



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

แหล่งของแทนนินในกล้วย diploid (2n) triploid (3n) tetraploid (4n)  
และการใช้ประโยชน์ในการขับไข่พยาธิในแพะเนื้อ

Source of tannins in diploid (2n), triploid (3n), tetraploid (4n)  
bananas and utilize on fecal nematode egg excretion in  
crossbred meat goats

สมคิด ใจตรง

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล  
(งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยบูรพา

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

แหล่งของแทนนินในกล้วย diploid (2n) triploid (3n) tetraploid (4n)  
และการใช้ประโยชน์ในการขับไข่พยาธิในแพะเนื้อ

Source of tannins in diploid (2n), triploid (3n), tetraploid (4n)  
bananas and utilize on fecal nematode egg excretion in  
crossbred meat goats

สมคิด ใจตรง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

### กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ งานส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา ที่พิจารณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัย จากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 9/2560 รวมทั้งขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่แปลงวิจัย และอุปกรณ์สำหรับทำวิจัย จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## บทคัดย่อ

ส่วนต่างๆ ของกล้วย เช่น ผล และปลี สามารถใช้เป็นอาหาร ในขณะที่ส่วนอื่นๆ รวมทั้งใบ ลำต้น เเทียม และเครือกล้วยกลายเป็นสิ่งเหลือทิ้ง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่ม สารประกอบฟีนอล คอนเดนซ์แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน ในลำต้นเทียม ใบ และปลีของพันธุ์กล้วย 3 กลุ่มจีโนม รวม 7 พันธุ์ คือ กลุ่มจีโนม 2 ชุด (2n) จำนวน 2 พันธุ์ คือ กล้วยน้ำไท (AA group) และกล้วย ตานี (BB group) กลุ่มจีโนม 3 ชุด (3n) จำนวน 4 พันธุ์ คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (AAA group) กล้วยสาม เตือน (AAB group) กล้วยน้ำว้า (ABB group) และกล้วยหิน (BBB group) และกลุ่มจีโนม 4 ชุด (4n) จำนวน 1 พันธุ์ คือ กล้วยเทพรส (ABBB group) พบว่ากล้วยเทพรส มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน (174.60 มก.คาเทชิน/มล.) ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (57.74 มก.แกลโลแทนนิน/มล.) และสารประกอบ ฟีนอลทั้งหมด (45.40 มก.กรดแกลลิก/มล.) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 7 พันธุ์ และพบสูงที่สุดในใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกกล้วยเทพรสที่มีปริมาณคอนเดนซ์- แทนนินสูงที่สุด มาเสริมในอาหารแพะเนื้อ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเสริมกล้วย ในอาหารและ การฉีด Ivermectin ต่อการขับไข่พยาธิตัวกลมในแพะเนื้อ โดยศึกษาผลต่อการลดลงของไข่พยาธิในมูล และอัตราการเจริญเติบโตในแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียน อายุประมาณ 1-2 ปี จำนวน 16 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) แบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ประกอบด้วย กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร ควบคุมและได้รับการฉีด Ivermectin กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมและได้รับการเสริมกล้วยเทพรส 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 74 วัน แพะทุกตัวได้รับอัลฟาฟา อัดเม็ดชนิดแห้งและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบแบบเต็มที ผลการทดลองพบว่า การเสริมกล้วยเทพรสใน อาหารให้ผลคล้ายกับการฉีด Ivermectin กล้วยเทพรสมีผลทำให้เกิดการลดลงของจำนวนไข่พยาธิตัว กลมที่พบในมูล และยังกระตุ้นให้อัตราการเจริญเติบโตแพะเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกล้วยเทพรส ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามพบว่าค่าที่เพิ่มขึ้นนี้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin เมื่อทดสอบผลต่ออัตราการเจริญเติบโตพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin ไม่มี ผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับการเสริมกล้วยเทพรส แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการ เสริมกล้วยเทพรสในอาหารกระตุ้นให้เกิดการขับไข่พยาธิออกมากับมูลแพะที่มากกว่าปกติของระบบ ทางเดินอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ใช้เป็น แนวทางในการนำสิ่งเหลือทิ้งจากใบกล้วยมาเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตอาหารสัตว์ ในแง่ของการ ลดปริมาณเชื้อปรสิตและยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยว เอื้อง รวมถึงช่วยลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

**คำสำคัญ:** ใบกล้วย คอนเดนซ์แทนนิน ไข่พยาธิตัวกลม แพะเนื้อ

## Abstract

Parts of the banana plant such as the fruit and the inflorescence can be used in food, while the other parts including the leaves, pseudostem and stalks are considered waste materials. This report aims to study the bioactive compounds in the group of phenolic compounds, condensed tannins, and hydrolysable tannins in the pseudostem, leaves and inflorescence of three chromosomal genome groups within 7 cultivars. Two cultivars of chromosomal diploids (2n) namely Nam Thai (*Musa* AA group) and Ta Nee (*Musa* BB group). Four cultivars of chromosomal triploids (3n) namely Hom Kiew Kom (*Musa* AAA group), Sam Doen (*Musa* AAB group), Namwa (*Musa* ABB group) and Hin (*Musa* BBB group). One cultivar of chromosomal tetraploid (4n) namely Thep Parod (*Musa* ABBB group). The results showed that the highest condensed tannin (174.60 mg Catechin equivalent (CE)/ml), hydrolysable tannin (74 mg Gallotannin equivalent (GE)/ml) and total phenolic compounds contents (45.40 mg Gallic acid equivalent (GAE)/ml) were found in Thep Panome compared with 7 cultivars. The tannin content was highest within leaves, followed by inflorescence and pseudostem, respectively. Then, to compare the effect of *Musa* (ABBB Group) 'Thep Parod' supplementation and Ivermectin administration on nematode egg excretion meat goat. The effects on the nematode egg excretion and average daily gain were determined. Twelve and twenty-four months old of sixteen crossbred meat goats (Native x Anglo Nubian) were equally divided into 4 groups using Randomized Complete Block Design experimental protocol. The diet of control feed group (16%Crude protein; 2%BW). The second group had Ivermectin injection and was supplemented without Thep Parod banana. The last group was supplemented with 40 and 80 Thep Parod banana of total feed respectively, followed by 74 days experimental period. All goats received *ad libitum* alfalfa dehydrated pellet and rice straw and were individually fed each treatment. The results show that the effects of Thep Parod banana supplementation and Ivermectin administration were similar. Thep Parod banana supplementation induced fecal nematode egg excretion. In addition, it was found that Thep Parod banana supplementation significantly increased average daily gain (ADG) ( $P < 0.05$ ). However, increases in the ADG were lower than that of Ivermectin administration. As with Ivermectin, Thep Parod banana supplementation had no effect on ADG. However, it is interesting to note that Thep Parod banana supplementation induced nematode eggs excretion of small intestine. This is probably due to an unknown irritating compound present in Thep Parod banana. The usefulness of waste utilization from banana leaves could increase a potential animal feeds production system in terms of a reduction parasites and inhibition the growth of nematode eggs in gastrointestinal tract of ruminants, including saving cost of production.

**Keywords:** Banana leaves, condensed tannin, fecal nematode egg, meat goat

## สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	9
บทที่ 3 วิจัยรณัผลการวิจัย	29
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	35
บทที่ 5 ผลผลิต	36
เอกสารอ้างอิง	60
ประวัติคณะผู้วิจัย	67

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	กล้วยที่ใช้ในการวิจัย ที่มีจำนวนชุดโครโมโซม 2 ชุด (diploid) 3 ชุด (triploid) ชุด (tetraploid)	9
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของลำต้น ใบ ก้านใบ และปลีของกล้วยเพชรส	18
2.3	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ (Mean $\pm$ SD)	19
2.4	แสดงปริมาณการกินได้ของแพะเนื้อที่ได้รับอาหารชั้น และอาหารหยาบ	21
2.5	แสดงน้ำหนักตัว และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง	23
2.6	แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ	24
2.7	ค่า Blood Urea Nitrogen ของแพะเนื้อที่ได้รับการเสริมใบกล้วยเพชรสในอาหาร ณ เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร	25
2.8	ผลของการเสริมใบกล้วยเพชรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไขพยาธิตัวกลมในมูลแพะตลอดการทดลอง	27

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
2.1	แสดงส่วนของลำต้น ใบ และปลีกล้วยที่นำมาทำการวิจัย	10
2.2	ปริมาณฟีนอลทั้งหมดในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วยน้ำ ไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว่า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)	15
2.3	ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วย น้ำไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว่า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)	16
2.4	ปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วย น้ำไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว่า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)	17
2.5	ค่า Blood Urea Nitrogen ของแพะเนื้อ (รายตัว) ที่ได้รับการเสริมใบกล้วย เทพรสในอาหาร ณ เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร	26
2.6	ผลของการเสริมใบกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไขพยาธิตัว กลมในมูลแพะตลอดการทดลอง	28



