทธ์ ไทยเกื้อ^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุท่อนพันธุ์ต่อการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง คือ ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์โสธร ระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม 2558 ปริมาณน้ำฝนในปี 2556-2558 มีค่า 988 1,164 และ 1,252 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีอัตราการงอกร้อยละ 68.4 32.7 และ 34.2 ตามลำดับ นับจากวันเพาะความงอก 7 วัน และส่วนที่เหลือ สามารถงอกได้ภายใน 14 วัน โดยข้อที่อยู่ส่วนปลายจะงอกก่อน ส่วนกลาง และส่วนโคน ตามลำดับ ผลผลิตท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน เท่ากับ 38,477 42,590 และ 40,970 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยท่อนพันธุ์อายุ 3 และ 4 เดือนจะใกล้เคียงกัน แต่มากกว่าท่อนพันธุ์อายุ 2 เดือน หลังจากตัดเตรียมท่อนพันธุ์แล้วจะมีพื้นที่ใช้เลี้ยงสัตว์คิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ 1,963.2 1,876.1 และ 1,802.1 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีโปรตีนที่ต่างกัน คือ 11.2 9.8 และ 7.3 ตามลำดับ

ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน เมื่อนำไปปลูกและตัดวัดผลผลิตทุกๆ 60 วัน พบว่า ปีที่ 1 ได้เท่ากับ 5,452 5,476 และ 5,425 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนในปีที่ 2 ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 7,071 7,057 และ 7,093 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2 ปี พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ได้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกัน คือ 6,261.5 6,266.5 และ 6,259.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) และผลผลิตโปรตีนที่ได้ ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : อายุท่อนพันธุ์ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-061

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาความมั่นคงด้านอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

The effect of rootstock on forage yield of Napier Pakchong 1

Supawanchack-kri Donsawai^{1/} Apinun Jindaniradool^{2/} Sarayut Thaikua^{1/}

Abstract

This study was conducted at Yasothon Animal Nutrition Development Station. The experiment aimed to determine the effect of rootstock age of forage yield of Napier Pakchong1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* Pakchong1). Three rootstock ages of 2, 3, and 4 months were planted in a randomized complete block design with 4 replicates during January 2013 to July 2015 with the precipitation of 988, 1,164 and 1,252 mm. respectively

The results revealed that the percentages at 7 days of Napier Pakchong 1 canes with the ages of 2, 3 and 4 months were 68.4, 32.7 and 34.2, respectively, and the remaining canes of all ages germinated within 14 days. The germination started from the node of the tip, middle and the base, respectively. The remaining forage yield after cutting for canes with the ages of 2, 3 and 4 months were not significantly different, with dry matter yield of 1963.2, 1876.1 and 1802.1 kg/rai/year, respectively. Whereas, their crude protein were significantly different, with the percentage of 11.2, 9.8 and 7.3, respectively.

The first year showed that forage yield established from the rootstock age of 2, 3, and 4 months were not different significantly, with dry matter yield of 5,452, 5,476 and 5,425 Kg/rai, respectively. Similarly, the result of the second year also showed non-significant difference of forage yield among 3 ages of rootstock, with dry matter yield of 7,071, 7,057 and 7,093 Kg/rai, respectively. Moreover, the total forage yield of 2 years among these 3 treatments were not significantly different, with dry matter yield of 6,261.5, 6,266.5 and 6,259.0. In addition, crude protein of forage established from 3 different ages of rootstock were not significantly different.

Keywords: rootstock age, Napier Pakchong 1

Registered No. : 60(2)-0214-061

^{1/} Nakorn-Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Nakorn Ratchasima.

^{2/} Research and Development of Animal Feed Sustainable Group, Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, PathumThani.

คำนำ

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* Pakchong1) เป็นหญ้าเนเปียร์ลูกผสม มีอายุหลายปี ขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ย มีลักษณะเด่นคือเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดีและมีความน่ากินสูง ปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมของเกษตรกรเนื่องจากให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง มีทั้งการนำไปปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ของตนเอง ปลูกเพื่อผลิตเสบียงสัตว์และผลิตท่อนพันธุ์จำหน่าย นอกจากนี้ในอนาคตยังมีโอกาสที่จะถูกนำไปใช้เป็นพืชพลังงานทดแทน จึงมีแนวโน้มความต้องการพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อขยายการปลูกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในการส่งเสริมการปลูกหญ้าเนเปียร์ โดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ต้นหญ้าเนเปียร์ที่มีอายุ 4-6 เดือนมาตัดเป็นท่อนให้มีข้อ 1-2 ข้อนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์ในการปลูก แต่จากการสังเกตพบว่าต้นหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ท่อนพันธุ์ที่อายุมากกว่า 2 เดือนขึ้นไป มีลำต้นที่สูงมากและมีตาที่ค่อนข้างสมบูรณ์ น่าจะใช้เป็นท่อนพันธุ์ได้อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนว่าต้นหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุดังกล่าวจะสามารถงอกและให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างไร อายุท่อนพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์ควรมีอายุเท่าไร สามารถใช้เป็นท่อนพันธุ์ได้ครบทุกข้อของลำต้นหรือไม่ ตลอดจนผลพลอยได้จากส่วนที่ไม่ใช่ท่อนพันธุ์ที่สามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ชัดเจนในการแนะนำเกษตรกรใช้ท่อนพันธุ์ที่อายุท่อนพันธุ์เหมาะสม ตลอดจนกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตท่อนพันธุ์เพื่อการจำหน่ายได้นำไปใช้สำหรับการผลิตท่อนพันธุ์เพื่อการจำหน่ายควรตัดที่อายุเท่าใดจะได้ผลตอบแทนสูงที่สุด จึงได้ทำการ ศึกษาอายุท่อนพันธุ์ต่อการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในการปลูกขยายพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองมี 3 กลุ่ม คือ ท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 2 3 และ 4 เดือน

การเตรียมท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (มกราคม 2556) ด้วยท่อนพันธุ์อายุ 4 เดือน ระยะปลูก 1x1 เมตร จำนวน 9 แถวๆละ 10 หลุม หลังจากนั้นตัดปรับครึ่งละ 3 แถว ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม 2556 เพื่อให้ได้ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน สำหรับปลูกในวันเดียวกัน ในเดือนกรกฎาคม 2556 ก่อนตัดท่อนพันธุ์ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ สุ่มตัดท่อนพันธุ์แต่ละอายุ จำนวน 10 กอ (นับจำนวนต้นตอกอ จำนวนข้อต่อต้น) แล้วตัดให้แต่ละท่อน มีจำนวน 1 ข้อต่อท่อน จากนั้นสุ่มท่อนพันธุ์ที่ตัดเตรียมแล้วจากแต่ละอายุ มาจำนวน 64 ท่อน ปลูกในแปลงทดลอง จำนวน 4 แปลง

ทดสอบความงอก สุ่มต้นพันธุ์แต่ละอายุ จำนวน 4 ต้น แต่ละต้นตัดเตรียมเป็นท่อนให้มีเพียง 1 ข้อ ไปปลูกทดสอบความงอก โดยเรียงลำดับข้อ เริ่มจากโคนต้น ไปยังข้อสุดท้าย อยู่ภายในแถวเดียวกัน ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร สังเกตการงอกทุกวัน เป็นระยะเวลา 14 วัน

แปลงทดสอบความงอก เตรียมแปลงย่อย ขนาด 1x2 เมตร (พื้นที่ 2 ตารางเมตร) จำนวน 3 แปลง แต่ละแปลง ปลูกทดสอบจำนวน 4 แถว (ซ้ำ) แต่ละแถวใช้ท่อนพันธุ์จาก 1 ต้น

การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงทดลอง โดยการไถพรวนดินให้ละเอียดและปรับระดับดินให้สม่ำเสมอทั้งแปลง วัดแบ่งพื้นที่แปลงทดลองขนาด 4x4 เมตร (พื้นที่ 16 ตารางเมตร) จำนวน 12 แปลงย่อย โดยมีระยะห่างระหว่าง

แปลงย่อย 2 เมตร และ เก็บตัวอย่างดิน 2 ครั้ง ครั้งแรกเก็บก่อนดำเนินการทดลองในทุกแปลง และเก็บอีกครั้งหลังสิ้นสุดการทดลอง โดยการเก็บดินแต่ละแปลงแล้วนำมาคลุกผสมให้เข้ากันในแต่ละกลุ่ม ก่อนสุ่มตัวอย่างดิน ส่งวิเคราะห์ จะได้ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง 3 ตัวอย่าง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองอีก 3 ตัวอย่าง ส่งวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์

การปลูก ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตามแผนการทดลองในเดือน กรกฎาคม 2556 ปลูกระยะปลูก 1x1 เมตร แต่ละแปลง มี 16 หลุม ปลูกหลุมละ 1 ท่อน ใช้ท่อนพันธุ์ 16 ท่อนต่อแปลง ให้ข้อ จมลงดินประมาณ 5-7 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ย ปุ๋ยคอก ใส่อัตรา 2 ตันต่อไร่ ช่วงไถเตรียมแปลง เพื่อให้ปุ๋ยย่อยสลายและปรับโครงสร้างของดินก่อนดำเนินการปลูก และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ รอบโคนต้น และพรวนดินกลบหลังจากปลูกไปแล้ว 1 เดือน พร้อมกับการกำจัดวัชพืช ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46%N) ใส่อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่จำนวน 6 ครั้งๆละเท่ากัน หลังการตัดประมาณ 7 วัน ให้น้ำทุก 7 วัน ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง

การตัดปรับและตัดประเมินผลผลิต ตัดครั้งแรกหลังปลูกที่อายุ 75 วันในเดือนกันยายน 2556 และตัดครั้งต่อไปทุกๆ 60 วัน โดยตัดหญ้าชิดพื้นดิน ซึ่งน้ำหนักหญ้าสดแต่ละแปลงและสับหญ้าทันทีหลังการตัด ผสมคลุกเคล้าให้ส่วนของใบและลำต้นเข้ากัน จากนั้นสุ่มตัวอย่างหญ้าสด 1 กิโลกรัม แล้วนำไปผึ่งแดด จนได้น้ำหนักแห้งคงที่ ส่งตัวอย่างหญ้าแห้งตรวจวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์โปรตีน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance ของการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการทดลอง

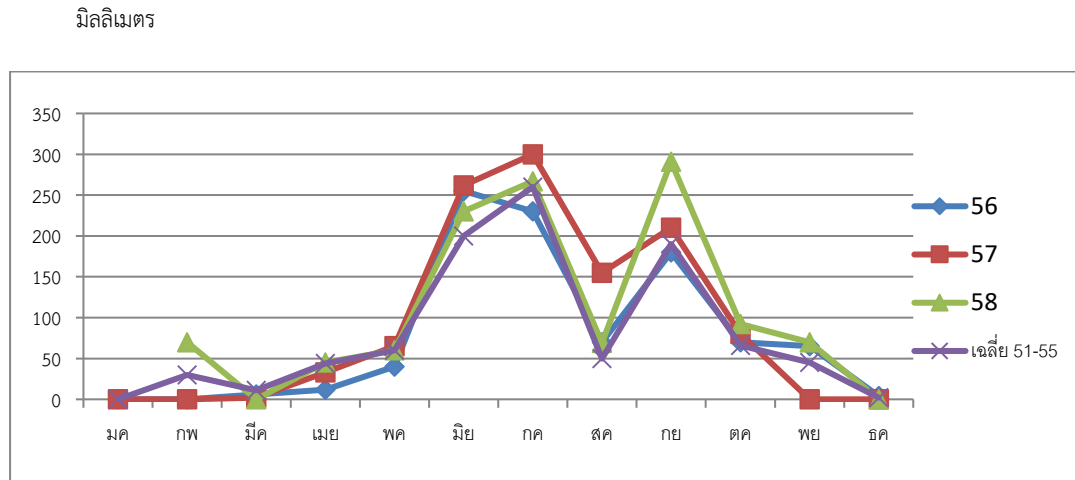
การศึกษาอายุของท่อนพันธุ์ต่อการให้ผลผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยใช้ท่อนพันธุ์ที่อายุ 2 3 และ 4 เดือน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ยโสธร ระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึง เดือนกรกฎาคม 2558 ลักษณะดินเป็นดินเหนียวร่วน มีค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) 5.9 อินทรีย์วัตถุ 1.6 ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้ มีค่า 9 และ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มีค่า 6.1 ค่าอินทรีย์วัตถุลดลงเหลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และค่า ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้มีค่า 11 และ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ปริมาณน้ำฝนบริเวณที่ทำการทดลอง

ปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ทำการทดลอง แสดงใน ภาพที่ 1 ระหว่างปี 2556-2558 มีค่า 988 1,164 และ 1,252 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี มีค่า 958 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ปลูกหญ้า เดือน กรกฎาคม 2556 มีค่า 230 มิลลิเมตร ทำให้อัตราการงอกและการเจริญเติบโตหลังจากการปลูกเร็ว สามารถตัดปรับ ได้ในเดือนกันยายน 2556 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝน 180 มิลลิเมตร และตลอดการตัดวัดผลผลิตตั้งแต่พฤศจิกายน 2556 ถึง เดือนกรกฎาคม 2558 ปริมาณ

น้ำฝนมีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ทำการทดลอง มีค่าน้อยกว่าที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน (2556) รายงานว่า ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมในการผลิตเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณอยู่ระหว่าง 1,300-1,500 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงปี 2556- 2558 และเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี (2551-2555)

การงอกของท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1

การงอกของท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 2 3 และ 4 เดือน ที่อายุ 7 วัน หลังการเพาะ จะงอกได้ 5.27 3.95 และ 4.98 ช่อ ตามลำดับ จากจำนวนช่อต่อต้น 7.71 12.10 และ 14.60 ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการงอกเท่ากับร้อยละ 68.4 32.7 และ 34.2 ตามลำดับ และส่วนที่เหลือ สามารถงอกได้ภายใน 14 วัน ตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนช่อที่งอก และอัตราการงอกของหน่อเนเปียร์ปากช่อง 1

อายุท่อนพันธุ์ เดือน	จำนวนช่อต่อต้น	จำนวนช่อที่งอกหลังจากการเพาะ		อัตราการงอก (ร้อยละ)	
		7 วัน	14 วัน	7 วัน	14 วัน
2	7.71	5.27	7.71	68.4	100
3	12.10	3.95	12.10	32.7	100
4	14.60	4.98	14.60	34.2	100

- ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

การงอกของท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า ช่อที่อยู่ส่วนปลายของลำต้นจะงอกเร็วกว่าช่อที่อยู่ส่วนกลางและส่วนโคนต้น ตามลำดับ

ผลผลิตท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1

จากตารางที่ 2 ท่อนพันธุ์หน่อเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 2 3 และ 4 มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ย 8.35 และ 9.97 และ 11.35 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ การศึกษาของ ศุภวันจักรี และคณะ (2557) รายงานว่า จำนวนต้นต่อกอ มีค่า 7.5 9.2 และ 11.0 ตามลำดับ สำหรับจำนวนช่อต่อต้นมีค่าเฉลี่ย 7.7

12.1 และ 14.6 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า ศุภวันจักรี และคณะ (2557) รายงานว่า ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีจำนวนข้อต่อต้นที่สามารถงอกได้ เฉลี่ย 12 14 และ 18 ตามลำดับ

ท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 ในพื้นที่ 1 ไร่ ที่อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีจำนวนต้นพันธุ์เฉลี่ย 80,160 63,840 และ 54,480 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ จะเห็นว่า จำนวนต้นพันธุ์ที่อายุ 2 เดือนจะมากกว่า อายุ 3 และ 4 เดือน ตามลำดับ เนื่องจาก การตัดท่อนพันธุ์ที่อายุ 2 เดือน จะสามารถตัดได้ 6 ครั้ง จึงทำให้ได้จำนวนต้นมากกว่า อายุ 3 และ 4 เดือน ที่ตัดเพียง 4 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ เมื่อพิจารณา น้ำหนักท่อนพันธุ์ พบว่า ท่อนพันธุ์อายุ 3 และ 4 เดือน มีน้ำหนัก 42,590 และ 40,970 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่มีน้ำหนักมากกว่าท่อนพันธุ์ที่อายุ 2 เดือน ที่มีน้ำหนัก 38,677 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับจำนวนข้อต่อต้นคือ ท่อนพันธุ์อายุ 2 เดือน มีจำนวนข้อต่อต้น 616,440 ข้อต่อไร่ต่อปี น้อยกว่าท่อนพันธุ์อายุ 3 และ 4 เดือน ที่มี 771,456 และ 796,176 ข้อต่อไร่ต่อปี จึงทำให้น้ำหนักท่อนพันธุ์ที่ได้น้อยกว่า

ตารางที่ 2 แสดง จำนวนต้นตอกอ จำนวนข้อต่อต้น จำนวนต้นและน้ำหนักท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 2 3 และ 4 เดือน (ปีที่ 1)

อายุท่อนพันธุ์เดือน	จำนวนต้น/กอ ^{1/}	จำนวนข้อ/ต้น	จำนวนต้น/ไร่/ปี	จำนวนข้อ/ไร่/ปี	น้ำหนักท่อนพันธุ์กก./ไร่/ปี
2	8.35 ^b	7.710 ^c	80,160 ^a	616,440 ^b	38,477 ^b
3	9.97 ^a	12.10 ^b	63,840 ^b	771,456 ^a	42,590 ^a
4	11.35 ^a	14.60 ^a	54,480 ^c	796,176 ^a	40,970 ^a
Significant	sig	sig	sig	sig	sig
CV (%)	8.30	2.28	7.96	8.13	8.29

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

- ^{1/} จำนวนต้นที่มีท่อนพันธุ์ 2 ข้อขึ้นไป

จากตารางที่ 3 ผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นส่วนที่สามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ พบว่า ผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์อายุ 2 เดือน ได้แก่วุ้นยอด ใบและแขนงอ่อน รวมเป็นน้ำหนักสด 10,608 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี น้ำหนักที่ได้ มีค่าใกล้เคียงกับผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์อายุ 3 เดือน มีค่า 9,292 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่มากกว่า ผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์ที่อายุ 4 เดือน ที่ได้ 7,709 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากท่อนพันธุ์ที่อายุ 4 เดือนจะมีส่วนของแขนงอ่อนจำนวนลดลง เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งกลับพบว่า ไม่แตกต่างกัน คือผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์ อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีค่า 1,963.2 1,876.1 และ 1,802.1 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ แต่มีองค์ประกอบทางเคมี ในรูปของโปรตีน ต่างกัน คือ 11.2 9.8 และ 7.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 อิทธิพลของอายุท่อนพันธุ์ต่อ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และโปรตีน ของผลพลอยได้จากท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1

อายุท่อนพันธุ์ เดือน	ผลพลอยได้จากการผลิตท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 (ส่วนที่เป็นอาหารสัตว์)			
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง		โปรตีน
	กก./ไร่/ปี	%	กก./ไร่/ปี	%
2	10,608 ^a	18.5 ^b	1,963.2	11.2 ^a
3	9,292 ^a	20.2 ^b	1,876.1	9.8 ^a
4	7,709 ^b	23.4 ^a	1,802.1	7.3 ^b
significant	sig	Sig	ns	sig
CV (%)	8.5	6.4	4.8	7.3

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนั่ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อายุท่อนพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตและผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ความสูงของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แสดงในตารางที่ 4 การปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า ปีที่ 1 วัดความสูงที่อายุ 60 วัน เฉลี่ยจากทั้งปี มีค่า 151.9 151.5 และ 152.2 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจาก ท่อนพันธุ์แต่ละอายุ จะได้รับอิทธิพลที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ที่เหมือนกัน ได้แก่ ความชื้นของดินการพรวนดินเพื่อเพิ่มความร่วนซุยให้รากเจริญเติบโตได้ดี จึงมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ส่วนในปีที่ 2 ความสูงของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ความสูงเฉลี่ยจากทั้งปี มีค่า 180.8 181.2 และ 180.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า ความสูงของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในปีที่ 2 จะมากกว่า ปีที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจาก หญ้ามีระบบรากที่แข็งแรงและมีจำนวนมากขึ้น การดูดซึมธาตุอาหารได้ดี จึงทำให้ต้นหญ้ามมีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสูง 2 ปี พบว่า ความสูงของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ความสูงเฉลี่ยจากทั้งปีมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุเท่าใด โดยมีค่า 166.40 166.30 และ 166.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 อิทธิพลของอายุท่อนพันธุ์ต่อ ความสูง และจำนวนต้นตอของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

อายุท่อนพันธุ์ เดือน	ความสูง ซม.		ค่าเฉลี่ย 2 ปี	จำนวนต้นตอ		ค่าเฉลี่ย 2 ปี
	ปีที่ 1	ปีที่ 2		ปีที่ 1	ปีที่ 2	
2	151.90	180.80	166.4	9.81	15.15	12.48
3	151.50	181.20	166.3	9.78	15.20	12.49
4	152.20	180.80	166.5	10.08	15.10	12.59
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.17	1.98	0.86	2.18	1.38	1.05

จำนวนต้นตอกของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 การปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า ปีที่ 1 จำนวนต้นตอก นับที่อายุ 60 วัน มีค่า 9.81 9.78 และ 10.08 ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 จำนวนต้นตอกของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีค่า 15.15 15.20 และ 15.10 ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า จำนวนต้นตอกของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในปีที่ 2 จะมากกว่า ปีที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจาก หญ้ามีระบบรากที่แข็งแรงและมีจำนวนมากขึ้น การดูดซึมธาตุอาหาร ได้ดี จึงทำให้มีจำนวนต้นตอกเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอก 2 ปี พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีจำนวนต้นตอกใกล้เคียงกัน คือ 12.48 12.49 และ 12.59 ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลผลิตน้ำหนักร้าง

ผลผลิตน้ำหนักร้างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน แสดงในตารางที่ 5 การปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า ปีที่ 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้าง มีค่า 20.59 20.38 20.43 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นผลผลิตน้ำหนักร้างได้ 5,452 5,476 และ 5,425 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ใช้ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีค่า 19.33 20.52 และ 20.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คิดเป็นผลผลิตน้ำหนักร้าง 7,071 7,057 และ 7,093 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักร้าง 2 ปี พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ได้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักร้างใกล้เคียงกัน คือ 6,261.5 6,266.5 และ 6,259.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลผลิตจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่า ฆะฤทัย และคณะ (2557) รายงานผลผลิตจากการตัด 6 ครั้ง ได้ผลผลิตน้ำหนักร้าง 5,050.4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ผลผลิตต่ำกว่า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2556) รายงานว่า ผลผลิตน้ำหนักร้างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน ได้ผลผลิต 9.5-11.5 ต้นต่อไร่ต่อปี ซึ่งปลูกแบบวางทั้งลำเรียงระยะห่างระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการจัดการทุกขั้นตอน

ผลผลิตน้ำหนักร้างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในปีที่ 2 จะมากกว่า ปีที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจาก หญ้ามีระบบรากที่แข็งแรงและมีจำนวนมากขึ้น การดูดซึมธาตุอาหาร ได้ดี ทำให้หญ้ามีความสูง จำนวนต้นตอกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักร้างเพิ่มขึ้นตาม

ตารางที่ 5 อิทธิพลของอายุท่อนพันธุ์ต่อผลผลิตน้ำหนักร้างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

อายุท่อนพันธุ์ เดือน	%DM			ผลผลิตน้ำหนักร้าง กิโลกรัมต่อไร่		ค่าเฉลี่ย 2 ปี
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย	ปีที่ 1	ปีที่ 2	
2	20.59	19.33	19.96	5,452	7,071	6,261.5
3	20.38	20.52	20.45	5,476	7,057	6,266.5
4	20.43	20.43	20.43	5,425	7,093	6,259.0
significant	-	-	-	ns	ns	ns
cv (%)	-	-	-	2.99	3.12	2.46

- % DM ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะขึ้นกับจำนวนแขนงที่จะพัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์ ซึ่งการแตกแขนงและเพิ่มจำนวน Belyuchenko (1997) อ้างโดย กอบแก้ว (2530) รายงานว่า การตัดจะกระตุ้นการแตกตาจากลำต้นใต้ดิน โดยเฉพาะการตัดที่ระดับชิดดิน จะเป็นการทำลายจุดยอดการเจริญเติบโต ส่งผลให้พืชสร้างหน่อหรือกิ่งแขนงใหม่ที่บริเวณโคนต้น ส่งผลให้มีจำนวนแขนงใหม่เพิ่มขึ้นจากต้นเดิม และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตาม

ผลผลิตโปรตีน

ผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน แสดงในตารางที่ 6 การใช้ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า ปีที่ 1 เปอร์เซ็นต์โปรตีน มีค่า 6.77 7.22 และ 6.61 ตามลำดับ คิดเป็นผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากได้ 369 395 และ 358 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 เปอร์เซ็นต์โปรตีนของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ใช้ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน มีค่า 6.85 7.11 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คิดเป็นผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากได้ 484 489 และ 500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลผลิตโปรตีนน้ำหนักราก 2 ปี พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ได้ผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากใกล้เคียงกัน คือ 426.5 442 และ 429 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ได้ มีค่าต่ำกว่า ฆะฤทัย และคณะ (2557) รายงานว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 60 วัน มีโปรตีน 8.5 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในปีที่ 2 จะมากกว่า ปีที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากแต่ผลผลิตน้ำหนักรากมีค่าเพิ่มขึ้น ในปีที่ 2 แต่เปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ผลผลิตโปรตีนจึงเพิ่มขึ้นตามผลผลิตน้ำหนักราก

ตารางที่ 6 อิทธิพลของอายุท่อนพันธุ์ต่อผลผลิตโปรตีนน้ำหนักรากของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

อายุท่อนพันธุ์ เดือน	% CP			ผลผลิตโปรตีน (กิโลกรัมต่อไร่)		ค่าเฉลี่ย 2 ปี
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย	ปีที่ 1	ปีที่ 2	
2	6.8	6.6	6.8	369	484	427
3	7.22	7.2	7.2	395	489	442
4	6.61	7.0	6.8	358	500	429
				ns	ns	ns
CV	-	-	-	8.74	8.16	2.36

- % CP ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

1. ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 2 3 และ 4 เดือน สามารถงอกได้ทุกข้อภายใน 14 วัน หลังการปลูก
2. ผลผลิตท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 3 และ 4 เดือน มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งมากกว่าผลผลิตท่อนพันธุ์ที่อายุ 2 เดือน

3. การปลูกสร้างแปลงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยใช้ท่อนพันธุ์อายุ 2 3 และ 4 เดือน ได้ผลผลิต น้ำหนักแห้งไม่ต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย ควรตัดจำหน่ายที่อายุ 3 เดือน จะได้จำนวนท่อนพันธุ์มากกว่าการตัดที่อายุ 2 เดือน แต่ถ้ายืดอายุท่อนพันธุ์เป็น 4 เดือน ก็จะได้น้ำหนัก ท่อนพันธุ์ไม่ต่างกัน ไม่คุ้มค่ากับการรอเป็นระยะเวลา 1 เดือน

2. การใช้ท่อนพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 3 เดือน จะมีผลพลอยได้หรือส่วนที่สามารถนำไป เลี้ยงสัตว์ได้ และมีโปรตีนสูงร้อยละ 9.8

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์บริการ ข้อมูลโครงการศึกษา วิจัยต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน พิมพ์ครั้งที่ 1 มิตรภาพการพิมพ์.

กอบแก้ว ตรงคงสิน. 2530. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชะอุทัย จันทรธิติ วีระศักดิ์ จิโนแสง และอดิศักดิ์ แพทย์พิพัฒน์. 2557. ผลผลิตและส่วนประกอบทาง เคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว, น. 152-156 ในรายงานผลงานพัฒนา เทคโนโลยี ประจำปี 2557-2558. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศุภวันจักรี ดอนไสว ไพฑูรย์ ป้องสนาม ศรีบุญเรือง ฤทธิ์น้ำคำ และดำรงศักดิ์ หงส์ธานี. 2557. การผลิต ท่อนพันธุ์ที่อายุต่างๆกันของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1, น. 157-159 ใน รายงานผลงานพัฒนา เทคโนโลยี ประจำปี 2557-2558. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ผลของระยะปลูกและระยะตัดที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วแป๊ป่า

วิณาพร จันทะสินธุ์^{1/} ฆะฤทัย จันทร์ธิบัติ^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของระยะปลูก และระยะตัดที่มีต่อปริมาณ และองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตถั่วแป๊ป่า ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว ในระหว่างเดือนเมษายน - เดือนกันยายน 2557 โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 factorial in randomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วย ระยะปลูก (ระยะระหว่างต้น x ระยะระหว่างแถว) 3 ระยะ ได้แก่ 20 x 70 40 x 70 และ 60 x 70 เซนติเมตร และระยะตัด 3 ระยะ ได้แก่ ระยะตัดที่ 60 90 และ 120 วัน

จากผลการศึกษาพบอิทธิพลร่วมระหว่างระยะปลูกและระยะตัดที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแป๊ป่า คือ การปลูกห่างที่ระยะ 60 x 70 เซนติเมตร และตัดบ่อยที่ 60 วัน มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่มีค่าเท่ากับ 256.38 กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าการปลูกที่ระยะ 20 x 70 และ 40 x 70 เซนติเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 408.00 และ 377.45 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การตัดที่ระยะ 90 และ 120 วัน ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ ถึงแม้จะปลูกที่ระยะปลูกแตกต่างกัน การตัดถั่วแป๊ป่าที่ระยะ 120 วัน ให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากกว่าการตัดที่ระยะ 90 และ 60 วัน คือ มีปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 535.60 387.13 และ 347.28 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีความสูงของต้นถั่วสูงกว่าการตัดที่ระยะ 90 และ 60 วัน คือ 67.20 56.96 และ 55.80 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า ระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้ง แต่มีผลต่อความสูงต้นและจำนวนกิ่งต่อต้น โดยที่ระยะปลูก 20 x 70 เซนติเมตร มีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 62.70 เซนติเมตร และที่ระยะปลูก 60 x 70 เซนติเมตร ให้จำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 6.62 กิ่ง ส่วนองค์ประกอบทางเคมีพบว่า ค่าโปรตีนหยาบของถั่วแป๊ป่าที่อายุตัด 60 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 16.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าที่อายุตัด 90 และ 120 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 13.48 และ 13.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ค่า NDF ADF และ ADL ที่อายุการตัด 60 วัน ต่ำกว่าที่อายุการตัด 90 และ 120 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และพบว่าระยะปลูกไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของถั่วแป๊ป่า

คำสำคัญ: ถั่วแป๊ป่า ระยะปลูก ระยะตัด

เลขทะเบียนวิชาการ: 60(2)-0214-063

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

Effect of plant spacing and cutting interval on forage yield of *Vigna umbellata*

Winaphorn Chanthasin^{1/}Kharuthai Juntipbadee^{2/}

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of plant spacing and cutting interval on yield and chemical composition of *Vigna umbellata* in Sakaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Klong Hat, Sakaeo Province, during April-September 2014. The treatments were arranged in a 3 x 3 factorial in randomized complete block design with 4 replications. Treatment consisted of 3 plant spacing: 20 x 70 cm, 40 x 70 cm and 60 x 70 cm and cutting interval at 60, 90 and 120 days.

The result of this experiment indicated that there were interaction between plant spacing and cutting interval on the dry matter yield per rai of *Vigna umbellata*. Dry matter yield per rai was lowest (256.38 kg) at 60 x 70 cm of plant spacing and 60 days of cutting interval which was lower than plant spacing at 20 x 70 cm and 40 x 70 cm (408.00 kg and 377.45 kg) while cutting interval at 90 days and 120 days had not significant effect on dry matter yield per rai. Dry matter yield and plant height at 120 days cutting age was more than 90 and 60 days cutting age (535.60, 387.13 and 347.28 kilograms/rai and 67.20, 56.96 and 55.80 centimeters, respectively). Plant spacing had significant effects on height and number of branch per stem. The highest height was 62.70 centimeters for 20 x 70 plant spacing, although the highest number of branch per stem was 6.62 branches for 60 x 70 plant spacing. Cutting age had significant effects on chemical composition ($P < 0.05$). Crude protein of *Vigna umbellata* at cutting age 60, 90 and 120 days were 16.61, 13.48 and 13.68, respectively. The NDF, ADF and ADL at cutting age 60 days were lower than 90 and 120 days cutting age in every plant spacing ($P < 0.05$). Plant spacing had no significant effects on chemical composition.

Keywords: *Vigna umbellata*, plant spacing, cutting interval

Registered No.: 60(2)-0214-063

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang

^{2/} Sakaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Klong Hat, Sakaeo

คำนำ

ถั่วแปปป่า หรือถั่ววิกน่า (*Vigna umbellata*) เป็นถั่วฤดูเดียว มีลักษณะเป็นเถาเลื้อย เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ มีความยาวเถามากกว่า 2 เมตร สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 18-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 700-1,700 มิลลิเมตรต่อปี และสามารถเติบโตได้ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 1,500-2,000 เมตร (Khadka *et al.*, 2009) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความน่ากินสูงในสภาพสด สามารถให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์สูงถึง 528.4 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ (สมคิด, 2555) ทนแล้งได้ดี สามารถปลูกได้ทั้งในดินทรายและดินเหนียวที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่ 5-8.5 ขยายพันธุ์ได้ดีด้วยเมล็ด และเมล็ดไม่มีระยะพักตัว มีสัดส่วนของใบมากกว่าลำต้น ใบมีลักษณะอ่อนนุ่ม และมีขนาดใบกว้าง ลักษณะการเลื้อยพันของเถาถั่วจะเกิดขึ้นอย่างไรทิศทาง สามารถใช้ปลูกเป็นพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของวัชพืชได้เนื่องจากสามารถแตกกิ่งก้านและขึ้นคลุมพื้นที่ได้เร็ว ป้องกันการกัดเซาะหรือการพังทลายของหน้าดิน รวมถึงใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ส่วนยอด ใบอ่อน และเมล็ดสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ได้ นอกจากนี้ทุกส่วนของต้นถั่วชนิดนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสำหรับสัตว์ได้อีกด้วย โดยพบว่า เมล็ดถั่ววิกน่า ต้นถั่ววิกน่าตัดสด (fresh forage) ต้นถั่ววิกน่าแห้ง (hay) และต้นถั่ววิกน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวฝัก (straw) มีโปรตีนหยาบที่คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบเท่ากับ 21 19 16 และ 14 ตามลำดับ (Feedipedia, 2014) สามารถปลูกร่วมกับต้นข้าวโพดหรือหญ้าชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับแปลงพืชอาหารสัตว์ได้ อีกทั้งยังเคยมีรายงานการนำมาปลูกเพื่อปล่อยให้โคแทะเล็ม หรือตัดเสริมให้กิน พบว่าสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ โดยที่การให้ผลผลิตและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ยังเป็นที่น่าสนใจ ข้อดีอีกประการของถั่วชนิดนี้คือ ไม่พบปัญหาใบเน่าจากการเลื้อยพันกันอย่างหนาแน่นจนเกิดการทับถมกันของต้นและใบถั่ว เหมือนเช่นที่พบในถั่วคาวาลเคด อีกทั้งยังมีคุณสมบัติไม่ทิ้งใบ จึงน่าจะมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาผลิตเป็นพืชอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งได้

การจัดการแปลงที่ดีคือปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดปริมาณและคุณภาพของผลผลิตพืชอาหารสัตว์ ซึ่งระยะปลูกและระยะตัดที่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะการกำหนดระยะปลูกที่เหมาะสมกับชนิดและการเจริญเติบโตของพืชจะช่วยลดปัญหาการแข่งขันระหว่างต้นพืชด้วยกันเอง หรือระหว่างต้นพืชที่ต้องการปลูกกับวัชพืช การปลูกในระยะห่างกันเกินไป จะทำให้พืชที่ต้องการปลูก เจริญเติบโตขึ้นคลุมพื้นที่ช้ากว่าการเจริญเติบโตของวัชพืช และหากปลูกชิดกันเกินไป ก็จะทำให้เกิดการแย่งธาตุอาหารในดิน น้ำ และแสงสว่าง ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนระยะเวลาในการตัดนั้น หากตัดพืชที่อายุน้อย ถึงแม้จะได้พืชที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง แต่อาจได้ปริมาณผลผลิตต่ำ ในทางกลับกันหากตัดพืชที่อายุมาก อาจได้ปริมาณผลผลิตสูงกว่า แต่คุณค่าทางอาหารของพืชก็จะลดลง (รัชดาวรรณ และคณะ, 2551)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาอิทธิพลร่วมของระยะปลูกและระยะตัดที่เหมาะสมที่จะมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วแปปป่า รวมถึงประเมินศักยภาพในการนำมาผลิตเพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากการแสวงหาพืชอาหารสัตว์ชนิดใหม่ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารเทียบเท่าหรือดีกว่าพืชอาหารสัตว์ที่มีใช้อยู่เดิมย่อมมีความจำเป็นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ราคาวัตถุดิบอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ส่งเสริมให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 factorial in randomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะปลูกระหว่างแถว x หลุม 3 ระยะ ได้แก่ 20 x 70 เซนติเมตร 40 x 70 เซนติเมตร และ 60 x 70 เซนติเมตร ปัจจัยที่ 2 คือระยะตัด 3 ระยะ ได้แก่ ระยะตัดที่ 60 วัน 90 วัน และ 120 วัน การทดลองนี้ตัดที่ทุกระยะตัดเพียงครั้งเดียวต่อปี

การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถดะ 1 ครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง และไถพรวน 2 ครั้ง ปรับหน้าดินให้มีความสม่ำเสมอ แบ่งแปลงเป็นแปลงย่อยขนาด 4 x 6 เมตร จำนวน 36 แปลง โดยมีระยะห่างระหว่างแปลง 2 เมตร

การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ Available P Exchangeable K Ca Mg และ pH ของดิน

การปลูกและการบำรุงรักษา

ปลูกถั่วแป๋ด้วยเมล็ด โดยหยอดลงในหลุม หลุมละ 3 เมล็ด ตามระยะปลูกที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น เมื่ออายุ 30 วันหลังจากปลูก ถอนแยกต้นกล้าถั่วให้เหลือหลุมละ 1 ต้น และกำจัดวัชพืช หลังจากกำจัดวัชพืชครั้งแรก ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

การตัดวัดผลผลิต

ตัดต้นถั่วเพื่อวัดผลผลิตตามระยะตัดที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง ตัดต้นถั่วเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร โดยไม่ต้องรวบเถาถั่วขึ้นตัด เก็บผลผลิตของแต่ละแปลงย่อยในพื้นที่ 3 x 4 เมตร (12 ตารางเมตร) ชั่งน้ำหนักต้นสดและสุ่มตัวอย่าง 1,000 กรัม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง นอกจากนั้น สุ่มตัวอย่างอีก 1,000 กรัม แยกใบออกจากต้น ชั่งน้ำหนักต้นแยกใบ และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อหาสัดส่วนใบต่อต้น และบดตัวอย่างทั้งหมดให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อส่งวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีของ ISO (2009) วัตถุแห้ง (dry matter, DM) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (ash) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีของ AOAC (2012)

การบันทึกข้อมูล

ก่อนการตัดวัดผลผลิตจะสุ่มวัดความสูงทรงพุ่มโดยไม่รวบเถาในแต่ละแปลงจำนวน 8 จุด ประเมินให้คะแนนการเข้าทำลายของโรคและแมลง (น้อยที่สุด = 1 และมากที่สุด = 5) สุ่มนับจำนวนกิ่งต่อต้น และความยาวของกิ่งแขนงซึ่งวัดจากความยาวของกิ่งย่อยที่ 1 (primary branch) จำนวน 5 ต้นต่อแปลง ตัดวัดผลผลิตตามอายุตัดที่กำหนดในแผนการทดลอง โดยตัดเก็บผลผลิตในพื้นที่ 3 x 4 เมตร (12 ตารางเมตร) บันทึกข้อมูลผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง รวมถึงสัดส่วนน้ำหนักแห้งของใบต่อต้นในทุกครั้งของการตัด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance ของ 3 x 3 Factorial in Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (2557) ชุดดินที่ทำการทดลองปลูกถั่วแป๊ปป่า เป็นชุดดินบึงชะงั้ง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีค่าอินทรีย์วัตถุในดินสูงถึง 4.00 เปอร์เซ็นต์ ดินมีฤทธิ์เป็นด่าง เพราะมีค่า pH 7.85 (มากกว่า 7.5) มีไนโตรเจนทั้งหมด 0.20 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับสูง 25.14 mg/kg (อยู่ในช่วง 25-50 mg/kg) มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมากถึง 161.28 mg/kg (มากกว่า 120 mg/kg) และไม่ใช้ดินเค็ม เนื่องจากค่า EC ต่ำกว่า 2 dS/m จะเห็นได้ว่าดินมีสภาพที่เหมาะสมแก่การปลูกโดยไม่จำเป็นต้องปรับปรุงสภาพดินก่อน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