## บทที่ 1

## บทนำ

## ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การใช้ประโยชน์จากกล้วยในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้ส่วนของผลและปลีในการบริโภค ใบกล้วยใช้ห่อหรือบรรจุอาหาร ส่วนอื่นๆ ของกล้วย ได้แก่ ลำต้น (pseudo stem) เครือกล้วย (floral stalk) แผ่นใบ และก้านใบ เป็นสิ่งเหลือทิ้งซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้น้อย หรือแทบไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า ทำให้เป็นปัญหาในการจัดการสิ่งเหลือทิ้งเหล่านี้และก่อให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย หลังจากเก็บเกี่ยวกล้วยออกจากต้นแล้ว จะตัดต้นกล้วยและทิ้งไว้ในแปลงเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดิน หรือบางครั้งนำส่วนของต้นกล้วยไปหมักเป็นน้ำหมักชีวภาพ (Kanazawa and Sakakibara, 2000) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้วยที่ผ่านมามีส่วนใหญ่มุ่งศึกษากลุ่มของสารประกอบฟีนอล พบปริมาณมากในส่วนของยางกล้วย เปลือก และเนื้อของผลกล้วย (Kitdamrongsont et al., 2008; Pothavorn et al., 2010; Fernando et al., 2014; Sangudom et al., 2014) มีรายงานวิจัยว่าเปลือกกล้วยเป็นแหล่งของใยอาหาร (dietary fiber) สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน คาโรทีนอยด์ โปรตีน กรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว โพลีแซคคาไรด์ แคลเซียม ธาตุเหล็ก และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ (Rodriguez de Sotillo et al., 1994; Larrauri et al., 1999; Wolfe et al., 2003; Emaga et al., 2007; Nagarajaiah and Prakash, 2011) ลำต้นกล้วย มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบทางเคมีของลำต้นกล้วย ประกอบด้วย อัลคาลอยด์ (8.16%) ฟลาโวนอยด์ (4.02%) ซาโปนิน (3.5%) แทนนิน (9.13%) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้คุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ (Onyema et al., 2016) เครือกล้วย ประกอบด้วย โปรตีนหยาบ ไฟเบอร์ ไขมัน และมีแทนนินสูง จึงนิยมนำมาหมักเป็นอาหารสัตว์ (silage) เป็นต้น (Al et al., 2015)

ปัญหาสำคัญของเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงแพะเนื้อในประเทศไทย คือ การพบพยาธิในระบบทางเดินอาหารเนื่องจากการเลี้ยงแบบปล่อยแปลง (goat grazing) โดยให้แพะหากินเองตามทุ่งหญ้าธรรมชาติ (natural pasture) กลไกการติดพยาธิของแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลง คือ เกิดจากแพะที่ติดพยาธิจะปล่อยพยาธิปนออกมากับอุจจาระลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อตัวอ่อนพยาธิฟักออกจากไข่จะเกาะอยู่ตามพืชน้ำหรือหญ้าที่ขึ้นอยู่ใกล้แหล่งน้ำและมีสภาพชื้นแฉะ แล้วเจริญเป็นตัวอ่อนระยะติดต่อ เมื่อแพะกินหญ้าในทุ่งหญ้านั้นจึงได้รับพยาธิเข้าสู่ร่างกาย หากปัญหาดังกล่าวไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงที อาจทำให้แพะติดพยาธิในระบบทางเดินอาหาร อุจจาระร่วง แสดงอาการโลหิตจาง ขนร่วงเป็นกระจุก และเยื่อลำไส้อักเสบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ลำไส้ส่วนต้นซึ่งเป็นส่วนที่มีการย่อยและดูดซึมโปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต สร้างความสูญเสียในเชิงเศรษฐกิจ วิธีการป้องกันที่นิยมในปัจจุบัน คือ การให้ยาถ่ายพยาธิ (anthelmintic drugs) แต่การให้ยาถ่ายพยาธิเป็นระยะเวลานานติดต่อกันจะทำให้พยาธิเกิดการดื้อยา และเกิดปัญหาสารเคมีตกค้างในตัวแพะก่อนเชือด การตกค้างของสารเคมีในตัวสัตว์อาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค (Niezen et al., 1995) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อคัดกรองพืชสมุนไพรท้องถิ่นของไทยที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยมาใช้ทดแทนหรือลดการใช้สารเคมี พบว่าแทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลที่มีสรรพคุณขับไล่ศัตรูพืช (Schmutterer, 1990) ยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Blaney et al., 1990) ตลอดจนออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อปรสิต และยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Butter et al., 2001; Max et al., 2002)

การผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความต้องการใช้วัตถุดิบหลายๆ ชนิดโดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทโปรตีนเพื่อประกอบเป็นอาหาร โปรตีนจากพืชเป็นแหล่งโปรตีนหลักที่ใช้ในประเทศที่ขาดแคลนทดแทนโปรตีนจากสัตว์ ซึ่งมี

ราคาสูง ที่ผ่านมานักวิชาการพยายามศึกษาวิจัยเพื่อหาแหล่งโปรตีนทดแทนชนิดอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามพืชโปรตีนหรือพืชตระกูลถั่วที่อาทิ กระถิน แค มะขามเทศ *gliricidia* และถั่วอัลฟาฟ่ามักมีปริมาณของเยื่อใยสูงและมีสารพิษเป็นองค์ประกอบ ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้เป็นอาหารสัตว์ และเพื่อแก้ไขปัญหาทางเลือกหนึ่งในการนำพืชโปรตีนท้องถิ่นที่หาได้จากธรรมชาติ และมีแทนนินเป็นองค์ประกอบนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ระดับการใช้ประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ และมีรายงานวิจัยระบุว่า แทนนินสามารถเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein) ที่ไหลผ่านมายังลำไส้เล็กในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้สูงขึ้น (Makkar et al. 1995a) โดยแทนนินมีกลไกทำให้พืชโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ทำให้โปรตีนในอาหารผ่านสู่กระเพาะจริงได้มากขึ้น เพิ่มการดูดซึมกรดอะมิโนที่สำคัญในลำไส้เล็ก และตัวสัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ จึงช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในสัตว์ได้ (Min et al. 2003) และยังมีผลโดยตรงต่อตัวอ่อนของพยาธิ โดยเมื่อสาร tannin-protein complex เดินทางเข้าสู่ลำไส้เล็กจะส่งผลให้ค่าพีเอชภายในลำไส้เล็กสูงขึ้น ทำให้ตัวอ่อนของพยาธิไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หากใช้แทนนินในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดีโดยไม่ต้องใช้สารเคมี จึงเป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Min and Hart, 2003) อย่างไรก็ตามยังไม่ปรากฏรายงานวิจัยว่ามี การศึกษาความเหมาะสมของระดับการใช้ส่วนเหลือทิ้งจากกล้วย เช่น ลำต้น ใบ หรือ ปลี เป็นส่วนประกอบในอาหารชั้นสำหรับแพะเนื้อ ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้วยที่ผ่านมามีส่วนใหญ่มุ่งศึกษากลุ่มของสารประกอบฟีนอล พบว่ามีปริมาณมากในส่วนของยางกล้วย เปลือก และเนื้อของผลกล้วย (Fernado et al., 2014; Sangudom et al., 2014) เป็นต้น

จากประโยชน์ดังกล่าวของแทนนินจึงได้เห็นถึงความสำคัญของการนำใบพืชโปรตีนที่มีแทนนินในระดับสูง โดยเลือกใช้ส่วนของกล้วยที่ได้จากการศึกษาวิจัยปริมาณคอนเดนส์แทนนินจากการศึกษาทดลองเบื้องต้นที่ 1 ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์และประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย ก่อนนำมาศึกษาวิจัยและทดลองจริงในตัวสัตว์ อย่างไรก็ตาม ยังมีรายงานการเสริมกล้วยในอาหารแพะเนื้อไม่มากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดการเสริมแทนนินจากกล้วยในอาหารแพะเนื้อ เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการขับไข่พยาธิและสมรรถนะการผลิตแพะเนื้อ ซึ่งเป็นการนำสิ่งเหลือทิ้งจากการเกษตรในท้องถิ่น มาใช้ประโยชน์ในการลดต้นทุนค่าอาหารและทดแทนการใช้ยาถ่ายพยาธิเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยไม่ส่งผลกระทบต่อรายเชิงลบต่อการผลิตสัตว์

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแหล่งของแทนนินและองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย diploid (2n) triploid (3n) และ tetraploid (4n) จากสิ่งเหลือทิ้งจากการปลูกกล้วย ได้แก่ ลำต้น ใบ และปลีกล้วย
2. เพื่อใช้ประโยชน์จากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสิ่งเหลือทิ้งจากกล้วย คัดเลือกพันธุ์กล้วยที่มีกลุ่มสารประกอบฟีนอลและแทนนินสูงจากการศึกษาเบื้องต้นในข้อ 1 มาศึกษาผลของระดับการเสริมในอาหารแพะเนื้อ ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนต่อสมรรถนะการผลิตและการขับไข่พยาธิตัวกลมในมูล