OM (%)	pH	Total N (%)	EC (dS/m)	CEC (cmol/kg)	Exchangeable (g/kg)	
					P	K
4.00	7.85	0.20	1.86	12.50	25.14	161.28

- วิเคราะห์โดย กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

ปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศ

จากการเก็บข้อมูลในปี พ.ศ.2557 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดทั้งปี 1,349.9 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตก 94 วัน ซึ่งปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในช่วงทดลอง (เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม) เท่ากับ 199.96 มิลลิเมตร และ 13.4 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2547-ปีพ.ศ.2556) ที่รายงานโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2558) อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยถึง 1,4895.1 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตก 131 วัน ในปีที่ทำทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดคือ 39 องศาเซลเซียส และต่ำสุดคือ 13.5 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี คือ 39.21 องศาเซลเซียส และ 13.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในปีพ.ศ.2557 มีค่าเท่ากับ 78% โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 55 เปอร์เซ็นต์ จากสภาพอากาศในช่วงทดลองพบว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่วแป๊ปป่า และการปลูกในช่วงฤดูฝนทำให้มีปริมาณน้ำฝนมากพอที่จะไม่ต้องให้น้ำแก่ต้นถั่ว

ผลผลิตของถั่วแปป้า

ในตารางที่ 2 จากการคำนวณผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแปป้าโดยคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ พบว่าที่ระยะตัด 120 วัน ถั่วแปป้าให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 535.60 กิโลกรัม สูงกว่าที่ระยะตัด 60 และ 90 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 347.28 และ 387.13 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของสมคิด (2555) และ ชะฤทัยและคณะ (2558) ที่พบว่าถั่วแปป้าที่อายุการตัด 120 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 528.4 กิโลกรัมต่อไร่ และ 530.74 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าที่ระยะปลูกต่างกัน ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแปป้ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ผลผลิตโปรตีน

จากผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย และระดับโปรตีนของถั่วแปป้าที่ตัดรวมทั้งต้นและใบ เมื่อนำมาคำนวณหาค่าผลผลิตโปรตีน พบว่า ระยะปลูกไม่มีผลต่อผลผลิตโปรตีน แต่ระยะตัดมีผลต่อผลผลิตโปรตีนของถั่วแปป้า คือ ระยะตัดที่ 120 วัน ให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 295.73 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการตัดที่ระยะ 90 และ 60 วัน ซึ่งให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย 230.90 และ 177.72 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลผลิต ความสูง ความยาวของกิ่งแขนง จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น และสัดส่วนใบต่อต้นของถั่วแปป้าที่ระยะตัดและระยะปลูกต่างๆกัน

รายละเอียด	ผลผลิต น้ำหนัก แห้ง (กก./ไร่)	ผลผลิต โปรตีน เฉลี่ย (กก./ไร่)	ความ สูง (ซม.)	ความ ยาวกิ่ง แขนง (ซม.)	จำนวน กิ่ง แขนง ต่อต้น (กิ่ง)	สัดส่วน ใบต่อต้น	คะแนน การเข้า ทำลาย ของ แมลง (1-5)
<u>ระยะตัด (วัน)</u>							
60	347.28 ^b	177.72 ^c	55.80 ^b	179.02	6.28	62.71:37.34 ^a	1.51 ^c
90	387.13 ^b	230.90 ^b	56.96 ^b	180.71	6.45	59.09:41.16 ^b	2.83 ^b
120	535.60 ^a	295.73 ^a	67.20 ^a	175.04	5.72	60.02:40.02 ^b	5.00 ^a
significant	*	*	*	ns	ns	*	*
<u>ระยะปลูก (ซม.)</u>							
20 x 70	444.11	247.59	62.70 ^a	177.22	5.88	61.32:39.03	3.09
40 x 70	427.04	237.39	59.48 ^{ab}	181.33	5.95	60.22:39.78	3.17
60 x 70	398.87	219.36	57.78 ^b	176.23	6.62	60.30:39.70	3.08
significant	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
ระยะตัด X ระยะปลูก	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22.69	23.54	10.59	3.53	8.16	7.16	49.07

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- * = $P<0.05$ และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะปลูก และระยะตัดที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแปป (กิโลกรัมต่อไร่)

ระยะปลูก (เซนติเมตร)	ระยะตัด (วัน)			
	60	90	120	เฉลี่ย
20 x 70	408.00 ^b	407.41 ^b	516.90 ^a	444.10
40 x 70	377.45 ^b	377.57 ^b	526.08 ^a	427.03
60 x 70	256.38 ^c	376.41 ^b	563.81 ^a	398.87
เฉลี่ย	347.28	387.13	535.60	423.33
CV (%)	23.09	4.54	4.64	5.39

- ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นอิทธิพลร่วมระหว่างระยะปลูกและระยะตัด ที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแปป โดยการปลูกที่ระยะ 60 x 70 เซนติเมตร และตัดที่ 60 วัน มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่ำ คือมีค่าเท่ากับ 256.38 กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าการปลูกที่ระยะ 20 x 70 และ 40 x 70 เซนติเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 408.00 และ 377.45 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การตัดที่ระยะ 90 และ 120 วัน ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ถึงแม้จะปลูกที่ระยะปลูกแตกต่างกัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หากตัดถั่วแปปถี่หรือบ่อยครั้ง ทำให้การตั้งตัวเจริญเติบโตได้น้อยกว่า ประกอบกับเมื่อปลูกในระยะที่ห่างจะทำให้ได้ผลผลิตถั่วแปปที่คิดเป็นน้ำหนักแห้งต่อไร่ลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกที่ระยะระหว่างต้นแคบ ซึ่งจะมีประชากรถั่วแปปหนาแน่นกว่า จึงทำให้ได้ผลผลิตที่มากกว่า

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วแปป พบว่า ที่ระยะตัด 120 วัน ใบของถั่วแปปมีค่าวัตถุดิบแห้ง (DM) เยื่อใยหยาบ (CF) NDF ADF และ ADL สูงกว่าที่ระยะตัด 90 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าโปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (EE) และ เถ้า (ash) ของใบถั่วแปปที่ระยะตัด 60 วัน มีค่าสูงกว่าการตัดที่ระยะ 90 และ 120 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4) ส่วนลำต้นของถั่วแปปที่ระยะตัด 120 วัน มีค่า DM และ ADL สูงกว่าที่ระยะตัด 90 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 5) นอกจากนั้นพบว่าส่วนต้นรวมใบของถั่วแปปที่ระยะตัด 60 วัน มีค่า DM CF และ NDF ต่ำกว่าการตัดที่ระยะ 90 และ 120 วัน แต่มีค่า CP และ ash สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของใบถั่วแป๋ป่าที่ตัดที่ระยะตัดและระยะปลูกแตกต่างกัน

รายละเอียด	องค์ประกอบทางเคมี (%)							
	DM	CP	EE	CF	Ash	NDF	ADF	ADL
ระยะตัด (วัน)								
60	21.91 ^b	25.67 ^a	5.96 ^a	16.42 ^c	15.74 ^a	38.23 ^c	22.35 ^c	9.18 ^c
90	23.04 ^b	22.26 ^b	4.19 ^b	19.18 ^b	12.73 ^b	48.04 ^b	34.60 ^b	13.47 ^b
120	26.57 ^a	23.71 ^b	2.06 ^c	21.38 ^a	13.38 ^b	53.45 ^a	43.51 ^a	17.32 ^a
significant	*	*	*	*	*	*	*	*
ระยะปลูก (ชม.)								
20 x 70	24.55	23.95	3.99	19.11	13.68	46.38	33.7	13.44
40 x 70	23.19	23.8	4.26	19.03	13.67	46.66	33.86	13.29
60 x 70	23.77	23.88	3.95	18.84	14.5	46.68	32.9	13.23
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ระยะตัด X ระยะปลูก	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.36	6.30	42.15	11.46	10.64	14.37	27.55	26.65

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- * = $P < 0.05$ และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของต้นถั่วแป๋ป่าที่ตัดที่ระยะตัดและระยะปลูกแตกต่างกัน

รายละเอียด	องค์ประกอบทางเคมี (%)							
	DM	CP	EE	CF	Ash	NDF	ADF	ADL
ระยะตัด (วัน)								
60	13.03 ^a	10.37 ^b	1.67	44.87 ^b	15.19 ^b	63.10 ^a	50.96 ^a	8.78 ^a
90	15.94 ^b	8.79 ^a	1.65	43.67 ^b	13 ^a	66.88 ^b	53.34 ^{ab}	11.23 ^b
120	17.69 ^c	10.75 ^b	1.29	41.25 ^a	12.44 ^a	64.51 ^a	55.34 ^b	12.95 ^c
significant	*	*	ns	*	*	*	*	*
ระยะปลูก (ชม.)								
20 x 70	15.66	10.07	1.68	43.29	13.51	64.81	53.16	10.91
40 x 70	15.35	9.98	1.51	43.09	13.32	64.15	53.09	11.03
60 x 70	15.66	9.87	1.44	43.41	13.8	65.54	53.4	11.03
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ระยะตัด X ระยะปลูก	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.33	9.12	15.97	3.97	9.54	2.97	3.74	16.67

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- * = $P < 0.05$ และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของต้นรวมใบของถั่วแป๋ป่าที่ตัดที่ระยะตัดและระยะปลูกแตกต่างกัน

รายละเอียด	องค์ประกอบทางเคมี (%)							
	DM	CP	EE	CF	Ash	NDF	ADF	ADL
ระยะตัด (วัน)								
60	14.85 ^b	16.61 ^a	2.74 ^a	31.99 ^b	15.46 ^a	48.39 ^b	40.35 ^b	9.21 ^b
90	17.89 ^a	13.48 ^b	2.52 ^a	35.64 ^a	12.18 ^b	58.06 ^a	42.26 ^b	8.66 ^b
120	19.16 ^a	13.68 ^b	1.64 ^b	36.50 ^a	12.39 ^b	58.94 ^a	52.89 ^a	14.92 ^a
significant	*	*	*	*	*	*	*	*
ระยะปลูก (ซม.)								
20 x 70	17.16	14.58	2.21	34.69	13.04	55.02	45.18	10.9
40 x 70	17.27	14.55	2.38	35.15	13.36	55.28	45.3	10.86
60 x 70	17.48	14.63	2.31	34.3	13.63	55.09	45.02	11.03
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ระยะตัด X ระยะปลูก	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.13	10.49	22.16	6.15	12.15	9.20	13.04	27.74

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- * = $P < 0.05$ และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในส่วนต้นรวมใบของถั่วแป๋ป่าที่ระยะตัด 120 วัน (ตารางที่ 6) พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้งเท่ากับ 19.16 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบเท่ากับ 13.68 เปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 58.94 เปอร์เซ็นต์ และ ADF เท่ากับ 52.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในรายงานของ ฆะฤทัยและคณะ (2559) พบว่า ถั่วแป๋ป่าที่ระยะตัด 120 วัน มีค่าวัตถุดิบแห้งเท่ากับ 17.13 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบเท่ากับ 16.35 เปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 57.29 เปอร์เซ็นต์ และ ADF เท่ากับ 40.89 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เหตุที่ค่าโปรตีนหยาบจากการทดลองในครั้งนี้ต่ำกว่าในรายงานของฆะฤทัย และคณะ (2559) อาจเป็นเพราะการเข้าทำลายอย่างรุนแรงของหนอนผีเสื้อ โดยหนอนจะกัดกินใบกระทั่งเหลือแต่ก้านใบและเส้นใบซึ่งทำความเสียหายให้แก่ผลผลิตเกือบทั้งแปลง

จากการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบทางเคมีของถั่วแป๋ป่าที่ระยะตัด 60 วัน มีค่าใกล้เคียงกับถั่วคาวาลเคดในรายงานของเพ็ญศรี และเกียรติศักดิ์ (2550) ซึ่งพบว่า ที่อายุการตัด 45-60 วัน ถั่วคาวาลเคดมีโปรตีน NDF และ ADF ในช่วงระหว่าง 15.98-16.06 เปอร์เซ็นต์ 55.34-56.99 เปอร์เซ็นต์และ 37.86-39.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกและระยะตัดที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของถั่วแป๋ป่าในพื้นที่ชุดดินบึงชะงั้ง ซึ่งดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์สูง สรุปได้ดังนี้

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับระยะตัดถั่วแปป้า พบว่าที่ระยะปลูก 60 x 70 เซนติเมตร ที่อายุ 60 วัน มีผลต่อผลผลิตน้ำหนักแห้ง โดยทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 256.38 กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าการปลูกที่ระยะ 20 x 70 และ 40 x 70 เซนติเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 408.00 และ 377.45 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งระยะการปลูกดังกล่าวให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกับการตัดที่อายุ 90 วัน ในทุกระยะปลูก

2. การตัดถั่วแปป้าที่ระยะตัด 120 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าการตัดที่ระยะ 90 และ 60 วัน ในทุกระยะปลูก แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระยะปลูกกับระยะตัดที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของถั่วแปป้าทั้งในใบ ต้น หรือต้นรวมใบ

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองครั้งนี้ พบว่าถั่วแปป้ามีศักยภาพในการนำมาปลูกเพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ โดยสามารถใช้ระยะปลูกที่ 60 x 70 เซนติเมตร เพื่อประหยัดเมล็ดพันธุ์ โดยที่ระยะปลูกนี้ ถั่วสามารถเจริญเติบโตและเลี้ยงคลุมพื้นที่ได้ภายหลังการกำจัดวัชพืชเพียงครั้งเดียวหลังปลูก และควรตัดถั่วที่ระยะตัด 120 วัน เพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากโดยที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการพอควร

เนื่องจากพื้นที่โดยรอบศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วมีการเพาะปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย และมันสำปะหลัง รวมถึงพืชสวน เช่น ลำไย เป็นจำนวนมาก มีการใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณมากและบ่อยครั้ง ทำให้เกิดปัญหาการเข้าทำลายของแมลงในแปลงทดลองอย่างรุนแรงในช่วงเวลาเก็บข้อมูลที่ระยะตัด 120 วัน (ประมาณกลางเดือนตุลาคม) เพราะไม่มีการใช้สารควบคุมศัตรูพืชในแปลงทดลอง แปลงทดลองเกิดความเสียหายอย่างหนัก จึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว ทั้งที่ยังสามารถพบการเจริญเติบโตขึ้นใหม่ของต้นถั่วหลายต้นภายหลังการตัด ดังนั้นเพื่อลดการเกิดปัญหาดังกล่าว หากต้องปลูกถั่วแปป้าในช่วงประมาณปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน อาจต้องพิจารณาหาวิธีการควบคุมศัตรูพืช เช่น การใช้สารชีวภาพในการป้องกัน หรืออาจหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหานี้ โดยการศึกษาวงจรชีวิตของหนอนผีเสื้อชนิดที่เข้าทำลายแปลงทดลองก่อนการปลูกครั้งต่อไป ซึ่งอาจต้องเลื่อนระยะเวลาการปลูกให้เร็วขึ้น หรือหาวิธีการป้องกันโดยการตัดวงจรชีวิตของแมลงดังกล่าว เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวีระศักดิ์ จิโนแสง ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ในขณะนั้น ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และคณะทำงานภาคสนามของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมปฏิบัติงานทดลองจนกระทั่งเสร็จสิ้น

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2557. รายงานผลทดสอบ งานวิเคราะห์ soil. 2 หน้า.

- มะฤทัย จันทรธิบตี อติศักดิ์ แพทย์พิพัฒน์ และปริญญา จเรรัชต์. 2559. การทดสอบผลผลิตของถั่ววีกนา และถั่วคาวาลเคดในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. แหล่งที่มา: http://www.nutrition.dld.go.th/nutrition/images/pdf/srakaew_vigna_cavalcade.pdf. 11 พฤษภาคม 2560.
- มะฤทัย จันทรธิบตี วิณาพร จันทะสินธุ์ วีระศักดิ์ จิโนแสง และปริญญา จเรรัชต์. 2558. การศึกษา ศักยภาพ การให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์และเมล็ดพันธุ์ของถั่ววีกนา เพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว, น. 1-5. ใน รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ประจำปี 2557-2558. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์ และเกียรติศักดิ์ กล้าเอม. 2550. ผลของระยะเวลาการพักแปลงเพื่อปล่อยให้เมล็ดร่วง ต่อผลผลิต คุณภาพ และต้นทุนการผลิตของถั่วคาวาลเคดในปีที่ 2, น. 119-130. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2550. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2551. ผลของระยะปลูกและระยะ ตัดที่มีผลต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคด, น. 76-85. ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมคิด พรหมมา. 2555. ประสบการณ์การพัฒนากระบวนการผลิตแบบครบวงจรของเนื้อโคเพื่อสุขภาพ จากโคนมลูกผสมเพศผู้ที่เลี้ยงตามวิถีธรรมชาติ. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/lccm_cmi/vijai2.htm. 2 มิถุนายน 2556.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2558. สถิติปริมาณฝน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสระแก้ว พ.ศ.2546 - 2558. แหล่งที่มา: <http://www.service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries27.html>. 11 พฤษภาคม 2560.
- AOAC. 2012. Official Method of Analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA.
- Feedipedia. 2014. Rice Bean (*Vigna umbellata*). Available source: <http://www.feedipedia.org/node/234>. May 22, 2016.
- ISO 5983-2 : 2009. Animal Feed Stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Block digestion and steam distillation method. Method 5983-2, 15 p.
- Khadka K. and B.D. Acharya. 2009. Cultivation Practices of Rice Bean. Available source: http://www.gardenorganic.org.uk/pdfs/international_programme/TGM21-Rice_bean.pdf. June 2, 2013.

การเก็บรักษาพันธุ์หญ้ารัฐซี (*Brachiaria ruziziensis*) ในสภาพปลอดเชื้อ

เยาวลักษณ์ แหม่งปิง^{1/} รัตติกาล ปวงแก้ว^{1/} สรายุทธ์ ไทยเกื้อ^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรอาหารในการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์หญ้ารัฐซี (*Brachiaria ruziziensis*) ที่ระยะการเก็บรักษาปานกลางภายใต้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยทดลองผลของระดับสาร mannitol และสารอาหารอนินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของหญ้ารัฐซี วางแผนการทดลองแบบ 7 x 2 แฟคทอเรียล แบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ mannitol มี 7 ระดับ ได้แก่ 0 10 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อลิตร ปัจจัยที่ 2 คือ สูตรอาหาร มี 2 สูตร ได้แก่ MS และ ½MS เพาะเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ระยะเวลาให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน โดยไม่ย้ายเปลี่ยนอาหารจนถึง 8 เดือน พบว่า สูตรอาหาร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol สามารถเก็บรักษาหญ้ารัฐซี ภายใต้ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้นาน 6 เดือน โดยไม่มีการย้ายเปลี่ยนอาหาร มีจำนวนยอดทั้งหมด เฉลี่ย 10.6 12.6 และ 12.6 ยอด ตามลำดับ และมีอัตราการรอดของยอดสูงสุด คือ 44 44 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสาร mannitol ให้จำนวนยอดทั้งหมดสูงสุด เฉลี่ย 15.8 ยอด แต่มีอัตราการรอดของยอดต่ำเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของสาร mannitol ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนยอดทั้งหมดและอัตราการรอดของยอดลดลง

คำสำคัญ : สารแมนนิทอล อาหารสูตร MS หญ้ารัฐซี เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-064

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา

***In vitro* conservation of ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*)**Yaowalak Mangpung^{1/} Rattikan Pongkaew¹ Sarayut Thaikua¹**Abstract**

In vitro study of mannitol and inorganic nutrients on conserved ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) were conducted. The experiment research using 7 x 2 factorial experiment in completely randomized design with 10 replications. There were two factors, 1) mannitol with various concentrations as 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 g/l and 2) inorganic nutrients with two concentrations as MS (full) and ½MS (half). The cultures were incubated under 25°C of RT and 3,000 lux of light intensity with 16 h photoperiod, without subculture until 8 months. The result revealed that ruzi plantlets, which were cultured on MS and ½MS mediums supplemented with 10 g/l of mannitol and ½MS medium without mannitol, could kept under tissue culture room for six months without changing the medium. There were average number of total shoots as 10.6, 12.6 and 12.6 shoots, respectively, and the highest percentage of survival shoots as 44%, 44% and 37% of total shoots, respectively. MS medium without mannitol demonstrated the highest of average number of total shoots as 15.8 shoots but low percentage of survival shoots as 20% of total shoots. Increasing concentration of mannitol had reduce average number of total shoots and percentage of survival shoots.

Keywords: Mannitol, Murashige and Skoog (1962), *Brachiaria ruziziensis*, *In vitro*

Registered No.: 60(2)-0214-064

^{1/}Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong,
Nakhon Ratchasima

คำนำ

หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) เป็นพืชอาหารสัตว์สำคัญที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีอย่างแพร่หลาย เชื้อพันธุ์หญ้ารูซี่ที่รวบรวมไว้โดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์หลายชนิดพันธุ์ เช่น เชื้อพันธุ์หญ้ารูซี่ที่มีแนวโน้มทนแล้ง เชื้อพันธุ์หญ้ารูซี่ tetraploid เป็นต้น ส่วนใหญ่เก็บไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์ ซึ่งต้องคอยดูแลรักษาและกำจัดวัชพืชอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ต้นพืชสามารถเจริญเติบโตได้ เชื้อพันธุ์หญ้ารูซี่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียความเป็นเชื้อพันธุ์ทั้งจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน การดูแลรักษาที่ไม่เหมาะสม ให้น้ำไม่เพียงพอ และไม่มีการกำจัดวัชพืชออกจากแปลงรวบรวมพันธุ์อย่างต่อเนื่อง จึงอาจจะมีการปนของหญ้าชนิดอื่นๆ ได้ การหาแนวทางอื่นที่สามารถเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมของหญ้ารูซี่ให้มีความปลอดภัยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การเก็บรักษาพันธุ์พืชในสภาวะปลอดเชื้อภายใต้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยม โดยเฉพาะการเก็บรักษาพันธุ์พืชด้วยการลดการเจริญเติบโตซึ่งเป็นการเก็บรักษาในระยะสั้นถึงปานกลาง (2 เดือน-2 ปี) สามารถช่วยขยายช่วงเวลาในการย้ายเลี้ยงออกไปได้

ปัจจัยที่นำมาใช้ในการลดการเจริญเติบโตของต้นพืชในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีอยู่หลายปัจจัย เช่น การนำเนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงไปไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (Bertrand-Desbrunais *et al.*, 1992; Lersrutaiyotin *et al.*, 1993) การลดปริมาณสารอาหารที่เพาะเลี้ยง (Lersrutaiyotin *et al.*, 1993) และการใส่สารลดการเจริญเติบโต (Lersrutaiyotin and Burikam, 1993; Chanprame *et al.*, 1992) โดยสารตัวหนึ่งที่ยิมนำมาใช้ในการลดการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ สาร mannitol ซึ่งเป็นน้ำตาลชนิดหนึ่งที่มีผลต่อแรงดันออสโมซิสของพืช โดยปกติสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำจะแพร่เข้าสู่เซลล์พืชด้วยกระบวนการออสโมซิส (สกุล, 2555) การเติมสาร mannitol ลงในอาหารเพาะเลี้ยงทำให้มีแรงดันออสโมซิสเพิ่มขึ้น มีน้ำในอาหารน้อย ส่งผลให้สารอาหารแพร่เข้าสู่เซลล์พืชได้ยากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Golmirzaie and Toledo, 1999) มีรายงานการศึกษาสูตรอาหารเพื่อลดการเจริญเติบโตในพืชหลายชนิด เช่น สูตรอาหารที่ลดความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและสูตรอาหารที่ใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในระดับปกติร่วมกับการเพิ่มความดันออสโมติกโดยเติมสาร mannitol ในพืชวงศ์ขิง เนระพูสีไทย และหอมน้ำ (สนธิชัย, 2548; วรินทร์พร และ ปิยะวดี, 2557; วรณดา และคณะ, 2557) เป็นต้น โดยรายงานดังกล่าวทำให้ทราบสูตรอาหารที่สามารถเก็บรักษาพืชวงศ์ขิง เนระพูสีไทย และหอมน้ำในขวดเพาะเลี้ยงได้นาน 8 - 12 เดือน โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่เลย การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการยืดระยะเวลาการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ของหญ้ารูซี่ในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยศึกษาาระดับสาร mannitol และสารอาหารอนินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้ารูซี่ ซึ่งจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์พันธุ์กรรมและรักษาเชื้อพันธุ์ของหญ้ารูซี่สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 7 x 2 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ระดับสาร mannitol มี 7 ระดับ คือ ความเข้มข้น 0 10 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อลิตร และ 2) ปัจจัยที่ 2 คือ สูตรอาหาร มี 2 สูตร ได้แก่ MS และ ½MS ที่เติม 6-benzylaminopurine (BAP) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งสิ้น 14 สิ่งทดลองๆ ละ 10 ข้างดำเนินการทดลองภายใต้ห้องปลอดเชื้ออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้ได้รับแสงความเข้ม 3,000 ลักซ์

นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ตลอดการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและอนุพันธุศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ระหว่างธันวาคม 2556-กันยายน 2558

การเตรียมยอดหญ้ารูซี่จำนวนมาก (multiple shoot)

นำส่วนตายอดของหญ้ารูซี่ ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด เช็ดด้วยน้ำยาล้างจานและล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง นำไปแช่ในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที จากนั้นนำขึ้นฟิซเข้าตู้ปลอดเชื้อเพื่อฟอกด้วยสารละลายคลอโรกซ์ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ที่ผสมสารลดแรงตึงผิว 1-2 หยดต่อสารละลาย 100 มิลลิลิตร นาน 15 นาที ฟอกต่อด้วยสารละลายคลอโรกซ์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ผสมสารลดแรงตึงผิว นาน 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง จากนั้นตัดแต่งขึ้นฟิซเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนไซโตไคนินชนิด BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงนาน 2 เดือน เพื่อเพิ่มปริมาณยอดให้มากพอสำหรับการทดลอง

การศึกษาผลของสาร mannitol และสูตรอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของหญ้ารูซี่

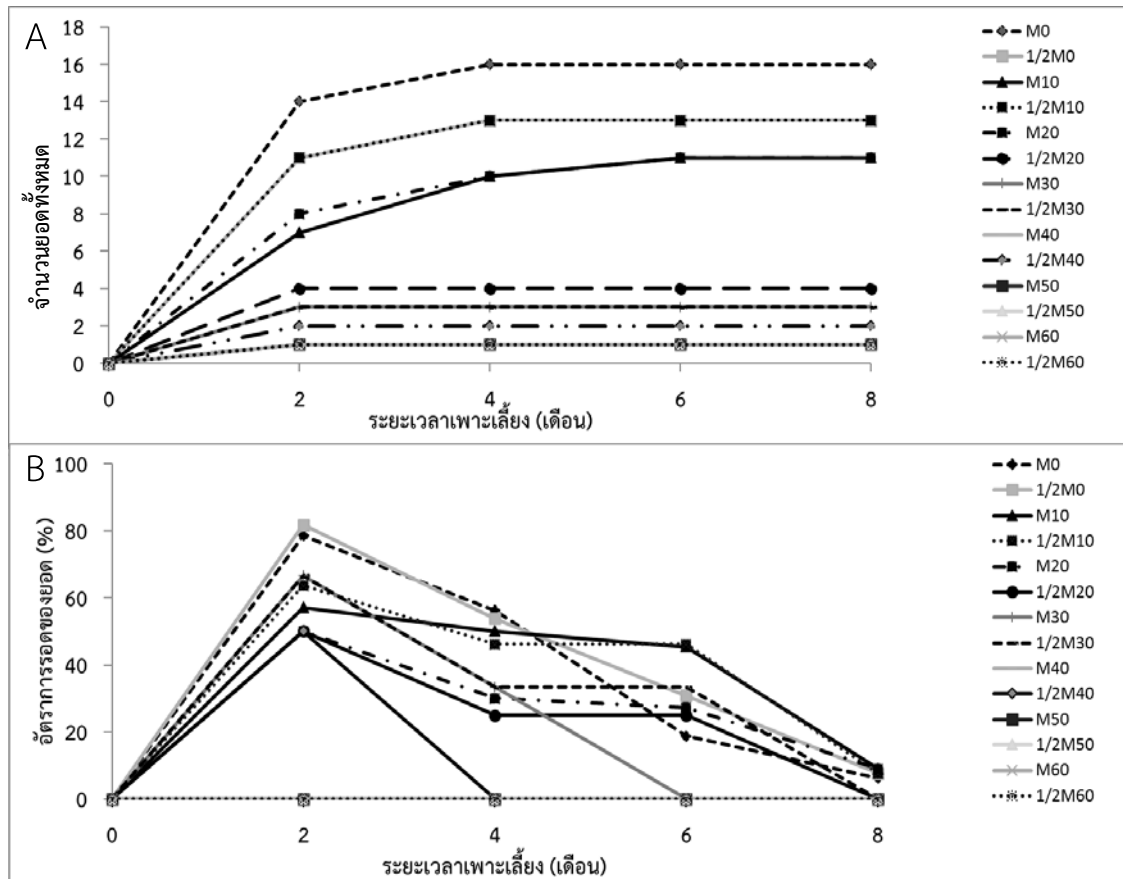
คัดเลือกยอดหญ้ารูซี่ที่แข็งแรงจากข้อ 1 นำมาตัดแต่งให้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำมาวางบนอาหารทดลอง จำนวน 1 ยอด/ขวด (ซ้ำ) ตามแผนการทดลอง เพาะเลี้ยงนาน 8 เดือน สังเกตการเจริญเติบโตของต้นหญ้ารูซี่ บันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนยอดทั้งหมดและจำนวนยอดที่รอดที่ระยะเวลา 2 4 6 และ 8 เดือน สังเกตการเกิดรากและระยะเวลาที่เริ่มเกิดราก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจำนวนยอดทั้งหมด และจำนวนยอดที่รอด ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) in 7 x 2 Factorial in CRD โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละสูตรอาหารตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

หลังจากย้ายยอดหญ้ารูซี่มาวางบนอาหารทดลองที่เติมสาร mannitol ที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร MS และ ½MS นาน 8 เดือน โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายอาหาร พบว่า จำนวนยอดทั้งหมดเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร ยกเว้นสูตรที่เติมสาร mannitol 50 และ 60 กรัมต่อลิตร ที่ไม่พบการเกิดยอดใหม่ โดยพบว่า เริ่มสังเกตเห็นยอดใหม่เกิดขึ้นในเดือนที่ 1 และเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งจำนวนยอดคงที่ตั้งแต่เดือนที่ 4 (ภาพที่ 1A) หลังจากนั้นไม่มีการเกิดยอดใหม่ ในขณะที่อัตราการรอดของยอดลดลงในอาหารทุกสูตร ส่วนสูตรที่เติมสาร mannitol 50 และ 60 กรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดยอดใหม่ อัตราการรอดของยอดสูงสุดในเดือนที่ 2 และเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนถึงเดือนที่ 8 ซึ่งมีอัตราการรอดของยอดไม่ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า มีอัตราการรอดของยอดสูงถึง 44 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol 10 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 1B, ตารางที่ 3) ดังนั้น ระยะสังเกตและเก็บข้อมูลที่ 6 เดือน จึงน่าจะเป็นระยะที่มีความเหมาะสม เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ยาวนานสุดที่จะสามารถเก็บรักษาหญ้ารูซี่ไว้ได้ โดยไม่มีการย้ายเปลี่ยนอาหารและมีอัตราการรอดของยอดสูงเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 จำนวนยอดทั้งหมด (A) และ อัตราการรอดของยอด (B) ของยีสร์ูซี่ที่เพาะเลี้ยงในอาหารทดลองที่เติมสาร mannitol ที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร MS และ 1/2MS ที่อายุการเพาะเลี้ยงที่ 2 4 6 และ 8 เดือน

เมื่อเก็บรักษายีสร์ูซี่ในอาหารสูตรต่างๆ นาน 6 เดือน (ตารางที่ 1) พบว่าระดับสาร mannitol มีผลต่อทั้งจำนวนยอดทั้งหมดและจำนวนยอดที่รอด โดยพบว่าสูตรอาหารที่ไม่เติมสาร mannitol ให้จำนวนยอดทั้งหมดสูงสุด เฉลี่ย 14.16 ยอด แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรอาหารที่เติม mannitol 10 และ 20 กรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 11.15 และ 7.53 ยอด ตามลำดับ ส่วนสูตรอาหารที่เติมสาร mannitol 30 40 50 และ 60 กรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากมีจำนวนยอดน้อยมากถึงไม่เกิดยอดใหม่

สูตรอาหารที่ไม่เติมและที่เติม mannitol 10 และ 20 กรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดที่รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้นของ mannitol 10 กรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดที่รอดสูงสุด เฉลี่ย 5.1 ยอด รองลงมาเป็นสูตรอาหารที่ไม่เติม mannitol ให้จำนวนยอดที่รอด เฉลี่ย 3.9 ยอด ส่วนสูตรอาหารที่เติม mannitol 30 40 50 และ 60 กรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ยที่รอดไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีจำนวนยอดที่รอดต่ำมากถึงไม่มีจำนวนยอดที่รอด

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดทั้งหมดและจำนวนยอดที่รอดของห้ำรูลี่เมื่อพะเลี้ยงบนอาหารที่เติม mannitol ที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร MS และ ½MS ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	จำนวนยอดทั้งหมด (ยอด)	จำนวนยอดที่รอด (ยอด)
ระดับสาร mannitol (กรัมต่อลิตร)		
0	14.2 ^a	3.9 ^b
10	11.6 ^b	5.1 ^a
20	7.5 ^c	1.6 ^c
30	2.7 ^d	0.4 ^c
40	1.5 ^d	0.1 ^c
50	1.0 ^d	0.0 ^c
60	1.0 ^d	0.0 ^c
สูตรอาหาร		
MS	6.1	1.5
½MS	5.1	1.7
ระดับสาร mannitol x สูตรอาหาร	*	*
CV (%)	49.87	78.05

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) โดยวิธี DMRT

- * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างสาร mannitol และสูตรอาหารที่มีต่อจำนวนยอดทั้งหมดและจำนวนยอดที่รอด (ตารางที่ 1) อิทธิพลร่วมของสาร mannitol และสูตรอาหารส่งผลต่อจำนวนยอดทั้งหมดแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) โดยพบว่า สูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสาร mannitol มีผลทำให้ได้จำนวนยอดทั้งหมดสูงสุด เฉลี่ย 15.8 ยอด แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรอาหาร MS ที่เติมสาร mannitol 10 และ 20 กรัมต่อลิตร รวมถึงสูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมและที่เติมสาร mannitol 10 กรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดทั้งหมด เฉลี่ย 10.6 10.5 12.6 และ 12.6 ยอด ตามลำดับ ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติมสาร mannitol 30 กรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร ½MS ที่เติมสาร mannitol 20 กรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดทั้งหมด เฉลี่ย 3.0 และ 4.5 ยอด ตามลำดับ ส่วนสูตรอาหาร MS ที่เติมสาร mannitol 40 กรัมต่อลิตร รวมถึงสูตรอาหาร ½MS ที่เติมสาร mannitol 30 และ 40 กรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดทั้งหมด เฉลี่ย 1.3 2.5 และ 1.7 ยอด ตามลำดับ สูตรอาหาร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol 50 และ 60 กรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากไม่มีการเกิดยอดใหม่

ตารางที่ 2 อิทธิพลร่วมของระดับสาร mannitol และสูตรอาหารที่มีต่อจำนวนยอดทั้งหมด ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน

ระดับสาร mannitol (กรัมต่อลิตร)	สูตร MS	สูตร ½MS	เฉลี่ย (ระดับสาร mannitol)
0	15.8 ^a	12.6 ^b	14.2
10	10.6 ^b	12.6 ^b	11.6
20	10.5 ^b	4.5 ^c	7.5
30	3.0 ^c	2.5 ^{cd}	2.7
40	1.3 ^{cd}	1.7 ^{cd}	1.5
50	1.0 ^d	1.0 ^d	1.0
60	1.0 ^d	1.0 ^d	1.0
เฉลี่ย (สูตรอาหาร)	6.1	5.1	5.6

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT

อิทธิพลร่วมของสาร mannitol และสูตรอาหารส่งผลต่ออัตราการรอดของยอดหน่อารูชี ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 3) โดยพบว่า สูตรอาหาร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดของยอดสูงสุด คือ 44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol ที่มีอัตราการรอดของยอด คือ 37 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับสูตรอาหารอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการรอดของยอดลดลงมาพบในสูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสาร mannitol และสูตรอาหาร MS ที่เติมสาร mannitol 20 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดของยอด คือ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติมสาร mannitol ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 30-60 กรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร ½MS ที่เติมสาร mannitol ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20-60 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดของยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากจำนวนยอดที่ร่อนน้อยมากถึงไม่มีจำนวนยอดที่รอด

การพัฒนาของราก พบว่ามีการเกิดรากจำนวนมากในอาหารสูตร MS และ ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol โดยสังเกตพบการเกิดรากตั้งแต่เดือนแรกของการเพาะเลี้ยง ในขณะที่สูตรอาหารที่เติมสาร mannitol ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10 - 30 กรัมต่อลิตร มีการเกิดรากน้อย โดยเริ่มสังเกตเห็นการเกิดรากในอาหารสูตรที่เติมสาร mannitol 10 กรัมต่อลิตร ในเดือนที่ 1 และในสูตรอาหารที่เติม mannitol 20 และ 30 กรัมต่อลิตร ในเดือนที่ 2 และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตรที่เติมสาร mannitol ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 40-60 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 อิทธิพลร่วมของระดับสาร mannitol และสูตรอาหารที่มีต่อจำนวนยอดเฉลี่ยที่รอด ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน

ระดับสาร mannitol (กรัมต่อลิตร)	สูตร MS	สูตร ½MS	เฉลี่ย (ระดับสาร mannitol)
0	3.2 ^b (20%)	4.6 ^a (37%)	3.9
10	4.7 ^a (44%)	5.5 ^a (44%)	5.1
20	2.3 ^b (22%)	0.8 ^c (0%)	1.6
30	0.2 ^c (0%)	0.5 ^c (0%)	0.4
40	0.0 ^c (0%)	0.2 ^c (0%)	0.1
50	0.0 ^c (0%)	0.0 ^c (0%)	0.0
60	0.0 ^c (0%)	0.0 ^c (0%)	0.0
เฉลี่ย (สูตรอาหาร)	1.5	1.7	1.6

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ค่าการสังเกตการเกิดรากของหน่อรูขี้เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม mannitol ที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร MS และ ½MS

ระดับสาร mannitol (กรัมต่อลิตร)	สูตร MS		สูตร ½MS	
	การเกิดราก	เดือนที่	การเกิดราก	เดือนที่
		สังเกตเห็นราก		สังเกตเห็นราก
0	เกิดรากมาก	1	เกิดรากมาก	1
10	เกิดรากปานกลาง	1	เกิดรากปานกลาง	1
20	เกิดรากปานกลาง	2	เกิดรากปานกลาง	2
30	เกิดรากปานกลาง	2	เกิดรากปานกลาง	2
40	ไม่เกิดราก	-	ไม่เกิดราก	-
50	ไม่เกิดราก	-	ไม่เกิดราก	-
60	ไม่เกิดราก	-	ไม่เกิดราก	-

ระดับความเข้มข้นของสาร mannitol มีผลอย่างยิ่งต่อจำนวนยอดทั้งหมด อัตราการรอดของยอด และการเกิดรากของหน่อรูขี้ เนื่องจากสาร mannitol มีผลเกี่ยวข้องกับแรงดันออสโมซิสในอาหารเพาะเลี้ยง ทำให้อาหารเพาะเลี้ยงมีความเข้มข้นของสารละลายในอาหารมากกว่าสารละลายภายในเซลล์พืชทำให้เกิดแรงดันออสโมซิสสูง ส่งผลให้พืชดูดซึมสารอาหารสำหรับนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ยากยิ่งขึ้น (Bramwell, 1990) ยิ่งเพิ่มระดับความเข้มข้นของสาร mannitol ยิ่งส่งผลให้มีแรงดันออสโมซิสเพิ่มขึ้น ทำให้พืชที่เพาะเลี้ยงไม่สามารถดูดซึมสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตทั้งทางยอดและทางรากได้จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าสูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสาร mannitol ให้จำนวนยอดหน่อรูขี้สูงสุดและมี

การเกิดรากจำนวนมาก แต่มีอัตราการรอดของยอดต่ำ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน เนื่องจากไม่มีการเติมสาร mannitol ที่ยับยั้งการแพร่ของสารอาหารไปยังต้นพืชและระดับสารอาหารอนินทรีย์อยู่ในระดับความเข้มข้นปกติ จึงทำให้ต้นพืชดูดซึมสารอาหารไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ แต่การดูดซึมของต้นพืชในอัตราปกติทำให้สารอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัดในอาหารเพาะเลี้ยงลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ต้นพืชมีสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตจึงมีการตายเพิ่มขึ้น เมื่อเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลายาวนาน

สูตรอาหาร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดของยอดไม่แตกต่างจากสูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน อาจเนื่องจากสาร mannitol ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เป็นระดับที่พืชยังสามารถดูดซึมสารอาหารในอาหารเพาะเลี้ยงไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสาร mannitol ตั้งแต่ 20-60 กรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการรอดของหน่อที่ลดลงแบบแปรผันตามระดับความเข้มข้นของสาร mannitol และทำให้อัตราการตายในที่สุด สอดคล้องกับรายงานของวรรณดา และคณะ (2557) ที่พบว่าหน่อที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร ½MS ที่เติมสาร mannitol ระดับความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดตายสูงสุดถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม mannitol มีอัตราการรอดตายต่ำสุด 60 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสาร mannitol มีแนวโน้มทำให้อัตราการรอดตายต่ำลง กษิตติ และคณะ (2548) รายงานเช่นกันว่าการใช้ mannitol ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ (W/V) ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ช่วยลดการเจริญเติบโตเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้ตระกูลช้างได้ดี แต่เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสาร mannitol สูงมากขึ้นที่ระดับ 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (W/V) จะพบการตายของเนื้อเยื่อกล้วยไม้เมื่อเลี้ยงนานเป็นเวลา 6 เดือน รณิย์และศัลักษณ์ (2547) ที่ศึกษาการใช้สาร mannitol ในการเก็บรักษาพันธุ์เนื้อเยื่อเจตมูลเพลิงแดง ที่พบว่าระดับสาร mannitol ที่ 20 กรัมต่อลิตร สามารถเก็บรักษาต้นอ่อนของเจตมูลเพลิงแดงได้ถึง 8 เดือน โดยไม่มีการตาย และต้นอ่อนยังคงมีลักษณะสมบูรณ์ แต่หากเพิ่มระดับสาร mannitol ที่ความเข้มข้นสูงขึ้น พบว่าจำนวนยอดของต้นอ่อนมีแนวโน้มลดลง ลักษณะของเนื้อเยื่อค่อนข้างอ่อนแอทำให้หน่อที่มีจำนวนยอดที่ตายสูง และมียอดที่รอดสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 เดือนกว่าๆ เท่านั้น

สรุปผลการทดลอง

สูตรอาหาร MS และ ½MS ที่เติมสาร mannitol ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เพาะเลี้ยงหน่อที่เพื่อการเก็บรักษาพันธุ์ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ โดยมีจำนวนยอดทั้งหมด เฉลี่ย 10.6 12.6 และ 12.6 ยอด ตามลำดับ และมีอัตราการรอดของยอดสูงสุด คือ 44 44 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน โดยไม่มีการย้ายเปลี่ยนอาหารใหม่ แต่แนะนำให้ใช้สูตรอาหาร ½MS ที่ไม่เติมสาร mannitol เพราะสามารถลดต้นทุนค่าอาหารเพาะเลี้ยงลงได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาผลของสารลดการเจริญเติบโตชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการชะลอการเจริญเติบโตของหน่อที่
2. ควรเติมสารเสริมสร้างความแข็งแรงของหน่อที่ในอาหารเพาะเลี้ยง เพื่อให้ได้ต้นหน่อที่ที่แข็งแรงมาใช้เป็นชิ้นส่วนพืช (explant) สำหรับการทดลอง

3. ควรเพิ่มการศึกษาสาร mannitol ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น เช่น 0 5 10 15 20 กรัมต่อลิตร เป็นต้น
4. ควรทำการทดสอบต้นที่รอด ว่าสามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติหรือไม่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบผลงานจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กษิติศ ดิษฐบรรจง ชยานิจ ดิษฐบรรจง และ บุญเรือนรัตน์ เรื่องพิเศษ. 2548. การขยายพันธุ์และเก็บรักษากล้วยไม้สกุลช้างในสภาพปลอดเชื้อ. สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.
- รมณีย์ เจริญทรัพย์ และ ศาลาลักษณ์ พรณศิริ. 2547. การเก็บรักษาพันธุ์เจตมูลเพลิงแดงในสภาพปลอดเชื้อ: ผลของ mannitol ต่อการเจริญของเนื้อเยื่อที่เก็บรักษา. ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 : สาขาพืช. วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 553-559.
- วรินทร์พร จิวัฒน์สกุล และ ปิยวดี เจริญวัฒนะ. 2557. การเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชเนรพูสีไทยในสภาพปลอดเชื้อโดยการชะลอการเจริญเติบโต. วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3.
- วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย กาญจนรี พงษ์ฉวี และ รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรพ. 2557. การเก็บรักษาพันธุ์หอมน้ำ *Crinum thaianum* Schulze ในสภาพปลอดเชื้อ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2557. สำนักวิจัยการพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- สกุล มูลแดง, 2555, การดำรงชีวิตของพืช หลักสูตรและสารการเรียนรู้ชีววิทยา, หน้า 413 - 482.
- สนธิชัย จันท์เปรม. 2548. การเก็บรักษาพืชวงศ์ขิงบางชนิดโดยการลดการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ. ใน: รายงานการประชุมวิชาการทรัพยากรไทย: สรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว. วันที่ 20-22 ตุลาคม 2548. ณ ศูนย์อนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ คลองไผ่, นครราชสีมา. หน้า 384-389.
- Bertrand-Desbrunais, A., M. Noirot and A. Charrier. 1992. Slow growth *in vitro* conservation of coffee (*Coffea* spp.) 2: Influence of reduced concentration of sucrose and low temperature. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, Vol. 31, p. 105-110.
- Bramwell, D. 1990. The Role of *In Vitro* Cultivation in Conservation of Endangered Species, Conservation Technique in Botanic Gardens. Koenigstein, Germany. p. 3-15.
- Chanprame, S., R. Lersrutaiyotin and C. Weerasathakul. 1993. Effect of cryoprotectant on cryopreservation of sugarcane plantlets. Kasetsart J. (Nat. Sci.), Vol. 27, p. 1-3.
- Golmirzaie, A. and J. Toledo. 1999. Noncryogenic, long-term germplasm storage. Methods in Molecular Biology, Plant Cell Culture Protocols. Vol. 111, p. 95-101.

- Lersrutaiyotin, R., N. Roongruengchanchai, J. Chindonnirat, S. Burikam and M. Wongmanirot. 1993. Growth of sugarcane plantlets on media limiting concentration of inorganic nutrient and growth promoter supplement. Kasetsart J. (Nat. Sci.), Vol. 27, p. 4-8.
- Lersrutaiyotin, R. and S. Burikam. 1993. Growth reduction of papaya plantlets for *in vitro* preservation. Kasetsart J. (Nat. Sci.), Vol. 27, p. 12-14.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Plant Physiol., Vol. 15, p. 473-497.

ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า

ทวีศักดิ์ ชื่นปริษา^{1/} สุกัญญา คำพะแย^{2/} อาทิตยา สุขสะเกษ^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะปลูกที่มีระยะระหว่างต้น และระหว่างแถว 4 ระยะ คือ 25 x 25 50 x 50 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร ดำเนินการในชุดดินโคราชที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ระหว่างเดือนมีนาคม 2557-กรกฎาคม 2558 วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) ทำ 4 ซ้ำ และทดสอบในแปลงขนาด 4 x 5 เมตร จำนวน 16 แปลง ผลการทดลอง พบว่า การปลูกที่ระยะ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้เท่ากับ 131.07-150.21 118.02-131.46 และ 107.44-111.09 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่มากกว่าที่ระยะปลูก 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร เท่ากับ 82.38-82.47 71.60-72.82 และ 64.54-65.65 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ($p < 0.05$) ส่วนคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วที่เก็บเกี่ยวได้จากทุกระยะปลูก มีค่าไม่แตกต่างกัน คือ มีความชื้นระหว่าง 6.13-6.40 เปอร์เซ็นต์ ความบริสุทธิ์ 90.65-93.83 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 3.61-3.76 กรัม และความงอก 84.25-91.75 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ถั่วฮามาต้า ระยะปลูก

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-081

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือเมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย อำเภอสระใคร จังหวัดหนองคาย

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม

Effects of plant spacing on seed yield and seed quality of *Stylosanthes hamata* cv. Verano

Taweesak Chuenpreecha^{1/} Sukanya Kamphayae^{2/} Atitiya Suksaket^{3/}

Abstract

The effect of four plant spacing; 25 x 25, 50 x 50, 80 x 80 and 100 x 100 cm. conducted in Korat soil series at Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center, Khon Kaen during March 2014 to July 2015 for investigated on seed yield and seed quality of *Stylosanthes hamata* cv. Verano. The experimental design of each experiment was RCBD with four replication and using 16 plots of 4 x 5 meters. The result showed the seed production of 25 x 25 and 50 x 50 cm, i.e. seed yield, pure seed yield and germination pure seed yield were 131.07-150.21, 118.0-131.46 and 107.44-111.09 kg per rai, respectively but higher than plant spacing of 80 x 80 and 100 x 100 cm were 82.38-82.47, 71.60-72.82 and 64.54- 65.65 kg per rai, respectively ($p < 0.05$). The qualities of seed produced from each space were not significant difference with 6.13-6.40 % moisture, 90.65-93.83 % purity, 3.61-3.76 g thousand seed weight and 84.25-91.75 % germination.

Keywords: *Stylosanthes hamata* cv. Verano, spacing

Registered No.: 60(2)-0214-081

^{1/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khonkaen.

^{2/} Nongkhai Animal Nutrition Research and Development Center, Sakhray, Nongkhai.

^{3/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, Mahasarakham.

คำนำ

ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) เป็นถั่วที่มีอายุ 2-3 ปี ลักษณะเป็นพุ่มเตี้ยตั้งตรง แตกกิ่งก้านแผ่คลุมพื้นที่ได้กว้าง ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ทนดินกรด ทนทานต่อการแทะเล็ม เหยียบย่ำของสัตว์ได้ดี ไม่ทนต่อสภาพพื้นที่ดินชื้นแฉะ และไม่ทนสภาพร่มเงา ผลผลิตน้ำหนักรากสด 6-8 ตัน หรือน้ำหนักแห้ง 1.5-2.0 ตันต่อไร่ต่อปี (กองอาหารสัตว์, 2554) ที่อายุการตัด 30 และ 45 วัน มีโปรตีนสูงถึง 16-18 เปอร์เซ็นต์ (อุตร และคณะ, 2551) ในปัจจุบันถั่วฮามาต้ายังเป็นถั่วอาหารสัตว์ที่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อการจำหน่ายของเกษตรกร และผลิตใช้ในหน่วยงานโดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ตามมาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ปี พ.ศ. 2558 สำหรับเมล็ดพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก และชั้นพันธุ์ขยาย กำหนดให้ปลูกโดยใช้ต้นกล้า โดยมีระยะปลูกไม่น้อยกว่า 80 x 80 เซนติเมตร ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้าทั้งสองชั้นพันธุ์นี้ แม้ว่าจะมีเป้าหมายการผลิตไม่มากแต่ต้องดำเนินการอย่างประณีต แต่สำหรับชั้นพันธุ์จำหน่ายทั้งที่ผลิตภายในหน่วยงาน และเกษตรกรซึ่งมีเป้าหมายการผลิตค่อนข้างมากนั้นไม่ได้มีการกำหนดระยะปลูกไว้ ซึ่งโดยทั่วไปเกษตรกรจะนิยมใช้การหว่านเมล็ด อย่างไรก็ตามระยะปลูกพืชอาหารสัตว์ นับว่าเป็นการจัดการด้านเขตกรรมที่สำคัญ เพราะมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช ระยะปลูกที่เหมาะสมกับชนิดและการเจริญเติบโตของพืช จะช่วยลดปัญหาการแข่งขันระหว่างต้นพืชด้วยกันเอง หรือระหว่างต้นพืชกับวัชพืช (รัชดาวรรณ และคณะ, 2551) การใช้ระยะปลูกถี่เกินไป จำนวนต้นพืชต่อหน่วยพื้นที่มีปริมาณมากทำให้เกิดความหนาแน่น พืชจะมีการแย่งชิงปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น แสงอาทิตย์ และธาตุอาหารพืช แต่ถ้าปลูกระยะห่างเกินไป จำนวนต้นพืชต่อหน่วยพื้นที่มีปริมาณน้อย เกิดพื้นที่ว่างระหว่างต้นค่อนข้างมาก ส่งผลให้วัชพืชเกิดขึ้นได้มาก จะแก่งแย่งธาตุอาหารจากพืชหลัก ส่งผลให้ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ลดลง และสิ้นเปลืองแรงงานในการกำจัดวัชพืช

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระยะปลูกต่างๆ กัน ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดถั่วฮามาต้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้าชั้นพันธุ์จำหน่ายทั้งที่ผลิตภายในหน่วยงาน และเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (เส้นรุ้งที่ 16.20 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 102.49 องศาตะวันออก และอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 166.7 เมตร) ดำเนินการในช่วงเดือนมีนาคม 2557-กรกฎาคม 2558

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยระยะปลูกที่มีระยะระหว่างต้น และระหว่างแถว 4 ระยะ ดังนี้

- T1 - ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร
- T2 - ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร
- T3 - ระยะปลูก 80 x 80 เซนติเมตร
- T4 - ระยะปลูก 100 x 100 เซนติเมตร

การเตรียมแปลงทดลอง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองก่อนไถพรวนดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร แปลงย่อยละ 1 จุด และรวมตัวอย่างดินภายในซ้ำๆ ละ 1 ตัวอย่าง เพื่อส่งวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ โปแทสเซียม โซเดียม และฟอสฟอรัส ที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น การเตรียมแปลงทดลองครั้งแรกทำการไถตะหรือไถบุกเบิก และตากดินไว้ประมาณ 5-7 วัน เพื่อเป็นการพลิกดินและกำจัดวัชพืชให้แห้งตาย จากนั้นทำการไถพรวน เพื่อย่อยดินที่ได้จากการไถครั้งแรก ให้ก้อนดินมีขนาดเล็กลง และปรับระดับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ เหมาะสมต่อการงอกของต้นกล้า จากนั้นทำการจัดแบ่งแปลงย่อย ขนาด 4x5 เมตร และมีระยะห่างระหว่างแปลง 2 เมตร ทั้งหมดจำนวน 16 แปลงย่อย

วิธีการปลูก การใส่ปุ๋ย และการกำจัดวัชพืช

- การปลูกถั่วฮามาต้า ปลูกตามระยะปลูกที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองโดยใช้ต้นกล้าอายุประมาณ 40 วัน ย้ายกล้าปลูกวันที่ 8 กรกฎาคม 2557 โดยปลูกเป็นหลุมๆ ละ 1 ต้น
- การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูก
- การกำจัดวัชพืช กำจัดวัชพืชครั้งแรกหลังจากปลูกแล้วประมาณ 1 เดือน (ต้นเดือนสิงหาคม) ครั้งที่ 2 ปลายเดือนสิงหาคม และครั้งที่ 3 กลางเดือนตุลาคม 2557

การเก็บเกี่ยวเมล็ด และการบันทึกข้อมูล

เก็บผลผลิตเมล็ดถั่วฮามาต้า ในวันที่ 20 มกราคม 2558 ก่อนเก็บเกี่ยวเมล็ดสุ่มวัดความสูง และขนาดทรงพุ่มของต้นถั่ว โดยสุ่มนับ 6 กอต่อแปลง จากนั้นตัดต้นถั่วชิดดิน นำต้นถั่วไปวางกองรวมกันไว้ในแปลง และเคาะเมล็ดที่ค้างอยู่ในช่อดอกให้ร่วงลงดิน จากนั้นกวาดเมล็ดที่พื้นมารวมไว้เป็นกอง แล้วนำเมล็ดถั่วฮามาต้าไปทำความสะอาดเบื้องต้น บันทึกน้ำหนักเมล็ด เพื่อคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่ พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างเมล็ดเพื่อตรวจสอบคุณภาพที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ได้แก่ ความชื้น ความบริสุทธิ์ น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ และความงอก ตามวิธีของ ISTA (2011)

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

- ทดสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์
ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ฮามาต้าประมาณ 4-5 กรัม ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียม แล้วนำไปอบด้วยตู้อบความร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ISTA 2011) ทดสอบตัวอย่างละ 2 ซ้ำ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามสมการ

$$\% MC = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

เมื่อ	MC	= Moisture content
	M ₁	= น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา
	M ₂	= น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา และตัวอย่างก่อนอบแห้ง
	M ₃	= น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา และตัวอย่างหลังอบแห้ง

- ทดสอบความบริสุทธิ์

แบ่งเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้าจำนวน 2 ซ้ำๆ ละประมาณ 4 กรัม ตามวิธีของ ISTA (2011) จากนั้นจึงนำแต่ละซ้ำมาคัดแยกสิ่งเจือปน เมล็ดพันธุ์ฟืชอื่น และเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ด้วยมือ นำแต่ละส่วนไปชั่งหาน้ำหนักขององค์ประกอบ จากนั้นจึงคำนวณน้ำหนักแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามสมการ

$$\% \text{ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์}}{\text{น้ำหนักรวม}} \times 100$$

$$\% \text{ เมล็ดพันธุ์ฟืชอื่น} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ฟืชอื่น}}{\text{น้ำหนักรวม}} \times 100$$

$$\% \text{ สิ่งเจือปน} = \frac{\text{น้ำหนักสิ่งเจือปน}}{\text{น้ำหนักรวม}} \times 100$$

- ทดสอบน้ำหนักเมล็ดพันธุ์

ใช้เมล็ดพันธุ์แท้ที่ได้จากการคัดแยกเพื่อทดสอบความบริสุทธิ์ จำนวน 800 เมล็ด โดยการสุ่มนับเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ 8 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้นนำแต่ละซ้ำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นคำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ด 1,000 เมล็ด โดยใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 100 เมล็ด คูณด้วย 10

- เปอร์เซ็นต์ความงอก

นำเมล็ดบริสุทธิ์ถั่วฮามาต้าที่ได้จากการทดสอบความบริสุทธิ์ มาเพาะแบบ TP (Top of paper) โดยวางเมล็ดบนกระดาษเพาะจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้นนำไปใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิสลับ $20 < - > 35$ องศาเซลเซียส หมายถึง ใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นตรวจนับต้นกล้าปกติของเมล็ดหญ้าหลังจากการเพาะเมล็ด ตามวิธีของ ISTA (2011)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of variance ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT

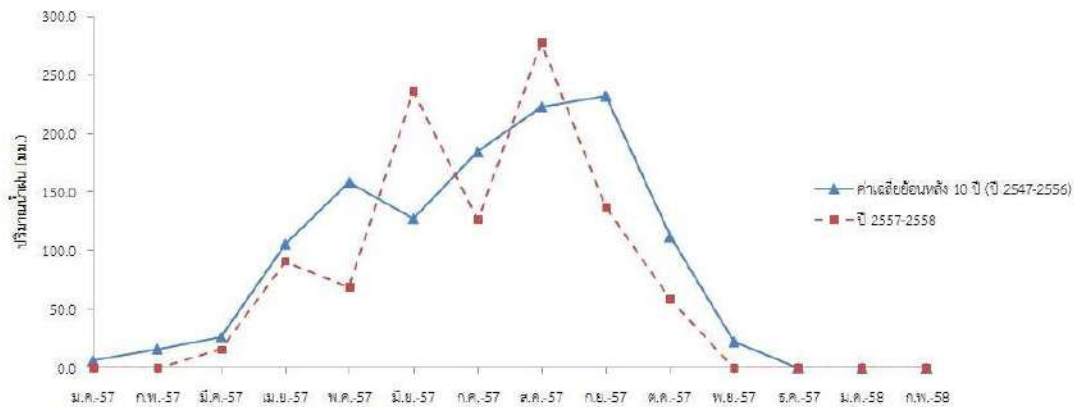
ผลการทดลอง และวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ดินบริเวณทำการทดลองเป็นชุดดินโคราช มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ก่อนเริ่มดำเนินการทดลองพบว่า ดินมีอินทรีย์วัตถุ โพแทสเซียม (K) และโซเดียม (Na) ในระดับต่ำ (0.5 เปอร์เซ็นต์ 32.0 และ 38.5 ppm ตามลำดับ) แต่พบว่ามีฟอสฟอรัส (P) ในระดับสูงมาก (72.3 ppm)

ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนระหว่างที่ทำการทดลองในปี 2557 ถึงเดือน มกราคม 2558 (ภาพที่ 1) พบว่ามีฝนตกมากในเดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม 2557 ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มปลูก และต้นถั่วกำลังเจริญเติบโต จากนั้นปริมาณน้ำฝนเริ่มลดลง จนกระทั่งไม่มีฝนตกตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 จนถึงเดือนมกราคม 2558 ช่วยทำให้เอื้อต่อการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้าของการทดลองนี้เป็นอย่างดี ทั้งนี้การกระจายของปริมาณน้ำฝนในระหว่างการทดลอง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 2557 ค่อนข้างแปรผกผันกับค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี หลังจากนั้นกระจายของปริมาณน้ำฝนมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี โดยระหว่างการทดลองมีปริมาณน้ำฝนรวม 1,011.8 มิลลิเมตรต่อปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี 1,216.1 มิลลิเมตรต่อปี เล็กน้อยซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตและการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝนในปีที่ทำการทดลอง (ปี 2557-2558) กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (ปี 2547-2556)

ที่มา : สถานีอากาศเกษตรท่าพระ ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า

จากตารางที่ 1 พบว่า ระยะปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มของต้นถั่วฮามาต้า คือ ต้นถั่วที่ปลูกระยะ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตร มีความสูงไม่แตกต่างกัน (48.33 - 55.90 เซนติเมตร ตามลำดับ) แต่สูงกว่าที่ระยะปลูก 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร (30.58 - 35.45 เซนติเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ให้ผลในทางตรงกันข้ามกับขนาดทรงพุ่ม โดยพบว่าที่ระยะปลูก 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร มีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน แต่กว้างกว่าที่ปลูกระยะ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากต้นถั่วที่ปลูกระยะแคบจะมีพื้นที่ระหว่างต้นน้อย เกิดการแข่งขันกันในการสังเคราะห์แสงอย่างมาก ทำให้เกิดการยืดยาวของเซลล์ด้านที่ไม่ได้รับแสงเร็วกว่าทางด้านที่ได้รับแสง ต้นถั่วที่ปลูกระยะแคบจึงมีความสูงมากกว่าส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านข้างลดต่ำลง ต้นถั่วที่ปลูกระยะแคบจึงมีขนาดทรงพุ่มน้อยกว่าต้นถั่วที่ปลูกระยะกว้างกว่า

สำหรับผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่าที่ปลูกระยะ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ไม่แตกต่างกัน (131.07-150.21 118.02-131.46 และ 107.44-111.09 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) แต่มากกว่าที่ระยะปลูก 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร (82.38-82.47 71.60-72.82 และ 64.54-65.65 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าต้นถั่วที่ปลูกระยะแคบจะมีจำนวนต้นถั่วต่อพื้นที่มากกว่า จึงส่งผลให้ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ในปริมาณมากกว่าต้นถั่วที่ปลูกระยะที่กว้างขึ้น

ด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วที่เก็บเกี่ยวจากทุกระยะการปลูกมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน คือ มีความชื้น 6.13-6.40 เปอร์เซ็นต์ ความบริสุทธิ์ 90.65-93.83 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 3.61-3.76 กรัม และความงอก 84.25-91.75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโต ความสูงของต้น ขนาดทรงพุ่ม ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า ที่ระยะปลูกต่างกัน

รายการ	ระยะปลูก (เซนติเมตร)				CV (%)
	25 x 25	50 x 50	80 x 80	100 x 100	
การเจริญเติบโต					
- ความสูง (ซม.)	55.90 ^a	48.33 ^a	35.45 ^b	30.58 ^b	11.64
- ขนาดทรงพุ่ม (ซม.)	99.58 ^b	102.70 ^b	131.95 ^a	133.73 ^a	7.84
ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}					
- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์	150.21 ^a	131.07 ^a	82.38 ^b	82.47 ^b	17.57
- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์	131.46 ^a	118.02 ^a	72.82 ^b	71.60 ^b	17.28
- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้	111.09 ^a	107.44 ^a	64.54 ^b	65.65 ^b	18.47
คุณภาพเมล็ดพันธุ์					
- ความชื้น (%)	6.40	6.33	6.13	6.15	4.34
- ความบริสุทธิ์ (%)	91.35	93.83	92.38	90.65	3.67
- น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ^{1/}	3.6225	3.7550	3.6075	3.6100	3.31
- ความงอกของเมล็ด (%)	84.25	91.00	88.25	91.75	4.31

- ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างชนิดกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$

- ^{1/} คำนวณผลผลิตโดยปรับความชื้นของเมล็ดให้เท่ากันที่ 9 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

1. การปลูกที่ระยะ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตรให้ผลผลิตเมล็ด เมล็ดบริสุทธิ์ ได้มากกว่าที่ระยะปลูก 80 x 80 และ 100 x 100 เซนติเมตร

2. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความชื้น ความบริสุทธิ์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และความงอก ไม่ได้รับผลกระทบจากระยะปลูก

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้ระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ คือ 25 x 25 และ 50 x 50 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามการส่งเสริมเกษตรกรที่ปลูกถั่วฮามาต้าในพื้นที่ที่มีดินลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย

ควรแนะนำให้ใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร เนื่องจากมีอัตราการใช้เมล็ดน้อยกว่าที่ระยะ 25 x 25 เซนติเมตรซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์ 2554. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปริญญา จเรรัชต์ สุภัญญา คำพะแย และโสภณ ชินเวโรจน์. 2548. การสำรวจต้นทุนและผลตอบแทน จากการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ของเกษตรกร ปีเพาะปลูก 2546/2547, น. 298-317. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2551. ผลของระยะปลูกและระยะตัด ที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคด, น 76- 85. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อุดร ศรีแสง สุวรรณิ เกศกมลასน์ และสุนันท์ น้อยอุทัย. 2551. คุณค่าทางโภชนาของถั่วฮามาต้า, น. 76- 85. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Hare, M.D.1985. Tropical Pasture Seed Production fir Village Farmers in South East Asia. Grasslands Division, Department of Scientific and Industrial Research, Palmerston North, New Zealand.

ISTA. 2011. International Rules for Seed Testing Edition 2011. The International Seed Testing Association (ISTA), Zurichstr. 50 CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.

ความคิดเห็นต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่าย ของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี

สุขุม สุขเกษม^{1/} เทวัญ จันทร์โคตร^{2/} ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน^{1/}

บทคัดย่อ

ทำการวิจัยเชิงสำรวจเกษตรกรที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตั้งแต่ปี 2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรที่ได้รับการสนับสนุนทุนพันธุ์และคำแนะนำการปลูกจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรีผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 90.30 เห็นว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีตลาดเพื่อจำหน่าย ทำให้ผู้ปลูกมีรายได้สม่ำเสมอ เกษตรกรร้อยละ 86.42 เห็นว่าการปลูกและการจัดการแปลงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีขั้นตอนการจัดการไม่ยุ่งยาก และเกษตรกรร้อยละ 80.60 เห็นว่า การลงทุนมีความคุ้มค่า ส่วนปัญหาเกี่ยวกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นั้น พบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับผู้ซื้อ (ผู้เลี้ยงโคเนื้อ) ที่มีความต้องการหญ้าไม่คงที่และลดลงในบางช่วง ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ถือครองและการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต้องอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีราคาสูง

คำสำคัญ: ความคิดเห็น หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ปัญหา

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-083

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรี อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

Perspectives of farmers in Suphan Buri province on deciding to grow Napier Pakchong 1 grass for sale

Sukhum Sukkasem^{1/} Tewan Jankotara^{2/} Supaluck Harrison^{1/}

Abstract

A survey research was conducted through interviewing to investigate perspectives of farmers in Suphan Buri province. Those farmers have grown Napier Pakchong 1 grass for sale and have been supported, i.e. planting material and associated knowledge, by the Suphan Buri Animal Nutrition Research and Development Center since 2011. The results showed that an existence of market was the main reason driving the change (90.30% of the interviewees), followed by an ease to grow and manage the grass (86.42% of the interviewees). The third reason was that growing grass was financially worth (80.60%). In contrast, problems associated with growing the grass were (1) a fluctuation (reduction) in a demand of the grass over a year, (2) a limit on owned land and (3) high cost of tools and machines for use to grow the grass.

Keywords: Perspectives, Napier Pakchong 1 grass, Problem

Registered No. : 60(2)-0214-083

^{1/}Bureau of Animal Nutrition Research and Development, Mueng, Patumthani

^{2/} Suphan Buri Animal Nutrition Research and Development Center, Danchang, Suphan Buri

คำนำ

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum*) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุหลายปีทรงต้นเป็นกอตั้งตรง สูง 2-4 เมตร แตกกอดีมีระบบรากแข็งแรง ชอบดินที่มีการระบายน้ำดีมีความอุดมสมบูรณ์ มีการเจริญเติบโตเร็ว ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ย สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทุก ๆ 2 เดือน มีผลผลิตพืชสดไม่น้อยกว่า 20 ตัน ต่อไร่ต่อรอบการตัด ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี และมีคุณสมบัติเด่นในด้านคุณค่าทางโภชนาการ คือ มีโปรตีนหยาบร้อยละ 10-12 ไขมันร้อยละ 1-1.5 คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ ร้อยละ 33-37 เยื่อใยรวม ร้อยละ 35-43 และเถ้าร้อยละ 12-15 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ในปี 2556 จังหวัดสุพรรณบุรีมีพื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายจำนวน 526 ไร่ และในปี 2559 เพิ่มจำนวนเป็น 1,427 ไร่ (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2559) จังหวัดสุพรรณบุรีมีประชากรประกอบอาชีพด้านการเกษตรเป็นหลัก เช่น ทำนา ทำสวน ทำไร่ มีแหล่งน้ำธรรมชาติ การชลประทานเหมาะสม พื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งเลี้ยงโคเนื้อที่สำคัญของประเทศ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี, 2559) ในปี 2557 จังหวัดสุพรรณบุรีมีการเลี้ยงโคเนื้อจำนวน 121,919 ตัว ในปี 2558 เพิ่มจำนวนเป็น 122,837 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2558) และสำนักพัฒนาอาหารสัตว์โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรีได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการเลี้ยงสัตว์ ในปัจจุบันเกษตรกรได้ปรับเปลี่ยนพื้นที่มาปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพิ่มขึ้น การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สำหรับเป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานที่ให้การส่งเสริมวางแผนการดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรลดพื้นที่ปลูกข้าวมาปลูกพืชอาหารสัตว์ทดแทนและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการเก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2560

1. การสุ่มตัวอย่าง

1.1 สุ่มตัวอย่าง เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย โดยใช้สูตร Taro Yamane (นิตยา, 2551) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวอย่าง

N เป็นจำนวนของประชากร

e เป็นสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าพารามิเตอร์

ซึ่งจำนวนประชากรที่จะศึกษาทั้งหมด จำนวน 127 ราย ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 5 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะสามารถคำนวณ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนประชากรที่ต้องศึกษา} &= \frac{127}{1 + (127)(0.05)^2} \\ &= 96.39 \approx 97 \text{ ตัวอย่าง} \end{aligned}$$

ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 97 ราย ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรที่ปรับเปลี่ยนจากการปลูกพืชชนิดอื่นมาปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย โดยช่องทางการจำหน่าย คือผู้รับซื้อจะเป็นผู้ตัดหญ้าที่แปลง หั่นและบรรจุถุงพลาสติกดำ ขนส่งจำหน่ายให้กับแหล่งรับซื้อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสัมภาษณ์ โดยจะครอบคลุมข้อมูล ดังนี้

2.1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ได้แก่ จำนวนพื้นที่ปลูก ปริมาณผลผลิต ระยะเวลาที่ปรับเปลี่ยนมาปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 วิธีการเก็บเกี่ยว แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ความพึงพอใจต่ออาชีพการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2.3 เหตุผลในการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2.4 ปัญหาและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

3. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ในการอธิบาย เช่น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ข้อมูลด้านสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร การปลูก เหตุผลในการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 การจำหน่ายผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการปลูก และปัญหาอุปสรรคในการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรเปลี่ยนมาปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 5 ปี โดยเกษตรกรได้เริ่มเปลี่ยนครั้งแรกเมื่อปีที่ 2554 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 64.95 อายุเฉลี่ย 49.30 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 70.10 มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 17.68 ไร่ต่อราย และพื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายเฉลี่ย 9.52 ไร่ต่อราย มีอาชีพรองหรือแหล่งรายได้อื่นนอกจากการปลูกหญ้าฯ คือ ทำไร่ไถ่ มั่นสำปะหลังและปลูกข้าว และพบว่า มีเกษตรกรเพียงร้อยละ 13.40 ประกอบอาชีพปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นอาชีพหลัก ไม่มีอาชีพรองหรือแหล่งรายได้อื่น

สำหรับข้อมูลการปลูกและการจัดการแปลง จากการสัมภาษณ์ ปริมาณผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 34.33 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นที่ดินของตนเอง และเคยปลูกมันสำปะหลังมาก่อนร้อยละ 60.82 ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 คิดเป็นร้อยละ 27.83 และอื่นๆ เช่น ไม้ดอก ผัก ร้อยละ 11.34 แหล่งน้ำสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ใช้น้ำจากบ่อบาดาล ร้อยละ 37.11 บ่อน้ำตื้น/สระน้ำ ร้อยละ 42.27 คลองชลประทาน ร้อยละ 20.62 ในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า เมื่อเกษตรกรผู้ปลูกจำหน่ายให้ผู้รับซื้อ และผู้รับซื้อจะเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้แรงงานคนตัดด้วยเครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ หั่น และบรรจุถุงส่งจำหน่าย การวางแผนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอนาคต ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ช่องทางการจำหน่ายผลผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า เกษตรกรมีแหล่งจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 3 แหล่ง คือ

1) จำหน่ายให้ผู้รับซื้อหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยผู้ซื้อเป็นผู้ตัดหญ้าเอง จำหน่ายในราคาตันละ 450 บาท ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

2) จำหน่ายให้ฟาร์มโคขุนในพื้นที่ประจำโดย ตัด หั่นและบรรจุถุงพลาสติก ขนส่งไปยังฟาร์มจำหน่ายในราคาตันละ 1,300 บาท จ่ายเป็นเงินสด

3) จำหน่ายให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั่วไป มารับซื้อ ณ แปลงผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่แปลงผลิต จำหน่ายในราคาตันละ 1,400 บาท

ตารางที่ 1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

รายการ	เกษตรกร (ราย)	ร้อยละ
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	97	100
ชาย	63	64.95
หญิง	34	35.05
สถานภาพสมรส		
สมรส	74	76.29
โสด	23	23.71
อายุเกษตรกร		
30 - 40 ปี	24	24.74
41 - 50 ปี	19	19.59
51 - 60 ปี	32	32.99
มากกว่า 60 ปี	22	22.68
อายุเฉลี่ย (ปี)	49.30	
ระดับการศึกษา		
ระดับประถมศึกษา	68	70.10
ระดับมัธยมศึกษา	20	20.62
ระดับอนุปริญญา	4	4.12
ระดับปริญญาตรี	5	5.15
พื้นที่ถือครอง		
1 - 10 ไร่	61	62.87
11 - 20 ไร่	9	9.28
21 - 30 ไร่	7	7.22
31 - 40 ไร่	4	4.12
41 - 50 ไร่	9	9.28
มากกว่า 40 ไร่	7	7.22
ขนาดพื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่าย		
1 - 10 ไร่	74	76.29
11 - 20 ไร่	11	11.34
21 - 30 ไร่	6	6.18
31 - 40 ไร่	2	2.06
มากกว่า 40 ไร่	2	2.06

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	เกษตรกร (ราย)	ร้อยละ
พื้นที่ปลูกเฉลี่ย(ไร่)	9.52	
พืชเดิมที่ปลูก		
มันสำปะหลัง	59	60.82
ปลูกอ้อย	27	27.83
อื่นๆ	11	11.34
แหล่งน้ำที่ใช้ปลูก		
บ่อบาดาล	36	37.11
บ่อน้ำตื้น/สระน้ำ	41	42.27
คลองชลประทาน	20	20.62
อาชีพการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1		
อาชีพหลัก	13	13.40
อาชีพรอง	84	86.60
แหล่งจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1		
จำหน่ายให้ผู้รับซื้อในกลุ่มผู้ปลูกหญ้าฯ	68	70.10
จำหน่ายให้ฟาร์มโคขุนในพื้นที่ประจำ	19	19.59
จำหน่ายให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั่วไป	10	10.31

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

รายการ	ร้อยละ
ด้านกายภาพ	
การปลูกและการจัดการแปลงไม่ยุ่งยาก	86.42
ผลผลิตสูงกว่าพืชไร่ชนิดอื่นๆ	74.78
การส่งเสริมจากภาครัฐ	74.78
เกษตรกรที่ปลูกมาก่อนแนะนำให้ปลูก	60.23
มีความคล้ายคลึงกับการปลูกพืชไร่เดิมที่เคยปลูก	50.93
ด้านเศรษฐกิจ	
มีตลาดรองรับการจำหน่าย	90.30
การลงทุนมีความคุ้มค่า	80.60
ราคาจำหน่ายแน่นอน	79.63

ความคิดเห็นต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ของเกษตรกร

จากความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกร สามารถแยกความคิดเห็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพและด้านเศรษฐกิจ ดังต่อไปนี้

1) ด้านกายภาพ เกษตรกรมีความคิดเห็นว่า สภาพพื้นที่เพาะปลูกลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบมีอ่างเก็บน้ำกระเสียว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืชไร่ ทั้งโดยความเหมาะสมของทรัพยากรดินและน้ำ สามารถขุดเจาะน้ำบาดาลได้ มีน้ำเพียงพอ จึงสามารถทำการเกษตรได้ตลอดทั้งปี โดยเรียงลำดับความคิดเห็นของเกษตรกรด้านกายภาพ จากมากไปหาน้อย ดังนี้

1.1 ร้อยละ 86.42 เกษตรกรมีความคิดเห็นว่า การปลูกและการจัดการแปลงไม่ยุ่งยาก

1.2 ร้อยละ 74.78 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพืชไร่ชนิดอื่นๆ โดยปริมาณผลผลิตต่อไร่ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่เท่ากับ 34.33 ตันต่อไร่

1.3 ร้อยละ 74.78 กรมปศุสัตว์ให้การส่งเสริมและสนับสนุน เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งผลิตโคขุนที่สำคัญ จึงได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ของกรมปศุสัตว์ ในเรื่องความรู้เกี่ยวกับการผลิต และสนับสนุนปัจจัยในการผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

1.4 ร้อยละ 60.23 เกษตรกรที่ปลูกมาก่อนแนะนำให้ปลูก

1.5 ร้อยละ 50.93 มีความคิดเห็นว่า การปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีความคล้ายคลึงกับการปลูกพืชไร่เดิมที่เคยปลูก ทำให้เกษตรกรมีความชำนาญ โดยเกษตรกรมีประสบการณ์ปลูกพืชไร่เป็นระยะเวลากว่า 15 ปี