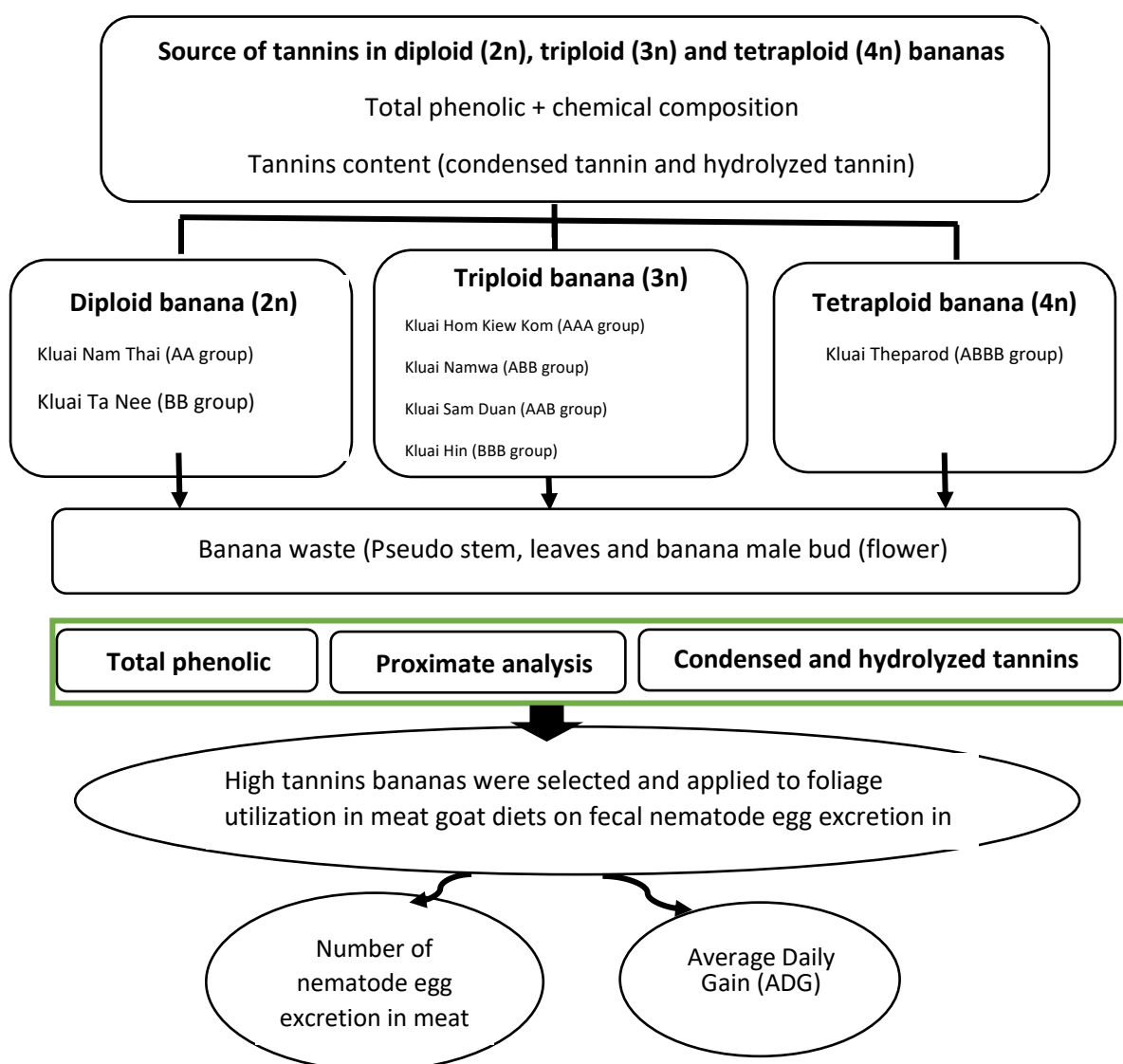
### ขอบเขตการวิจัย

1. กล้วยที่ใช้ในการวิจัยเป็นกล้วย diploid (2n) triploid (3n) และ tetraploid (4n) ที่ปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้ในพื้นที่โครงการฟาร์มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียน นิสิต และประชาชนที่ไปในเขตจังหวัดสระแก้ว
2. วิเคราะห์สารประกอบฟีนอล แทนนิน (condensed tannin and hydrolyzed tannin) และองค์ประกอบทางเคมีในกล้วยกลุ่มจีโนม 2 ชุด (2n) 3 ชุด (3n) และ 4 ชุด (4n) จากสิ่งเหลือทิ้งจากการปลูกกล้วย ได้แก่ ลำต้น ใบ และปลีกล้วย เป็นต้น

3. คัดเลือกกล้วยพันธุ์ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนินสูงมาเสริมในอาหารแพะเนื้อ ซึ่งเปรียบเทียบผลของระดับการใช้กล้วยทดแทนในสูตรอาหารชั้นสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 16% โดยให้เสริมแทนนินที่ได้จากกล้วยผสมในสูตรอาหารแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนที่ระดับแตกต่างกันเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่ได้รับยาและได้รับยาถ่ายพยาธิ Ivermectin มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และจำนวนไข่พยาธิในมูลแพะ

### วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุปทฤษฎี และ/หรือ กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

วิเคราะห์แหล่งของแทนนิน สารประกอบฟีนอล และองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย diploid (2n) triploid (3n) และ tetraploid (4n) จากส่วนเหลือทิ้ง ได้แก่ ลำต้น ใบ และปลีกล้วย จากนั้นคัดเลือกพันธุ์กล้วยที่มีปริมาณแทนนินสูงมาเสริมในอาหารแพะเนื้อ และติดตามประสิทธิภาพการกินได้ อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณไข่พยาธิในมูลแพะ รายละเอียดดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

## การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

### การพัฒนาการและลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยเป็นผลไม้ที่ปลูกเป็นอันดับสองรองจากส้ม และเป็นผลไม้เขตร้อนที่ปลูกมากกว่า 130 ประเทศทั่วโลก กล้วยจัดอยู่ใน family Musaceae ใน order Scitamineae หรือ Zingiberales ประกอบด้วย 8 family ได้แก่ Cannaceae Mirantaceae Zingiberaceae Costaceae Lowiaceae Heliconiaceae Streliziaceae และ Musaceae กล้วยปลูกหรือกล้วยกินได้จัดอยู่ใน section Eumusa และถือกำเนิดมาจากกล้วยป่า 2 species คือ กล้วยป่า (*Musa accuminata* Colla) และ กล้วยตานี (*M. balbisiana* Colla) ซึ่งเป็นกล้วยยีนอม A และ B ตามลำดับ กล้วยที่อยู่ใน section Eumusa มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 22, 33$  หรือ  $44$  โดยมี  $n$  หรือ  $X = 11$  ดังนั้น กล้วยปลูกหรือกล้วยกินได้จึงมีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด ( $2X, 3X$  และ  $4X$ ) การทราบจำนวนโครโมโซมของกล้วย จะช่วยทำให้การจำแนกชนิดถูกต้อง ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการนับจำนวนโครโมโซม ถ้าไม่สามารถทำได้อาจใช้วิธีสังเกตจากลักษณะภายนอก ดังนี้ ใบของกล้วย  $2X$  มีขนาดเล็ก ปลายเรียวกว่ากล้วย  $3X$  และ  $4X$  ใบของกล้วย  $2X$  จะชูตั้ง ส่วน  $3X$  และ  $4X$  จะแผ่ออกทางด้านข้าง นอกจากนี้ความหนาของแผ่นใบของกล้วย  $3X$  และ  $4X$  จะหนากว่าแผ่นใบของกล้วย  $2X$  ดอกตัวผู้ของกล้วย  $3X$  และ  $4X$  มักเป็นหมันเป็นส่วนใหญ่ ส่วนกล้วย  $2X$  มีทั้งเป็นหมันและไม่เป็นหมัน (เบญจมาศ, 2558) กล้วยใน Eumusa Series หรือ Eumusa section แบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยจำแนกจากจำนวนชุดของโครโมโซมและยีนอมเป็นสำคัญ จึงแบ่งออกได้เป็น ดังนี้ ยีนอม diploid (AA, AB, BB) ยีนอม triploid (AAA, AAB, ABB, BBB) และยีนอม tetraploid (AAAA, AAAB, ABBB, BBBB) (Simmonds, 1962) กล้วยที่ปลูกทั่วโลกในปัจจุบัน มี 3 ชนิด คือ *M. carvendishii*, *M. paradisiaca* และ *M. sapientum* ซึ่งกล้วยชนิด *M. carvendishii* มีรสหวาน และมีปริมาณแป้งน้อยกว่า *M. paradisiaca* นิยมบริโภคสดเมื่อผลบริบูรณ์เต็มที่ นอกจากนี้มีกล้วยกลุ่มที่ต้องผ่านการปรุงอาหารจึงจะบริโภคได้ มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มยีนอม ABB (Pisang Awak, Bluggoe) และ BBB (*Saba banana*) (Robinson, 1996)