2) ด้านเศรษฐกิจ จากการสัมภาษณ์เกษตรกร การเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 34.33 ตันต่อไร่จำหน่าย 450.00 บาทต่อตัน มีรายได้จากการจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 15,448.50 บาทต่อไร่ ส่วนการปลูกมันสำปะหลังมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 3.50 ตันต่อไร่ ราคาผลผลิต 2,650.00 บาทต่อตันหรือ 2.65 บาทต่อกิโลกรัมมีรายได้ 9,275 บาทต่อไร่ต่อปี และอ้อยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 13.94 ตันต่อไร่ ราคาผลผลิต 1,000.00 บาทต่อตันมีรายได้ 13,940 บาทต่อไร่ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) และเมื่อหักต้นทุนการผลิตออกพบว่า ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีกำไรสุทธิ 11,815.74 บาทต่อไร่ต่อปี มันสำปะหลังมีกำไรสุทธิ 2,626.40 บาทต่อไร่ต่อปี และอ้อยมีกำไรสุทธิ 3,855.03 บาทต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 3) จะเห็นว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ทำรายได้จากการจำหน่ายได้มากกว่ามันสำปะหลังและอ้อย และจากความคิดเห็นของเกษตรกร ด้านเศรษฐกิจ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้

2.1 ร้อยละ 90.30 เกษตรกร เห็นว่า มีตลาดเพื่อจำหน่าย ทำให้ผู้ปลูกมีรายได้สม่ำเสมอ

2.2 ร้อยละ 80.60 การลงทุนมีความคุ้มค่า โดยเกษตรกรได้ระบุว่าพืชที่เคยปลูกมาก่อนมีราคาที่ไม่แน่นอน และระยะเวลาที่ให้ผลผลิตนานซึ่งใช้เวลาเป็นปี ทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนมาปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2.3 ร้อยละ 79.63 มีความเห็นว่า ระยะทางจากแปลงผลิตถึงแหล่งรับซื้อไม่ไกล ทำให้ต้นทุนด้านการขนส่งของเกษตรกรไม่สูง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตต่อไร่ ราคา ต้นทุนและรายได้สุทธิจากการจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และมันสำปะหลัง

ข้อมูล	มันสำปะหลัง ^{1/}	อ้อย ^{1/}	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1
ต้นทุนการผลิต (บาทต่อไร่ต่อปี)	6,648.60	10,084.97	3,632.76
ผลผลิต (ตันต่อไร่)	3.50	13.94	34.33
ราคาผลผลิต (บาทต่อตัน)	2,650.00	1,000.00	450.00
รายได้จากการจำหน่าย (บาทต่อไร่)	9,275.00	13,940.00	15,448.50
กำไรสุทธิ (บาทต่อไร่ต่อปี)	2,626.40	3,855.03	11,815.74

^{1/} สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558)

ปัญหาเกี่ยวกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

เกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 คือ มีปัญหาด้านการตลาดรับซื้อหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในบางช่วงเวลาที่ฟาร์มขุนโคจำหน่ายโคขุนออกจากฟาร์มและต้องใช้เวลาในการนำโคขุนในรอบถัดไปทำให้ความต้องการหญ้าไม่ต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 97.66 พื้นที่ถือครองสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 คิดเป็นร้อยละ 60.57 และร้อยละ 50.69 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะปลูก-เก็บเกี่ยวมีราคาสูง

สรุปผล

จากการสำรวจความคิดเห็นที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อการเลือกปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ได้แก่ มีตลาดเพื่อจำหน่าย ทำให้ผู้ปลูกมีรายได้สม่ำเสมอ การลงทุนมีความคุ้มค่า และการปลูกและการจัดการแปลงไม่ยุ่งยาก

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปี 2558. แหล่งที่มา: http://ict.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/yearly/2558/province/2.beef cattle_province.pdf, 11 กรกฎาคม 2559.
- วารารณ์ สุขสุชนะโน. 2556. การกำหนดขนาดตัวอย่าง.แหล่งที่มา: <http://teacher.aru.ac.th/waraporn/images/stories/pdf/sample-size.pdf>. 13 กรกฎาคม 2559.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. 2557. แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/main.php?filename=index> 12 มิถุนายน 2559.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2556. เอกสารแนะนำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. แหล่งที่มา: <http://nutrition.dld.go.th/Napia%20Pakchong1.pdf>, 27 มิถุนายน 2559.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2557. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ผลิตเป็นอาหารหยาบสดเลี้ยงโคขุนเชิงการค้า. รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ปี 2557.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. เอกสารการสำรวจเกษตรกรผู้ผลิตพืชอาหารสัตว์เพื่อการจำหน่าย (เอกสารอัดสำเนา). สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีทำนายองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้ากีนีสีม่วงและหญ้ากีนีมอมบาซา

ปฐิมา บุตรชา^{1/}

อาทิตยา สุขสะเกษ^{2/}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) มาใช้ในการทำนายองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า ผงแห้งเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) และ ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ของหญ้ากีนี 2 พันธุ์ คือ หญ้ากีนีสีม่วงและหญ้ากีนีมอมบาซาจำนวน 630 ตัวอย่าง ตัวอย่างทั้งหมดนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร และปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธีอนุพันธ์อันดับที่ 2 เมื่อนำข้อมูลทั้งสองมาสร้างสมการทำนายพบว่า สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีกับค่าที่ได้จากเครื่อง NIRS ของค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL เท่ากับ 0.96 0.99 0.96 0.97 0.96 0.97 และ 0.96 ตามลำดับ และเมื่อนำสมการทำนายที่ได้ไปทำนายค่าวัตถุแห้ง ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL ของหญ้ากีนีสีม่วงและหญ้ากีนีมอมบาซาในกลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบความถูกต้องพบว่า มีค่า RPD (residual prediction deviation) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดสอบต่อค่า SEP (standard error of prediction corrected by bias) เท่ากับ 5.3 5.1 5.9 5.1 5.3 และ 5.2 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพได้ ในขณะที่ค่าโปรตีนหยาบมีค่า RPD เท่ากับ 8.1 ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกงาน

คำสำคัญ : เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี หญ้ากีนีสีม่วง หญ้ากีนีมอมบาซา

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-084

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยะยั้ง จังหวัดมหาสารคาม

Using near infrared spectroscopy to prediction chemical composition of purple guinea grass and Mombasa guinea grass

Patima Butcha^{1/}

Atitiya Suksaket^{2/}

Abstract

The research focuses on an application of near infrared spectroscopy (NIRS) technique in order to predict a chemical composition; dry matter (DM), crude protein (CP), fat, ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL). For this research, there were totally 630 samples from two varieties of guinea grass which were purple guinea grass and Mombasa guinea grass. The samples were analyzed for nutritive values in laboratory and determined by NIRS in wavelength region of 1,100-2,500 nm. Furthermore, the spectra were pretreated by the 2nd derivative before developing model. As the results, the best prediction equation for DM CP fat ash NDF ADF and ADL showed that the coefficients of determination (R^2) were 0.96, 0.99, 0.96, 0.97, 0.96, 0.97 and 0.96 respectively. In addition, prediction equations were also applied to find out their performances in validation set. Results showed that they provided the ratio of standard deviation of reference data in the validation set to SEP (RPD) were 5.3, 5.1, 5.9, 5.1, 5.3 and 5.2 for DM fat ash NDF ADF and ADL respectively and usable in quality control. While predicting for CP, it reveals that RPD was 8.1 which capable for any application.

Keywords : near infrared spectroscopy, purple guinea grass, Mombasa guinea grass

Registered No. : 60(2)-0214-084

^{1/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khonkaen.

^{2/} Maharakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, Maharakham.

คำนำ

ในปัจจุบันการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการนำไปประกอบสูตรอาหารสัตว์เพื่อให้ได้สูตรอาหารที่มีโภชนาการที่เพียงพอต่อสัตว์ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวอย่างโดยการอบแห้งและบด จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการด้วยวิธีต่างๆ ตามมาตรฐาน ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนาน เทคนิค NIRS (near infrared spectroscopy) จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากสามารถใช้วิเคราะห์ได้ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณด้วยการวัดและวิเคราะห์รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งสามารถดูดกลืนเข้าไปหรือเปล่งออกมาโดยโมเลกุลของตัวอย่างประกอบขึ้นด้วยอะตอมที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี และพันธะในโมเลกุลจะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลาด้วยความถี่ที่มีค่าเฉพาะ เมื่อแสงช่วงอินฟราเรดช่วงใกล้ หรือ Near infrared (NIR) ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 800-2,500 นาโนเมตร ส่องผ่านเข้าไปในตัวอย่าง ถ้าความถี่ของแสง NIR ตรงกับความถี่ค่าเฉพาะของพันธะในโมเลกุล โมเลกุลนั้นจะเกิดการดูดกลืนแสง NIR ทำให้มีพลังงานมากกว่าปกติ โมเลกุลเกิดการเปลี่ยนจากสภาวะพื้นไปอยู่ในสภาวะกระตุ้น อย่างไรก็ตามโมเลกุลไม่สามารถอยู่ในสภาวะกระตุ้นได้จึงต้องคายพลังงานออกมาในรูปความร้อนเพื่อให้กลับสู่สภาวะพื้นตามเดิม โดยมีการพบว่าโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง NIR คือ โมเลกุลที่มีไฮโดรเจนอะตอม (X-H) เป็นองค์ประกอบและเกิดพันธะกับอะตอมของคาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ โดยปริมาณการดูดกลืนแสงเป็นไปตามกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต (Beer-Lambert) คือ ค่าการดูดกลืนแสงมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสาร ทำให้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีนั้นๆ ได้ (ศุมาพร, 2552) แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้จาก NIRS จะอยู่ในรูปของสเปกตรัมที่มีรายละเอียดของข้อมูลมาก ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำนายคุณลักษณะต่างๆ ของตัวอย่างที่นำมาศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไรได้ทันที จำเป็นต้องใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์คือ เคมีเมตริก (chemometrics) เพื่อสังเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของสเปกตรัมกับองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ แล้วสร้างเป็นสมการปรับเทียบ (calibration equation) ซึ่งสมการที่ได้นี้จะต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบความถูกต้องของสมการ (validation) เพื่อให้มีความแม่นยำในการทำนายเสียก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้ทำนายองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างในอนาคตได้ดี

สำหรับหญ้าในสกุลกีนี (*Panicum maximum*) เป็นหญ้าพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์กันอย่างแพร่หลาย และเป็นพันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมในการปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ เพราะผลผลิตสูงและคุณภาพดี ทนต่อความแห้งแล้ง ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยได้ดี ซึ่งในส่วนของสมการทำนายองค์ประกอบทางเคมีของหญากีนีในประเทศไทยยังไม่เคยมีมาก่อน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างหญากีนีที่มีความหลากหลายจากพื้นที่การผลิต ฤดูกาลปลูก และอายุพืชที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีค่าทางเคมีที่กระจายครอบคลุมค่าของตัวอย่างในอนาคต ซึ่งจะทำให้สมการที่ได้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ตัวอย่างได้อย่างแม่นยำ และทำให้เกษตรกรได้ข้อมูลรวดเร็ว สามารถนำไปคำนวณสูตรอาหารให้มีโภชนาการเหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

รวบรวมตัวอย่างหญ้า ได้แก่ หญ้ากีนีสีม่วงและหญ้านิคมอมบาซา โดยตัวอย่างที่ได้มาจากเกษตรกร และงานวิจัยที่ส่งเข้ามาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งที่ปลูกจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี และสถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ซึ่งปลูกจากชุดดินต่างๆ ของประเทศไทย นำตัวอย่างหญ้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นบดให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร

การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างหญ้าที่บดแล้วมาวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง ไขมัน เถ้า ADF (acid detergent fiber) และ ADL (acid detergent lignin) ตามวิธี AOAC 2000 และวิเคราะห์เยื่อใย NDF (neutral detergent fiber) ตามวิธีของ Van Soest (1991) ส่วนการวิเคราะห์หาโปรตีนหยาบเป็นการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl ตามวิธี ISO 5983-2:2009

การวัดและการเก็บสเปกตรัม

วัดสเปกตรัมโดยใช้เครื่อง NIRS ยี่ห้อ FOSS รุ่น 5000 (Foss Analytical A/S, Denmark) และโปรแกรม ISScan ความยาวคลื่นที่ใช้อยู่ในช่วง 1,100-2,500 นาโนเมตร โดยวิธีการวัดแบบสะท้อนกลับ (reflectance) ทำการสแกนตัวอย่างโดยใส่ตัวอย่างในเซลล์ใส่ตัวอย่าง (sample cell) ชนิด Quarter cup โดยใส่ตัวอย่างให้กระจาย สม่ำเสมอและอัดให้แน่น สแกนในลักษณะขึ้นลง 8 ครั้งต่อการวัด 1 ครั้ง ทำ 2 ซ้ำ (duplicates) จากนั้นส่งสเปกตรัมที่ได้จากการสแกนไปหาค่าเฉลี่ยของค่าสเปกตรัม ส่งเคราะห์ข้อมูล และสร้างสมการโดยใช้ โปรแกรม WINISI III (Version 1.5e)

การสร้างและการทดสอบสมการ

ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม WINISI III โดยทำการเฉลี่ยค่าสเปกตรัมที่ได้จากการสแกน 2 ซ้ำ และบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์ค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL จากห้องปฏิบัติการ ตามวิธีมาตรฐานลงในสเปกตรัมของแต่ละตัวอย่าง แล้วจัดเรียงสเปกตรัมตามลำดับของปริมาณโปรตีน จากนั้นแบ่งสเปกตรัมของตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มโดยเลือกสเปกตรัมทุกๆ ลำดับที่ 3 เพื่อเป็นตัวอย่าง กลุ่มที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ (validation set) ส่วนสเปกตรัมของตัวอย่างที่ไม่ถูกเลือกจัดเป็น กลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการ (calibration set)

การสร้างสมการทำนาย

ใช้สเปกตรัมกลุ่มที่คัดเลือกไว้โดยก่อนการสร้างสมการ นำมาปรับแต่งด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์และทำ Math treatment ดังนี้ 1 4 4 1 (Derivative - 1, Gap - 4, Smooth - 4, Smooth 2-1) 2 4 4 1 2 8 4 1 1 5 5 1 2 5 5 1 และเลือกวิธี SNV (Standard Normal Variate) และ Detrend เพื่อลดการกระเจิงแสง (Scatter) จัดกลุ่มสเปกตรัมโดยใช้หลักการของ Principal component โดยใช้ค่า H (ค่า Mahalanobis distance) เป็นตัวเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของตัวอย่าง โดยตัดสเปกตรัมที่อยู่นอกกลุ่ม (Outlier) คือมีค่า H มากกว่า 3 หรือน้อยกว่า 0.6 ออก และจึงนำข้อมูลจากสเปกตรัมทั้งหมดในทุกๆ ความยาวช่วงคลื่นของสเปกตรัม (Full spectrum) มาหาความสัมพันธ์กับค่าจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐาน เพื่อสร้างสมการโดยใช้วิธี Modified partial least

squares (MPLS) และ PLS จากนั้นประเมินเพื่อคัดเลือกสมการที่ดีที่สุดสำหรับเครื่อง NIRS ในการทำนายค่าองค์ประกอบทางเคมี โดยใช้ค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

- SEC (standard error of calibration) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีจากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการ

- R^2 (coefficient of determination) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีกับค่าที่ได้จากเครื่อง NIRS ที่ควรมีค่าเข้าใกล้ 1

- 1-VR (1-variance ratio) คือ ค่าสัมพัทธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีจากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการโดยแบ่งตัวอย่างทั้งหมดออกเป็นกลุ่มๆ

- SECV (standard error of cross validation) เป็นการหาค่าความผิดพลาดมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีจากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการโดยแบ่งตัวอย่างทั้งหมดออกเป็นกลุ่มๆ

- สมการที่เหมาะสมควรมีค่า SECV ต่ำสุด และมีค่า SEC และ SECV ใกล้เคียงกัน
การทดสอบความถูกต้องของสมการ

นำสเปกตรัมของตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (validation set) ที่ทราบค่าทางเคมีแล้วมาทำนายด้วยสมการที่สร้างขึ้น แล้วประเมินความถูกต้องแม่นยำโดยใช้ค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

- SEP(C) (standard error of prediction corrected by bias) ควรมีค่าไม่เกิน 1.29 เท่าของค่า SEC

- Bias ควรมีค่าไม่เกิน 0.55 เท่าของค่า SEC

- R^2 และ slope มีค่าเข้าใกล้ 1

- RPD (residual prediction deviation) เป็นค่าอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดสอบสมการต่อค่า SEP ค่าจากที่คำนวณได้มีค่าสูง หมายถึง ค่าผิดพลาดมาตรฐานที่ทำนายได้จาก NIR มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดมาตรฐานที่ได้จากวิเคราะห์จริง เกณฑ์การพิจารณาค่า RPD ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาค่า RPD

ค่า RPD	การนำไปใช้งาน
0.0 – 2.3	ไม่สามารถใช้เป็นสมการทำนายได้
2.4 – 3.0	สามารถใช้ในการคัดเลือกเบื้องต้นได้
3.1 – 4.9	สามารถใช้ในการคัดเลือก หรือตรวจคุณภาพบางอย่างได้
5.0 – 6.4	สามารถใช้ในการตรวจคุณภาพได้
6.5 – 8.0	สามารถใช้กับงานประกันคุณภาพได้
8.1 >	สามารถใช้ได้กับทุกงาน

- ที่มา : ดัดแปลงจาก Williams P.C. (2007)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างหญ้าทั้งหมดถูกนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ตามวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ โดยรายการวิเคราะห์ค่าวัตถุแห้งและโปรตีนหยาบมีจำนวนตัวอย่างมากที่สุดเท่ากับ 630 ตัวอย่าง รองลงมาคือ ADF ADL เถ้า NDF และ ไขมัน เท่ากับ 598 553 549 548 และ 467 ตัวอย่าง ตามลำดับ ทำการแบ่งตัวอย่างทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นตัวอย่างกลุ่มสำหรับสร้างสมการ และกลุ่มที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าร้อยละของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL ผลค่าสถิติเบื้องต้นดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าตัวอย่างของกลุ่มสร้างสมการมีช่วงข้อมูลเท่ากับ 89.53-97.29 2.18-21.14 0.22-3.16 4.66-21.50 57.44-82.75 31.34-59.91 และ 2.08-10.09 ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการมีช่วงข้อมูลเท่ากับ 89.87-97.28 2.35-19.10 0.49-2.92 4.68-17.40 59.39-82.67 32.23-59.46 และ 2.28-10.06 ตามลำดับ จะเห็นว่าช่วงข้อมูลของแต่ละค่าในกลุ่มสำหรับสร้างสมการครอบคลุมค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ โดยตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของค่าวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งค่าวิเคราะห์ที่นำไปใช้ในการสร้างสมการทำนายยังครอบคลุมค่าวิเคราะห์ของหญ้ากินีสีม่วงในช่วงอายุการตัดที่ 30 45 และ 60 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่แนะนำเกษตรกร โดยมีค่าร้อยละของโปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL อยู่ในช่วง 5.1-13.7 0.7-1.3 7.9-10.0 60.8-72.5 35.7-42.1 และ 3.6-4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่าง ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ของหญ้ากินีสีม่วงและหญ้างอกนิ่มอมบาซา

รายการ	รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ			
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
วัตถุแห้ง	ตัวอย่างทั้งหมด	630	89.53	97.29	94.36	1.34
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	419	89.53	97.29	94.36	1.34
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	210	89.87	97.28	94.36	1.35
โปรตีนหยาบ	ตัวอย่างทั้งหมด	630	2.18	21.14	9.33	3.70
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	420	2.18	21.14	9.31	3.70
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	210	2.35	19.10	9.31	3.69
ไขมัน	ตัวอย่างทั้งหมด	467	0.22	3.45	1.38	0.41
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	307	0.22	3.16	1.39	0.40
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	159	0.49	2.92	1.37	0.42
เถ้า	ตัวอย่างทั้งหมด	549	4.66	21.50	10.14	2.68
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	364	4.66	21.50	10.20	2.67
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	184	4.68	17.40	10.04	2.68
NDF	ตัวอย่างทั้งหมด	548	44.69	82.75	71.08	4.15
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	362	57.44	82.75	70.96	3.93
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	185	59.39	82.67	71.31	4.55

ตารางที่ 2 (ต่อ)

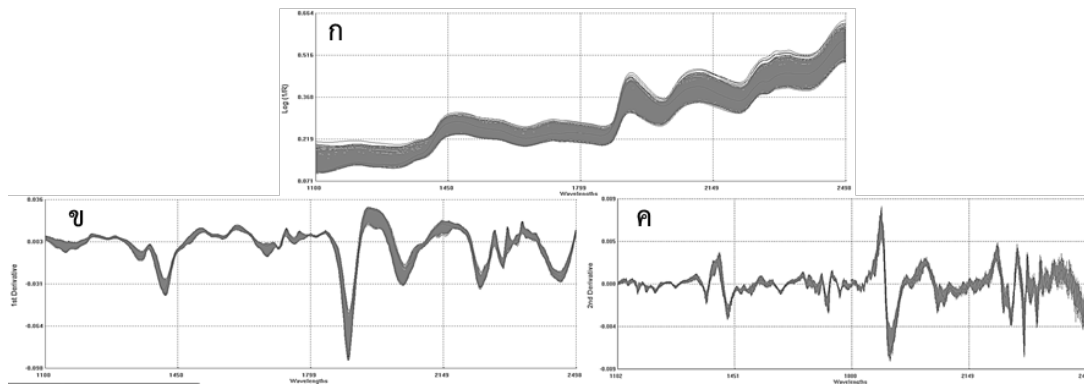
รายการ	รายละเอียด	จำนวน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
			ร้อยละ			
ADF	ตัวอย่างทั้งหมด	598	31.34	59.91	41.89	4.43
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	396	31.34	59.91	41.89	4.40
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	201	32.23	59.46	41.94	4.49
ADL	ตัวอย่างทั้งหมด	553	2.08	10.61	4.31	1.30
	ตัวอย่างสำหรับสร้างสมการ	366	2.08	10.09	4.30	1.26
	ตัวอย่างทดสอบสมการ	186	2.28	10.06	4.35	1.38

- ที่มา : คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551

และสอดคล้องกับรายงานของพิมพาพร และคณะ (2556) ที่มีค่าวิเคราะห์อยู่ในช่วงเดียวกันนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินีส้มวงและกินีมอมบาช่าในระยะเวลา 2 ปี ดังนั้นสมการทำนายที่สร้างจากตัวอย่างหญ้าที่รวบรวมในงานทดลองนี้สามารถใช้ในการทำนายได้ครอบคลุมค่าองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ของหญ้ากินีส้มวงและกินีมอมบาช่าในช่วงที่แนะนำให้เกษตรกรไปใช้งาน

การสร้างสมการทำนายและการทดสอบความถูกต้องของสมการ

จากการวัดและเก็บสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร โดยใช้วิธีการวัดแบบสะท้อนกลับ (reflectance) พบว่าข้อมูลสเปกตรัม NIRS ดั้งเดิมของหญ้ากินีทั้งสองพันธุ์ในกลุ่มสร้างสมการ (ภาพที่ 1ก) ลักษณะสเปกตรัมที่ได้มีฟีกกว้างและมีการเลื่อนตัวของสเปกตรัม เพราะความแตกต่างของขนาดอนุภาคตัวอย่างซึ่งเกิดจากอัตราส่วนของใบและลำต้น รวมทั้งระดับของเยื่อใยชนิดต่างๆ ที่สะสมในต้นพืช ทั้งนี้การปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยลดอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวได้โดยการใช้วิธี SNV และ Detrend ร่วมกับวิธีอนุพันธ์อันดับที่ 1 และ 2 ทำให้การแยกจุดยอดที่เหลื่อมซ้อนกันในสเปกตรัมออกจากกัน และลดผลกระทบที่ทำให้สเปกตรัมมีขนาดเพิ่มขึ้นตลอดช่วงความยาวคลื่น (จันทกานต์, 2553) เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 1 แสดงลักษณะของสเปกตรัมที่ผ่านการปรับแต่งด้วยวิธี SNV และ Detrend ร่วมกับวิธีอนุพันธ์อันดับที่ 1 (ภาพที่ 1ข) และ 2 (ภาพที่ 1ค) จะเห็นว่าการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยเทคนิคข้างต้นจะช่วยขยายสัญญาณให้ชัดเจนมากขึ้นและลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นจากการกระเจิงแสงของตัวอย่าง (Kasemsumran *et al.*, 2004) และเมื่อพิจารณาที่ฟีกของสเปกตรัมพบว่า ที่ความยาวคลื่น 1,450 และ 1,970 นาโนเมตร มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างน้ำ คือ พันธะ O-H ในขณะที่โครงสร้างของ



ภาพที่ 1 สเปกตรัมรวมของหญ้ากินีทั้งสองพันธุ์ในช่วงความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร สเปกตรัมดั้งเดิม (ก) และสเปกตรัมที่ผ่านการปรับแต่งด้วยวิธี SNV และ Detrend ร่วมกับวิธีอนุพันธ์อันดับที่ 1 (ข) และวิธีอนุพันธ์อันดับที่ 2 (ค)

โปรตีน กรดอะมิโน และเซลลูโลส มีพันธะ C-H และ N-H สัมพันธ์กับช่วงความยาวคลื่น 1,600 1,700 2,100 และ 2,300 นาโนเมตร (Miller, 2001) นอกจากนี้ Nousiainen *et al.* (2004) ยังรายงานว่าช่วงความยาวคลื่น 1,600 2,100 และ 2,300 นาโนเมตร มีความสัมพันธ์กับการวัดค่าปริมาณ ลิกนิน และองค์ประกอบของผนังเซลล์ในหญ้า รวมทั้งรายงานของ Daniel *et al.* (2009) ที่ใช้เทคนิค NIRS โดยใช้ความยาวคลื่นช่วงเดียวกันนี้ทำนายคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ในประเทศชิลี พบว่าให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.99 0.91 0.87 และ 0.78 ของค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ NDF และ ADF ตามลำดับ ดังนั้นสมการที่สร้างขึ้นในช่วงความยาวคลื่นนี้จะครอบคลุมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในหญ้าอาหารสัตว์

เมื่อพิจารณาผลทางสถิติจากการสร้างสมการทำนายค่าวัตถุแห้งของหญ้าทั้งสองพันธุ์ที่สร้างขึ้น โดยใช้ SNV-Detrend ร่วมกับ math treatment 2 4 4 1 ให้สมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายค่าวัตถุแห้ง โดยสมการที่สร้างขึ้นให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีกับค่าที่ได้จากเครื่อง NIRS และ ค่าความผิดพลาดมาตรฐาน (SECV) ของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีจากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการเท่ากับ 0.93 และ 0.43 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อนำสมการที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำของสมการกับตัวอย่างกลุ่มทดสอบสมการจะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี และค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการ (ภาพที่ 2) พบว่ามีค่า R^2 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดสอบสมการต่อค่าความผิดพลาดมาตรฐานของความแตกต่าง

ตารางที่ 3 ค่าทางสถิติจากการสร้างสมการทำนายค่าองค์ประกอบทางเคมีและการทดสอบสมการของหญ้ากินีทั้งสองพันธุ์

รายการ	Math treatment	กลุ่มสร้างสมการ		กลุ่มทดสอบสมการ		
		R ²	SECV	Bias	R ²	RPD
วัตถุแห้ง	2 4 4 1	0.93	0.43	-0.011	0.96	5.3
โปรตีนหยาบ	2 4 4 1	0.97	0.75	0.014	0.99	8.1
ไขมัน	2 5 5 1	0.77	0.20	-0.001	0.96	5.1
เถ้า	2 4 4 1	0.96	0.66	-0.062	0.97	5.9
NDF	2 5 5 1	0.86	1.70	-0.042	0.96	5.1
ADF	2 4 4 1	0.88	1.64	0.058	0.97	5.3
ADL	2 4 4 1	0.89	0.44	-0.034	0.96	5.2

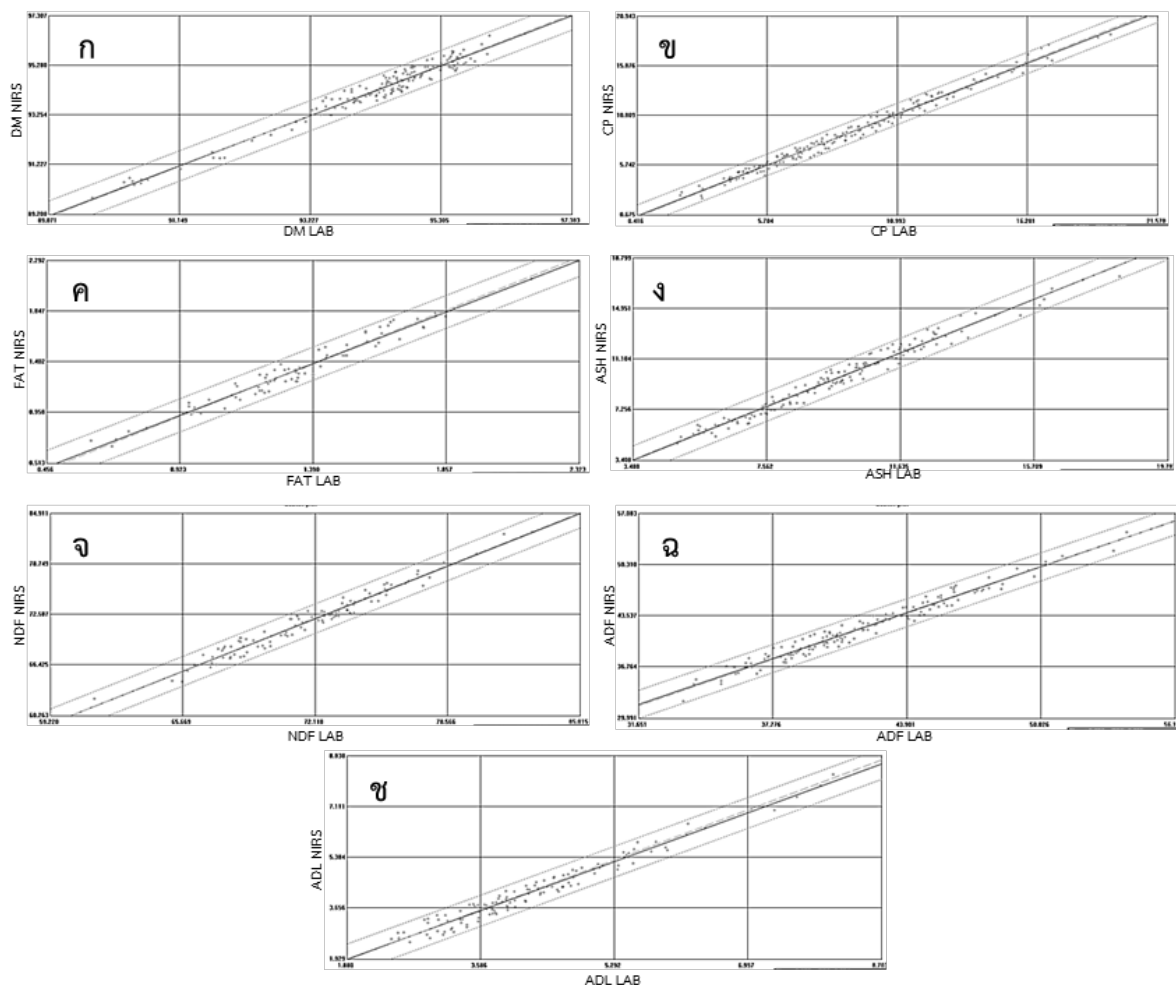
- R² : coefficient of determination

- SECV : standard error of cross validation

- Bias : average of difference between actual value and NIR value

- RPD : ratio of standard deviation of reference data in validation set to SEP

ระหว่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีจากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS หรือ ค่า RPD เท่ากับ 0.96 และ 5.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เช่นเดียวกับสมการทำนายค่าเถ้า ADF และ ADL ที่ให้สมการที่เหมาะสมที่สุด เมื่อใช้ math treatment เดียวกันนี้ และได้ค่า R² เท่ากับ 0.96 0.88 และ 0.89 ตามลำดับ และให้ค่า SECV เท่ากับ 0.66 1.64 และ 0.44 ตามลำดับ เมื่อนำสมการที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำของสมการทำนายค่าเถ้า ADF และ ADL กับตัวอย่างกลุ่มทดสอบสมการพบว่ามีค่า R² เท่ากับ 0.97 0.97 และ 0.96 ตามลำดับ และค่า RPD เท่ากับ 5.9 5.3 และ 5.2 ตามลำดับ โดยสมการทำนายที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับที่สามารถใช้ในการตรวจคุณภาพได้



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี และค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการขององค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ของหญ้ากินีทั้งสองพันธุ์ ได้แก่ (ก) วัตถุแห้ง (ข) โปรตีนหยาบ (ค) ไขมัน (ง) เถ้า (จ) NDF (ฉ) ADF (ช) ADL

สมการทำนายค่าโปรตีนหยาบของหญ้าทั้งสองพันธุ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้ SNV-Detrend ร่วมกับ math treatment 2 4 4 1 ให้สมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายค่าโปรตีนหยาบ โดยสมการที่สร้างขึ้นให้ค่า R^2 และค่า SECV เท่ากับ 0.97 และ 0.75 ตามลำดับ เมื่อนำสมการที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำของสมการกับตัวอย่างกลุ่มทดสอบสมการพบว่ามีความ R^2 และค่า RPD เท่ากับ 0.99 และ 8.1 ตามลำดับ โดยสมการทำนายที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกงาน

สมการทำนายค่าไขมันของหญ้าทั้งสองพันธุ์ที่สร้างขึ้น โดยใช้ SNV-Detrend ร่วมกับ math treatment 2 5 5 1 ให้สมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายค่าไขมัน โดยสมการที่สร้างขึ้นให้ค่า R^2 และ ค่า SECV เท่ากับ 0.77 และ 0.20 ตามลำดับ เมื่อนำสมการที่ได้ไปทดสอบความถูกต้องของสมการกับตัวอย่างกลุ่มทดสอบสมการพบว่ามีความ R^2 และค่า RPD เท่ากับ 0.96 และ 5.1 ตามลำดับ ซึ่งคล้ายกับสมการทำนายของ NDF ที่ให้สมการที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ math treatment เดียวกันนี้ และได้ค่า R^2 และ SECV เท่ากับ 0.86 และ 1.70 ตามลำดับ เมื่อนำสมการที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำของสมการกับ

ตัวอย่างกลุ่มทดสอบสมการพบว่า มีค่า R^2 และค่า RPD เท่ากับ 0.96 และ 5.1 ตามลำดับ โดยสมการทำนายค่าไขมัน และ NDF ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับที่สามารถใช้ในการตรวจคุณภาพได้

สำหรับการใช้เทคนิค NIRS ในการสร้างสมการทำนายในงานทดลองนี้ จากการทดสอบความแม่นยำของสมการทำนายจะเห็นว่ามีค่า RPD ที่มากกว่า 5 ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งในการนำ NIRS มาประยุกต์ใช้กับการหาองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น การมีค่า RPD มากกว่า 3 ก็ถือว่าเพียงพอที่จะใช้สำหรับวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้อย่างเหมาะสมแล้ว (Ernesto *et al.*, 2009) และเมื่อทำการสร้างสมการโดยแยกชนิดพันธุ์ของหญ้า เนื่องจากการแยกชนิดพันธุ์

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการทดสอบความถูกต้องของสมการทำนายของหญ้ากินีทั้งสองพันธุ์ กับสมการทำนายโดยแยกชนิดพันธุ์ของหญ้า

รายการ	RPD		
	หญ้ากินีทั้งสองพันธุ์	หญ้ากินีสีม่วง	หญ้ากินีมอมบาชา
วัตถุแห้ง	5.3	5.4	5.6
โปรตีนหยาบ	8.1	8.4	8.0
ไขมัน	5.1	5.3	5.2
เถ้า	5.9	6.2	6.3
NDF	5.1	5.2	5.4
ADF	5.3	5.0	5.3
ADL	5.2	5.4	5.3

ช่วยลดความแปรปรวนของข้อมูลทำให้ได้สมการทำนายที่มีค่าที่ดีขึ้น (Rymer *et al.*, 2013) พบว่าสมการทำนายที่ได้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้ค่า RPD ที่ดีขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 4) แต่ยังคงอยู่ในช่วงระดับเดียวกับค่า RPD จากสมการทำนายของหญ้ากินีสีม่วงและหญ้ากินีมอมบาชาทั้งหมด ดังนั้นในการนำเทคนิค NIRS ไปใช้ในการทำนายองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินีสีม่วงและหญ้ากินีมอมบาชา สามารถใช้สมการหญ้าทั้งสองพันธุ์ได้โดยไม่ต้องแยกสมการตามชนิดพันธุ์ เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวิเคราะห์ อีกทั้งเทคนิคนี้ยังช่วยประหยัดเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ได้อีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์โดยการสร้างสมการทำนายองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินีสีม่วงและหญ้ากินีมอมบาชา โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี โดยใช้การวัดที่ความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร ประกอบด้วยสมการทำนายค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL แสดงให้เห็นว่าเทคนิค NIRS สามารถใช้ทำนายองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้ โดยมีค่า RPD ของทุกองค์ประกอบมากกว่า 5 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสมและค่อนข้างแม่นยำ โดยสมการทำนายค่าโปรตีนหยาบมีค่าความแม่นยำสูงที่สุดคือ 8.1 รองลงมาคือ เถ้า วัตถุแห้ง ADF ADL ไขมัน และ NDF มีค่า 5.9 5.3 5.3 5.2 5.1 และ 5.1 ตามลำดับ และเมื่อทำการสร้างสมการโดยแยกพันธุ์ของหญ้ากินีเป็นหญ้ากินีสีม่วงและหญ้ากินีมอมบาชา พบว่าส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้ค่า RPD ที่ดีขึ้นเล็กน้อย โดยยังอยู่ในช่วงระดับการใช้งานเดียวกัน

กับที่ได้จากสมการหลักนี้รวมทั้งสองพันธุ์ ซึ่งห้องปฏิบัติการสามารถนำเทคนิค NIRS ไปประเมินองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ลดระยะเวลาดำเนินงานและปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

สมการทำนายที่สร้างจากเทคนิค NIRS จะให้ค่าทางสถิติดีขึ้นเมื่อมีการสร้างจากฐานข้อมูลที่ใหญ่ขึ้น ดังนั้นควรมีการพัฒนาสมการอย่างต่อเนื่องโดยเพิ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมในอนาคตเพื่อความถูกต้องแม่นยำในการทำนาย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญจันทกานต์ อรรถนันท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่ให้คำแนะนำตลอดมา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์พืชอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี และสถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม สำหรับตัวอย่างในการวิเคราะห์ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีที่ช่วยให้งานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จันทกานต์ อรรถนันท์ เฉลา พัทธสินสุข และสุรนนท์ น้อยอุทัย. 2553. การทำนายส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพนด้าด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี, น. 309-327. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี พ.ศ.2553. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิมพ์พร พลเสน สุภัญญา คำพะแย และวิรัช สุขสราน. 2556. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้างินีสีม่วง หญ้ากีนีมอมบาซา และหญ้างินีโคโลเนียล ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น, น. 120-134. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี พ.ศ.2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศุมาพร เกษมสำราญ. 2552. เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- AOAC Association of Official Analytical Chemists) 2000. Official Methods of Analysis. 17th edn AOAC International, USA.
- Daniel, A.D., R. Fuchslocher, J. Cuevas, R. Mardones and E. Cuevas 2009. Prediction of the composition of fresh pastures by near infrared reflectance of Interactance-reflectance spectroscopy. Chilean Journal of Agricultural Research, 69(2):198-206.

- Ernesto, A., G. Enrique, L. Alejandro and C. Daniel. 2009. Prediction of the nutritive value of pasture silage by near infrared spectroscopy (NIRS). *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(4):560-566.
- ISO 5983-2 : 2009. Animal feeding stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Block digestion and steam distillation method 5983-2, 15p.
- Kasemsumran, S., Y. P. Du , K. Maruo and Y. Ozaki. 2004. Selective removal of interference signals for near-infrared spectra of biomedical samples by using region orthogonal signal correction. *Analytical Chemical Acta*. 82:97-103.
- Miller, C.E. 2001. Chemical principles of near-infrared technology. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA.
- Nousiainen, J., S. Ahvenjarvi, M. Rinne, M. Hellamaki and P. Huhtanen. 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology*. 115:295-311.
- Rymer, C.A., A. Belanche, A. Foskolos, E. Albanell, M.R. Weisbjerg, C.J. Newbold and J.M. Moorby. 2013. Use of NIRS in the rapid evaluation of ruminant feeds. Food Production and Quality Research Division. University of Reading. UK.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10):3583-3597.
- Williams, P.C. 2007. Near-infrared technology-getting the best out of light. PDK. Grain. Canada.

การหาความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ่ากินีส้มวงด้วยเทคนิค เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

อาทิติยา สุขสะเกษ^{1/} ปฎิมา บุตรชา^{2/}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ่ากินีส้มวงด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) โดยตัวอย่างเมล็ดพืชทั้งสองชนิดสุ้มาจากเมล็ดที่รับซื้อจากเกษตรกร และเมล็ดที่ผลิตโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น นำเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตโดยศูนย์ฯ มาจัดการตัวอย่างโดยวิธีแตกต่างกัน 7 วิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 ไม่อบไล่ความชื้น วิธีที่ 2-7 นำเมล็ดมาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาทีตามลำดับ นำตัวอย่างทั้งหมดมาวัดสเปกตรัมที่ความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร และนำมาหาความชื้นด้วยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการโดยอบในตู้อบลมร้อน และสร้างสมการด้วยวิธี Modified partial least square regression (MPLS) ร่วมกับ อนุพันธ์อันดับที่ 1 และ SNV- detrend พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ่ากินีส้มวงที่ใช้ในการศึกษา อยู่ในช่วง 6.5-15.7 เปอร์เซ็นต์ และ 7.2-28.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้มีค่า Standard error of cross validation (SECV) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกลุ่มสร้างสมการ (SEC) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ (SEP) และสัดส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ ต่อค่า SEP (RPD) เท่ากับ 0.1221 0.9971 0.0802 0.153 และ 5.1 ตามลำดับ และสมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ่ากินีส้มวงมีค่า SECV R SEC SEP RPD เท่ากับ 0.1137 0.9969 0.0819 0.144 และ 7.3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสมการสามารถทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้สามารถใช้ได้ในระดับตรวจสอบคุณภาพในขณะที่สมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ่ากินีส้มวงสามารถใช้ได้ในระดับการประกันคุณภาพ

คำสำคัญ : เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี ความชื้น เมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้ เมล็ดพันธุ์หญ่ากินีส้มวง

เลขทะเบียนผลงาน: 60(2)-0214-085

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยะขิง ยืน จังหวัดมหาสารคาม

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมะเมือง จังหวัดขอนแก่น

Seed moisture content determination in *Brachiaria ruziziensis* and *Panicum maximum* TD58 by near infrared spectroscopy

Atitiya Suksaket ^{1/} Patima Butcha ^{2/}

Abstract

The objective of this research is to determine the quantitative amount of seed moisture in *Brachiaria ruziziensis* and *Panicum maximum* TD58 by means of near infrared spectroscopy (NIRS). Seeds of these kinds of grass were sampled from local farmers and Khon Kaen nutrition research and development center (KKNRC). The seeds obtained from KKNRC were subsequently proceeded by 7 different conditions: (1) no moisture oven drying and the (2)-(7) remaining with drying by hot air oven at 45°C for the duration of 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes. The NIR spectrum ranged from 1100 – 2500 nm was used to identify the amount of moisture via the combination of the standard method of hot air oven and the calibrated equation developed by the modified Partial Least Square regression (MPLS) with 1st derivative and SNV-detrend. It was found that moistures of *B. ruziziensis* and *P. maximum* TD58 were 6.5-15.7 % and 7.2-28.9 %, respectively. According to the calibrated equation of seed moisture in *B. ruziziensis*, the values of standard error of cross validation (SECV), Correlation coefficient (R), Standard error of calibration (SEC) Standard error of prediction (SEP) and the ratio of standard deviation of reference data in validation set to SEP (RPD) were 0.1221, 0.9971, 0.0802, 0.153 and 5.1, respectively. On the other hand, SECV, R, SEC, SEP and RPD of *P. maximum* TD58 were 0.1137, 0.9969, 0.0819, 0.144 and 7.3, respectively. Therefore, the results show *B. ruziziensis* can verify the quality control while *P. maximum* TD58 can verify the process control.

Key words : near infrared spectroscopy, moisture, *Brachiaria ruziziensis*, *Panicum maximum* TD58

Registered No.: 60(2)-0214-085

^{1/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and development Center, Chiangyuen, Mahasarakham.

^{2/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khon kaen.

คำนำ

ความชื้น เป็นองค์ประกอบหนึ่งในเมล็ดพืชที่มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อคุณภาพและอายุของการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะเกิดเชื้อราขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมล็ดจะมีอัตราการหายใจและคายน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นในกองเมล็ดพันธุ์ อาจสูงถึงขั้นทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ลดต่ำลงด้วย ดังนั้นถ้าสามารถตรวจสอบความชื้นได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องจะทำให้สามารถเลือกวิธีการจัดการเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวได้เร็วและลดการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ได้ นอกจากนี้ความชื้นยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดราคาการซื้อขายเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ เนื่องจากความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงน้ำหนักที่ผู้ซื้อและผู้ขายใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการกำหนดราคาซื้อขายได้ หากสามารถตรวจวัดความชื้นได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำจะช่วยให้สามารถสร้างระบบการซื้อขายเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ได้อย่างยุติธรรม

เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near Infrared Spectroscopy : NIRS) เป็นวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ไม่ใช้สารเคมี วัดได้รวดเร็ว แม่นยำและลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์คุณสมบัติในเชิงปริมาณ (quantitative) และคุณภาพ (qualitative) หลายประการในเวลาเดียวกันและเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ มีหลักการ คือ การดูดกลืนคลื่นแสงแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านเนียร์อินฟราเรด ในช่วงความยาวคลื่น 800-2,500 นาโนเมตร ของสารประกอบที่มีพันธะ -C-H -N-H -O-H -C=O หรือ -S-H แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงมาหาความสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธีการ เคมีเมตริก (chemometric) โดยสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนประกอบทางเคมีหรือสมบัติทางกายภาพหรือสมบัติอื่นที่ต้องการวิเคราะห์ กับค่าการดูดกลืนแสง เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบหรือสมบัติที่ต้องการ โดยที่สมการที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำของสมการก่อนจึงจะสามารถนำสมการนั้นมาใช้ในการทำนายส่วนประกอบต่างๆ ได้ ดังนั้น หากสามารถใช้เทคนิค NIRS มาวิเคราะห์หาความชื้นในเมล็ดพันธุ์หญ้าหูก (Brachiaria ruziziensis) และหญ้ากินีส้มม่วง (Panicum maximum TD58) ซึ่งเป็นหญ้าที่ได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรและเป็นที่ต้องการทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายเป็นอย่างมาก เกิดความเป็นธรรมในการซื้อขายและเอื้อต่อการส่งออกเมล็ดพันธุ์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่าง

การทดลองนี้ต้องการความชื้นหลายระดับจึงมีการจัดหาและเตรียมตัวอย่างเมล็ดพันธุ์หญ้าหูกและเมล็ดพันธุ์หญ้ากินีส้มม่วงจาก 2 แหล่ง

แหล่งที่ 1 เมล็ดพันธุ์ที่รับซื้อจากเกษตรกรในปีงบประมาณ 2559 ซึ่งเกษตรกรได้ลดความชื้นก่อนนำมาจำหน่าย

แหล่งที่ 2 เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2559 ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว โดยแบ่งเมล็ดออกเป็น 7 ส่วน แล้วนำแต่ละส่วนไปจัดการด้วยวิธีแตกต่างกัน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ไม่ได้อบเพื่อลดความชื้น

ส่วนที่ 2-7 นำไปลดความชื้นโดยใส่ในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 30 60 90 120 150 และ 180 นาที ตามลำดับ เพื่อให้ได้ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นหลายระดับ

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักประมาณ 4-5 กรัม ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่เกิน 8 เซนติเมตร แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และ 1 ชั่วโมง สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (ISTA, 2011) ทดสอบตัวอย่างละ 2 ซ้ำ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามสมการ

$$\% \text{ MC} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

เมื่อ MC = Moisture content
 M_1 = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา
 M_2 = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา และตัวอย่างก่อนอบแห้ง
 M_3 = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียมและฝา และตัวอย่างหลังอบแห้ง

การวัดและเก็บสเปกตรัม

1. สุ่มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากข้อ 1 บรรจุในเซลล์บรรจุตัวอย่าง ชนิด Natural Product Sample cell แล้วใช้ช้อนเกลี่ยเมล็ดให้แยกกระจายเต็มเซลล์อย่างสม่ำเสมอ นำฝามาปิดเซลล์ที่ด้านหลัง การบรรจุเมล็ดพันธุ์ในปริมาณที่พอดีจะไม่ทำให้ฝาลุด เมื่อปิดฝาด้านหลังเซลล์แล้วนำตัวอย่างไปสแกนเก็บสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRS ยี่ห้อ FOSS รุ่น 5000M (Foss Analytical A/S, Denmark) ในช่วงความยาวคลื่น 1,100-2,500 นาโนเมตร โดยวัดการสะท้อนกลับของแสง (reflectance) สแกนตัวอย่างในลักษณะ ขึ้นลง 8 ครั้ง ต่อการวัด 1 ครั้ง สแกนตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (Duplicate) จากนั้นนำสเปกตรัมที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย สังเคราะห์ข้อมูลและสร้างสมการโดยใช้โปรแกรม WINISI III (Version 1.5e)

2. ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม WINISI III เฉลี่ยค่าสเปกตรัมที่ได้จากการสแกน 2 ซ้ำ บันทึกค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการลงในสเปกตรัมของแต่ละตัวอย่าง แล้วจัดเรียงสเปกตรัมตามลำดับของเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากน้อยไปหามาก จากนั้นแบ่งสเปกตรัมของตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มโดยเลือกสเปกตรัม 1 ใน 3 ของสเปกตรัมทั้งหมด (ทุกตำแหน่งที่ 3) เป็นตัวอย่างกลุ่มที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ (Validation set) ส่วนสเปกตรัมของตัวอย่างที่ไม่ถูกเลือกจัดเป็นกลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการ (Calibration set)

3. การสร้างสมการทำนาย ใช้สเปกตรัมกลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการที่คัดเลือกไว้ นำมาปรับแต่งด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือทำ Math treatment ดังนี้ 1 4 4 1 (Derivative - 1, Gap - 4, Smooth -4, Smooth2 - 1) และ 2 4 4 1 ใช้ร่วมกับ SNV (Standard normal variate) และ Detrend เพื่อลดการกระเจิงแสง (Scatter) จัดกลุ่มสเปกตรัมโดยใช้หลักการของ Principal component โดยใช้ค่า H (Mahalanobis distance) เป็นตัวเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของตัวอย่าง โดยตัดสเปกตรัมที่อยู่นอกกลุ่ม (Outliers) คือมีค่า H มากกว่า 3 หรือน้อยกว่า 0.6 ออก จากนั้นจึงนำข้อมูลจากสเปกตรัมทั้งหมดใน

ทุกๆ ความยาวช่วงคลื่นของสเปกตรัม (Full spectrum) มาหาความสัมพันธ์กับค่าจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ โดยเลือกใช้วิธี Modified partial least square regression (MPLS) และ Partial least square regression (PLS) เพื่อสร้างสมการทำนาย จากนั้นประเมินเพื่อคัดเลือกสมการทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพัฒนาสมการทำนายให้ดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

- SEC (Standard error of calibration) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการ

- R^2 (Coefficient of determination) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกับค่าที่ได้จากเครื่อง NIRS ควรมีค่าเข้าใกล้ 1

- 1-VR (1-Variance ratio) คือ ค่าสัมพัทธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการโดยแบ่งตัวอย่างทั้งหมดเป็นกลุ่มๆ

- SECV (Standard error of cross validation) คือ การหาค่าความผิดพลาดมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกับค่าที่วิเคราะห์ที่ได้จากเครื่อง NIRS ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการโดยแบ่งตัวอย่างทั้งหมดออกเป็นกลุ่มๆ

- สมการที่เหมาะสม ควรมีค่า SECV ต่ำที่สุด และมีค่า SEC และ SECV ใกล้เคียงกัน (Infrasoft International, LLC, 2005)

3.4 การทดสอบความถูกต้องของสมการ โดยนำสเปกตรัมของตัวอย่างกลุ่มที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ (Validation set) ที่ทราบค่าทางเคมีแล้วมาทำนายด้วยสมการที่สร้างขึ้นในข้อ 3.3 แล้วประเมินความถูกต้องแม่นยำโดยใช้ค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

- SEP(C) (Standard error of prediction corrected by bias) ควรมีค่าไม่เกิน 1.29 เท่าของค่า SEC

- Bias ควรมีค่าไม่เกิน 0.55 เท่าของค่า SEC

- R^2 และ slope มีค่าเข้าใกล้ 1

- RPD (Ratio of standard deviation of reference data in validation set to SEP) คือ อัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ ต่อค่า SEP ค่าจากที่คำนวณได้มีค่าสูง หมายถึง ค่าผิดพลาดมาตรฐานที่ทำนายได้จาก NIRS มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดมาตรฐานที่ได้จากวิเคราะห์จริง เกณฑ์การพิจารณาค่า RPD ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวทางการอธิบายความสามารถของสมการด้วยค่า RPD

RPD	ประสิทธิภาพของสมการทำนาย
0.0 – 2.3	ไม่ดี ไม่สามารถใช้เป็นสมการทำนายได้
2.4 – 3.0	สามารถใช้ในการคัดเลือกเบื้องต้นได้
3.1 – 4.9	สามารถใช้ในการคัดเลือก หรือตรวจคุณภาพบางอย่างได้
5.0 – 6.4	สามารถใช้ในการตรวจคุณภาพได้
6.5 – 8.0	ดี สามารถใช้กับงานประกันคุณภาพได้
8.1 >	ดีมาก สามารถใช้ได้กับทุกงาน

- ที่มา: ดัดแปลงจาก Williams, 2007

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ้าน้ำกินี่สีม่วง

จากการนำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ้าน้ำกินี่สีม่วง จำนวน 130 และ 142 ตัวอย่าง ตามลำดับ มาหาความชื้นตามวิธีมาตรฐานสากล (ISTA 2011) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และเมล็ดพันธุ์หญ้าน้ำกินี่สีม่วง มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในช่วง 6.5-15.7 และ 7.2-28.9 ตามลำดับ จากนั้นแบ่งตัวอย่างทั้งหมดของแต่ละชนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการ (Calibration set) และ กลุ่มที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ (Validation set) ร่วมกับการใช้ค่า H (Mahalanobis distance) เพื่อตัดสเปกตรัมที่อยู่นอกกลุ่มออก (Outliers) ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ้าน้ำกินี่สีม่วง ของกลุ่มที่ใช้สร้างสมการ อยู่ในช่วง 6.5-12.2 และ 7.3-12.2 ตามลำดับ และกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการของข้าวสุ้ มีค่าอยู่ในช่วง 6.5-11.0 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกลุ่มที่ใช้สร้างสมการของข้าวสุ้ ครอบคลุมค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ ในขณะที่กลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการของหญ้าน้ำกินี่สีม่วง มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในช่วง 7.2-12.4 ซึ่งมีค่าอยู่นอกช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกลุ่มที่ใช้สร้างสมการเล็กน้อยเนื่องจากการโปรแกรม WINISI ได้ตัด outlier ที่อยู่นอกกลุ่มที่ใช้สร้างสมการออก ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกลุ่มที่ใช้สร้างสมการมีค่าแคบลง

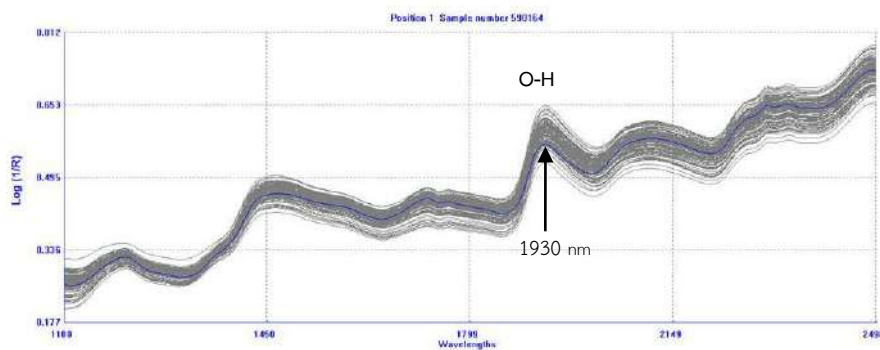
ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ้าน้ำกินี่สีม่วงจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการสร้างสมการและทดสอบความถูกต้องของสมการ

ชนิดเมล็ดพันธุ์	จำนวน ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ความชื้น		ค่าเฉลี่ย	±SD
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
หญ้ารูซี่					
ตัวอย่างทั้งหมด	130	6.5	15.7	8.7	1.2
กลุ่มที่ใช้สร้างสมการ	85	6.5	12.2	8.6	1.0
กลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ	45	6.5	11.0	8.6	0.9
หญ้านิกินีสีม่วง					
ตัวอย่างทั้งหมด	142	7.2	28.9	9.8	2.0
กลุ่มที่ใช้สร้างสมการ	90	7.3	12.2	9.5	1.0
กลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ	52	7.2	12.4	9.6	1.1

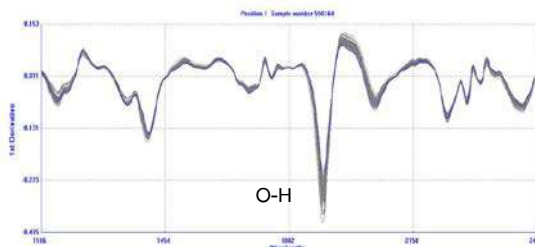
การสร้างสมการทำนายและการทดสอบความถูกต้องของสมการ

จากข้อมูลสเปกตรัมของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้และหญ้าน้ำกินี่สีม่วงที่ไม่มีการปรับแต่ง ภาพที่ 1ก และ ภาพที่ 2ก พบว่าสเปกตรัมของเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้ทั้งสองชนิดมีการเลื่อนตัวของสเปกตรัม (base line shift) ในแนวแกน Y และพีคมีลักษณะค่อนข้างกว้าง (broad band) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกระเจิงแสง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้แสงเปลี่ยนทิศทาง มีผลทำให้การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน ในกรณีนี้อาจเกิดขึ้นจากการที่บรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวสุ้ที่มีขนาดแตกต่างกันในเซลล์ใส่ตัวอย่าง และเมื่อใช้วิธี SNV และ

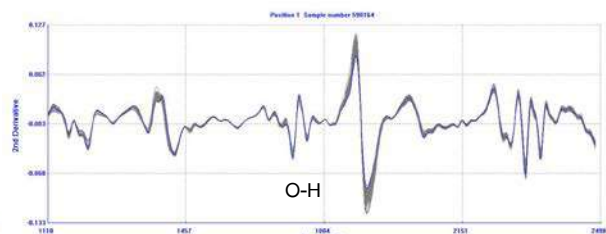
Detrend ซึ่งเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการทำอนุพันธ์ลำดับที่ 1 และ 2 จะสามารถช่วยลดอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวได้ ทำให้สามารถแยกพีคที่ซ้อนเหลื่อมกันและลดขนาดพีคที่มีขนาดกว้างให้แคบลง ดังแสดงในภาพที่ 1ข 1ค 2ข และ 2ค ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพีคของสเปกตรัมจะพบว่าพีคที่มีความยาวคลื่น 1,930 นาโนเมตร จะมีลักษณะแหลมคม เด่นชัด สอดคล้องกับความขึ้นในเมล็ดซึ่งเป็นพันธะ O-H ในโมเลกุลของน้ำ อีกทั้งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับพีคน้ำในเมล็ดกาแฟพันธุ์อาราบิก้าที่มีความยาวคลื่น 1,940 นาโนเมตร (กุลริศา และคณะ, 2555) พีคน้ำในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความยาวคลื่น 1,930 นาโนเมตร (วรินทร์ และคณะ, 2551) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Iwamoto *et al.* (1995) ได้รายงานว่าน้ำที่สภาวะปกติสามารถดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 1,150 1,350 1,440 1,790 และ 1,930 นาโนเมตร การที่พีคน้ำมีการเลื่อนไปเล็กน้อยอาจเกิดเนื่องจากการแปลงข้อมูลหรือการแปลงรูปด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ (Williams and Norris, 2001)



ภาพที่ 1ก

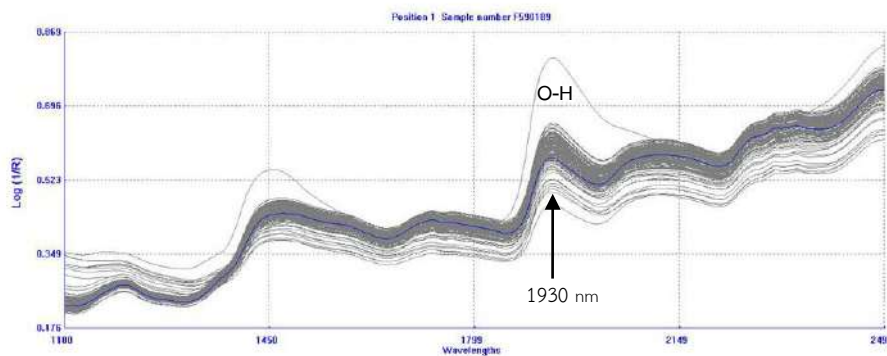


ภาพที่ 1ข

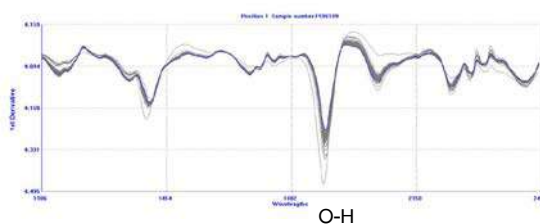


ภาพที่ 1ค

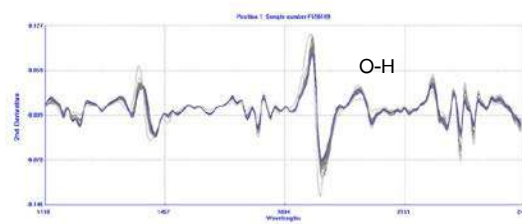
ภาพที่ 1 สเปกตรัมของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งในช่วงความยาวคลื่น 1,100 – 2,500 นาโนเมตร (ภาพที่ 1ก) เป็นสเปกตรัมที่ไม่ปรับแต่ง และ สเปกตรัมที่มีการปรับแต่งด้วยวิธี SNV และ Detrend ร่วมกับอนุพันธ์อันดับที่ 1 (ภาพที่ 1ข) และ อนุพันธ์อันดับที่ 2 (ภาพที่ 1ค)



ภาพที่ 2ก



ภาพที่ 2ข



ภาพที่ 2ค

ภาพที่ 2 สเปกตรัมของเมล็ดพันธุ์หญ้ากีนีสีม่วงในช่วงความยาวคลื่น 1,100 – 2,500 นาโนเมตร (ภาพที่ 2ก) เป็นสเปกตรัมที่ไม่ปรับแต่ง และ สเปกตรัมที่มีการปรับแต่งด้วยวิธี SNV และ Detrend ร่วมกับอนุพันธ์อันดับที่ 1 (ภาพที่ 2ข) และ อนุพันธ์อันดับที่ 2 (ภาพที่ 2ค)

ผลการสร้างสมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และกีนีสีม่วง ในกลุ่มสร้างสมการ แสดงในตารางที่ 3 พบว่าเมื่อสร้างสมการด้วยวิธี Modified PLS ร่วมกับ SNV-detrend และ math treatment 1 4 4 1 จะให้สมการที่เหมาะสมที่สุด โดยมีค่า SECV ของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และกีนีสีม่วงต่ำที่สุด เท่ากับ 0.1221 และ 0.1137 ตามลำดับ ค่า R และ 1-VR ของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่สูงสุด เท่ากับ 0.997 และ 0.987 ส่วนค่า R และ 1-VR ของหญ้ากีนีสีม่วงสูงสุด เท่ากับ 0.997 และ 0.988 ในขณะที่ค่า SEC ของสมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และกีนีสีม่วงมีค่าเท่ากันทั้งสองสมการ คือ 0.08 เมื่อนำกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ มาเปรียบเทียบกับสมการที่สร้างขึ้น พบว่าค่า SEP ของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และหญ้ากีนีสีม่วงมีค่า 0.153 และ 0.144 ตามลำดับ และ ค่า RPD ของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่และหญ้ากีนีสีม่วง เท่ากับ 5.1 และ 7.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่ สามารถใช้งานในระดับการตรวจคุณภาพได้ ในขณะที่สมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์หญ้ากีนีสีม่วง สามารถใช้งานได้ดี ในระดับประกันคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 3 สมการที่สร้างขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นได้รวดเร็วขึ้น จากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการช่วยให้เกิดความยุติธรรมมากขึ้นในการซื้อขายเมล็ดและช่วยนักวิชาการหรือเกษตรกรสามารถตัดสินใจเลือกวิธีจัดการเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น เป็นการลดการสูญเสียเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 3 ค่าสถิติในการสร้างสมการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวสุกและหญ้าน้ำกินสีม่วง

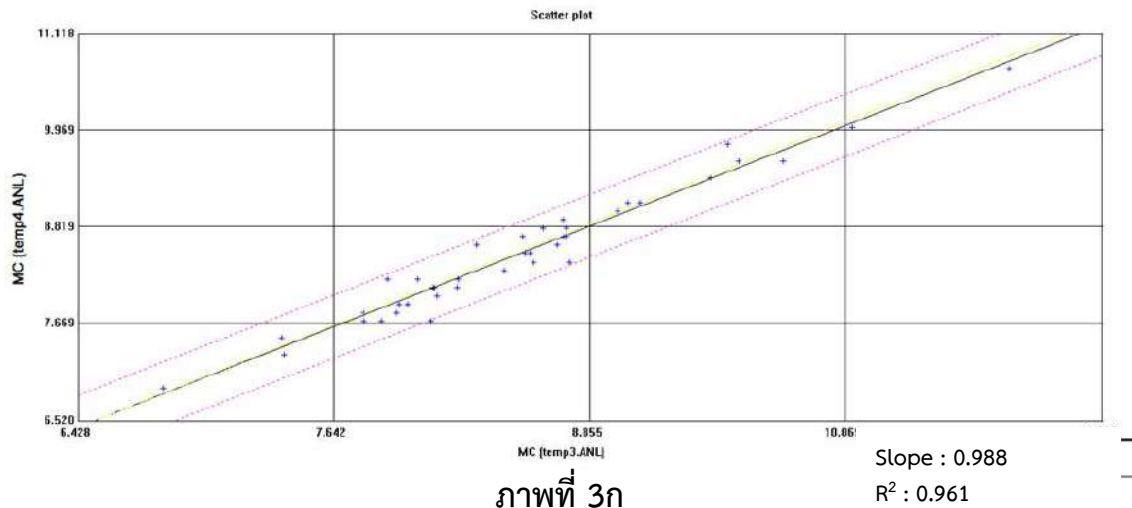
Math treatment	การวิเคราะห์ ทางสถิติ	ค่าสถิติกลุ่มการสร้างสมการ			
		SEC	SECV	1-VR	R
เมล็ดพันธุ์ข้าวสุก					
1 4 4 1, SNV-detrend	MPLS	0.0802	0.1221	0.9869	0.9971
2 4 4 1, SNV-detrend	MPLS	0.0999	0.1455	0.9799	0.9951
1 4 4 1, SNV-detrend	PLS	0.0899	0.1266	0.9808	0.9950
2 4 4 1, SNV-detrend	PLS	0.1103	0.1425	0.9807	0.9941
เมล็ดพันธุ์หญ้าน้ำกินสีม่วง					
1 4 4 1, SNV-detrend	MPLS	0.0819	0.1137	0.9882	0.9969
2 4 4 1, SNV-detrend	MPLS	0.0807	0.1365	0.9849	0.9969
1 4 4 1, SNV-detrend	PLS	0.0943	0.1288	0.9849	0.9959
2 4 4 1, SNV-detrend	PLS	0.0835	0.1225	0.9891	0.9974

- SEC : Standard error of calibration
- SECV : standard error of cross validation
- 1-VR : 1-variance ratio
- R : correlation coefficients

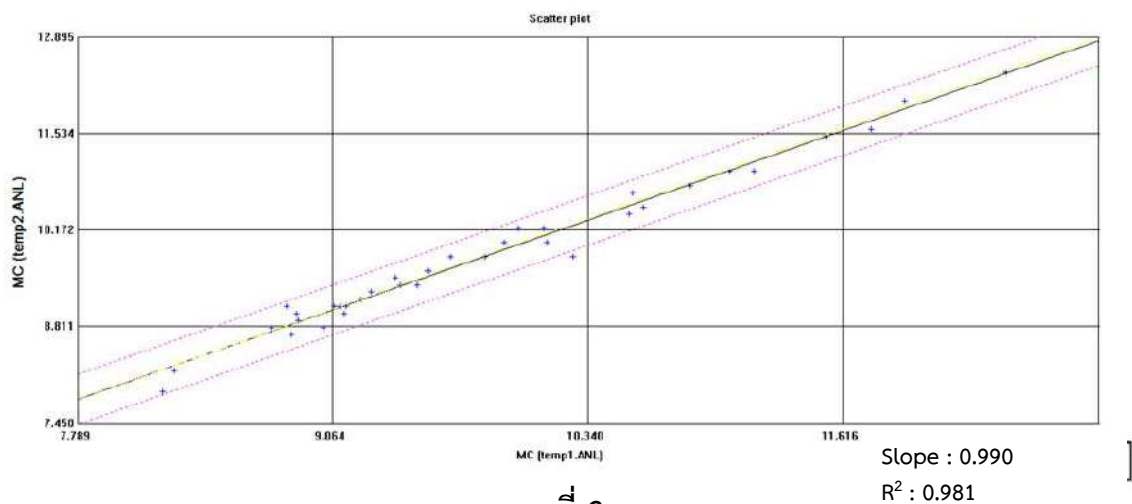
ตารางที่ 4 ค่าสถิติในการทดสอบความถูกต้องของสมการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวสุกและหญ้าน้ำกินสีม่วง

ชนิดเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์	ค่าสถิติกลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ			
	SEP	Bias	R ²	RPD
เมล็ดพันธุ์ข้าวสุก	0.153	-0.020	0.961	5.1
เมล็ดพันธุ์หญ้าน้ำกินสีม่วง	0.144	-0.022	0.981	7.3

- SEP : Standard error of prediction
- Bias : average of difference between actual value and NIR value
- R² : coefficient of determination
- RPD : ratio of standard deviation of reference data in กลุ่มทดสอบความถูกต้องของสมการ to SEP



ภาพที่ 3ก



ภาพที่ 3ข

ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หาได้จากห้องปฏิบัติการและเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการทำนายด้วยสมการ NIRS เมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่ (ภาพที่ 3ก) และ เมล็ดพันธุ์หญ่ากินีสีม่วง (ภาพที่ 3ข)

สรุปผลการทดลอง

จากผลการสร้างสมการทำนายเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเทคนิค NIRS โดยการปรับแต่งสเปคตรัมด้วยอนุพันธ์อันดับที่ 1 ร่วมกับ SNV-detrend ของเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่ มีค่า RPD เท่ากับ 5.1 ซึ่งจัดอยู่ในระดับการตรวจคุณภาพ และเมล็ดพันธุ์หญ่ากินีสีม่วง มีค่า RPD เท่ากับ 7.3 ซึ่งจัดอยู่ในระดับการประกันคุณภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญจันทกานต์ อรรถนันท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่เป็นพี่ปรึกษาและคอยให้คำแนะนำตลอดการทำงานจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่

ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ของศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กุลริศา เกตุนาถ ปาริชาติ เทียนจุมพล และวิบูลย์ ช่างเรือ. 2555. การหาปริมาณความชื้นในกาแฟเมล็ดพันธุ์อะราบิกาด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.43(3) : 131-134.
- วรินทร์ มณีวรรณ ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ และ ปาริชาติ เทียนจุมพล. 2551. การประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเพื่อหาความชื้นในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3) : 363 - 366.
- Infrasoft International, LLC. 2005. WinISI III Manual. FOSS Tecator AB, Sweden.
- ISTA. 2011. International Rules for Seed Testing Edition 2011. The International Seed Testing Association (ISTA), Zurichstr. 50 CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.
- Iwamoto, M., S. Kawano and Y. Ozaki. 1995. An overview of research and development of near infrared spectroscopy in Japan. J. Near Infrared Spectroscopy: 179-189.
- Williams P. and K. Norris. 2001. Near-Infrared Technology in the Agriculture and food Industries. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Williams P. 2007. Near-infrared technology-getting the best out of light. PDK. Grain. Canada.

ผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกลาในพื้นที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

มะฤทัย จันทรธิบัติ^{1/} วัฒนาวรรณ ศรีสมพร^{2/} เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{3/}

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอายุการตัดที่มีต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum*) (การทดลองย่อยที่ 1) และหญ้าแพงโกลา (*Digitaria eriantha*) (การทดลองย่อยที่ 2) ที่ปลูกในพื้นที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตำบลช้างเผือก อำเภอกงคอดย จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึง ธันวาคม 2559 เก็บข้อมูลการทดลอง 2 ปี การทดลองย่อยที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก มี 5 ซ้ำ สิ่งทดลอง คือ อายุการตัด 3 อายุ ได้แก่ 45 60 และ 75 วัน หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ตัดทุก 75 วัน มีผลผลิตน้ำหนักร้าง (8,286.35 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) มากกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่มีอายุการตัด 60 วัน (6,483.70 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และ 45 วัน (4,107.30 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัด 45 วัน มีโปรตีนหยาบ (9.77 เปอร์เซ็นต์ และ 10.44 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) สูงกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่มีอายุการตัด 60 วัน (7.27 เปอร์เซ็นต์ และ 8.69 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) และ 75 วัน (5.39 เปอร์เซ็นต์ และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) ผลผลิตโปรตีนหยาบของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ตัดทุก 75 วัน (469.76 และ 617.25 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) กับหญ้าที่มีอายุการตัด 60 วัน (453.63 และ 584.87 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) แต่สูงกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่มีอายุการตัด 45 วัน (405.41 และ 426.25 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ)

การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก มี 5 ซ้ำ สิ่งทดลอง คือ อายุการตัดที่ 30 45 และ 60 วัน หญ้าแพงโกลาที่ตัดทุก 45 วัน มีผลผลิตน้ำหนักร้าง (7,710.65 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) กับหญ้าที่ตัดทุก 60 วัน (7,453.15 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) แต่สูงกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่ตัดทุก 30 วัน (6,495.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) หญ้าแพงโกลาที่มีอายุการตัด 30 วัน มีโปรตีนหยาบ (9.77 เปอร์เซ็นต์ และ 11.09 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) สูงกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่มีอายุการตัด 45 วัน (7.48 เปอร์เซ็นต์ และ 8.46 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) และ 60 วัน (6.92 เปอร์เซ็นต์ และ 6.86 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) อายุการตัดของหญ้าแพงโกลาไม่ทำให้หญ้ามีผลผลิตโปรตีนหยาบในปีที่ 1 แตกต่าง ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ในปีที่ 2 หญ้าที่มีอายุการตัด 30 วัน มีผลผลิตโปรตีนหยาบ (773.94 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) สูงกว่า ($p < 0.05$) หญ้าที่มีอายุการตัด 45 (662.55 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และ 60 วัน (500.48 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) สรุปได้ว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัด 75 วัน มีผลผลิตน้ำหนักร้างและผลผลิตโปรตีนหยาบมากที่สุด แต่หญ้าที่มีอายุการตัด 45 วัน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนดีที่สุด สำหรับหญ้าแพงโกลา การตัดทุก 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักร้างมากที่สุด อย่างไรก็ตาม หญ้าที่มีอายุการตัด 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนดีที่สุด

คำสำคัญ: อายุการตัด หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าแพงโกลา ผลผลิต ส่วนประกอบทางเคมี

เลขทะเบียนวิชาการ: 60(2)-0214-090

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ร้อยเอ็ด อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดร้อยเอ็ด

^{3/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

**Effects of cutting interval on yield and chemical composition of Napier
Pakchong 1 grass and pangola grass under The Royal Project of Her Royal Highness
Princess Maha Chakri Sirindhorn**

Kharuthai Juntipbadee ^{1/} Wattanawan Srisomporn ^{2/} Kiatisak Klum-em ^{3/}

Abstract

A study aimed to evaluate effects of cutting Intervals on yields and chemical composition of Napier Pakchong 1 grass (*Pennisetum purpureum*) (Experiment 1) and pangola grass (*Digitaria eriantha*) (Experiment 2) grown under The Royal Project of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn at Kaeng Khoi, Saraburi was carried out during January 2015 – December 2016. Data were collected over a 2-year period. In experiment 1, a randomized complete block design (RCBD) with 5 replications was used. Treatments were 3 cutting intervals (CI): 45, 60 and 75 days. The results showed that dry matter yields (DMY) of the Napier Pakchong 1 grass with 75-d CI (8,286.35 kg/rai/year) were greater than those with 60-d CI (6,483.70 kg/rai/year) and 45-d CI (4,107.30 kg/rai/year). Crude protein (CP) contents of the grass with 45-d CI (9.77% and 10.44% in the first and second year, respectively) were higher than those with 60-d CI (7.27% and 8.69% in the first and second year, respectively) and 75-d CI (5.39% and 7.61% in the first and second year, respectively). Crude protein yield (CPY) of the grass with 75-d CI (469.76 and 617.25 kg/rai/year in the first and second year, respectively) were not different from those with 60-d CI (453.63 and 584.87 kg/rai/year in the first and second year, respectively) but were higher than those with 45-d CI (405.41 and 426.25 kg/rai/year in the first and second year, respectively).

In experiment 2, a RCBD with 5 replications was used. Treatments were 3 CI: 30, 45 and 60 days. The results showed that DMY of the pangola grass with 45-d CI (7,710.65 kg/rai/year) was not different ($p>0.05$) from those with 60-d CI (7,453.15 kg/rai/year) but was higher than ($p<0.05$) those with 30-d CI (6,495.00 kg/rai/year). The grass with 30-d CI had higher ($p<0.05$) CP contents (9.77% and 11.09% in the first and second year, respectively) than those with 45-d CI (7.48% and 8.46% in the first and second year, respectively) and 60-d CI (6.92% and 6.86% in the first and second year, respectively). The CI had no effects on CPY of the grass in the first year. However, in the second year, the grass with 30-d CI (773.94 kg/rai/year) had more CPY than those with 45-d CI (662.55 kg/rai/year) and 60-d CI (500.48 kg/rai/year). In conclusion, for Napier Pakchong 1 grass, DMY and CPY were highest with 75-d CI. In contrast, CP content of the grass was highest with 45-d CI. In the case of pangola grass, 45-d CI is recommended when DMY and CPY are considered. However, CI should be at 30 days when CP content of the grass is focused.

Keywords : cutting interval, Napier Pakchong 1 grass, pangola Grass, yield, chemical composition

Registered No. : 60(2)-0214-090

^{1/} Sa kaew Animal Nutrition Research and Development Center, Khlong Had, Sa kaeo.

^{2/} Roi Et Animal Nutrition Research and Development Center, Suwannapume, Roi Et.