กล้วยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นจริงอยู่ใต้ดินมีลักษณะเป็นหัว เรียกว่า เหง้า หรือไรโซม (rhizome) ส่วนที่เห็นเหมือนลำต้นที่อยู่เหนือดินนั้นเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) มีการแทงหน่อ (sucker) เรียกว่า การแตกกอ ลำต้นเทียมประกอบด้วยกาบใบที่ซ้อนๆ กันที่บริเวณโคนต้น ส่วนปลายไม่ซ้อน แต่มีการเรียงของใบ (phyllotaxy) แตกต่างตามอายุของต้นกล้วย องค์ประกอบของกาบใบกล้วย พบว่า มีช่องอากาศประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่และต่อกันเป็นท่อยาว มีท่อน้ำท่ออาหารเรียงขนานกันอย่างต่อเนื่อง ผิวด้านนอกของกาบใบเป็นเงาเพราะมีสารลิกนินเคลือบอยู่ นอกจากนี้ยังพบปากใบ (stomata) อยู่บนกาบใบอีกด้วย ส่วนของก้านใบมีลักษณะกลมมน และเป็นร่องทางด้านบน ด้านล่างของแผ่นใบมีท่อน้ำท่ออาหาร และผิวใบมีสารลิกนินเคลือบ อยู่เช่นกัน แผ่นใบ (leave blade) ประกอบด้วยเส้นกลางใบและเส้นใบที่ขนานกันเป็นจำนวนมาก ปลายใบมน ฐานใบกลมหรือมีติ่งยื่นออกมา บริเวณกลางแผ่นใบมีความหนามากกว่าปลายใบและฐานใบ ปากใบปรากฏอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นใบ ลักษณะภายในของแผ่นใบ พบว่า มีช่องอากาศมากเช่นเดียวกับกาบใบและก้านใบ แผ่นใบมีคิวติเคิลเคลือบทั้งด้านบนและด้านล่าง การเจริญของแผ่นใบเมื่อแทงพ้นจากลำต้นเทียมจะตั้งขึ้น (vertical) และเอนขนานกับพื้นดิน (horizontal) การตั้งหรือเอนขึ้นขึ้นอยู่กับจำนวนโครโมโซมของกล้วยด้วย กล้วยที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุด ขนาดของใบจะมีขนาดใหญ่ ใบมักเอนลงเนื่องจากมีน้ำหนักมาก และใบจะลดขนาดลงเมื่อเจริญถึงใบที่ 33 การเจริญหยุดลงเมื่อแทงช่อดอก (แทงปลี) การเกิดช่อดอกนั้น ออกที่ส่วนปลายยอดตำแหน่งเดียวกับใบ เรียกว่า ตาดอก (flower bud) ดอกออกเป็นช่อ (inflorescence) เมื่อช่อดอกโผล่ขึ้นหรือที่เรียกว่าแทงปลีได้ 12 วัน ใบประดับหรือกาบปลี (bract) มีสีสด ก้านช่อดอก (stalk) จะยืดยาวใช้เวลา 12 วัน ดอกที่อยู่ล่างสุดเป็นช่อดอกตัว

เม็ย ส่วนตอนบนเป็นดอกตัวผู้ เรียกว่า ปลี (male bud) กาบปลีที่อยู่ระหว่างดอกจะตั้งขึ้นก่อนที่ดอกจะติดผลเพียงเล็กน้อย บางชนิดมีการม้วนงอขึ้นจากปลาย บางชนิดไม่มีการม้วนงอ การที่กาบปลีตั้งขึ้นก็เพื่อให้ดอกตัวผู้ชูขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับการผสมเกสร การติดผลขึ้นอยู่กับจำนวนของกลุ่มดอกที่อยู่โคนหรือด้านล่างของช่อดอก ปกติมีการติดผล เรียกว่า เครือ (bunch) หนึ่งเครือมี 5-15 หวี (hand) หวีสุดท้ายมีขนาดเล็กมากมี 2-3 ผล ผลชนิดนี้เกิดจากดอกกะเทยซึ่งอยู่ระหว่างดอกตัวเมียและดอกตัวผู้ หวีสุดท้ายชนิดนี้ เรียกว่า หวีตีนเต่า (false hand) การพัฒนาและการเจริญของผล ผลกล้วย (finger) มีรูปร่างกลมยาว ทรงกระบอก มีความยาวตั้งแต่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตรจนกระทั่งยาวกว่า 30 เซนติเมตร ผลมีรูปร่างตรง โค้ง บางชนิดโค้งเป็นตัว S เมื่อตัดตามขวางของผลกล้วยที่บิรูรณ์ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) พบว่า บางพันธุ์กลม บางพันธุ์มีเหลี่ยมเห็นเป็นมุมซึ่งมากน้อยแล้วแต่ชนิดพันธุ์ ปลายผลก็มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ บางพันธุ์มีจุดสั้นๆ บางพันธุ์จุกยาวและแหลม บางพันธุ์จุกเหมือนคอคขวด บางพันธุ์ไม่มีจุกและหัวมน ที่จุกหรือปลายผลนี้ บางพันธุ์มีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่ บางพันธุ์ไม่มี (เบญจมาศ, 2558)

### สารพฤษเคมีกลุ่มแทนนิน

แทนนิน เป็นสารประกอบฟีนอลที่พืชสร้างขึ้นตามธรรมชาติ มีรสฝาด เผื่อน หรือขม สามารถละลายน้ำได้ มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นจำนวนมาก มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน น้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 500-5,000 ดาลตัน มีสถานะเป็นกรดอ่อน โดยทั่วไปแทนนินแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) ประกอบด้วย แกลโลแทนนิน (gallotannins) อีลาจิทแทนนิน (ellagitannins) (Mueller-Harvey, 2001) และคอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) หรือโปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidins, PAs) เป็นพอลิเมอร์ของฟลาโวนอล สามารถเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับโปรตีน (Hagerman et al., 1998; Harbone, 1998; Naczka et al., 1996) หรือโมเลกุลอื่นๆ (พอลิแซคคาไรด์ หรือ ไอออนโลหะ) ได้ (Mueller-Harvey and McAllan, 1992) การศึกษาคอนเดนส์แทนนินทำได้ยาก เนื่องจากมีโครงสร้างซับซ้อน และเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย ตัวทำละลายที่นิยมใช้สกัด คือ อะซีโตน หรือ เมธานอล (Waterman and Mole, 1994; Mueller-Harvey, 2001)

แทนนินพบได้ทั่วไปในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เปลือก แก่นไม้ ผล ใบ ดอก เมล็ด และราก เป็นต้น (Handa and Kapoor, 2003) มีรายงานว่า พบคอนเดนส์แทนนินในสิ่งเหลือทิ้งจากการเกษตรหลายชนิด ได้แก่ เปลือกส้ม และเปลือกมะนาว (0.1% DM) เปลือกถั่วลิสง (2.9% DM) ผิวเปลือกผลองุ่น (11.3% DM) ชาเขียว ชาอู่หลง (2.1% DM) และ เปลือกกล้วย (4.9% DM) (Kondo et al., 2016) พืชที่น่าสนใจที่จะใช้เป็นแหล่งแทนนินและปลูกมากในทุกภาคของประเทศไทย คือ กล้วย ซึ่งจัดเป็นพืชที่มีลำต้นเทียม ไม่มีเนื้อไม้ (herbaceous stem) เจริญเติบโตรวดเร็ว มีความสูงประมาณ 3 ถึง 5 เมตรขึ้นกับสายพันธุ์ กล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางยาแต่สมัยโบราณ (Amit and Shailandra, 2006) ส่วนประกอบที่สำคัญในกล้วย มีดังนี้ ลำต้นกล้วย มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบทางเคมีของลำต้นกล้วย ประกอบด้วย อัลคาลอยด์ (8.16%) ฟลาโวนอยด์ (4.02%) ซาโปนิน (3.5%) แทนนิน (9.13%) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้คุณสมบัติด้านจุลินทรีย์ (Onyema et al., 2016) นอกจากนี้ลำต้นกล้วยยังประกอบด้วย เซลลูโลส โฮโลเซลลูโลส (holocellulose) ลิกนิน เถ้า และสารอื่นๆ เป็นต้น (Li et al., 2010) ใบกล้วย เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล (Girish and Satish, 2008) ปลีกกล้วย นำมาปรุงอาหารสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวาน ลดน้ำตาลในเลือด หรือ กระตุ้นน้ำนมในหญิงมีครรภ์ อยางกล้วย (astringent plant sap) ใช้แก้ไข้ ลมชัก อาการตกเลือด ท้องร่วง รีดสีดวงทวาร หรือ แผลงักัด เป็นต้น

เครื่องล้าวย ประกอบด้วย โปรตีนหยาบ ไฟเบอร์ ไขมัน และมีแทนนินสูง จึงนิยมนำมาหมักเป็นอาหารสัตว์ (silage) (Al et al., 2015) ผลกล้าวย ทั้งในส่วนเปลือกและเนื้อกล้าวย ประกอบด้วย วิตามินซี วิตามินบี1 บี2 บี6-คาร์โบทีน ฟลาโวนอยด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อกล้าวย พบสารประกอบฟีนอลรวม และแทนนิน ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (Macheix et al., 1990; Nicholson and Hammerschmidt, 1992; Someya et al., 2002) พบคุณสมบัติต้านเชื้อรา (antifungal) และเป็นยาปฏิชีวนะต้านจุลชีพ (antibiotic) ในเปลือกและเนื้อกล้าวยสูง (Brooks, 2008) นอกจากนี้ยังพบสารโดปามีน และเซโรโทนินอีกด้วย (Anhwang et al., 2009) ส่วนประกอบในผลกล้าวย 1 ผล แบ่งเป็นส่วนของเปลือกประมาณ 40% ของน้ำหนักสด ซึ่งเป็นส่วนที่บริโภคไม่ได้กลายเป็นส่วนที่เหลือทิ้ง มีรายงานวิจัยว่าเปลือกกล้าวยเป็นแหล่งของใยอาหาร (dietary fiber) สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน คาร์โบทีนอยด์ โปรตีน กรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว โพลีแซตเทอริค แคลเซียม ธาตุเหล็ก และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ (Rodriguez de Sotillo et al., 1994; Larrauri et al., 1999; Wolfe et al., 2003; Emaga et al., 2007; Nagarajiah and Prakash, 2011) ราก ใช้สำหรับผู้ที่มีการย่อยอาหารผิดปกติ โรคบิด เมล็ดกล้าวย ใช้ประโยชน์จากเมือกของเมล็ด (seed mucilage) โดยใช้รักษาอาการท้องร่วงในประเทศอินเดีย (Bhat et al., 2010)

### คุณสมบัติสำคัญของแทนนิน

คุณสมบัติของแทนนิน มีสรรพคุณขับไล่ศัตรูพืช (Schmutterer, 1990) ยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Blaney et al., 1990) ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดกลิ่นผิดปกติ ตลอดจนออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อปรสิต และยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Butter et al., 2001; Max et al., 2002) ส่วนในพืชอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีรายงานว่าปริมาณแทนนินระดับต่ำถึงปานกลาง (20-40 g/kg DM) สามารถป้องกันการเกิดท้องอืด (bloat) เพิ่มการไหลผ่านของ non-ammonia nitrogen และกรดอะมิโนที่สำคัญ ตลอดจนเพิ่มจุลินทรีย์โปรตีนที่ไหลผ่านมายังตำแหน่งของลำไส้เล็กได้มากขึ้น อีกทั้งแทนนินยังสามารถช่วยป้องกันโปรตีนถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก (undegraded dietary protein, UDP) ทำให้เกิดการ bypass protein (escape protein) ในกระเพาะหมักและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กได้ ส่วนโทษของแทนนินมีรายงานว่าไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) จากเปลือกโอ๊คทำให้เกิดความเป็นพิษต่อโคหากได้รับในปริมาณสูง จึงนิยมเลือกใช้คอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannins) ที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ มากกว่าไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน (Niezen et al., 1995)

คุณสมบัติสำคัญของคอนเดนซ์แทนนินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จากรายงานวิจัยของ Jones et al. (1994) ซึ่งพบว่า แทนนินมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่งความเป็นพิษของแทนนินต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแทนนินที่สัตว์ได้รับ และพบว่า ไฮโดรไลเซเบิลแทนนินมีพิษต่อจุลินทรีย์น้อยกว่าคอนเดนซ์แทนนิน โดย Reed (1995) ได้จำแนกกลไกการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ไว้ 3 วิธีด้วยกัน คือ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จุลินทรีย์ เนื่องจากเอนไซม์เป็นสารประกอบโปรตีน และแทนนินมีคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนได้ ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าทำงานได้ โดยพบว่าโปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidins) สามารถจับกับเอนไซม์ protease ของ *Streptococcus bovis* และ *Butyrivibrio fibrisolvens* ส่วนผลของแทนนินต่อเมแทบอลิซึมของโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น แทนนินสามารถยับยั้งการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมักโดยจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถตกตะกอนกับโปรตีนได้ ทำให้จุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายโปรตีนได้น้อยลง ดังนั้นโปรตีนในอาหารก็สามารถผ่านไปสู่กระเพาะจริง

และลำไส้เล็ก สัตว์สามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ (Reed, 1995) สอดคล้องกับ Niezen et al. (1995) พบว่า แตนินสามารถช่วยป้องกันโปรตีนถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กได้ โดย Frutos et al. (2004) และ Santos et al. (2000) ได้ศึกษาผลการเสริมไฮโดรไลเซเปิลแทนนินต่อประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีน (effective degradability of crude proteins : EDCP) ในกระเพาะหมัก (*In situ*) พบว่ากลุ่มที่เสริมไฮโดรไลเซเปิลแทนนินมีค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนลดลง ซึ่งหมายความว่า โปรตีนจากอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปถูกย่อยสลายที่กระเพาะหมักได้น้อยลง ทำให้โปรตีนจากอาหารที่สามารถผ่านไปยังกระเพาะส่วนล่างได้มากขึ้น อาจเป็นเพราะผลของสารประกอบ protein-tannins ที่เกิดขึ้นในพืชอาหารสัตว์ โดยสารประกอบดังกล่าวเกิดจาก H-bonding ระหว่างแทนนินกับคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เป็นกลาง ซึ่งสารประกอบ protein-tannins จะไม่ย่อยสลายและคงสภาพได้ทนทานที่ความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 3.5-7 แต่จะไม่สามารถคงสภาพได้และจะปลดปล่อยโปรตีนให้หลุดออกที่สภาพค่าความเป็นกรด-ด่าง <3.0 และ >8.0 (Jones and Mangan, 1977) แต่มีการทดลองของ Poncet and Remond (2002) ที่พบว่ากลุ่มที่เสริมและไม่เสริมไฮโดรไลเซเปิลแทนนินไม่มีความแตกต่างเนื่องจากระดับกรดแทนนิก (tannic acid) ที่ใช้ในการทดลองอาจต่ำเกินไป (3 เปอร์เซ็นต์) จึงไม่มีผลกระทบต่อ การย่อยสลายโปรตีน

กลไกการออกฤทธิ์ของแทนนินในระบบการย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นสรุปพอสังเขปได้ดังนี้ โปรตีนจากอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก โดยเอนไซม์ urease ระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสม (optimum pH) กับการเข้าย่อยสลายโปรตีนจะอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 โดยโปรตีนจะถูกไฮโดรไลซ์ให้เป็นสารประกอบอย่างง่าย (simple compounds) เช่น แอมโมเนีย, VFA, CO<sub>2</sub> สารประกอบเหล่านี้ ที่ได้จาก NPN และ free amino acids จะถูกใช้ประโยชน์โดยจุลินทรีย์เพื่อการเจริญเติบโต การย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมักมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียในกระเพาะหมักจะเข้าย่อยสลายโปรตีนโดยผลิต extracellular enzymes ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมกับการเข้าย่อยสลายโปรตีนอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 โปรตีนจะถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกใช้ประโยชน์โดยตรงโดยจุลินทรีย์ จากนั้นจะผลิตแอมโมเนียและกรดอินทรีย์ด้วยกระบวนการ deamination ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนจากจุลินทรีย์จะถูกสังเคราะห์จากแอมโมเนีย และ 20 เปอร์เซ็นต์จะสังเคราะห์จากกรดอะมิโนโดยตรง ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของ dietary protein จะถูกย่อยในกระเพาะหมักได้กรดอะมิโนและแอมโมเนีย อย่างไรก็ตามความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการแตกตัวของโปรตีน (Handerick and Martin, 1963) และขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรรมชาติของ dietary protein นั้นๆ ด้วย และโปรตีนที่ผ่านเข้าสู่กระเพาะจริง จึงจะประกอบด้วยส่วนผสมระหว่างโปรตีนจากเซลล์จุลินทรีย์ และโปรตีนจากอาหารซึ่งไม่ถูกย่อยในสลายในกระเพาะหมัก โปรตีนเหล่านี้จะถูกย่อยต่อด้วย proteolytic enzymes ได้เป็นกรดอะมิโนแล้วดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าสู่กระแสเลือด ส่วนโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยจะผ่านไปยัง caecum ซึ่งจะมีการหมักต่อเช่นเดียวกับในกระเพาะหมักได้แอมโมเนียแล้วซึมผ่านผนัง caecum ส่วนของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อย (microbial and feed protein) จะถูกขับถ่ายออกทางอุจจาระ

ผลของแทนนินต่อการขับไข่อพยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะเนื้อ เมื่อแทนนินสามารถเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein) ที่ไหลผ่านมายังลำไส้เล็กในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้สูงขึ้น (Makkar et al. 1995a) แทนนินจะมีกลไกทำให้พืชโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ทำให้โปรตีนในอาหารผ่านสู่กระเพาะจริงได้มากขึ้น เพิ่มการดูดซึมกรดอะมิโนที่สำคัญในลำไส้เล็ก และตัวสัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ จึงช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในสัตว์ได้ (Min et al. 2003) และยังมีผลโดยตรงต่อตัวอ่อนของพยาธิ โดยเมื่อสาร tannin-protein complex เดินทางเข้าสู่ลำไส้เล็กจะส่งผลให้ค่าพีเอชภายในลำไส้เล็กสูงขึ้น ทำให้ตัวอ่อนของ

พยาธิไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หากใช้แทนนินในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดีโดยไม่ต้องใช้สารเคมี จึงเป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Min and Hart, 2003)

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

*ด้านวิชาการ* ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารระดับชาติหรือนานาชาติ หรือ นำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติ และ บูรณาการงานบริการทางวิชาการแก่สังคมกับการเรียนการสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

*ด้านเศรษฐกิจ* ลดการใช้จ่ายปุ๋ยชื้อใช้ในการลดปริมาณไขพยาธิ ซึ่งเป็นประโยชน์ด้านกระบวนการผลิตสัตว์เศรษฐกิจให้พอเพียง ปลอดภัยและยั่งยืน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยคำนึงถึงต้นทุนการผลิตและสิ่งแวดล้อม

*ด้านสังคมและชุมชน* การจะใช้ประโยชน์จากงานวิจัยสู่ชุมชน โดยถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลงานวิจัยผ่านหน่วยบริการวิชาการแก่ชุมชน มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว และปศุสัตว์อำเภอวัฒนานคร ลงสู่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย (target users) ให้สามารถนำไปใช้ได้จริง และมีประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติ พร้อมสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ของจังหวัดสระแก้วและจังหวัดใกล้เคียงใช้อย่างแท้จริง



## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

#### 1. วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลและแทนนิน ในลำต้น ใบ และปลีกล้วย ที่มีจำนวนชุดโครโมโซม 2 ชุด (diploid) 3 ชุด (triploid) และ 4 ชุด (tetraploid)

##### 1.1 การเตรียมตัวอย่างกล้วยด้วยวิธีอบแห้ง

พันธุ์กล้วยที่ใช้ในการวิจัย ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้ที่แปลงรวบรวมพันธุ์กล้วย ฟาร์มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว นำส่วนของ ลำต้น ใบ และปลีกล้วย (ภาพที่ 2.1) มาทำให้แห้งโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อน (Memmert UF 750, Memmert GmbH, Germany) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นบดตัวอย่างให้ละเอียด แล้วร่อนตัวอย่างผ่านตระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเก็บรักษาตัวอย่างแห้งในถุงซิพชนิด LDPE ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาวิเคราะห์ทดสอบ

ตารางที่ 2.1 กล้วยที่ใช้ในการวิจัย ที่มีจำนวนชุดโครโมโซม 2 ชุด (diploid) 3 ชุด (triploid) และ 4 ชุด (tetraploid)

จำนวนชุดโครโมโซม	กลุ่ม	กลุ่มย่อย	พันธุ์ (Cultivars)
Diploid (2n)	AA		กล้วยน้ำไท (Kluai Nam Thai)
	BB		กล้วยตานี (Kluai Taa Nee)
Triploid (3n)	AAA	คาเวนดิช (Cavendish)	กล้วยหอมเขียวค่อม (Kluai Hom Khieo Korm; syn. Dwarf Cavendish)
	AAB		กล้วยสามเดือน (Kluai Sam Duan)
	ABB		กล้วยน้ำว้า (Kluai Namwa; syn. Pisang Awak)
	BBB		กล้วยหิน (Kluai Hin)
Tetraploid (4n)	ABBB		กล้วยเทพรส (Kluai Theparod)



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนของลำต้น ใบ และปลีกล้วยที่นำมาทำการวิจัย

## 1.2 วิธีสกัดตัวอย่าง

สกัดตัวอย่างกล้วย โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 10 กรัม นำมาสกัดด้วยอะซีโตน ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธี Soxhlet สกัดตัวอย่างประมาณ 6 รอบ หรือจนกระทั่งใสไม่มีสี เทรวมสารสกัดแล้วนำไประเหยแห้งด้วยเครื่อง Rotary evaporator (BUCHI, Rotavapor R-3, BUCHI Labortechnik AG, Switzerland) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวทำละลายระเหยออกจนหมด จากนั้นละลายตัวอย่างด้วย 70% เอทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ปิดเปิดเก็บสารสกัดส่วนใสใส่ในหลอดเก็บตัวอย่าง จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างสารสกัดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งวิเคราะห์ทดสอบ

## 1.3 การวิเคราะห์ ทดสอบสารประกอบฟีนอลและแทนนิน

### 1.3.1 สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965) รายละเอียดดังนี้ นำตัวอย่างสกัด ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเติม 7.5% (w/v)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ microplate reader ที่ความยาวคลื่น 765 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ Gallic acid และรายงานผลเป็นปริมาณ Gallic acid equivalent (mg GAE/ml sample)

### 1.3.2 ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน (Hydrolyze tannin content)

วิเคราะห์ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965) รายละเอียดดังนี้ นำตัวอย่างสกัด ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเติม 7.5% (w/v)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ microplate reader ที่ความยาวคลื่น 765 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ Gallotannin และรายงานผลเป็นปริมาณ Gallotannin equivalent (mg GE/ml sample)

### 1.3.3 ปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน (Condensed tannin content)

วิเคราะห์ปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน ด้วยวิธี HCl-vanillin method โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Singleton and Rossi (1965) รายละเอียด ดังนี้ นำตัวอย่างสกัด ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ 1% vanillin ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และสารละลาย 25%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ microplate reader ที่ความยาวคลื่น 500 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ Catechin และรายงานผลเป็นปริมาณ Catechin equivalent (mg CE/ml sample)

## 2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

คัดเลือกพันธุ์กล้วยและส่วนของต้นกล้วยที่มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูง จากการทดลองที่ 1 พบปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงในส่วนของใบกล้วยเทพรส จากนั้นจึงนำใบกล้วยเทพรสมาอบแห้งและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ใ้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณสัดส่วนที่จะเสริมในอาหารแพะเนื้อต่อไป รายละเอียดในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี มีดังนี้

2.1 สุ่มเก็บตัวอย่างใบกล้วยเทพรส มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้งสนิท

2.2 นำตัวอย่างใบกล้วยเทพรสในข้อ 2.1 มาทำการบดด้วยเครื่องบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร แล้วนำตัวอย่างที่ได้เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

2.3 นำตัวอย่างใบกล้วยเทพรสที่บดแล้วในข้อ 2.2 มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) (AOAC, 2010) (ตารางที่ 2.2) ซึ่งวิเคราะห์วัตถุแห้ง โดยเครื่อง Hot air oven ที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง, โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) (AOAC 18<sup>th</sup> ed., 2010, Method 984.13) โดยเครื่อง Kjeltac auto analyzer, ไขมัน (Ether extract) โดยเครื่อง Automatic Soxhlet extraction (AOAC 18<sup>th</sup> ed., 2010, Method 2003.05), เถ้า (Ash) โดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนเยื่อใยหยาบ (Crude fiber, CF) (AOAC 18<sup>th</sup> ed., 2010, Method 962.09) เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid insoluble ash, AIA (AOAC 18<sup>th</sup> ed., 2010, Method 942.05) และการวิเคราะห์เยื่อใยโดย Detergent analysis (Goering and VanSoest, 1970) ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) และ Acid detergent lignin (ADL) โดยเครื่อง Fibertec auto analyser

### 3. ศึกษาผลของการเสริมกล้วยพันธุ์ที่มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุดมาเสริมในอาหารชั้นแพะเนื้อ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน และคอนเดนซ์แทนนิน ในลำต้นเทียม ใบ และปลีกล้วย ที่มีชุดจีโนมแตกต่างกัน จำนวน 7 พันธุ์ พบว่าในใบกล้วยเทพรส มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุด จึงคัดเลือกส่วนใบของกล้วยเทพรสเสริมในอาหารชั้นแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนต่อสมรรถนะการผลิต และประสิทธิภาพในการขับไข่พยาธิตัวกลมในมูล รายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 สัตว์ทดลอง

แพะทดลองทุกตัวจะได้รับการตรวจนับไข่พยาธิด้วยวิธีการล้างจากทวารหนัก (per rectum) ก่อนเข้าการทดลอง ทำการตรวจหาไข่พยาธิในอุจจาระของแพะทุกตัวโดยวิธี McMaster egg counting technique (อาคม, 2541) จากนั้นเลือกแพะที่ตรวจพบว่ามีไข่พยาธิ Strongylid ในอุจจาระ อายุประมาณ 1-2 ปี จำนวน 16 ตัว แบ่งตามน้ำหนักแพะเป็น 2 กลุ่ม แพะรุ่นน้ำหนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัม และแพะเนื้อน้ำหนักเฉลี่ย 20 กิโลกรัม (แพะรุ่น 8 ตัวและแพะเนื้อ 8 ตัว) ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นและทำเครื่องหมาย ทำการสุมแพะเข้าคอกทดลองและให้อาหารทดลองเพื่อให้แพะปรับตัว และวัดปริมาณการกินเพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้ก่อนการทดลองจริงเป็นเวลา 14 วัน เพื่อให้สัตว์คุ้นเคยกับสภาพคอกทดลองและอาหารทดลอง การให้อาหารแพะจะให้อาหาร 2 ครั้ง คือเวลา 07.00 น. และ 15.00 น. แพะทุกตัวถูกลี้นโดยขังในคอกเดี่ยวขนาด 2x2 เมตร ในแต่ละคอกจะมีอ่างน้ำพลาสติกสำหรับใส่น้ำสะอาดและก้อนแร่ธาตุให้กินตลอดเวลา แพะทดลองทุกกลุ่มจะได้รับอาหารชั้นสำเร็จรูปชนิดอัดเม็ด 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และได้รับอาหารหยาดคุณภาพดี แบบ *ad libitum* โดยในแต่ละกลุ่มได้รับการทดแทนกล้วยกล้วยตากแห้งบดละเอียดในสัดส่วนที่แตกต่างกัน และในช่วงสุดท้ายของการทดลองแพะทุกตัวจะได้รับการถ่ายพยาธิทั้งภายนอกและภายในก่อนปล่อยคืนสู่ฟาร์ม โดยวางแผนการทดลองแบบ Random Complete Block Design (RCBD) จัดแบ่งแพะออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 4 ตัว Block อายุแพะ และสุมสิ่งทดลองทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16% โปรตีน (CP) ร่วมกับอาหารหยาด คือ อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ดร่วมกับฟางข้าวให้แบบเต็มที่ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด

กลุ่มที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับอาหารหยาด คือ อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ดร่วมกับฟางข้าวให้แบบเต็มที่ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin (IVM) (0.5 มล. ต่อน้ำหนักสัตว์ 25 กิโลกรัม) เข้าที่ได้ผิวหนังบริเวณคอ

กลุ่มที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับอาหารหยาด คือ อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ดร่วมกับฟางข้าวให้แบบเต็มที่ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน

กลุ่มที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับอาหารหยาด คือ อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ดร่วมกับฟางข้าวให้แบบเต็มที่ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน

### 3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ของระยะทดลองเป็นรายตัว เพื่อศึกษาอัตราเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) ของสัตว์ทดลอง บันทึกการให้อาหารหยาบและสวนที่เหลือในแต่ละวัน พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและอาหารที่เหลือในแต่ละทริตเมนต์ทุกๆ 2 สัปดาห์ ของการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ DM, CP ash, ตามวิธีการ AOAC (1990) CF และ NDF, ADF และ ADL ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) จากนั้นการสุ่มเก็บตัวอย่างมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่สุ่มเก็บมูลเพื่อตรวจไข่พยาธิโดยใช้วิธีการล้างผ่านทวารหนัก และ 2) ส่วนที่สุ่มเก็บมูลเพื่อทำการศึกษากาการย่อยได้และปริมาณการกินได้ทั้งหมดโดยใช้วิธีการเก็บมูลที่สัตว์ขับถ่ายออกมาภายนอกแล้ว ดังนี้

3.2.2 การเก็บตัวอย่างมูลเพื่อตรวจนับไข่พยาธิ ด้วยวิธีการล้างทวารหนักทำในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนเริ่มการทดลองเพื่อบันทึกค่า Egg per gram (EPG) ของไข่พยาธิกลุ่ม Strongylid ในมูลแพะ 1 กรัมก่อนการทดลอง โดยใช้มือโดยสวมถุงมืออย่างหนึ่งที่แห้งและสะอาดจนวัดบริเวณทวารหนักก่อนทำการป้ายสารหล่อลื่น (lubricant) และนวดคลึงให้บริเวณผิวสัมผัสของทวารหนักลื่น เพื่อง่ายต่อการใช้นิ้วมือประมาณ 2 นิ้วสอดเข้าไปล้วงอุจจาระได้ ทำการเปลี่ยนถุงมือทุกครั้งที่ทำกรล้างทวารหนักในแพะแต่ละตัว สำหรับการตรวจมูลแพะเพื่อ นับจำนวนไข่พยาธิ หลังจากให้อาหารทดลองแล้ว จะทำการตรวจค่า EPG ทุก 2 วันสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ก่อนให้อาหารเช้าครั้งเดียว

3.2.3 การศึกษาการย่อยได้ ในระหว่างการทดลอง สุ่มเก็บมูลในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (3 วันสุดท้ายของทุกๆ 1 เดือน จำนวน 2 ครั้ง) จากสัตว์ทดลองเป็นรายตัว โดยสุ่ม 1-2 ครั้งต่อวัน (ก่อนให้อาหารเช้า (06.00 น.) โดยทำการล้างเอามูลจากทวารหนักของสัตว์ทดลองโดยตรง หรืออาจสุ่มมูลจากมูลกองที่ใหม่ที่สุดหลายๆ กองรวมกัน (เมธา, 2533) โดยทำการสุ่มเก็บมูล 10 เปอร์เซ็นต์ ของมูลที่ขับถ่ายออกมาในแพะทดลองแต่ละตัว ทำการคลุกเคล้ามูลให้ผสมกัน (pool) แบ่งมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสุ่มมาร้อยละ 50 นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปคำนวณหาวัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 สุ่มมาร้อยละ 50 และนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ห่องค์ประกอบทางเคมีและนำไปคำนวณความสามารถในการย่อยได้ของอาหารนั้น ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975) โดยการใช้ตัวชี้บ่งภายใน (internal indicator) คือ เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) ปริมาณอาหารที่กินและขับออกมาจะต้องปรับให้เป็นอาหารแห้งเสียก่อน แล้วจึงนำมาเข้าสู่สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{Apparent digestibility (\%)} = \frac{100 \times \text{DMI or nutrient intake} - \text{DMI or nutrient in feces}}{\text{DMI or nutrient intake}}$$

### 3.3 การตรวจหาจำนวนไข่พยาธิในมูล

3.3.1 การศึกษาผลของสารคอนเดนซ์แทนนินต่อตัวอ่อนของพยาธิกลุ่ม strongylids ภายในหลอดทดลอง โดยใช้วิธี larva migration inhibition (LMI) (Wangland et al., 1992) เริ่มจากทำการเก็บไข่พยาธิจากตัวอย่างอุจจาระของแพะ ทุก 2 วันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ทดลองการทดลอง โดยนำมาทำการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนพยาธิ โดยวิธี Baermann technique (อาคม, 2541; เดชภาทร, 2547) และเก็บรักษาในสารละลาย normal saline เพื่อนำมาทดสอบผลของสารคอนเดนซ์แทนนิน ต่ออัตราการตายของพยาธิในหลอดทดลอง (*In vitro*) โดยตรวจสอบการเคลื่อนไหวของตัวอ่อนพยาธิในแต่ละกลุ่มการทดลอง และบันทึกจำนวนพยาธิที่ตายหรือไม่มีการเคลื่อนไหวในระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

3.3.2 นำมูลที่เก็บไปตรวจนับไข่พยาธิตัวกลมโดยวิธีลอยตัวแบบง่าย (Simple Floatation Technique) โดยนำอุจจาระ 1 กรัม (EPG) ผสมกับน้ำเกลืออิ่มตัว 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10-20 มิลลิลิตร ใน beaker คนให้เข้ากัน แล้วกรองโดยผ้ากรอง 2 ชั้น ใช้มือบีบเพื่อนำของเหลวที่ได้เทใส่หลอดทดลองจนเต็ม ปริมาตรพอดี แล้วนำ cover slip ปิด โดยให้ผิวของของเหลวสัมผัสกับผิวของ cover slip พอดี (อย่าให้มี ฟองอากาศ) ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ไข่ปรสิตลอยตัวและนำ cover slip มาวางบนแผ่นกระจกสไลด์ แล้ว ตรวจหาไข่ปรสิตด้วยกล้องจุลทรรศน์จากกำลังขยายต่ำไปสูง หลักการ คือ ทำให้ไข่พยาธิลอยตัวโดยใช้ สารละลายที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าไข่พยาธิ เช่น น้ำเกลืออิ่มตัว (saturated sodium chloride)

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

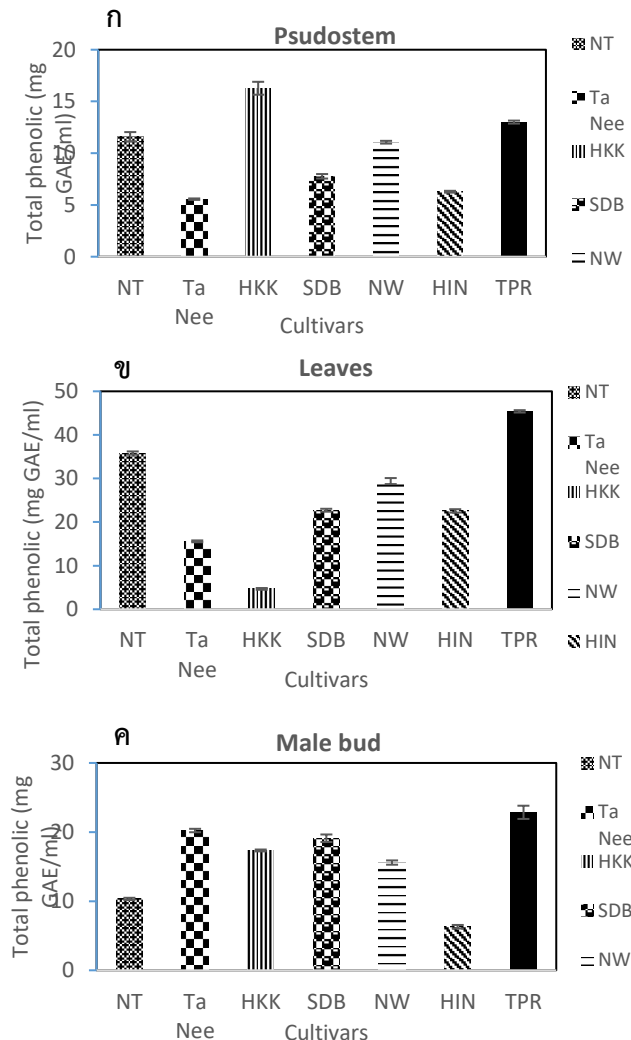
วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลที่ได้ หากผลมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple-range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2004) และ Least significant difference method (LSD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATISTIX8 (Statistix8, 2003)