^{3/} Forage Crops Research and Development Group, Bureau of Animal nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

คำนำ

โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งอยู่ที่ตำบลข้าฝักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มีการดำเนินโครงการภายใต้การร่วมมือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกับกรมปศุสัตว์ เพื่อศึกษา พัฒนา ส่งเสริมการผลิตพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการพัฒนาระบบการผลิตพืชอาหารสัตว์ให้มีผลผลิตสูง คุณภาพดี พร้อมกับการผลิตเสบียงสัตว์เก็บไว้ช่วยเหลือเกษตรกรยามเกิดภัยพิบัติ นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งเรียนรู้เทคนิคการผลิตอาหารสัตว์สำหรับนิสิตนักศึกษา ประชาชน และเผยแพร่ความรู้ไปสู่เกษตรกรในพื้นที่ข้างเคียง กรมปศุสัตว์โดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ได้เข้าไปดำเนินการพัฒนาพื้นที่สำหรับใช้เป็นพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ และดำเนินการวิจัยควบคู่ไปด้วย การศึกษาวิจัยจึงมีความสำคัญเพื่อให้ทราบถึงศักยภาพการให้ผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกในพื้นที่โครงการ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกลา เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลทางวิชาการสำหรับใช้เป็นแนวทางในการผลิตเสบียงสัตว์คุณภาพดีและใช้ในการพัฒนาศักยภาพในการผลิตเสบียงสัตว์สำหรับเก็บไว้ช่วยเหลือเกษตรกรยามเกิดภัยพิบัติ นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้ยังใช้ในการเผยแพร่สู่นิสิต นักศึกษา ประชาชนผู้ที่สนใจ และเกษตรกรในพื้นที่ข้างเคียงสำหรับใช้ในการพัฒนาการเลี้ยงสัตว์อีกด้วย การเลือกนำเอาหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เข้ามาปลูกในพื้นที่โครงการเนื่องจากในปัจจุบันพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลง ประกอบกับเกษตรกรมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด จึงทำให้พื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์และผลผลิตมีไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ การเลือกใช้พืชอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงต่อหน่วยพื้นที่นำมาปลูกเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด พืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสม คือหญ้าตระกูลเนเปียร์ (Napier) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการคัดเลือกหญ้าลูกผสมเนเปียร์ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Pakchong 1) เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตที่สูง โปดดินสูง มีความน่ากิน สัตว์ชอบกิน ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี แตกกอดี ไม่มีการพักตัว ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม ชอบใบไม่คม มีขนน้อย สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี เหมาะสำหรับการทำหญ้าหมักโดยไม่ต้องเติมสารเสริมใดๆ สามารถเก็บเกี่ยวได้ 5-6 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนักสด 70-80 ตันต่อไร่ต่อปี (ไกรลาศ และคณะ, 2557) ในส่วนของหญ้าแพงโกลา (*Digitaria eriantha*) การนำมาปลูกมุ่งเป้าใช้เป็นหญ้าสำหรับการผลิตเสบียงสัตว์แห้งคุณภาพดี เนื่องจากมีคุณสมบัติโดดเด่นในการผลิตเป็นหญ้าแห้งคุณภาพดี มีลักษณะเป็นหญ้าประเภทเลื้อย มีอายุหลายปี ขนาดลำต้นเล็ก ไม่มีขน ต้นยาว 40-64 เซนติเมตร มีปล้องประมาณ 7-13 ปล้อง มีใบลักษณะเรียวยาว มีรากเจริญออกมาตามข้อ (นพวรรณ, 2553) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงอายุการตัดที่เหมาะสม ภายใต้สภาพแวดล้อมการปลูกในบริเวณพื้นที่ของโครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยมีวัตถุประสงค์ในการทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการให้ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัดที่แตกต่างกันที่ 45 60 และ 75 วัน และเปรียบเทียบการให้ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาที่มีอายุการตัดที่แตกต่างกันที่ 30 45 และ 60 วัน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกลา แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ดำเนินการทดลองที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งอยู่ที่ตำบลชำผักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึง ธันวาคม 2559 รวมระยะเวลา 2 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 5 ซ้ำ 3 สิ่งทดลอง ได้แก่

1. อายุการตัดทุกๆ 45 วัน
2. อายุการตัดทุกๆ 60 วัน
3. อายุการตัดทุกๆ 75 วัน

การจัดการพื้นที่ปลูก

เตรียมพื้นที่ปลูกโดยดำเนินการไถและไถพรวนดินให้ละเอียด ปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ สุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ดำเนินการแบ่งแปลงเป็น 5 ซ้ำ ตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ แต่ละซ้ำมี 3 แปลงย่อย รวมทั้งหมด 15 แปลงย่อย โดยกำหนดขนาดแปลงๆ ละ 24 ตารางเมตร (6x4 เมตร) และเว้นระยะห่างระหว่างแปลงๆ ละ 2.5 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะเตรียมดิน

การปลูกและดูแลรักษา

เตรียมท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และดำเนินการปลูกโดยใช้วิธีการปลูกด้วยท่อนพันธุ์ 2 ท่อนต่อหลุม ให้ข้ออยู่ใต้ดินลึกประมาณ 1-2 นิ้ว โดยใช้ระยะปลูก 100 x 100 เซนติเมตร จำนวน 24 หลุมต่อแปลง หลังการปลูกให้มีการกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม และมีการให้น้ำทุกๆ 15 วัน วางระบบการให้น้ำในแต่ละแปลงย่อยด้วยการใช้สปริงเกลอร์ ดำเนินการโดยการตัดปรับหญ้าครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน เช่นเดียวกันทุกแปลงย่อย และตัดเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งต่อไปทุกๆ 45 60 และ 75 วัน ตามแผนการทดลองที่กำหนด หลังการตัดหญ้าแต่ละครั้งดำเนินการกำจัดวัชพืชภายในแปลง ให้น้ำ และหลังการตัดแต่ละครั้งใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ตามอายุการตัด 45 60 และ 75 วัน ในอัตรา 15 20 และ 26.5 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อครั้ง ตามลำดับ

การเก็บข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในแต่ละครั้งของการตัด ดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวน 8 กอกลางแปลง (ตัดขอบแปลงทิ้ง) ได้แก่ ความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด ความกว้างตรงกลางกอ จำนวนแขนงต่อกอ จำนวนใบต่อต้น และความยาวใบของใบที่อยู่กลางลำต้น
2. การเก็บข้อมูลผลผลิตดำเนินการเมื่อครบอายุการตัดโดยการสุ่มวัดผลผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 8 กอกลางแปลง (ตัดขอบแปลงทิ้ง) วัดผลผลิตน้ำหนักสด และสุ่มตัวอย่างนำไปอบจนน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัด โดยดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตนาน 2 ปี
3. ส่วนประกอบทางเคมี ดำเนินการสุ่มตัวอย่างนำไปอบแห้งและบดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าวัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000) วิเคราะห์ส่วนของผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และ ลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)
4. คุณภาพอาหารหยาบดำเนินการคำนวณค่า CPY TDN และ RFV ดังนี้
 - ค่า CPY (Crude protein yield) = Dry weight x Crude protein

- ค่า TDN (Total digestible nutrient) = $4.898 + (89.796 \times \text{NEL})$, $\text{NEL} = 1.0876 - (0.0127 \times \% \text{ADF})$ (Ishler *et al.*, 1996)

- ค่า RFV (Relative feed value) = $(\text{DDM} \times \text{DMI}) / 1.29$ เมื่อ $\text{DDM} = \text{Digestible dry Matter} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF})$ และ $\text{DMI} = \text{Dry Matter intake} (\% \text{ of BW}) = 120 / (\% \text{NDF})$ (Jeranyama and Garcia, 2004)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรของแต่ละสิ่งทดลองตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

การทดลองย่อยที่ 2 การศึกษาผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา

ดำเนินการทดลองที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งอยู่ที่ตำบลชำผักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึง ธันวาคม 2559 รวมระยะเวลา 2 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 5 ซ้ำ 3 สิ่งทดลอง ได้แก่

1. อายุการตัดทุกๆ 30 วัน
2. อายุการตัดทุกๆ 45 วัน
3. อายุการตัดทุกๆ 60 วัน

การจัดการพื้นที่ปลูก

เตรียมพื้นที่ปลูกโดยดำเนินการไถและไถพรวนดินให้ละเอียด ปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ สุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ดำเนินการแบ่งแปลงเป็น 5 ซ้ำ ตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ แต่ละซ้ำมี 3 แปลงย่อย รวมทั้งหมด 15 แปลงย่อย โดยกำหนดขนาดแปลงๆ ละ 24 ตารางเมตร (6x4 เมตร) และเว้นระยะห่างระหว่างแปลงๆ ละ 2.5 เมตร เช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะเตรียมดิน

การปลูกและดูแลรักษา

เตรียมกล้าพันธุ์ โดยใช้วิธีการถอนแยกหญ้าแพงโกลาเป็นกอๆ ให้มีกอละประมาณ 10 ต้น ตัดยอดออกให้เหลือยาวประมาณ 15-20 ซม. นำมาดำเนินการปลูกเป็นแถว โดยใช้ระยะปลูก 15 x 50 เซนติเมตร มีการกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสมและมีการให้น้ำเมื่อดินขาดความชุ่มชื้นตามความเหมาะสม จนหญ้าแพงโกลาเลี้ยงออกคลุมเต็มพื้นที่ทั่วทั้งแปลง หลังการปลูกมีการกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสมและมีการให้น้ำทุกๆ 15 วัน วางระบบการให้น้ำในแต่ละแปลงย่อยด้วยการใช้สปริงเกอร์ ตัดปรับหญ้าครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน เช่นเดียวกันทุกแปลงย่อย และตัดเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งต่อไปทุกๆ 30 45 และ 60 วัน ตามแผนการทดลองที่กำหนด หลังการตัดหญ้าแต่ละครั้งดำเนินการกำจัดวัชพืชภายในแปลง ให้น้ำ และหลังการตัดแต่ละครั้งใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ตามอายุการตัด 30 45 และ 60 วัน ในอัตรา 10 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง ตามลำดับ

การเก็บข้อมูล

เมื่อครบอายุการตัดดำเนินการสุ่มวัดความสูงก่อนการตัดทุกครั้งจากจำนวน 5 จุด กลางแปลง เก็บข้อมูลผลผลิตหญ้าแห้งโกลาจำนวน 8 ตารางเมตร กลางแปลง (ตัดขอบแปลงทั้งด้านละ 1 เมตร) วัดผลผลิตน้ำหนักสด สุ่มตัวอย่างนำไปอบจนน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักแห้ง ดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตนาน 2 ปี พร้อมสุ่มตัวอย่างนำไปอบแห้งและบดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และคำนวณค่า CPY TDN และ RFV เช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรของแต่ละสิ่งทดลองตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1

ผลการทดลองและวิจารณ์

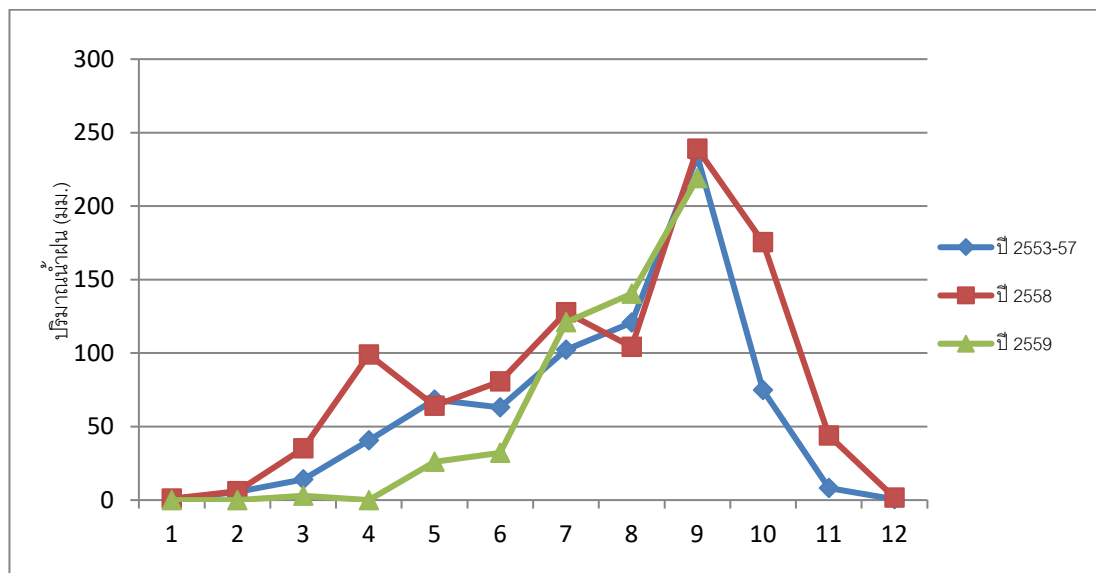
คุณสมบัติทางเคมีของดิน

โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งอยู่ที่ตำบลชำผักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี พื้นที่มีลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง เนื้อดินมีขาวปนแดง ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนดำเนินการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในแปลงทดลองมีค่า pH 4.98 อินทรีย์วัตถุ 1.28 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.15 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 41.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 987.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียม 384.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามีค่าอินทรีย์วัตถุในระดับปานกลาง มีไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแคลเซียมในระดับต่ำ ส่วนแมกนีเซียมมีในระดับสูง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย จากรายงานพบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะขึ้นได้ดีในดินที่ไม่แน่นอากาศถ่ายเทได้สะดวก ดินที่ใช้ปลูกจะต้องไม่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไปและมีธาตุอาหารสมบูรณ์ ควรเป็นที่ดอน น้ำไม่ท่วม (ไกรลาศ และคณะ, 2557) ส่วนหญ้าแห้งโกลาปลูกขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว ทนแล้งและทนน้ำท่วมได้ดีแต่ไม่ชอบน้ำแช่ขัง (นพวรรณ, 2553) ดังนั้นจากคุณสมบัติของดินบริเวณทดลองที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำจึงใช้การปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ขณะเตรียมดิน เพื่อปรับปรุงดินให้เหมาะสำหรับการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแห้งโกลาดังกล่าว

ปริมาณน้ำฝน

บริเวณพื้นที่โครงการศึกษาการผลิตพืชอาหารสัตว์ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มีสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งและชุ่มชื้นสลับกันอย่างชัดเจน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปีประมาณ 800-1,000 มิลลิเมตรต่อปี ฝนตกน้อยช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน และฝนตกมากช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ดังภาพที่ 1 มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28.03 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 77.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะดำเนินการทดลองมีฝนตกเฉลี่ย 980 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) โดยที่หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต้องการปริมาณน้ำฝน 1,300-1,500 มิลลิเมตรต่อปี หากมีการกระจายตัวของน้ำฝนสม่ำเสมอ และมีอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส จะเจริญเติบโตได้

ดีเป็นพิเศษ (ไกรลาศ และคณะ, 2557) เช่นเดียวกับหญ้าแพงโกลาที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ชุ่มชื้น มีฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิอยู่ในช่วง 19-35 องศาเซลเซียส (นพวรรณ, 2553) ดังนั้นพบว่าบริเวณพื้นที่ทดลองมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าความต้องการของพืช ในการทดลองครั้งนี้จึงวางระบบการให้น้ำด้วยการใช้สปริงเกอร์และมีการให้น้ำทุกๆ 15 วัน เพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอกับความต้องการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกลาที่ปลูก



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝนตลอดการทดลองในปี 2558-2559 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปี 2553-2557

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่าการเจริญเติบโตในด้านของความสูง จำนวนใบ และความยาวใบของแต่ละอายุการตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 75 วันมีค่ามากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วันตามลำดับ ส่วนจำนวนแขนงต่อกอพบว่าการตัดทุกๆ 45 วันมีค่ามากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 75 วันตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ในด้านของความกว้างกอของแต่ละอายุการตัดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้อมูลการเจริญเติบโตที่ได้เป็นไปในทำนองเดียวกันทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เมื่ออายุการตัดมากขึ้นการเจริญเติบโตเกิดขึ้นในด้านของความสูง ลำต้นเป็นหลัก โดยมีจำนวนของใบและความยาวใบเพิ่มมากขึ้นตามอายุการตัดที่มากขึ้นด้วย แต่ไม่ขยายในด้านความกว้างของกอ แต่หากตัดที่อายุน้อยจะมีจำนวนแขนงต่อกอเกิดขึ้นมากกว่าการตัดที่อายุมากที่เน้นการเจริญเติบโตในด้านของความสูงลำต้นเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1 ฆะฤทัย และคณะ (2558) ได้รายงานการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว จากการตัดที่อายุทุกๆ 60 วัน พบว่ามีความสูง 222.78 เซนติเมตร ความกว้างกอ 67.62 เซนติเมตร จำนวนแขนงต่อกอ 45.93 แขนง จำนวนใบต่อต้น 13.58 ใบ และความยาวใบ 93.52 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุทุกๆ 60 วัน เปรียบเทียบ

กับการทดลองครั้งนี้พบว่ามีความใกล้เคียงกันกับรายงานดังกล่าว ยกเว้นจำนวนแขนงต่อกอพบว่า การทดลองครั้งนี้มีจำนวนแขนงต่อน้อยกว่า

ผลผลิต

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นาน 2 ปี พบว่าที่อายุการตัดทุกๆ 45 วัน ตัดได้ 16 ครั้ง อายุการตัดทุกๆ 60 วัน ตัดได้ 12 ครั้ง และอายุการตัดทุกๆ 75 วัน ตัดได้ 9 ครั้ง ผลผลิตจากการตัดทุกๆ 75 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย 43,274 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีเป็นค่าสูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย 37,448.50 และ 29,007 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการให้ผลผลิตน้ำหนักสด โดยการตัดทุกๆ 75 วันให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 8,286.35 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีเป็นค่าสูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 6,483.70 และ 4,107.30 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อแยกพิจารณาผลผลิตในปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่าการตัดทุกๆ 75 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน เป็นไปในทำนองเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 45 60 และ 75 วัน

ข้อมูล	สิ่งทดลอง	การเจริญเติบโต				
		ความสูง (ซม.)	ความกว้างกอ (ซม.)	จำนวนแขนง ต่อกอ (แขนง)	ความยาวใบ (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)
ปีที่ 1	อายุตัด 45 วัน	184.80 ^c	73.28	37.65 ^a	84.23 ^c	10.87 ^c
	อายุตัด 60 วัน	232.32 ^b	74.98	29.37 ^b	96.97 ^b	13.75 ^b
	อายุตัด 75 วัน	281.29 ^a	77.07	25.10 ^c	103.22 ^a	16.23 ^a
	CV (%)	4.01	3.63	3.91	3.40	3.44
ปีที่ 2	อายุตัด 45 วัน	175.06 ^c	82.91	48.34 ^a	86.91 ^c	11.84 ^c
	อายุตัด 60 วัน	214.56 ^b	81.90	43.92 ^b	93.36 ^b	13.29 ^b
	อายุตัด 75 วัน	268.00 ^a	84.83	30.96 ^c	100.65 ^a	16.10 ^a
	CV (%)	4.83	3.41	7.33	2.01	3.50
เฉลี่ย	อายุตัด 45 วัน	179.93 ^c	78.10	42.10 ^a	85.57 ^c	11.36 ^c
	อายุตัด 60 วัน	223.44 ^b	78.44	36.65 ^b	95.17 ^b	13.52 ^b
	อายุตัด 75 วัน	274.65 ^a	80.95	28.03 ^c	101.94 ^a	16.17 ^a
	CV (%)	3.54	2.42	5.04	2.42	2.16

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 45 60 และ 75 วัน

ข้อมูล	ผลผลิต(กก./ไร่/ปี)	อายุตัด 45 วัน	อายุตัด 60 วัน	อายุตัด 75 วัน	CV (%)
ปีที่ 1	น้ำหนัสด	29,994.00 ^c	37,381.00 ^b	44,124.00 ^a	12.31
	น้ำหนักแห้ง	4,139.70 ^c	6,238.20 ^b	8,566.80 ^a	13.91
ปีที่ 2	น้ำหนัสด	28,020.00 ^b	37,516.00 ^a	42,424.00 ^a	9.55
	น้ำหนักแห้ง	4,074.90 ^c	6,729.20 ^b	8,005.90 ^a	10.60
เฉลี่ย	น้ำหนัสด	29,007.00 ^c	37,448.50 ^b	43,274.00 ^a	8.99
	น้ำหนักแห้ง	4,107.30 ^c	6,483.70 ^b	8,286.35 ^a	11.08

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จากการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับ อภิชาติ และสมพล (2558) รายงานผลการทดสอบการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ดำเนินการตัดทุกๆ 45 วัน พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเฉลี่ยแต่ละครั้งของการตัด 3,729.58 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 29,836 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 598.11 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 4,784.88 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี นอกจากนั้นจากรายงานการทดสอบการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าเนเปียร์สุราษฎร์ 1 และหญ้า เนเปียร์จักรพรรดิ ที่อายุการตัดทุกๆ 60 วัน ปลุกในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว จากการตัดเก็บเกี่ยวผลผลิตใน 1 ปี จำนวน 6 ครั้ง พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลผลิตน้ำหนัสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้าชนิดอื่นๆ โดยให้ผลผลิตน้ำหนัสดที่อายุการตัดทุกๆ 60 วัน เท่ากับ 35,240 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 5,741.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (ชะอุทัย และคณะ, 2558) พบว่าผลผลิตน้ำหนัสดและน้ำหนักแห้งที่ผลิตได้มีค่าน้อยกว่าการทดลองในครั้งนี้ ทั้งนี้ความแตกต่างเกิดจากการจัดการแปลงและสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับมีความแตกต่างกันอีกด้วย

คุณค่าทางโภชนา

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 พบว่าค่าวัตถุแห้ง (DM) ของแต่ละอายุการตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 75 วันให้ค่าวัตถุแห้ง 19.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน ที่มีค่าวัตถุแห้ง 16.75 และ 13.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าโปรตีนหยาบ (CP) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 45 วันให้ค่าโปรตีนหยาบ 9.77 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 75 วัน ที่ให้ค่าโปรตีนหยาบ 7.27 และ 5.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเยื่อใย ADF และ NDF ของแต่ละอายุการตัดพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 75 วันให้ค่า ADF และ NDF มากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 45 60 และ 75 วัน

ข้อมูล	ส่วนประกอบทางเคมี	อายุตัด 45 วัน	อายุตัด 60 วัน	อายุตัด 75 วัน	CV (%)
ปีที่ 1	DM (%)	13.90 ^c	16.75 ^b	19.50 ^a	3.18
	CP (%DM)	9.77 ^a	7.27 ^b	5.39 ^c	5.69
	EE (%DM)	1.75 ^a	1.60 ^{ab}	1.51 ^b	7.80
	Ash (%DM)	9.85 ^a	8.90 ^b	7.05 ^c	2.11
	ADF (%DM)	47.95 ^b	48.85 ^b	51.71 ^a	1.52
	NDF (%DM)	69.72 ^b	71.15 ^b	74.95 ^a	1.66
	ADL (%DM)	8.27 ^b	9.34 ^a	9.85 ^a	5.38
	CPY (กก./ไร่)	405.41 ^b	453.63 ^a	469.76 ^a	16.52
	TDN (%)	47.87 ^a	46.85 ^a	43.59 ^b	1.86
	RFV (%)	68.78 ^a	66.57 ^a	60.35 ^b	2.65
ปีที่ 2	DM (%)	14.63 ^c	17.98 ^b	18.89 ^a	3.23
	CP (%DM)	10.44 ^a	8.69 ^b	7.61 ^c	3.93
	EE (%DM)	1.98 ^a	1.73 ^b	1.60 ^c	2.99
	Ash (%DM)	9.35 ^a	7.73 ^b	6.56 ^c	6.08
	ADF (%DM)	38.34 ^c	39.98 ^b	41.19 ^a	1.04
	NDF (%DM)	64.25 ^c	66.87 ^b	67.77 ^a	0.63
	ADL (%DM)	3.65 ^c	4.37 ^b	4.99 ^a	2.22
	CPY (กก./ไร่)	426.25 ^b	584.87 ^a	617.25 ^a	13.81
	TDN (%)	58.83 ^a	56.97 ^b	55.59 ^c	0.82
	RFV (%)	85.47 ^a	80.35 ^b	78.00 ^c	1.13

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- CPY (Crude protein yield) = Dry weight x Crude protein

TDN (Total digestible nutrient) = $4.898 + (89.796 \times \text{NEL})$, $\text{NEL} = 1.0876 - (0.0127 \times \% \text{ADF})$

RFV (Relative feed value) = $(\text{DDM} \times \text{DMI}) / 1.29$ เมื่อ $\text{DDM} = \text{Digestible dry Matter} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF})$
และ $\text{DMI} = \text{Dry Matter intake (\% of BW)} = 120 / (\% \text{NDF})$

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 2 พบว่า ค่าวัตถุแห้งของแต่ละอายุการตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 โดยการตัดทุกๆ 75 วันให้ค่าวัตถุแห้ง 18.89 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วัน ที่มีค่าวัตถุแห้ง 17.98 และ 14.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าโปรตีนหยาบพบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 45 วันให้ค่าโปรตีนหยาบ 10.44 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 75 วัน ที่ให้ค่าโปรตีนหยาบ 8.69 และ 7.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนค่าเยื่อใย ADF และ NDF ของแต่ละอายุการตัดพบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 75 วันให้ค่า ADF และ NDF มากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 45 วันตามลำดับ เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 3

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ดำเนินการตัดเช่นเดียวกับการทดลองครั้งนี้มีรายงานผลการทดสอบการให้ผลผลิตและศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จากการตัดที่อายุทุกๆ 45 วัน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้ง 14.56 โปรตีนหยาบ 10.25 เยื่อใย NDF 64.08 และ ADF 38.49 เปอร์เซ็นต์ (อภิชาติ และสมพล, 2558) คุณค่าทางโภชนามีความใกล้เคียงกับการตัดหญ้าทุกๆ 45 วัน จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 2 ของการทดลองครั้งนี้ นอกจากนั้นจากรายงานคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในสภาพของหญ้าสดที่อายุ 45 วัน พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้ง 11.90 โปรตีนหยาบ 11.90 ไขมัน 1.30 เยื่อใยรวม 35.8 และ เถ้า 14.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าวัตถุดิบแห้ง 17.30 โปรตีนหยาบ 10.60 ไขมัน 1.20 เยื่อใยรวม 42.6 และ เถ้า 12.3 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2554) และจากรายงานส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ปลุกในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว จากการตัดทุกๆ 60 วัน พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้ง 16.08 โปรตีนหยาบ 8.50 เยื่อใยรวม 39.20 ไขมัน 1.45 เถ้า 8.62 NFE 42.07 เยื่อใย NDF 66.31 และ ADF 40.33 เปอร์เซ็นต์ (ชะอุทัย และคณะ, 2558) คุณค่าทางโภชนามีความใกล้เคียงกับส่วนประกอบทางเคมีจากการตัดหญ้าทุกๆ 60 วัน จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 2 ของการทดลองครั้งนี้ นอกจากนั้นยังมีรายงานการทดสอบการให้ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 กับหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นๆ อีก 3 ชนิดที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ตัดหญ้าที่อายุประมาณ 60 วัน พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าวัตถุดิบแห้ง 21.41 โปรตีนหยาบ 11.43 เยื่อใย NDF 62.49 และ ADF 38.97 เปอร์เซ็นต์ (ชะอุทัย และคณะ, 2556) ดังนั้นจากผลการทดลองและผลจากรายงานเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุน้อยจะมีคุณค่าทางโภชนาที่สูงกว่าการตัดหญ้าที่มีอายุมาก เช่นการตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน จะมีค่าโปรตีนหยาบ ไขมัน ที่สูงกว่าการตัดหญ้าที่อายุ 60 หรือ 75 วัน นอกจากนั้นยังมีค่าเยื่อใย ADF และ NDF ที่ต่ำกว่าอีกด้วยซึ่งมีผลต่อการย่อยได้ดีและการการกินได้ของสัตว์ที่มากกว่าหญ้าที่อายุ 60 หรือ 75 วัน ซึ่งข้อมูลที่ได้ทั้งในปีที่ 1 และในปีที่ 2 ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่ในทางกลับกันการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุน้อย เช่นการตัดที่อายุ 45 วัน มีค่าวัตถุดิบต่ำกว่าการตัดหญ้าที่อายุ 60 หรือ 75 วัน ซึ่งค่าวัตถุดิบที่ต่ำจะมีผลต่อการนำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มาใช้ประโยชน์ในการผลิตเสบียงสัตว์ เช่นกระบวนการผลิตหญ้าหมักหากค่าวัตถุดิบที่ต่ำจะมีความชื้นสูงทำให้หญ้าหมักที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพหรือเน่าเสียได้ง่าย วิทยา และคณะ (2547) รายงานค่าความชื้นในพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมในการผลิตพืชหมัก ควรมีความชื้นอยู่ระหว่าง 60-70 เปอร์เซ็นต์ หรือมีวัตถุดิบแห้ง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ตัดในทุกๆ อายุการตัดมีค่าวัตถุดิบที่ต่ำจึงควรทำการลดความชื้นก่อนนำมาผลิตหญ้าหมัก เช่นการผึ่งหรือตากแดดเพื่อลดความชื้นก่อนนำมาผลิตหญ้าหมัก

เมื่อพิจารณาผลผลิตโปรตีนหยาบ (Crude protein yield) พบว่าการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ทุกๆ 75 วัน ให้ผลผลิตโปรตีนหยาบสูงสุดทั้งรอบการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 และปีที่ 2 เท่ากับ 469.76 และ 617.25 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ไม่แตกต่างกับการตัดทุกๆ 60 วัน ที่ให้ผลผลิตโปรตีนหยาบ เท่ากับ 453.63 และ 584.87 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 วัน ให้ผลผลิตโปรตีนหยาบน้อยที่สุดเท่ากับ 405.41 และ 426.25 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนค่า TDN พบว่าการตัดหญ้าที่อายุน้อยจะให้ค่ายอดโภชนาโดยรวมที่สูงกว่าการตัดหญ้าที่อายุมาก สอดคล้องกันทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการตัดเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยพบว่าการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ทุกๆ 45 วัน ให้ค่า TDN สูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 75 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับค่า RFV ซึ่งเป็นค่าแสดงความสัมพันธ์ด้านคุณค่าทางอาหารสัตว์พบว่าการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ทุกๆ 45 วัน ให้ค่า RFV สูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 60 และ 75 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) ทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการตัดเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุมาก เช่นตัดทุกๆ 75 วันให้ผลผลิตโปรตีนหยาบสูงที่สุด แต่ในด้านคุณภาพจะให้ค่า TDN และ RFV ที่แสดงถึงการย่อยได้และคุณค่าทางอาหารสัตว์ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การตัดทุกๆ 45 วัน ที่มีค่า TDN และ RFV สูงสุดทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต

การทดลองย่อยที่ 2 การศึกษาผลของอายุการตัดต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา

การเจริญเติบโตและผลผลิต

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัดทุกๆ 30 45 และ 60 วัน ในด้านความสูงพบว่ามีความสูงเท่ากับ 44.94 58.51 และ 71.16 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าความสูงของหญ้าแพงโกลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 60 วันมีความสูงมากกว่าการตัดทุกๆ 45 และ 30 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นไปในทำนองเดียวกันทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของหญ้าแพงโกลาในด้านความสูงจะสอดคล้องกับอายุของหญ้าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2555) ได้กำหนดการแบ่งชั้นคุณภาพของหญ้าแพงโกลาสดเป็น 3 ชั้นคุณภาพ กำหนดหญ้าแพงโกลาสดชั้นหนึ่งให้มีต้นหญ้ายาวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เซนติเมตร ดังนั้นหากต้องการผลิตหญ้าแพงโกลาให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพหญ้าแพงโกลาสดชั้นหนึ่งจากข้อมูลผลการทดลองครั้งนี้ควรตัดหญ้าที่อายุ 30 วัน

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าแพงโกลา นาน 2 ปี พบว่าที่อายุการตัดทุกๆ 30 วัน ตัดได้ 24 ครั้ง อายุการตัดทุกๆ 45 วัน ตัดได้ 16 ครั้ง และอายุการตัดทุกๆ 60 วัน ตัดได้ 12 ครั้ง ผลผลิตของหญ้าแพงโกลาจากการตัดทุกๆ 30 และ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเฉลี่ย 30,948 และ 30,608.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกับการตัดทุกๆ 60 วัน ที่ให้ผลผลิตน้ำหนัสดเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 27,509.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำหนักแห้ง พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของการตัดทุกๆ 45 วันสูงสุดเท่ากับ 7,710.65 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของการตัดทุกๆ 60 วัน เท่ากับ 7,453.15 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับผลผลิตน้ำหนักแห้งของการตัดทุกๆ 30 วัน ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 6,495 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อแยกพิจารณาผลผลิตน้ำหนักแห้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าการตัดทุกๆ 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างกับการตัดทุกๆ 60 วัน แต่มีความแตกต่างกับการตัดทุกๆ 30 วัน ที่มีผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เป็นไปในทำนองเดียวกัน จากผลการทดลองพบว่าการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 30 ถึง 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนัสดต่อไร่ต่อปีไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าตัดหญ้าที่อายุมากขึ้นที่อายุทุกๆ 60 วัน จะให้ผลผลิตน้ำหนัสดต่อไร่ต่อปีน้อยลง เมื่อพิจารณาในด้านผลผลิตของน้ำหนักร้างจากผลการทดลองพบว่าการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 45 และ 60 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักร้างต่อไร่ต่อปีสูงสุดโดยไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าตัดหญ้าที่อายุน้อยลงที่อายุทุกๆ 30 วัน จะให้ผลผลิตน้ำหนักร้างต่อไร่ต่อปีน้อยลง ดังนั้นในด้านของผลผลิตจากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 45 วัน จะให้ผลผลิตทั้งน้ำหนัสดและน้ำหนักร้างสูงที่สุด สอดคล้องกับคำแนะนำในการปลูกหญ้าแพงโกลาที่สามารถตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่ออายุ 60-70 วันหลังปลูก และครั้งต่อไปทุกๆ 40 วัน ในช่วงฤดูฝนถ้าหญ้าเจริญเติบโตดีสามารถตัดได้ที่อายุ 30 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนัสดครั้งละ 3-4 ตันต่อไร่หญ้าแพงโกลาเหมาะสำหรับใช้ทำหญ้าแห้งคุณภาพดี เนื่องจากมีใบดก ในแต่ละปีจะสามารถทำหญ้าแห้ง

ได้ 5-6 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะได้หญ้าแห้งประมาณ 800-1,000 กิโลกรัม หรือประมาณ 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อายุของหญ้าที่ใช้ในการทำหญ้าแห้งคือ 40-45 วัน (กรมปศุสัตว์, 2549) นอกจากนั้นจากการทดสอบการให้ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ที่อายุการตัดทุกๆ 25 35 45 และ 60 วัน พบว่าให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 4,865 5,350 5,385 และ 5,497 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ธันวา และมนตรี, 2556) โดยผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ได้จากการทดลองมีค่าน้อยกว่าการทดลองครั้งนี้ในทุกๆ อายุของการตัด

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน

ข้อมูล	ผลผลิต	อายุตัด 30 วัน	อายุตัด 45 วัน	อายุตัด 60 วัน	CV (%)
ปีที่ 1	ความสูง (ซม.)	46.06 ^c	57.02 ^b	71.52 ^a	2.28
	น้ำหนักสด (กก./ไร่/ปี)	28,815.00 ^{ab}	31,705.00 ^a	26,948.00 ^b	10.04
	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่/ปี)	6,016.20 ^b	7,575.60 ^a	7,598.00 ^a	8.42
ปีที่ 2	ความสูง (ซม.)	43.82 ^c	60.00 ^b	70.79 ^a	6.84
	น้ำหนักสด (กก./ไร่/ปี)	33,081.00 ^a	29,512.00 ^{ab}	28,071.00 ^b	8.57
	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่/ปี)	6,973.80 ^b	7,845.70 ^a	7,308.30 ^{ab}	6.43
เฉลี่ย	ความสูง (ซม.)	44.94 ^c	58.51 ^b	71.16 ^a	4.23
	น้ำหนักสด (กก./ไร่/ปี)	30,948.00 ^a	30,608.50 ^a	27,509.50 ^b	8.86
	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่/ปี)	6,495.00 ^b	7,710.65 ^a	7,453.15 ^a	6.16

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณค่าทางโภชนา

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 พบว่าค่าวัตถุแห้งของแต่ละอายุการตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการตัดทุกๆ 60 วัน ให้ค่าวัตถุแห้ง 23.30 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 45 และ 30 วัน ที่มีค่าวัตถุแห้ง 23.91 และ 20.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าโปรตีนหยาบ พบว่าการตัดทุกๆ 30 วัน ให้ค่าโปรตีนหยาบ 9.77 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน ที่ให้ค่าโปรตีนหยาบ 7.48 และ 6.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเยื่อใย ADF และ NDF ของการตัดทุกๆ 30 วัน มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 42.39 และ 68.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน ดังแสดงในตารางที่ 5

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 พบว่าค่าวัตถุแห้งของการตัดทุกๆ 30 วัน ให้ค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 21.11 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าต่ำสุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน ที่ให้ค่าวัตถุแห้ง 26.48 และ 27.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำนองเดียวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีแรก และเมื่อพิจารณาค่าโปรตีนหยาบ พบว่าการตัดทุกๆ 30 วัน ให้ค่าโปรตีนหยาบ 11.09 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าสูงสุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน ที่ให้ค่าโปรตีนหยาบ 8.46 และ 6.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเยื่อใย ADF และ NDF ของการตัดทุกๆ 30 วัน มีค่าน้อยสุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีแรก

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพงโกลาที่ดำเนินการทำนองเดียวกับการทดลองครั้งนี้พบว่า มีรายงานการศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพงโกลาตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าวัตถุดิบแห้ง 25.10 โปรตีนหยาบ 12.27 ไขมัน 2.28 เถ้า 11.04 เยื่อใย NDF 60.62 และ ADF 34.82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าแพงโกลาตัดที่อายุ 45 วัน พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้ง 31.80 โปรตีนหยาบ 7.88 ไขมัน 1.99 เถ้า 8.56 เยื่อใย NDF 63.34 และ ADF 35.66 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อตัดที่อายุ 60 วัน พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้ง 42.51 โปรตีนหยาบ 5.18 ไขมัน 1.32 เถ้า 7.20 เยื่อใย NDF 65.33 และ ADF 38.31 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2547) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับค่าโปรตีนหยาบ ค่าเยื่อใย NDF และ ADF ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ นอกจากนั้นมีรายงานการทดลองที่ดำเนินการทดลองในทำนองเดียวกัน พบว่าจากการทดสอบการให้ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ที่อายุการตัดทุกๆ 25 35 45 และ 60 วัน พบว่ามีค่าวัตถุดิบแห้งเท่ากับ 25.00 25.80 31.81 และ 42.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 14.1 13.4 11.4 และ 7.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใย ADF เท่ากับ 34.0 34.81 35.66 และ 38.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ เยื่อใย NDF เท่ากับ 60.2 60.65 63.35 65.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ธัญญา และมนตรี, 2556) ดังนั้นจากผลการทดลองและจากรายงานเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุน้อยจะมีคุณค่าทางโภชนาที่สูงกว่าการตัดหญ้าแพงโกลาที่มีอายุมาก เช่นการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 30 วัน จะมีค่าโปรตีนหยาบ ไขมัน ที่สูงกว่าการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 45 หรือ 60 วัน นอกจากนั้นการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 30 วัน ยังมีค่าเยื่อใย ADF และ NDF ที่ต่ำกว่าอีกด้วย มีผลต่อการย่อยได้ที่ดีและการการกินได้ของสัตว์ที่มากกว่าการตัดหญ้าอายุมาก ซึ่งข้อมูลที่ได้ทั้งในปีที่ 1 และในปีที่ 2 เป็นไปในทำนองเดียวกัน จึงเหมาะในการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 30 วัน มาผลิตเป็นอาหารหยาบแห้งคุณภาพสูงเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่อายุน้อยสำหรับกระตุ้นการพัฒนาของกระเพาะรวม แต่ในทางกลับกันการตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุน้อย เช่นการตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าวัตถุดิบต่ำกว่าการตัดหญ้าที่อายุ 45 หรือ 60 วัน ซึ่งค่าวัตถุดิบที่ต่ำจะมีผลต่อการนำหญ้าแพงโกลามาใช้ประโยชน์ในการผลิตเสบียงสัตว์ เช่นกระบวนการผลิตหญ้าแห้งหากค่าวัตถุดิบที่ต่ำจะมีความชื้นสูงทำให้ต้องตากหรืออบหญ้าเพื่อลดความชื้นนานกว่าหญ้าที่มีค่าวัตถุดิบสูง

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพงโกลา ที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน

ข้อมูล	ส่วนประกอบทางเคมี	อายุตัด 30 วัน	อายุตัด 45 วัน	อายุตัด 60 วัน	CV (%)
ปีที่ 1	DM (%)	20.95 ^c	23.91 ^b	28.30 ^a	6.06
	CP (%DM)	9.77 ^a	7.48 ^b	6.92 ^b	5.25
	EE (%DM)	2.40 ^a	2.04 ^b	1.90 ^c	4.74
	Ash (%DM)	8.73 ^a	7.75 ^b	7.13 ^b	6.22
	ADF (%DM)	42.39 ^b	46.82 ^a	47.27 ^a	2.05
	NDF (%DM)	68.28 ^b	71.52 ^a	71.43 ^a	1.79
	ADL (%DM)	5.82 ^b	7.22 ^a	7.24 ^a	6.36
	CPY (กก./ไร่)	589.51	565.29	525.81	9.93
	TDN (%)	54.22 ^a	49.16 ^b	48.65 ^b	2.10
	RFV (%)	76.18 ^a	68.18 ^b	67.82 ^b	2.21

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อมูล	ส่วนประกอบทางเคมี	อายุตัด 30 วัน	อายุตัด 45 วัน	อายุตัด 60 วัน	CV (%)
ปีที่ 2	DM (%)	21.11 ^b	26.48 ^a	27.66 ^a	3.38
	CP (%DM)	11.09 ^a	8.46 ^b	6.86 ^c	5.93
	EE (%DM)	2.72 ^a	2.23 ^b	1.98 ^c	5.17
	Ash (%DM)	7.85 ^a	7.28 ^b	7.01 ^b	5.37
	ADF (%DM)	38.01 ^b	40.61 ^a	40.82 ^a	1.16
	NDF (%DM)	64.30 ^b	66.09 ^a	65.38 ^a	0.83
	ADL (%DM)	4.14 ^c	4.81 ^b	5.25 ^a	2.86
	CPY (กก./ไร่)	773.94 ^a	662.55 ^b	500.48 ^c	8.91
	TDN (%)	59.21 ^a	56.24 ^b	56.00 ^b	0.93
	RFV (%)	85.78 ^a	80.61 ^b	81.23 ^b	1.35

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- CPY (Crude protein yield) = Dry weight x Crude protein

TDN (Total digestible nutrient) = $4.898 + (89.796 \times \text{NEL})$, $\text{NEL} = 1.0876 - (0.0127 \times \% \text{ADF})$

RFV (Relative feed value) = $(\text{DDM} \times \text{DMI}) / 1.29$ เมื่อ $\text{DDM} = \text{Digestible dry Matter} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF})$
และ $\text{DMI} = \text{Dry Matter intake (\% of BW)} = 120 / (\% \text{NDF})$

เมื่อพิจารณาผลผลิตโปรตีนหายาจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 พบว่าจากการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 30 45 และ 60 วัน ให้ผลผลิตโปรตีนหายาเท่ากับ 589.51 565.29 และ 525.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าค่าโปรตีนหายาจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 2 ของการตัดทุกๆ 30 วัน เท่ากับ 773.49 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีค่ามากกว่าค่าโปรตีนหายาจากการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน เท่ากับ 662.55 และ 500.48 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า TDN พบว่าการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 30 วัน จะให้ค่ายอดโภชนะย่อยได้รวมเป็นค่าสูงสุดมากกว่าการตัดหญ้าที่อายุ 45 และ 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกันทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่นเดียวกับค่า RFV ซึ่งเป็นค่าแสดงความสัมพันธ์ด้านคุณค่าทางอาหารสัตว์พบว่าการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 30 วัน ให้ค่า RFV เป็นค่าสูงสุดมากกว่าการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกันทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนั้นผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณภาพของหญ้าแพงโกลาสรูปได้ว่าการตัดหญ้าแพงโกลาทุกๆ 30 วัน ผลผลิตที่ได้จะมีคุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ ผลผลิตโปรตีนหายา ค่า TDN และ ค่า RFV สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากการตัดทุกๆ 45 และ 60 วัน

สรุปผลการทดลอง

1. การตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัดทุกๆ 75 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตโปรตีนหยาบมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมี พบว่าการตัดทุกๆ 45 วัน มีคุณค่าทางโภชนา และคุณภาพของอาหารหยาบดีที่สุด
2. การตัดแพงโกลาที่อายุการตัดทุกๆ 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมี พบว่าการตัดทุกๆ 30 วัน มีผลผลิตโปรตีนหยาบ คุณค่าทางโภชนา และคุณภาพของอาหารหยาบดีที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการทดลอง มีข้อจำกัดเรื่องการเดินทางไปปฏิบัติงานและขาดความเข้มงวดในการดูแลและจัดการแปลงอย่างเต็มที่ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นอาจควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการจัดการที่ให้น้ำและปุ๋ยอย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้หญ้าได้แสดงศักยภาพในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

กิตติกรรมประกาศ

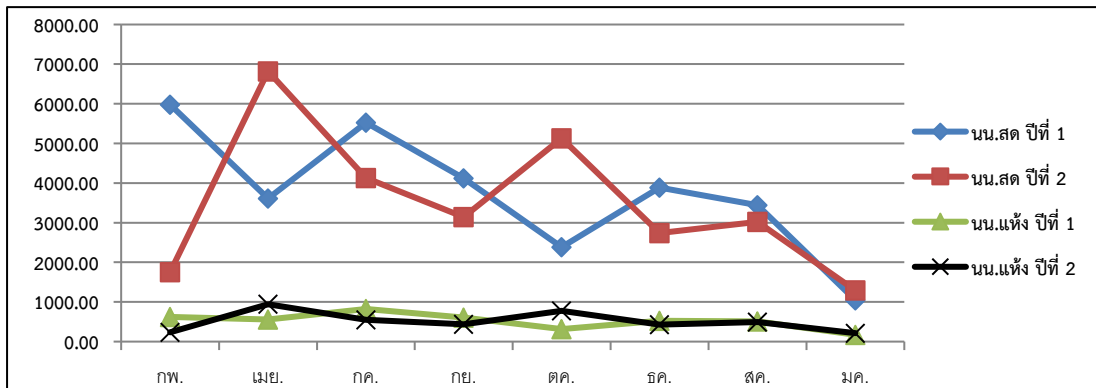
ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย คณะเจ้าหน้าที่และคณาจารย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วที่ช่วยเก็บข้อมูลวิจัย ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาที่ช่วยวิเคราะห์ตัวอย่างวิจัย และขอขอบคุณ คุณวฤทธิ สอนใจทิ ที่ช่วยบันทึกข้อมูลวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN 974-682-167-9.
- กรมปศุสัตว์. 2549. หญ้าแพงโกลา. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN 974-682-240-3.
- กองอาหารสัตว์. 2554. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไกรลาส เขียวทอง วีระชัย อาจหาญ อิทธิพล เผ่าไพศาล เรืองเดช ปันด้วง และสรยุทธ วินิจฉัย. 2557. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษาวิจัยต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- มะฤทัย จันทรธิติ วีระศักดิ์ จิโนแสง และอดิศักดิ์ แพทย์พิพัฒน์. 2556. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 4 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. น. 50-57. ใน รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ประจำปี 2556 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- มะฤทัย จันทร์ธิบัติ วีระศักดิ์ จิโนแสง และอดิศักดิ์ แพทย์พิพัฒน์. 2558. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. น. 152-155. ใน รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ประจำปี 2557-2558 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ธันวา ไวยบท และมนตรี ทองเชื้อ. 2556. ผลของอายุการตัดหญ้าแพงโกลาต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาในเขตจังหวัดนครสวรรค์. วารสารแก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1.
- นพวรรณ ชมชัย. 2553. คู่มือการผลิตหญ้าแพงโกลาแห่งคุณภาพดี. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิทยา สุมาลย์ สมจิตร อินทรมณี และมาซามิ คูราโมชิ. 2547. คู่มือการเก็บสำรองพืชอาหารสัตว์ โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย ภายใต้ความร่วมมือระหว่างกรมปศุสัตว์ (DLD) และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA).
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. มาตรฐานสินค้าเกษตร หญ้าแพงโกลาสด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อภิชาติ บุญเรืองขาว และสมพล ไวยปัญญา. 2558. ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ 4 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. น. 6-10. ใน รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ประจำปี 2557-2558 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA.
- Ishler, V., J. Heinrichs and G. Varga. 1996. From Feed to milk: Understanding Rumen Function. Available source: <http://www.das.psu.edu/dcn/catnut/DAS/pdf/chonutrition.pdfletter.nsf>. June 15, 2015
- Jeranyama, P. and A.D. Garcia. 2004. Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University, USDA.
- Steel, R.G.D. Torrie., J.W. 1980. Principle and Procedures of Statistic : A Biometric Approach. The 2nd edition, New York : McGraw-Hill Book Co. Inc.
- Van Soest, P.J., J.B. Robinson and S.A. Lewis. 1991. Symposium: Carbohydrate Methodology, Metabolism and Nutritional Implication in Daily Cattle; Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. 74(10):3583-3597.

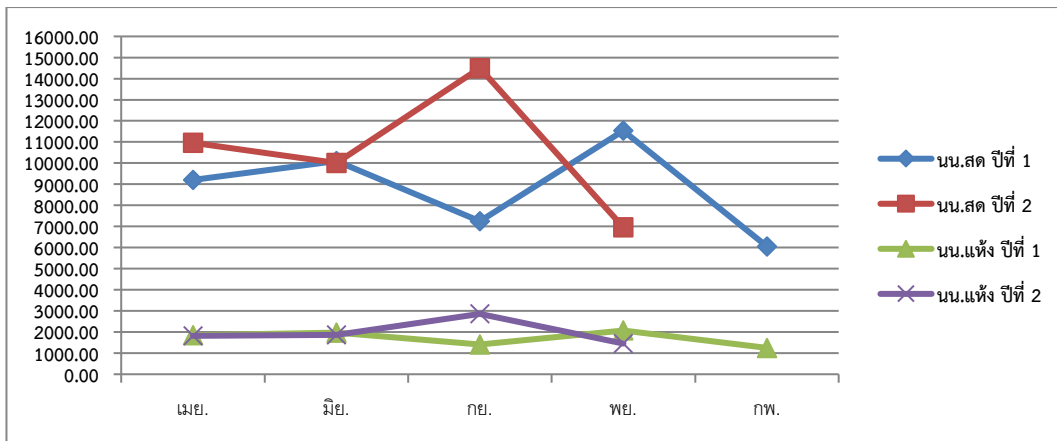
ภาคผนวก



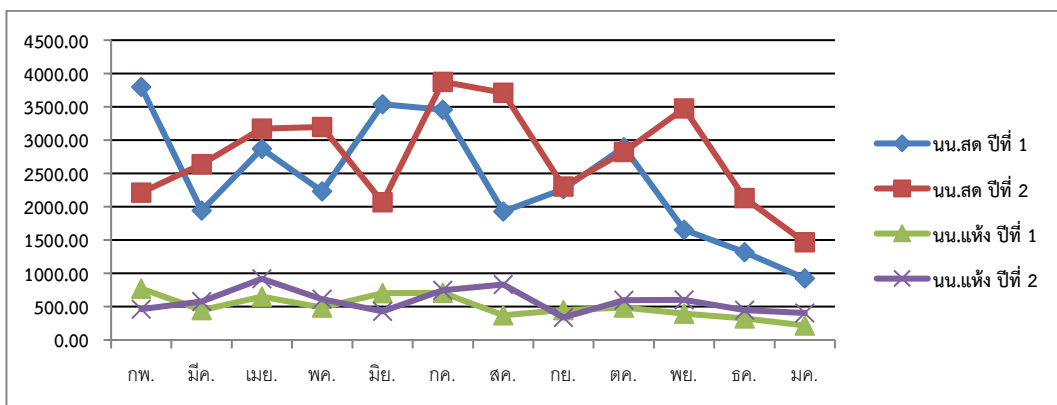
ภาพที่ 1 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 45 วัน
ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1



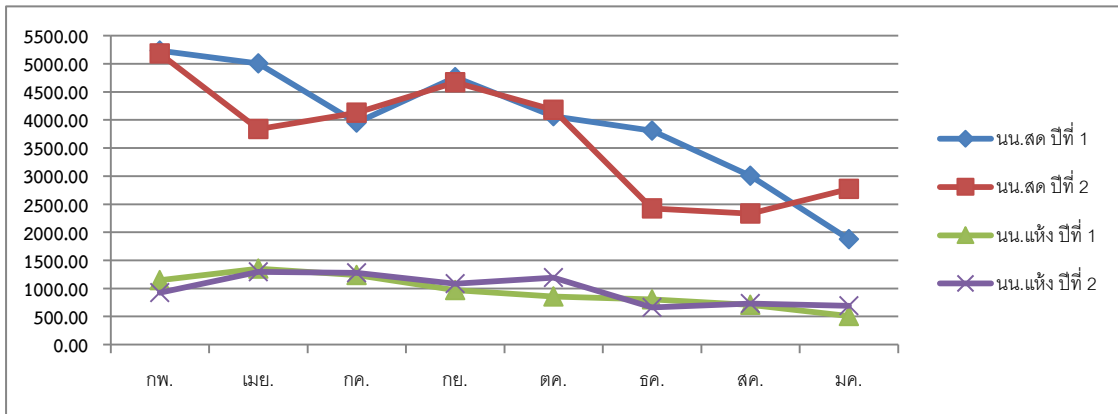
ภาพที่ 2 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 60 วัน
ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1



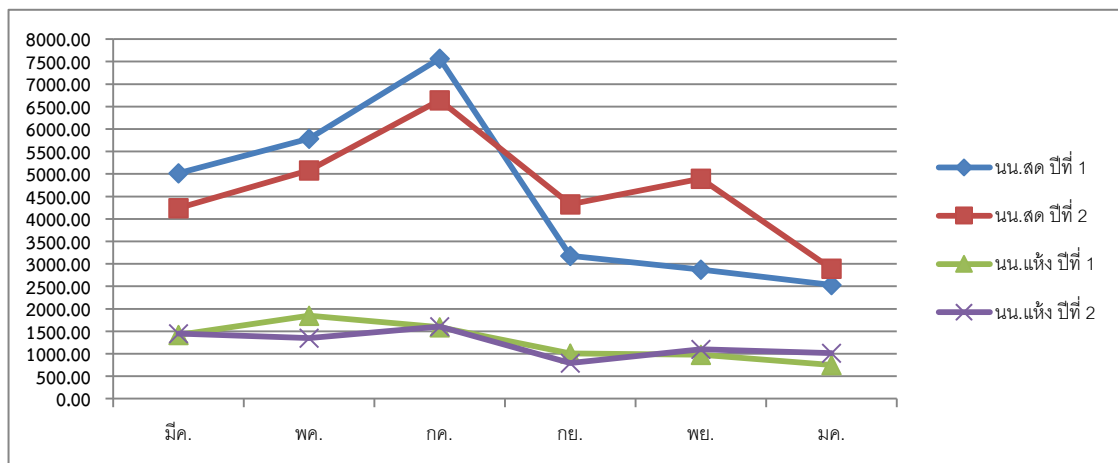
ภาพที่ 3 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 75 วัน ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1



ภาพที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 30 วัน ของหญ้าแพงโกลา



ภาพที่ 5 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 45 วันของหญ้าแพงโกลา



ภาพที่ 6 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งของการตัดในปีที่ 1 และ 2 ที่อายุ 60 วันของหญ้าแพงโกลา

การใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับเลี้ยงขุนโคพื้นเมือง

วีณาพร จันทะสินธุ์^{1/} จรูญโรจน์ จันทรศิริ^{1/} วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย^{1/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารผสมครบส่วน ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตของการเลี้ยงขุนโคพื้นเมืองพันธุ์ขาวลำพูน จำนวน 8 ตัว มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 230 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสลับ 2 ครั้ง (Double switch-back design) แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม เลี้ยงขุนโคในคอกขังเดี่ยว ให้อาหารผสมครบส่วนซึ่งคำนวณด้วยโปรแกรม BRATION 51 โดยกำหนดให้สูตรอาหารมีโภชนาเพียงพอกับความต้องการของสัตว์ ให้มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัววันละ 500 กรัม ให้อาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ดำเนินการทดลอง 90 วัน

ผลการทดลองพบว่า โคทดลองทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีกากเมล็ดไนเจอร์ และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีกากถั่วเหลือง มีอัตราการเจริญเติบโต 0.48 และ 0.43 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารที่กินได้ 7.30 และ 7.43 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 21.48 และ 25.21 ตามลำดับ และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 67.69 และ 109.39 บาท ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สรุปได้ว่า กากเมล็ดไนเจอร์สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารผสมครบส่วนได้โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิตของโคพื้นเมืองพันธุ์ขาวลำพูน

คำสำคัญ : โคพื้นเมือง กากเมล็ดไนเจอร์ อาหารผสมครบส่วน

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0214-117

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

Use of niger seed meal in total mixed ration for feedlot feeding of Thai indigenous cattle

Winaphorn Chanthasin^{1/} Jaroonroch Chantarasiri^{1/} Vutthiphun Natewichai^{1/}

Abstract

Feedlot feeding trial of Thai indigenous cattle with average initial liveweight of 230 kilograms were use in double switch back design, the animals were divided according to their respective liveweight in to two groups. Also in each group of animals comprised of four steers. The animals were fed with two Total Mixed Ration (TMR). The rations were calculated by BRATION 51 feeding program to meet the requirement of Thai indigenous cattle (230 kg) with growth rate at 500 g/day. Protein source of first ration was Niger seed meal and second ration was soybean meal. The cattle were provided TMR *ad libitum* everyday through 90 days of experimental period.

The result showed that there were no significant of difference ($P>0.05$) among groups in term of total dry matter feed intake of animals (7.30 and 7.43 kg/head/day, respectively), average daily gain (0.48 and 0.43 kg/head/day, respectively), feed conversion ratio of steer (21.48 and 25.21, respectively) and feed cost per kilogram of gain (67.69 and 109.39 baht, respectively). It was concluded that the Niger seed meal can be used in TMR for cattle feeding.

Keywords: Thai indigenous cattle, niger seed meal, total mixed ration

Registered No.: 60(2)-0214-117

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang.

คำนำ

ไนเจอร์ (*Guizotia abyssinica*) เป็นพืชล้มลุก มีดอกสีเหลือง เป็นพืชน้ำมันเช่นเดียวกับทานตะวัน ในต่างประเทศจะนำเมล็ดไปสกัดเป็นน้ำมันเพื่อใช้ในการบริโภค ข้อมูลจาก Animal Nutrition Group, National Dairy Development Board (2012) รายงานว่า กากเมล็ดไนเจอร์เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพและมีความน่ากินสูง โดยมีโปรตีนหยาบ (CP) 34 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrients, TDN) ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีสารพิษ ในประเทศไทยที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมันมูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา มีการสกัดน้ำมันไนเจอร์และมีกากเมล็ดไนเจอร์เกิดขึ้นปีละไม่ต่ำกว่า 10 ตัน แต่ยังไม่มีการนำกากเมล็ดไนเจอร์ไปใช้ประโยชน์อยู่ในวงจำกัด กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ (2557) รายงานว่า กากเมล็ดไนเจอร์มีโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 21 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 7 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 27 เปอร์เซ็นต์ และ ฟังก์ชันเซลล์ 31 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่ากากเมล็ดไนเจอร์เป็นวัตถุดิบอาหารโปรตีนคุณภาพค่อนข้างดี เหมาะที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทนแหล่งวัตถุดิบอาหารโปรตีนอื่นๆ ที่มีราคาแพงได้ เช่น กากถั่วเหลือง นอกจากนี้มีรายงานว่า กากเมล็ดไนเจอร์สามารถใช้ทดแทนเมล็ดข้าวโพดเพื่อเสริมในอาหารโคเชตร้อนสายพันธุ์อินเดียที่มีฟางหญ้าเทพีเป็นแหล่งอาหารหยาบได้ ทำให้ลดต้นทุนค่าอาหาร และพบว่ากากเมล็ดไนเจอร์ไม่เพียงเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย (Mengistu, 2003)

โคขาวลำพูน เป็นโคพื้นเมืองที่มีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในเขตภาคเหนือตอนบน (สมชาติ, 2529) สัตวแพทย์ (2535) รายงานว่า โคขาวลำพูนสามารถนำมาขุนได้และมีคุณภาพซากเป็นที่ยอมรับของตลาด การลดต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนการเลี้ยงให้ต่ำที่สุด เป็นแนวทางการเพิ่มความยั่งยืนของระบบการผลิตสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนค่าอาหารซึ่งเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของระบบการผลิตสัตว์ การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ผนวกกับการปรับปรุงแบบการให้อาหารด้วยวิธีการจัดการที่สะดวก ประหยัดและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหารของโคเป็นแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ อาหารในรูปแบบอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration หรือ TMR) ที่เป็นการนำอาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารเสริมแร่ธาตุ ผสมเข้าด้วยกันจนเป็นเนื้อเดียวในสัดส่วนที่เหมาะสมโดยมีโภชนะต่างๆ ครบตามความต้องการของโค ซึ่งโคจะได้รับทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นไปในเวลาเดียวกัน ทำให้สภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนค่อนข้างคงที่ ส่งผลให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (จินดา, 2541)

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงต้องการทดสอบการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนราคาแพงในสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับใช้เลี้ยงขุนโคขาวลำพูน เพราะหากกากเมล็ดไนเจอร์สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ นอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่มีในพื้นที่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแล้ว ยังจะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนกันยายน 2558

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสลับ 2 ครั้ง (double switch-back design) แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ทำการทดลอง 3 ระยะ ระยะละ 30 วัน โดย 10 วันแรกเป็นการปรับให้สัตว์คุ้นเคยกับอาหารใหม่ ส่วน 20 วันหลังจะเก็บข้อมูลปริมาณการกินได้

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้โคขาวลำพูน เพศผู้ อายุ 2-3 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 230 กิโลกรัม จำนวน 8 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวที่มีขนาดกว้าง 1.5 เมตร และยาว 2.5 เมตร โดยมีรางอาหารและรางน้ำแยกกันอยู่ด้านหน้าคอก ในช่วงทดลองมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้สัตว์ได้กินตลอดเวลา โคทุกตัวจะได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิและวิตามิน AD₃E ก่อนนำเข้าทดลอง มีการปรับสภาพสัตว์ (preliminary period) ก่อนการเก็บข้อมูล 2 สัปดาห์

อาหารและการให้อาหาร

ให้อาหารผสมครบส่วน (TMR) 2 สูตร โดยให้โคกินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) สูตรที่ 1 เป็นอาหารผสมครบส่วนที่มีกากเมล็ดไนเจอร์เป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีน และสูตรที่ 2 เป็นอาหารผสมครบส่วนที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีน จัดสัดส่วนอาหารโดยใช้โปรแกรม BRATION 51 (สมคิด, 2550) โดยกำหนดให้อาหารมีโภชนาเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ และให้น้ำหนักตัวเพิ่มวันละ 500 กรัม ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาณาจากการคำนวณของอาหารทั้ง 2 สูตร แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหาร TMR ทั้ง 2 สูตร^{1/} (on dry matter basis) และคุณค่าทางโภชนาณาโดยการคำนวณ

วัตถุดิบอาหาร	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	DM (%)	อาหาร TMR (กิโลกรัม)	
			สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ฟางข้าว	2.4	85	18.96	18.95
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	1.5	19.85	26.56	26.56
รำละเอียด	11.0	89.90	1.33	1.34
ข้าวโพดบด	7.6	87	25.87	25.86
กากถั่วเหลือง	22.0	87	-	4.52
กากเมล็ดไนเจอร์	5.0	89.88	5.35	-
กากน้ำตาล	12.0	73.7	21.92	21.90
ไคคลเซียมฟอสเฟต	10.5	97	0.71	0.87
รวม			100	100
ราคา (บาท/กิโลกรัม)			3.17	4.38
คุณค่าทางโภชนาณาโดยการคำนวณ				
-โปรตีน			6.82	6.85
-โภชนาณที่ย่อยได้รวม (TDN)			55.59	55.48

^{1/} คำนวณโดยใช้โปรแกรม BRATION 51 ของสมคิด (2550)

อาหารทุกสูตรจะผสมวัตถุดิบทุกชนิดตามที่กำหนดโดยใช้เครื่องผสมอาหาร TMR (TMR Mixer) คลุกเคล้ากระทั่งเข้ากันได้ดีและให้โคกินอย่างเต็มที่ทุกวัน

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักตัวโคก่อนเริ่มการทดลอง และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 30 วัน วัดปริมาณการกินได้ตลอดการทดลอง โดยชั่งอาหารที่ให้และอาหารเหลือทุกวัน ในแต่ละระยะของการทดลองจะสุมเก็บตัวอย่างอาหารให้และอาหารเหลือเป็นเวลา 3 วัน

การวิเคราะห์ทางเคมี

สุมเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือของโครายตัวไปหาค่าวัตถุดิบ และองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ โดยอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ จากนั้นบดตัวอย่างให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อส่งวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีของ ISO (2009) วัตถุแห้ง (dry matter, DM) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (ash) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีของ AOAC (2012)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาผลตอบสนองจากสัตว์ตัวเดียวกันใน 3 ระยะของการให้อาหาร ตามแผนการทดลองแบบสลับ 2 ครั้ง (Double Switch-back) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least squares means (LS-means)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

อาหารผสมครบส่วนทั้ง 2 สูตร มีหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุประมาณ 70 วัน หั่นสับโดยใช้เครื่องหั่นหญ้าให้มีขนาดความยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร เป็นอาหารหยาบหลัก ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีโปรตีน 5.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ซึ่งถือว่ามีความคุ้มค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐานของหญ้าที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ Walton (1984) ได้เสนอแนะว่าควรมีโปรตีนเท่ากับ 8-10 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง อาหารผสมครบส่วนสูตรที่ 1 และ 2 มีโปรตีนหยาบจากการวิเคราะห์เท่ากับ 6.68 และ 6.86 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ทั้ง 2 สูตร ส่วนกากเมล็ดไนเจอร์ที่นำมาใช้พบว่ามีโปรตีนหยาบสูงถึง 38.52 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกากเมล็ดไนเจอร์ที่รายงานใน Feedipedia (2016) ที่มีโปรตีนหยาบ 31.1 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (% วัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ฟางข้าว	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	กากเมล็ดไนเจอร์	กากถั่วเหลือง	รำละเอียด	ข้าวโพดบด	กากน้ำตาล	อาหาร TMR	
								สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
วัตถุแห้ง (DM)	94.80	19.85	89.88	88.20	89.9	87.4	73.7	52.31	52.54
โปรตีนหยาบ (CP)	3.71	5.90	38.52	43.56	13.6	8.3	4.5	6.68	6.86
ไขมัน (EE)	0.60	1.19	3.71	1.66	16.3	4.8	0.8	2.32	1.72
เยื่อใยหยาบ (CF)	37.5	39.55	20.64	10.14	7.2	2.5	0.5	24.89	24.05
เถ้า (Ash)	14.96	8.76	6.69	3.29	8.1	1.4	9	11.19	11.19
NFE	43.22	44.59	31.10	34.10	54.8	83	85.2	50.58	52.37
NDF	76.73	73.37	30.53	14.50	18.8	12.9	-	48.26	41.91
ADF	45.16	52.07	26.74	9.06	8.9	3.8	-	25.11	22.65
ADL	2.26	8.84	12.21	2.89	2.8	0.8	-	3.46	1.94
TDN ^{1/}	41.59	53.20	65.76	74.26	84.52	82.36	78.05	65.07*	64.91*

- ที่มา: วิเคราะห์โดย กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2557)
- TDN^{1/} คำนวณโดยใช้สมการของ Harris *et al.* (1982) อ้างอิงโดย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) จากสูตร
- TDN ของวัตถุดิบแหล่งพลังงาน (%DM) = $40.2625 + 0.1969(\%CP) + 0.4228(\%NFE) + 1.1903(\%EE) - 0.1379(\%CF)$
- TDN ของวัตถุดิบแหล่งโปรตีน (%DM) = $40.3227 + 0.5398(\%CP) + 0.4448(\%NFE) + 1.4218(\%EE) - 0.7007(\%CF)$
- TDN ของพืชแห้งหรืออาหารหยาบแห้ง (%DM) = $-17.2649 + 1.2120(\%CP) + 0.8352(\%NFE) + 2.4637(\%EE) + 0.4475(\%CF)$
- TDN ของพืชอาหารสัตว์สด (%DM) = $-21.7656 + 1.4284(\%CP) + 1.0277(\%NFE) + 1.2321(\%EE) + 0.4867(\%CF)$
- * TDN ของ TMR (%DM) ทั้งสองสูตร คำนวณจากวัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบ

อัตราการเจริญเติบโต

การใช้อาหารผสมครบส่วนสูตรที่มีกากเมล็ดไนเจอร์และอาหารผสมครบส่วนสูตรที่มีกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบเลี้ยงขุนโคขาวลำพูน ตั้งแต่น้ำหนักตัวเฉลี่ย 230 กิโลกรัม เป็นเวลา 90 วัน ทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.48 และ 0.43 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3) แสดงว่า สามารถใช้กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองในอาหารผสมครบส่วนได้ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของโคขาวลำพูนที่ทำการศึกษาโดย วีระพลและคณะ (2553) ที่ทดลองในโคน้ำหนักตัว 184.25 ± 32.08 กิโลกรัม จ่ายอาหารแบบแยกให้โดยให้กินฟางข้าวเสริมอาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว เท่ากับ 350 กรัมต่อตัวต่อวัน และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 14.17 นอกจากนั้นในรายงานของ Mengistu (2003) ซึ่งทดสอบการเสริมกากเมล็ดไนเจอร์ในโคอินเดีย ปริมาณ 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน พบว่าทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.52 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ปริมาณอาหารที่กิน

ในการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารผสมครบส่วน 2 สูตรซึ่งมีระดับโภชนะที่สำคัญใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2) และให้กินตามความต้องการของโค ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม BRATION 51 หรือให้กินได้วันละ 3

เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว (หรือประมาณ 7 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งต่อวัน) โคกินอาหารผสมครบส่วนสูตรกากเมล็ดไนเจอร์ และสูตรกากถั่วเหลือง (น้ำหนักแห้ง) ตลอดการทดลองเท่ากับ 7.30 และ 7.43 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือเท่ากับ 2.88 และ 2.92 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

โคที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนสูตรกากเมล็ดไนเจอร์และสูตรกากถั่วเหลือง ได้รับโปรตีนเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.49 และ 0.51 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) และเพียงพอับความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพในโคพื้นเมืองไทย (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) ที่ต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพเฉลี่ย 327.38 กรัมต่อวัน และเพียงพอับความต้องการของโคพื้นเมือง น้ำหนัก 230 กิโลกรัม ที่ต้องการเพิ่มน้ำหนักตัววันละ 0.5 กิโลกรัม ที่ระบุว่าโคต้องการโปรตีนวันละ 0.49 กิโลกรัม (คำนวณด้วยโปรแกรม BRATION 51 ที่พัฒนาและออกแบบโดย สมคิด, 2550)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

โคที่กินอาหารผสมครบส่วนสูตรกากเมล็ดไนเจอร์และสูตรกากถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน โดยโคมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 21.48 และ 25.21 ตามลำดับ และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 67.69 และ 109.39 บาท ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนทั้ง 2 สูตร

ข้อมูล	TMR สูตรที่ 1	TMR สูตรที่ 2	CV (%)
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กิโลกรัม)	241.86	243.05	14.37
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง (กิโลกรัม)	256.58	255.83	14.30
น้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลอง (กิโลกรัม)	14.72	12.78	39.44
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	0.48	0.43	41.52
ปริมาณอาหารที่กินได้ (วัตถุแห้ง)			
รวมทั้งหมด (กิโลกรัม/ตัว)	270.83	275.11	14.91
กิโลกรัม/ตัว/วัน	7.30	7.43	15.24
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว	2.88	2.92	14.75
โปรตีนที่ได้รับจากอาหารโดยการคำนวณ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)	0.49 ^b	0.51 ^a	15.61
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร น้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม	21.48	25.21	49.96
ต้นทุนค่าอาหาร/การเพิ่มน้ำหนัก 1 กก.	67.69	109.39	52.22
ค่าอาหารตลอดการทดลอง (บาท/ตัว)	864.31 ^b	1,206.76 ^a	24.78

- อักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเลี้ยงขุนโคขาวลำพูน โดยใช้อาหารผสมครบส่วนที่มีกากเมล็ดในเจอร์เป็นแหล่งโปรตีน เปรียบเทียบกับสูตรอาหารผสมครบส่วนที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน สรุปได้ว่า ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกัน สามารถเลือกใช้วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด ในการประกอบสูตรอาหารผสมครบส่วนเพื่อเลี้ยงขุนโคพื้นเมืองได้

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองนี้สามารถนำไปส่งเสริมและปรับใช้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองหรือโคขุนที่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ หรือพื้นที่ใกล้เคียงกับแหล่งวัตถุดิบ แต่กากเมล็ดในเจอร์ยังคงมีน้ำมันที่หลงเหลือจากการสกัดอยู่บ้าง จึงอาจทำให้เกิดการหิวนได้ง่ายหากเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน ส่วนการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารทดแทนแหล่งโปรตีนราคาแพงนั้น ควรมีการทดสอบระดับหรือปริมาณในการนำไปใช้ในสูตรอาหารด้วย ส่วนการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงโคถึงแม้จะลดปัญหาการเลือกกินอาหารของโค และทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของโคดีขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบสูตรด้วย เพราะหากคุณภาพของวัตถุดิบต่ำอาจจะทำให้โคปฏิเสธอาหารได้ รวมถึงกรรมวิธีในการผลิตอาหารผสมครบส่วนที่ต้องคลุกเคล้าวัตถุดิบแต่ละชนิดให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว

การขุนโคขาวลำพูนควรขุนให้ได้น้ำหนักอย่างน้อย 300 กิโลกรัม เพราะจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ซากสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงอายุโคที่จะต้องไม่เกิน 3 ปี หากต้องการขุนโคพื้นเมือง ควรให้อาหารที่มีโภชนะเหลือพอที่จะใช้สำหรับการเจริญเติบโตและการขุน ซึ่งอาจต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความเหมาะสม และความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงเป็นสำคัญ (สัญญาชัย, 2335)

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2557. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีกากในเจอร์.
- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2541. อาหาร “TMR” กับ การเลี้ยงโคนม-โคเนื้อ. แหล่งที่มา: <http://req.dld.go.th:28080/research/index.jsp>, 25 กุมภาพันธ์ 2558.
- วีระพล พูนพิพัฒน์ วีระพงษ์ พลสยาม รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ และวีระศักดิ์ จิโนแสง. 2553. การใช้ถั่วลิสงนาแห้งเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคขาวลำพูน. น. 1-11. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2553. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมคิด พรหมมา. 2550. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเทคโนโลยีอาหารสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- สมชาติ สิริสุวรรณ. 2529. ประกวดโคพื้นเมือง “ขาวลำพูน” ครั้งที่ 3. วารสารสัตว์เศรษฐกิจ 3 (43): 62-65.

- สัญญา จตุรสิทธา. 2535. การศึกษาคุณภาพซากและมูลค่าตอบแทนจากการขุนโคขาวลำพูน. น. 195-206. ในรายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2535. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. กรุงเทพฯ.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. การรวบรวมและจัดทำข้อมูล ด้านคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์, กรุงเทพฯ.
- Animal Nutritive Group, National Dairy Development Board. 2012. Nutritive Value of Commonly Available Feeds and Fodders in India. Available source : <http://www.nddb.coop/English/Services/AN/Documents/Animal-Nutrition-booklet.pdf>, 25 กุมภาพันธ์ 2558.
- AOAC. 2012. Official Method of Analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA.
- Feedipedia. 2016. Niger (*Guizotia abyssinica*). Available source: <http://www.feedipedia.org/node/41>. September 29, 2017.
- ISO 5983-2 : 2009. Animal Feed Stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Block digestion and steam distillation method. Method 5983-2.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries International Feed Stuffs. Utah State University. Logan, Utah USA.
- Mengistu Ashenafi. 2003. Comparative Supplemental Value of Nough (*Guizotia abyssinica*) Meal for Fattening Draught Oxen Fed Teff (*Eragrostis teff*) Straw. Available source: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09712119.2003.9706438?needAccess=true> 29 กันยายน 2559.
- Walton, P.D. 1984. Production and management of cultivated. Reston Publishing Company Inc., Virginia. USA.

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถิน (*Leucaena*) ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด

เยาวลักษณ์ แหม่งปิง^{1/} รัตติกาล ปวงแก้ว^{1/} จันทกานต์ อรณนันท^{2/} เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถิน (*Leucaena*) ด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด เพื่อการจำแนกและวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกระถินพันธุ์นำเข้า กระถินลูกผสม *L. leucocephala* ตัวอย่างกระถินที่รวบรวมจากจังหวัดนครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ที่ยังไม่ทราบชื่อพันธุ์ และ *Acacia* ที่นำมาใช้เป็น out group รวมจำนวน 44 ตัวอย่าง เพิ่มปริมาณคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอด้วยวิธีพีซีอาร์ จำนวน 3 บริเวณ ได้แก่ ยีน *matK* ขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL* จากผลการทดลองพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์มีความยาวอยู่ในช่วง 800-840 คู่เบส 850-890 คู่เบส และ 630-650 คู่เบส ตามลำดับ และมีนิวคลีโอไทด์ที่ให้ความแตกต่างเพื่อการจัดจำแนกกระถิน เท่ากับ 5.9 เปอร์เซ็นต์ 29.6 เปอร์เซ็นต์ และ 24.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของทั้ง 3 บริเวณ มาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมร่วมกันด้วยโปรแกรม MEGA 5.2 โดยเลือกวิธีจัดกลุ่มแบบ neighbor-joining พบว่าสามารถจัดกลุ่มกระถินได้ 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย *L. leucocephala* cv. *cunningham* *L. diversifolia* 83/92 *L. esculenta* 47/87 *L. leucocephala* *glabrata* *L. pulverulenta* 83/87 กระถินลูกผสม *L. leucocephala* จำนวน 8 ตัวอย่าง และกระถินที่รวบรวมมาจากจังหวัดนครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ที่ยังไม่ทราบชื่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย *L. esculenta* *paniculata* 52/87 และ *L. pallida* CQ3439 กลุ่มที่ 3 สามารถจำแนกกลุ่มย่อยได้อีก 4 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มย่อย 3.1 ประกอบด้วย *L. lempirana* 6/91 *L. salvadorensis* 17/86 และ *L. multicapitula* 81/87 กลุ่มย่อย 3.2 ประกอบด้วย *L. collinsii* *zacapana* *L. collinsii* 52/88 *L. diversifolia* *stenocarpa* 53/88 *L. lanceolata* 43/85 และ *L. shanonii* *magnifica* 19/84 กลุ่มย่อย 3.3 คือ *L. macrophylla* *nelsonii* 47/85 กลุ่มย่อย 3.4 คือ *L. trichodes* 61/88

คำสำคัญ : กระถิน ยีน *matK* บริเวณระหว่างยีน *trnH-psbA* บริเวณระหว่างยีน *rpl32-trnL*

เลขทะเบียนวิชาการ : 60(2)-0414-149

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

The study of genetic diversity and relationship of *Leucaena* using DNA barcoding

Yaowalak Mangpung^{1/} Rattikan Pongkaew^{1/} Jantakarn Arananant^{2/} Kiatisak Klum-em^{2/}

Abstract

The genetic diversity and relationship of *Leucaena* was carried out. Forty- four *Leucaena* samples, consisting of imported species, hybrid of *L. leucocephala*, unknown samples which collected from Nakhon Ratchasima, Kanchanaburi, Nakhon pathom, Supanburi and *Acacia* which was used as out group, were selected to use in this study. Chloroplast DNA was amplified with *matK* gene, *trnH-psbA* and *rpl32-trnL* intergenic spacer by PCR technique. The size of amplified products was approximately 800-840 base pairs, 850-890 base pairs and 630-650 base pairs, whereas polymorphic nucleotides were 5.9%, 29.6% and 24.6%, respectively.

The nucleotides from three genes were combined to establish a phylogenetic tree. Neighbor-joining method was used to analysis and conducted in MEGA 5.2. The tree was divided the samples into 3 main groups; group 1 was consist of *L. leucocephala* cv. *cunningham*, *L. diversifolia diversif* 83/92, *L. esculenta esculenta* 47/87, *L. leucocephala glabrata*, *L. pulverulenta* 83/87, eight samples of *L. leucocephala* hybrid and eighteen samples of unknown which collected from Nakhon Ratchasima, Kanchanaburi, Nakhon pathom, Supanburi. Group 2 consist of *L. esculenta paniculata* 52/87 and *L. pallida* CQ3439. Group 3 can be divided into 4 subgroups; group 3.1 consist of *L. lempirana* 6/91, *L. salvadorensis* 17/86 and *L. multicapitula* 81/87; group 3.2 consist of *L. collinsii zacapana*, *L. collinsii* 52/88, *L. diversifolia stenocarpa* 53/88, *L. lanceolata* 43/85 and *L. shanonii magnifica* 19/84; group 3.3 was *L. macrophylla nelsonii* 47/85; group 3.4 was *L. trichodes* 61/88.

Keywords: *Leucaena*, *matK* gene, *trnH-psbA* intergenic spacer, *rpl32-trnL* intergenic spacer

Registered No. : 60(2)-0414-149

^{1/}Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathum thani.

คำนำ

พืชในสกุลกระถิน (*Leucaena* spp.) เป็นไม้ยืนต้นตระกูลถั่วที่มีการใช้ประโยชน์หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการปลูกเพื่อบำรุงดิน ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การใช้ประโยชน์จากลำต้นที่โตเร็ว สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงและผลิตเยื่อกระดาษ และการใช้กระถินสำหรับการเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากกระถินให้ผลผลิตใบปริมาณมาก มีคุณค่าทางอาหารสัตว์และการย่อยได้สูง (ฉายแสง และคณะ, 2548) จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนและแหล่งพลังงานต้นทุนต่ำสำหรับการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยนำมาใช้ในรูปตัดให้สัตว์กินสด ปล่อยให้สัตว์แทะเล็มกิน ใช้ผสมกับหญ้าเพื่อทำพืชหมัก หรือใช้ในรูปกระถินป่นผสมในอาหารสัตว์ได้เกือบทุกชนิด เช่น อาหารไก่เนื้อ ไก่ไข่ โคเนื้อ โคนม แพะและแกะ เป็นต้น อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีความต้องการใช้กระถินแห้งและกระถินป่นไม่ต่ำกว่าปีละ 60,000 ตัน (Manidool, 1982) กระถินส่วนใหญ่ที่นำมาใช้เพื่อเป็นอาหารสัตว์ยังไม่ทราบชนิดพันธุ์ที่แน่นอนเนื่องจากกระถินเป็นพืชที่สามารถผสมพันธุ์กันง่ายทำให้เกิดพันธุ์ลูกผสมใหม่ๆ ในธรรมชาติ (Hughes and Harris, 1994) การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกระถินในระดับชีวโมเลกุล จึงน่าจะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสามารถจัดจำแนกกระถินได้ชัดเจนขึ้น

ดีเอ็นเอบาร์ไคด์หรือรหัสแท่งดีเอ็นเอเป็นเทคนิคการใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือหลายบริเวณร่วมกันในการระบุสิ่งมีชีวิต โดยลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณที่ใช้เป็นดีเอ็นเอบาร์ไคด์ต้องมีความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผันแปรทางพันธุกรรมในระดับสปีชีส์ (Kress and Erickson, 2008) คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอเป็นหนึ่งในชุดข้อมูลพันธุกรรมที่ถูกเลือกนำมาใช้เป็นดีเอ็นเอบาร์ไคด์เพื่อการจำแนกและศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในพืช เนื่องจากคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นวงกลมไม่ซับซ้อน มีความคงที่สูงในเรื่องของขนาดและรูปร่าง มีการจัดเรียงตัวกันของยีนแตกต่างกันมากพอสำหรับช่วยจำแนกพืชคนละชนิดออกจากกันได้ (Dong *et al.*, 2012) มีการนำคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอไปใช้ในการจำแนกและศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในพืชหลายชนิด เช่น สกุล *Acacia* (Newmaster *et al.*, 2008) วงศ์กล้วยไม้ (นฤมล และคณะ, 2560) วงศ์บัวสาย (ณัฐกานต์ และคณะ, 2557) เช่นเดียวกันกับพืชสกุลกระถิน (*Leucaena*) ที่มีรายงานการนำคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Harris *et al.*, 1994; Hughes *et al.*, 2002; Govindarajulu *et al.*, 2011) โดยบริเวณที่นิยมนำมาใช้มีจำนวน 3 บริเวณ คือ ยีน *matK*, ขึ้นต้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นต้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL* เนื่องจาก *matK* เป็นตำแหน่งอนุรักษ์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ง่าย ในขณะที่บริเวณระหว่าง *trnH-psbA* และ *rpl32-trnL* เป็นบริเวณที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง (Govindarajulu *et al.*, 2011)

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถินด้วยดีเอ็นเอบาร์ไคด์ที่ได้จากคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ โดยการวิเคราะห์ร่วมกันของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากยีน *matK* ร่วมกับขึ้นต้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และยีน *rpl32-trnL* ข้อมูลที่ได้จะช่วยในการจัดจำแนกชนิดกระถินให้ถูกต้องตรงตามพันธุ์ก่อนการรวบรวมไว้เป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรม นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์ในการเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมการคัดเลือก การผสมพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์กระถินที่ให้ผลผลิตสูงเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถินโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด โดยเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอที่อยู่บนคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ จำนวน 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ยีน *matK*, ขึ้นต้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นต้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL* มาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกระถิน จำนวน 44 ตัวอย่าง ประกอบด้วย กระถินพันธุ์นำเข้าที่รวบรวมไว้โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จำนวน 17 พันธุ์ กระถินพันธุ์ที่มีให้ผลผลิตใบสูงสุดที่รวบรวมไว้โดยสถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ จำนวน 8 พันธุ์ ตัวอย่างกระถินที่เก็บมาจากเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 18 ตัวอย่าง และพืชสกุล *Acacia* จำนวน 1 พันธุ์ เพื่อใช้เป็น out group ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและอนุพันธุศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาทดลองระหว่าง มีนาคม 2558-กุมภาพันธ์ 2560

การสกัดดีเอ็นเอและการตรวจสอบปริมาณและคุณภาพ

สกัดแยกดีเอ็นเอจากกระถินด้วยวิธี CTAB ซึ่งดัดแปลงวิธีการสกัดจาก Doyle and Doyle (1987) ตามรายงานของเยาวลักษณ์ และคณะ (2558) โดยนำใบอ่อนของกระถินน้ำหนัก 100 มิลลิกรัม มาบดให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว ย้ายตัวอย่างที่บดลงในหลอดทดลองขนาด 2 มิลลิลิตร เติม 2X CTAB buffer (2% CTAB, 2% PVP, 20 mM EDTA (pH 8.0), 100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1.4 M NaCl, 0.2% 2-mercaptoethanol) ที่เตรียมสดใหม่และที่อุ่นไว้แล้วที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันดีและนำไปปั่นที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นเติม Chloroform : Isoamyl alcohol (24 : 1 v/v) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ย้ายส่วนใสด้านบนไปยังหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Isopropanol ที่เย็นจัดปริมาตร 1 เท่าของส่วนใสที่ดูดได้ ผสมให้เข้ากันเบาๆ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ ดูดส่วนใสด้านบนทิ้งให้เหลือแต่ตะกอนดีเอ็นเอ ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 80% Alcohol ที่เย็นจัด ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที นาน 2 นาที ปล่อยให้ตะกอนดีเอ็นเอแห้ง จากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer (10 mM Tris (pH 8.0), 1 mM EDTA) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และเติม RNase A (10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 2 ไมโครลิตร

นำสารละลายดีเอ็นเอมาตรวจสอบความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ด้วยเครื่องวัดปริมาณความเข้มข้นสารปริมาณน้อยโดยแรงดึงดูด (ยี่ห้อ Denovix รุ่น DS-11 Spectrophotometer, USA) ที่ใช้ปริมาณสารละลายดีเอ็นเอ 1 ไมโครลิตรต่อตัวอย่างต่อครั้ง โดยทำการวัดค่าการดูดซับแสง (absorbance) ที่ความยาวช่วงแสง 260 นาโนเมตร (A260) ซึ่งหน่วยความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่วัดได้คือ นาโนกรัม/ไมโครลิตร ส่วนความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอที่สกัดได้จะดูจากสัดส่วนการดูดซับแสงของตัวอย่างที่ความยาวช่วงแสง 260 นาโนเมตร (A260) และ 280 นาโนเมตร (A280) ซึ่งหากดีเอ็นเอมีความบริสุทธิ์สูงควรมีค่าเท่ากับ 1.8 (A260/A280 = 1.8) หากสัดส่วนที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1.8 แสดงว่าผลผลิตดีเอ็นเอที่ได้มีการปนเปื้อนจากโปรตีน คลอโรฟอร์ม หรือสารเคมีอื่นๆ

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

เพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase Chain Reaction, PCR) โดยใช้สารละลายดีเอ็นเอที่เจือจางความเข้มข้นแล้วที่ 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA template) ร่วมกับคู่ไพรเมอร์ จำนวน 3 คู่ ได้แก่ 1) คู่ไพรเมอร์จำเพาะกับยีน *matK* (*trnK1L* คือ 5'- CTC AAT GGT AGA GTA CTC G -3' และ 849R คือ 5'- GCG AGT CCA TAA ATA TAC TCC -3') (Lavin et al., 2000) 2) คู่ไพรเมอร์จำเพาะกับชิ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH* และ *psbA* (*trnHF* คือ 5'- CGC GGC ATG GTG GAT TCA CAA ATC -3' และ *psbAR* คือ 5'- TGG CAT GGT TCC TTG GTA ACT TC -3') (Dong et al., 2012) และ 3) คู่ไพรเมอร์จำเพาะกับชิ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32* และ *trnL* (*trnL* คือ 5'- CTG CTT CCT AAG AGC AGC GT -3' และ *rpl32F* คือ 5'- CAG TTC CAA AAA AAC GTA CTT C -3') (Shaw et al., 2007) เตรียมส่วนผสมในปฏิกิริยาพีซีอาร์ในหลอดทดลองขนาด 0.2 ไมโครลิตร โดยการเติมส่วนประกอบดังนี้

- 1) ดีเอ็นเอเริ่มต้น (100 ng) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร
- 2) ไพรเมอร์ forward (10 pmole/ μ l) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร
- 3) ไพรเมอร์ reverse (10 pmole/ μ l) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร
- 4) dNTP mix (10 mM) ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร
- 5) บัฟเฟอร์ 10X PCR ปริมาตร 2.5 ไมโครลิตร
- 6) $MgCl_2$ (50 mM) ปริมาตร 0.75 ไมโครลิตร
- 7) เอนไซม์ Taq polymerase (5U/ μ l) (Invitrogen) ปริมาตร 0.25 ไมโครลิตร
- 8) น้ำกลั่น ปริมาตร 18 ไมโครลิตร ปริมาตรรวมเท่ากับ 25 ไมโครลิตร

จากนั้นนำเข้าเครื่องพีซีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอโดยใช้อุณหภูมิและเวลาทำปฏิกิริยา ดังนี้

1. Pre-denaturing ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที
2. Denaturing ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
3. Annealing ที่อุณหภูมิ 56 - 58 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
4. Extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
5. Final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที

ตั้งโปรแกรมทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 35 รอบเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยานำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้ไปตรวจสอบด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสโดยใช้ความเข้มข้นของอะกาโรสเจล 1.2 เปอร์เซ็นต์ ละลายใน 0.5 X TAE buffer ใช้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ของแต่ละตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ผสมกับสีย้อม SYBR safe (Novel Juice, GeneDirex) 1 ไมโครลิตร และใช้เครื่องหมาย 1 kb DNA ladder (Invitrogen) เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ จากนั้นให้ดีเอ็นเอเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 30 นาที เมื่อสิ้นสุดการรันเจล นำเจลไปส่องดูและบันทึกภาพถ่ายเจลด้วยเครื่องวิเคราะห์และถ่ายภาพเจล (Gel CocTM XR+ Imager, Biorad)

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์และการวิเคราะห์ผล

ทำความสะอาดผลผลิตดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดทำความสะอาดสำเร็จรูป (PureLink[®] PCR Purification kit, Invitrogen) จากนั้นส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากไพรเมอร์ชนิด forward และไพรเมอร์ชนิด reverse ที่บริษัท Base-Asia (ประเทศมาเลเซีย) นำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล GeneBank ของ NCBI โดยใช้โปรแกรม BLAST จากนั้นนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากไพรเมอร์ชนิด forward และ reverse

(ลำดับนิวคลีโอไทด์ชนิด reverse ต้องสลับจาก 3' - 5' ให้เป็น 5' - 3' โดยใช้โปรแกรมออนไลน์ Reverse complement) นำมาเรียงเทียบกันโดยใช้โปรแกรมออนไลน์ ClustalW แก้ไขลำดับเบสให้ถูกต้องและจัดเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์แบบ multiple alignment โดยใช้โปรแกรม Bio-edit v. 7.2.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้โปรแกรม MEGA 5.2 สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogenetic tree) โดยเลือกวิธีจัดกลุ่มแบบ neighbor joining โดยวิเคราะห์ค่า bootstrap จำนวน 1,000 ซ้ำของการสุ่มดึงลำดับนิวคลีโอไทด์ออกในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ค่า bootstrap มีความสัมพันธ์กับความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยค่า bootstrap ที่ 85-100 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงความเชื่อมั่นระดับสูง ค่า bootstrap ที่ 71-84 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงความเชื่อมั่นที่ระดับปานกลาง และค่า bootstrap ที่ 50-70 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงความเชื่อมั่นระดับต่ำ (Richardson *et al.*, 2000)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *matK* ขึ้นดิเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นดิเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpL32-trnL* ที่นำมาใช้เป็นดิเอ็นเอบาร์โค้ด มีความยาวอยู่ในช่วง 800-840 คู่เบส 850-890 คู่เบส และ 630-650 คู่เบส ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องของลำดับนิวคลีโอไทด์กับข้อมูลในฐานข้อมูล GeneBank พบว่าตัวอย่างกระถิน 17 พันธุ์ มีลำดับนิวคลีโอไทด์สอดคล้องกันกับข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของพันธุ์กระถินที่อยู่บนฐานข้อมูล GeneBank (ภาพที่ 1) มีเพียง 2 พันธุ์ที่พบว่า มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ตั้งซ้ำซ้อนกันแต่เป็นพันธุ์เดียวกัน คือ พันธุ์ *L. macrophylla nelsonii* 47/85 ที่ซ้ำซ้อนกันกับ *L. macrophylla istmensis* และพันธุ์ *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 ที่ซ้ำซ้อนกันกับ *L. trichandra* (Hughes, 1998)

เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาเรียงเทียบแบบ multiple alignment จำนวน 59-60 ตัวอย่าง (ลำดับนิวคลีโอไทด์จากกระถินและ out-group จำนวน 44 ตัวอย่าง และลำดับนิวคลีโอไทด์ของพันธุ์กระถินบนฐานข้อมูล GeneBank จำนวน 15-16 ตัวอย่าง) และปรับแต่งผลการเรียงเทียบด้วยโปรแกรม Bio-edit พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *matK* ขึ้นดิเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นดิเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpL32-trnL* เหลือความยาวของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ phylogenetic tree เพียง 749 ตำแหน่ง 537 ตำแหน่ง และ 568 ตำแหน่ง ตามลำดับ มีตำแหน่งนิวคลีโอไทด์ที่ให้ความแตกต่างในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 44 ตำแหน่ง (คิดเป็น 5.9 เปอร์เซ็นต์) 159 ตำแหน่ง (คิดเป็น 29.6 เปอร์เซ็นต์) และ 140 ตำแหน่ง (คิดเป็น 24.6 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ตำแหน่งที่ให้ความแตกต่างกันนี้เกิดจากนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกันและเกิดการแทรกเข้ามา (insertion) หรือขาดหายไป (deletion) ของนิวคลีโอไทด์ จะเห็นได้ว่าขึ้นดิเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และที่อยู่ระหว่างยีน *rpL32-trnL* ถึงแม้จะมีขนาดของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาเรียงเปรียบเทียบกันสั้นกว่า แต่ให้ข้อมูลในการจัดจำแนกมากกว่ายีน *matK* เนื่องจากบริเวณระหว่างยีนมักจะมีความผันแปรได้มากกว่าบริเวณที่เป็นยีน (ณัฐกานต์ และคณะ, 2557)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความยาวของลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดและที่แตกต่างกันของยีน *matK* ขึ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL*

ยีน/ขึ้นดีเอ็นเอ	ความยาวลำดับนิวคลีโอไทด์ (คู่เบส)	ลำดับนิวคลีโอไทด์หลังจากเรียงเทียบแบบ multiple alignment		
		จำนวนนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด (คู่เบส)	จำนวนนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่าง (คู่เบส)	เปอร์เซ็นต์นิวคลีโอไทด์ที่แตกต่าง (%)
ยีน <i>matK</i>	800 – 840	749	44	5.9
ขึ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่าง <i>trnH-psbA</i>	850 – 890	537	159	29.6
ขึ้นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่าง <i>rpl32-trnL</i>	630 – 650	568	140	24.6

เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดทั้ง 3 บริเวณ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยวิธี neighbor-joining โดยโปรแกรม MEGA 5.2 พบว่า สามารถจัดจำแนกกลุ่มตัวอย่างกระถินออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ (ภาพที่ 1) คือ

กลุ่มที่ 1 จำแนกออกจากกลุ่มอื่นด้วยค่า bootstrap เท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยพันธุ์กระถินนำเข้า จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ *L. leucocephala* cv. *cunningham* *L. diversifolia* *diversif* 83/92 *L. esculenta* *esculenta* 47/87 *L. leucocephala* *glabrata* *L. pulverulenta* 83/87 กระถินลูกผสม *L. leucocephala* จำนวน 8 ตัวอย่าง และกระถินที่รวบรวมมาจากจังหวัดนครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ที่ยังไม่ทราบชื่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมภายในกลุ่ม พบว่ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูงมากไม่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก ความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของกระถินนำเข้า 5 พันธุ์ สอดคล้องกับรายงานการจำแนกพันธุ์กระถินโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ ที่พบว่ากระถินพันธุ์ *L. leucocephala* *L. pulverulenta* และ *L. diversifolia* *diversif* จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดย *L. pulverulenta* เป็นต้นพ่อแม่พันธุ์ของ *L. leucocephala* และ *L. diversifolia* *diversif* (Harris et al, 1994) กระถินพันธุ์ *Cunningham* เป็นลูกผสมของ *L. leucocephala* *glabrata* และ *L. leucocephala* *ixtatuacana* และถูกจัดให้อยู่ใน subspecies *glabrata* (Gray, 1967; Hutton and Beattie, 1976) เช่นเดียวกันกับกระถินพันธุ์ *L. esculenta* *esculenta* ที่ได้จากการผสมกันของ *L. leucocephala* *glabrata* (Hughes and Harris, 1994) ซึ่งจะเห็นว่ากระถินในกลุ่มนี้มีสายสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมสูง ลักษณะรูปร่างของ petiole gland ในกลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เป็นแบบถ้วย (cup) หรือแบบปล่องภูเขาไฟ (crater) ที่มีปากหลุมกว้างแบบวงกลม (ภาพที่ 2, A, C - H) มีเพียงพันธุ์ *L. diversifolia* *diversif* ที่มีลักษณะปากหลุมที่หลากหลายทั้งแบบวงรีและแบบสามเหลี่ยม (ภาพที่ 2, B) นอกจากนี้ยังพบว่ากระถินในกลุ่มนี้มีลักษณะใบย่อย (leaflet) ขนาดเล็ก (ความกว้าง < 1 ซม.) เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 3, A - H)

กลุ่มที่ 2 จำแนกออกจากกลุ่มอื่นด้วยค่า bootstrap เท่ากับ 63 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยพันธุ์กระถินนำเข้า 2 พันธุ์ ได้แก่ *L. esculenta* *paniculata* 52/87 และ *L. pallida* CQ3439 สอดคล้องกับที่ Harris et al. (1994) รายงานว่าทั้ง 2 พันธุ์จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเมื่อจำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ

โดยมีลักษณะ petiole gland แบบ cub หรือ crater เช่นเดียวกัน แต่มีรูปแบบปากหลุมที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2, I - J) นอกจากนี้ยังมีใบย่อยขนาดเล็ก (ภาพที่ 3, I - J) และมีลักษณะสีฐานของเปลือกไม้เป็นสีเงิน (silvery corky bark) เช่นเดียวกันอีกด้วย (Hughes, 1998)

กลุ่มที่ 3 จำแนกออกจากกลุ่มอื่นด้วยค่า bootstrap เท่ากับ 51 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกกลุ่มย่อยได้อีก 4 กลุ่มย่อย คือ

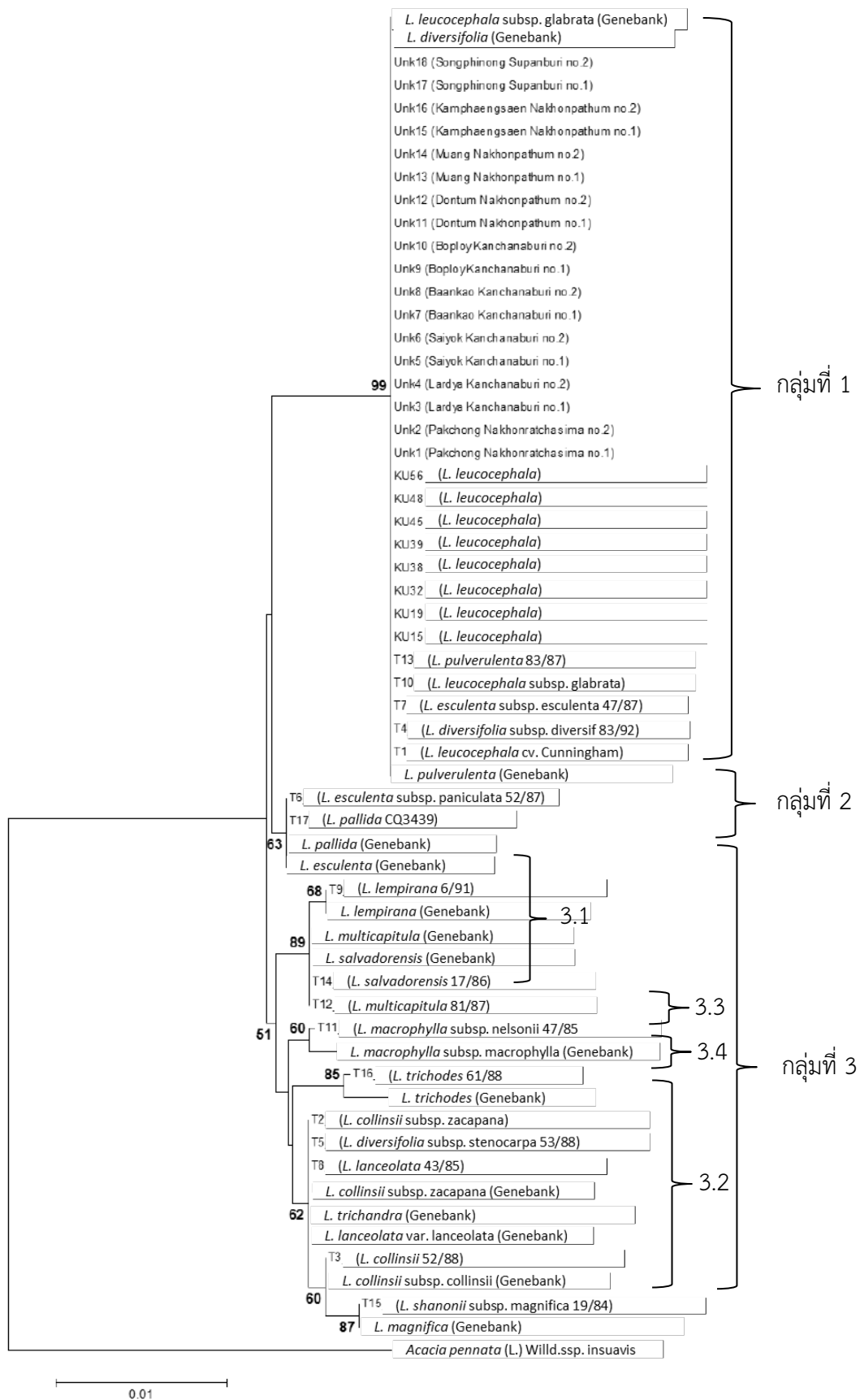
กลุ่มย่อย 3.1 ประกอบด้วยกระถิ่นพันธุ์ *L. lempirana* 6/91 *L. salvadorensis* 17/86 และ *L. multicapitula* 81/87 สอดคล้องกับรายงานของ Harris et al. (1994) ที่พบว่ากระถิ่นทั้ง 3 พันธุ์จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเมื่อจำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ แต่ไม่มีลักษณะสัณฐานวิทยาใดที่สอดคล้องกันครบทั้ง 3 พันธุ์ มีเพียงรูปร่างของ petiole gland ของ *L. lempirana* และ *L. salvadorensis* คล้ายคลึงกัน คือ เป็นทรงกลม (rounded conical) หรือรูปโดม (dome) ที่มีปากหลุมเล็ก (ภาพที่ 2, M - N) และมีขนาดใบย่อยขนาดเล็ก (ภาพที่ 3, K - L) ในขณะที่ *L. multicapitula* มีลักษณะที่แตกต่างออกไป โดยมีรูปร่างของ petiole gland แบบ cup มีปากหลุมกว้าง (ภาพที่ 2, K) และใบย่อยขนาดใหญ่ (ความกว้าง > 1 ซม.) (ภาพที่ 3, Q)

กลุ่มย่อย 3.2 ประกอบด้วยกระถิ่นพันธุ์ *L. collinsii zacapana* *L. collinsii* 52/88 *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 *L. lanceolata* 43/85 และ *L. shanonii magnifica* 19/84 สอดคล้องกับรายงานของ Harris et al. (1994) เช่นกันว่ากระถิ่นทั้ง 5 พันธุ์ จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเมื่อจำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ แต่ไม่มีลักษณะสัณฐานวิทยาใดที่สอดคล้องกันครบทั้ง 5 พันธุ์ มีเพียงรูปร่างของ petiole gland ของพันธุ์ *L. collinsii zacapana* *L. collinsii* 52/88 *L. lanceolata* 43/85 และ *L. shanonii magnifica* 19/84 คล้ายคลึงกัน คือ เป็นแบบ dome ที่มีปากหลุมเล็ก (ภาพที่ 2, O - R) แต่พันธุ์ *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 เป็นแบบ cub ที่มีปากหลุมกว้าง (ภาพที่ 2, L) ขนาดใบย่อยของพันธุ์ *L. lanceolata* 43/85 แตกต่างจากพันธุ์อื่นในกลุ่มนี้ คือ มีขนาดใบย่อยใหญ่ (ภาพที่ 3, R) ในขณะที่พันธุ์ *L. collinsii zacapana* *L. collinsii* 52/88 *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 และ *L. shanonii magnifica* 19/84 มีใบย่อยขนาดเล็ก (ภาพที่ 3, M - P)

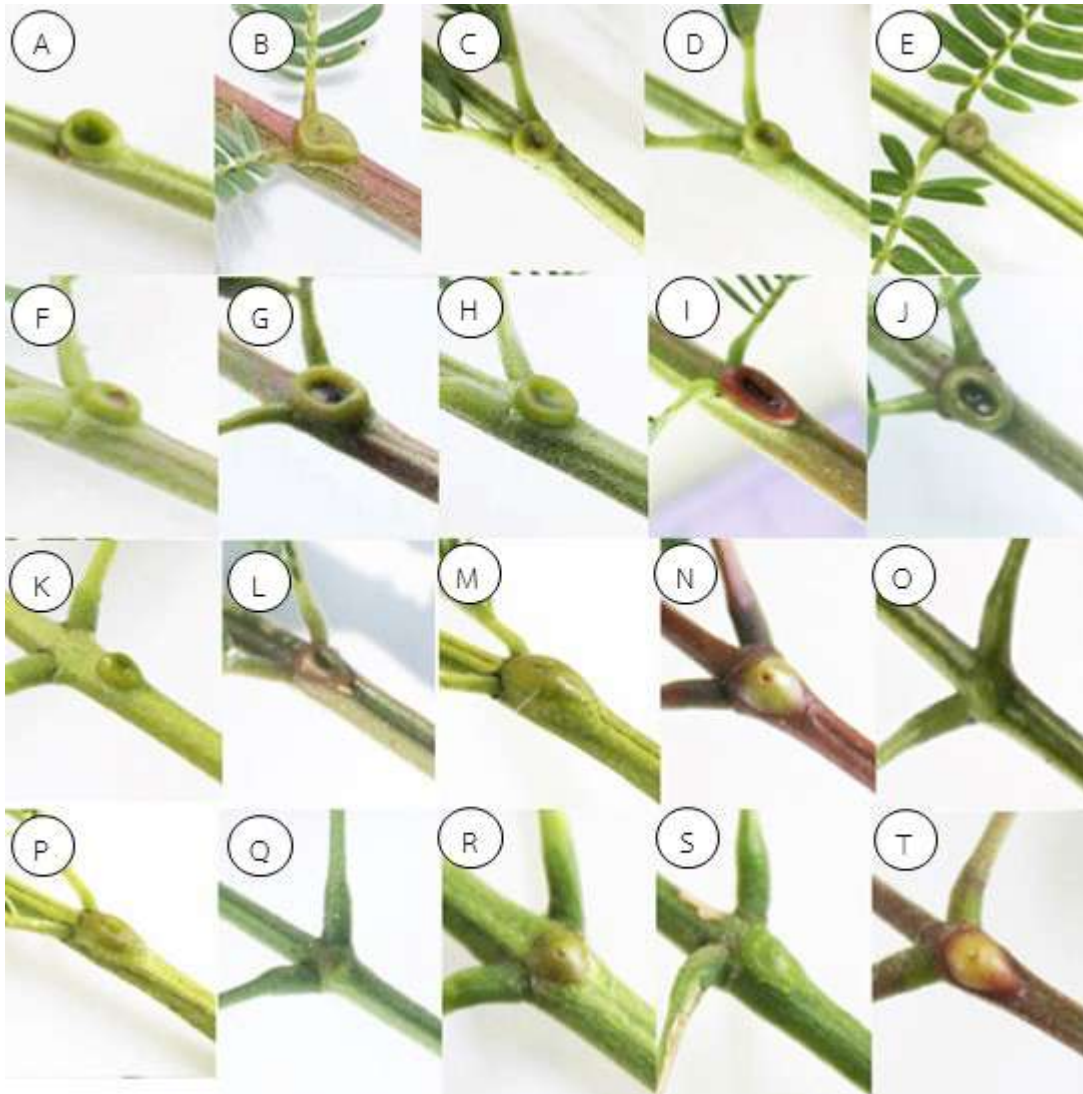
กลุ่มย่อย 3.3 คือกระถิ่นพันธุ์ *L. macrophylla nelsonii* 47/85 ที่จำแนกออกมาจากกลุ่มย่อยอื่นชัดเจน สอดคล้องกับรายงานของ Harris et al. (1994) ที่จำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ มีลักษณะรูปร่างของ petiole gland แบบ dome (ภาพที่ 2, S) และมีใบย่อยขนาดใหญ่ (ภาพที่ 3, S) และจำนวนคู่ใบย่อยต่อ pinna เท่ากับ 4 - 7 คู่ (Hughes, 1998)

กลุ่มย่อย 3.4 คือกระถิ่นพันธุ์ *L. trichodes* 61/88 จำแนกออกมาจากกลุ่มย่อยอื่นชัดเจน สอดคล้องกับรายงานของ Harris et al. (1994) ที่จำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ มีลักษณะรูปร่างของ petiole gland แบบ dome (ภาพที่ 2, T) และมีใบย่อยขนาดใหญ่ (ภาพที่ 3, T) และจำนวนคู่ใบย่อยต่อ pinna เท่ากับ 2 - 5 คู่ (Hughes, 1998)

การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมพบว่ากลุ่มที่ 3.1 และกลุ่มที่ 3.2 มีลักษณะสัณฐานวิทยาไม่สอดคล้องกันในบางสายพันธุ์กับการจัดกลุ่มโดยใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Harris et al. (1994) ที่รายงานว่า การจำแนกโดยใช้คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอยากที่จะนำมาใช้ประเมินความสัมพันธ์ของกระถิ่นร่วมกับลักษณะสัณฐานวิทยาได้ แต่ดีเอ็นเอบาร์โค้ดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการระบุและตรวจสอบพันธุ์ของกระถิ่นอย่างรวดเร็วได้ อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถระบุสายสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถิ่นให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น อาจจะเลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดอื่น หรือจำแนกโดยใช้ข้อมูลพันธุกรรมในนิวเคลียส



ภาพที่ 1 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกระถินที่สร้างจากลำดับนิวคลีโอไทด์ร่วมกันของยีน *matK*, *trnH-psbA* และ *rpL32-trnL*



ภาพที่ 2 รูปร่างของ petiole gland (A - L) แบบ cub หรือ crater (M - T) แบบ dome หรือ rounded conical, (A) *L. leucocephala* cv. *cunningham* (B) *L. diversifolia diversif* 83/92 (C) *L. esculenta esculenta* 47/87 (D) *L. leucocephala glabrata* (E) *L. pulverulenta* 83/87 (F) KU 15, 19, 32, 38, 39, 45, 48, 56 (G - H) Unknown1-18 (I) *L. esculenta paniculate* 52/87 (J) *L. pallida* CQ3439 (K) *L. multicapitula* 81/87 (L) *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 (M) *L. lempirana* 6/91 (N) *L. salvadorensis* 17/86 (O) *L. collinsii zacapana* (P) *L. collinsii* 52/88 (Q) *L. lanceolata* 43/85 (R) *L. shanonii magnifica* 19/84 (S) *L. macrophylla nelsonii* 47/85 (T) *L. trichodes* 61/88



ภาพที่ 3 ขนาดของใบย่อย (leaflet) (A - P) ขนาดเล็ก ความกว้างใบย่อย < 1 ซม. (Q - T) ขนาดใหญ่ ความกว้างใบย่อย > 1 ซม., (A) *L. leucocephala* cv. *cunningham* (B) *L. diversifolia diversif* 83/92 (C) *L. esculenta esculenta* 47/87 (D) *L. leucocephala glabrata* (E) *L. pulverulenta* 83/87 (F) KU 15, 19, 32, 38, 39, 45, 48, 56 (G - H) Unknown1-18 (I) *L. esculenta paniculate* 52/87 (J) *L. pallida* CQ3439 (K) *L. lempirana* 6/91 (L) *L. salvadorensis* 17/86 (M) *L. collinsii zacapana* (N) *L. collinsii* 52/88 (O) *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 (P) *L. shanonii magnifica* 19/84 (Q) *L. multicapitula* 81/87 (R) *L. lanceolata* 43/85 (S) *L. macrophylla nelsonii* 47/85 (T) *L. trichodes* 61/88

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถินและ out group จำนวน 44 ตัวอย่าง โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *matK* ขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* และขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL* สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *matK* มีความยาวอยู่ในช่วง 800-840 คู่เบส และให้ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้เพื่อการจัดจำแนกกระถิน เท่ากับ 5.9 เปอร์เซ็นต์
2. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *trnH-psbA* มีความยาวอยู่ในช่วง 850-890 คู่เบส และให้ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้เพื่อการจัดจำแนกกระถิน เท่ากับ 29.6 เปอร์เซ็นต์
3. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของขึ้นต้นเอ็นเอที่อยู่ระหว่างยีน *rpl32-trnL* มีความยาวอยู่ในช่วง 630-650 คู่เบส และให้ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้เพื่อการจัดจำแนกกระถิน เท่ากับ 24.6 เปอร์เซ็นต์
4. ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมร่วมกันทั้ง 3 บริเวณ สามารถจัดกลุ่มกระถินได้ 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย *L. leucocephala* cv. *cunningham* *L. diversifolia diversif* 83/92 *L. esculenta esculenta* 47/87 *L. leucocephala glabrata* *L. pulverulenta* 83/87 กระถินลูกผสม *L. leucocephala* จำนวน 8 ตัวอย่าง และกระถินที่รวบรวมมาจากจังหวัดนครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ที่ยังไม่ทราบชื่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย *L. esculenta paniculata* 52/87 และ *L. pallida* CQ3439 กลุ่มที่ 3 สามารถจำแนกกลุ่มย่อยได้อีก 4 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มย่อย 3.1 ประกอบด้วย *L. lempirana* 6/91 *L. salvadorensis* 17/86 และ *L. multicapitula* 81/87 กลุ่มย่อย 3.2 ประกอบด้วย *L. collinsii zacapana* *L. collinsii* 52/88 *L. diversifolia stenocarpa* 53/88 *L. lanceolata* 43/85 และ *L. shanonii magnifica* 19/84 กลุ่มย่อย 3.3 คือ *L. macrophylla nelsonii* 47/85 กลุ่มย่อย 3.4 คือ *L. trichodes* 61/88

ข้อเสนอแนะ

การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ได้จากยีนบนคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอยังไม่สามารถจำแนกตัวอย่างกระถินออกจากกันได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระถินลูกผสม *L. leucaenaphala* และกระถินที่รวบรวมจากจังหวัดนครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี ที่ยังไม่ทราบชื่อพันธุ์ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเลือกใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอของยีนที่อยู่บนนิวเคลียสดีเอ็นเอ เช่น microsatellite amplified fragment length polymorphism (AFLP) เป็นต้น เนื่องจากให้ความแตกต่างของดีเอ็นเอ (polymorphism) สูงกว่ายีนที่อยู่ใน คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ ซึ่งจะทำได้สามารถจัดจำแนกกลุ่มตามความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ ทัดศรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนตัวอย่างกระถินและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์กระถิน รองศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาการวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกระถิน

ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบผลงานจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ฉายแสง ไผ่แก้ว ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนี ศรีธัญญา วรจิรวาณิช. 2548. การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์, น. 28-47. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2548. กองอาหาร สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐกานต์ โกเสนโต สุณิสรา ณัฐพรณิกุล มลิวรรณ นาคขุนทด. 2557. การจัดจำแนกพืชวงศ์บัวสายโดยใช้ คลอโร- พลาสต์ดีเอ็นเอ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 6, น. 1-5.
- นฤมล ธนानันต์ จุฑาทิพย์ พันธุ์รูปท้าว ธีระชัย ธนานันต์. 2560. การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และการระบุพันธุ์ของกล้วยไม้สกุลหวาย หมูโนโกรเซอร์ซูเซ และลูกผสมด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ ของยีน *rpoC1* และซีเอ็นดีเอ็นเอที่อยู่ระหว่าง *trnH-psbA*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 6 ฉบับที่ 1, น. 33-43.
- เยาวลักษณ์ แหม่งปิง รัตติกาล ปวงแก้ว อานูภาพ เสี่ยงสาย ศศิพร ช่อลำไย. 2558. การเปรียบเทียบวิธีการ สกัดดีเอ็นเอจากใบของหญ้าและกล้วยอาหารสัตว์บางชนิด, น 182-193. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue, pp. 11-15. In *Phytochemical Bulletin*.
- Dong, W., J. Liu, J. Yu, L. Wang and S. Zhou. 2012. Highly Variable Chloroplast Markers for Evaluating Plant Phylogeny at Low Taxonomic Levels and for DNA Barcoding. In *PLOS ONE* journal online publication.
- Gray, S. G. 1967. Inheritance of growth habit and quantitative characters in intervarietal crosses in *Leucaena leucocephala*. *Australian Journal of Agricultural Research* 18, 63-70.
- Govindarajulu, R., C. E., Hugnes and C. D., Bailey. 2011. Phylogenetic and population genetic analysis of diploid *Leucaena* (Leguminosae; Mimosoideae) reveal cryptic species diversity and patterns of diversity allopatric speciation. *American Journal of Botany* 98 (12), pp. 2049 - 2063.
- Harris, S. A., Hughes, C. E, R., Ingram and R.J., Abbott. 1994. A phylogenetic analysis of *Leucaena* (Leguminosae; Mimosoideae). *Plant Systematics and Evolution* 191, pp. 1-26.
- Hughes, C. E. 1998. *Leucaena*; a genetic resources handbook. Tropical forestry paper 37. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Science University of Oxford.

- Hughes, C. E., C. D., Bailey and S. A., Harris. 2002. Divergent and reticulate species relationships in *Leucaena* (Fabaceae) inferred from data sources: Insight into polyploid origins and nrDNA polymorphism. *American Journal of Botany* 89 (7).
- Hutton, E. M. and W. M., Beattie. 1976. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Cunningham. *Australian Journal of Agricultural Research* 42.
- Kress, W. J. and D. L. Erickson. 2008. DNA Barcodes: Genes, genomics and bioinformatics, pp. 2761-2762. In *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A.*
- Manidool, C. 1982. *Leucaena* Research in the Asian-Pacific Region. Proceedings of a workshop held in Singapore, 25-26 Nov. 1982.
- Newmaster, S. G., A. J. Fazekas, R. A. Steeves and J. Janovec. 2008. Testing candidate plant barcode regions in the Myristicaceae, pp. 480-490. In *Molecular Ecology Resources*.
- Richardson, J. E., Fay, M. F., Cronk, Q. C. B., D. Bowman and M.W., Chase. 2000. A phylogenetic analysis of *Rhamnaceae* using *rbcL* and *trnL-F* plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 87.
- Shaw, J., E. B. Lickey, E. E., Schilling and R. L. Small. 2007. Comparison of whole genome chloroplast sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in angiosperms: The tortoise and the hare III. *American Journal of Botany* 94.