## ผลการวิจัย

### ปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนิน ในลำต้น ใบ และปลีกล้วย

#### 1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

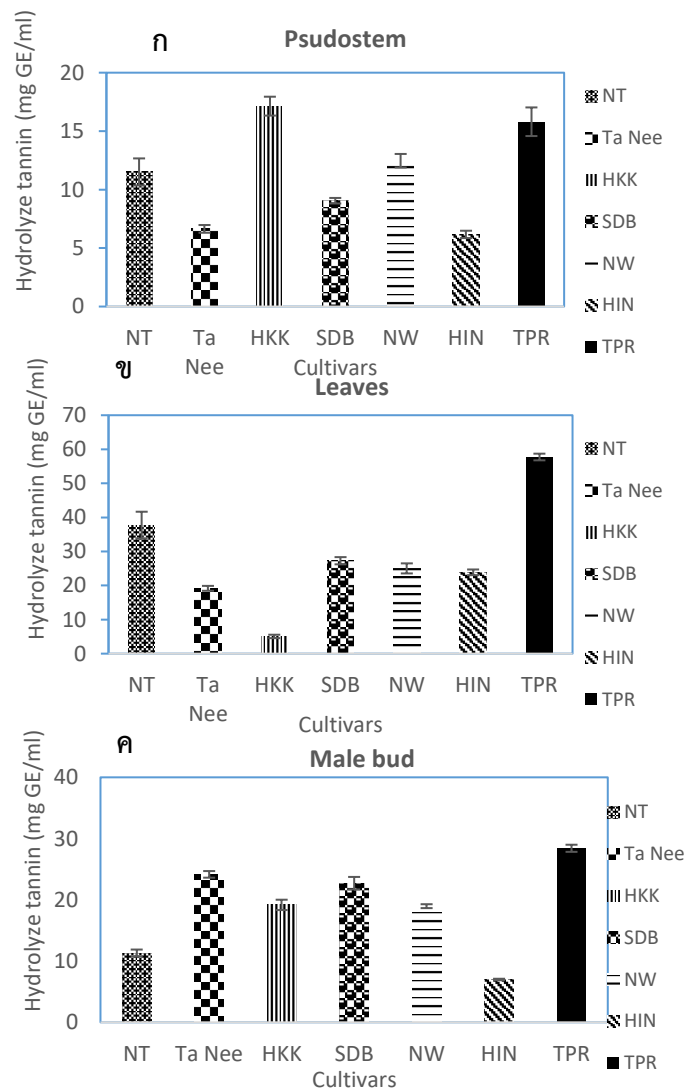
วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในลำต้น ใบ และปลีกล้วย กลุ่มจีโนม 2 ชุด (2n) จำนวน 2 พันธุ์ คือ กล้วยน้ำไท (AA group) และกล้วยตานี (BB group) กลุ่มจีโนม 3 ชุด (3n) จำนวน 4 พันธุ์ คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (AAA group) กล้วยสามเดือน (AAB group) กล้วยน้ำว้า (ABB group) และกล้วยหิน (BBB group) และกลุ่มจีโนม 4 ชุด (4n) จำนวน 1 พันธุ์ คือ กล้วยเทพรส (ABBB group) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด พบในส่วนของใบมากที่สุด มีปริมาณระหว่าง 4.67-45.40 มก. กรดแกลิก/มล. รองลงมา คือ ปลี (6.30-22.86 มก. กรดแกลิก/มล.) และลำต้น (5.56-16.27 มก. กรดแกลิก/มล.) ตามลำดับ กล้วยที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในใบสูงที่สุด คือ กล้วยเทพรส (45.40 มก. กรดแกลิก/มล.) รองลงมา คือ กล้วยน้ำไท (33.84 มก. กรดแกลิก/มล.) และน้ำว้า (29.41 มก. กรดแกลิก/มล.) ตามลำดับ (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 ปริมาณฟีนอลทั้งหมดในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วยน้ำไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว้า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)

## 2. ปริมาณไฮโดรไลซ์เซเบลแทนนิน

ปริมาณไฮโดรไลซ์เซเบลแทนนินสูงที่สุดในส่วนของใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามกลุ่มจีโนม พบว่ามีความผันแปรขึ้นอยู่กับส่วนของต้นกล้วย ซึ่งในส่วนของใบกล้วย มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินสูงที่สุดในกล้วยกลุ่มจีโนม 4 ชุด คือ กล้วยเทพรส 57.74 มก.แกลโลแทนนิน/มล. รองลงมาเป็นกลุ่มจีโนม 2 ชุด คือ กล้วยน้ำไท 37.70 มก.แกลโลแทนนิน/มล. และกลุ่มจีโนม 3 ชุด คือ กล้วยสามเดือน (27.28 มก.แกลโลแทนนิน/มล.) กล้วยน้ำว้า (25.03 มก.แกลโลแทนนิน/มล.) และกล้วยหิน (23.88 มก.แกลโลแทนนิน/มล.) ตามลำดับ ส่วนลำต้นเทียม มีปริมาณสูงที่สุดในกล้วยกลุ่มจีโนม 3 ชุด คือ กล้วยหอมเขียวค่อม 17.14 มก.แกลโลแทนนิน/มล. รองลงมา คือ กลุ่มจีโนม 4 ชุด (4ก) กล้วยเทพรส 15.80 มก.แกลโลแทนนิน/มล. และกลุ่มจีโนม 2 ชุด คือ กล้วยน้ำไท 11.51 มก.แกลโลแทนนิน/มล. ตามลำดับ ในปลีกล้วย พบสูงที่สุดในกล้วยกลุ่มจีโนม 4 ชุด รองลงมา คือ กลุ่มจีโนม 3 ชุด และ 2 ชุด ตามลำดับ (ภาพที่ 2.3)

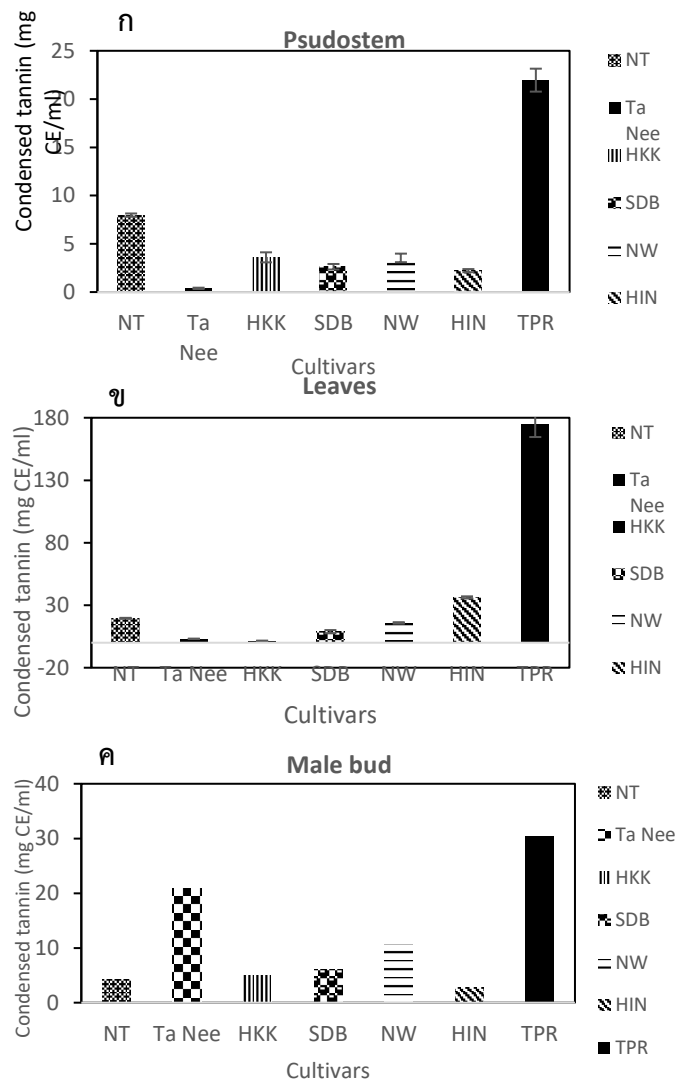


ภาพที่ 2.3 ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วยน้ำไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว้า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)



### 3. ปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณคอนเดนซ์แทนนินพบปริมาณที่สูงสุดในกล้วยเทพรส (174.6 มก.คาเทชิน/มล.) รองลงมา คือ กล้วยหิน (36.24 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยน้ำไท (19.62 มก.คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันส่วนของปลีกล้วย พบปริมาณสูงสุดในกล้วยเทพรส (30.48 มก.คาเทชิน/มล.) รองลงมา คือ กล้วยตานี (20.77 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยน้ำว้า (10.56 มก.คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ และสอดคล้องกับในลำต้นเทียมของกล้วยเทพรสมีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุด คือ 21.96 มก.คาเทชิน/มล. รองลงมา คือ กล้วยน้ำไท (7.98 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยหอมเขียวค่อม (3.60 มก.คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ (ภาพที่ 2.4) กล่าวโดยสรุป คือ พบปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุดในกล้วยเทพรส และพบปริมาณมากที่สุดในใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ



ภาพที่ 2.4 ปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในลำต้น (ก) ใบ (ข) และปลีกล้วย (ค) ในพันธุ์กล้วยน้ำไท (NT) ตานี (Ta Nee) หอมเขียวค่อม (HKK) สามเดือน (SDB) น้ำว้า (NW) หิน (HIN) และ เทพรส (TPR)

### องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยเพชร

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ไฮโดรไลซ์เซibelแทนนิน และคอนเดนซ์แทนนิน ที่พบสูงที่สุดในกล้วยเพชร จึงได้นำส่วนต่างๆ ของกล้วยเพชร ได้แก่ ลำต้น ใบ ก้านใบและปลี มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี มีปริมาณน้ำในลำต้น ปลี และใบ เท่ากับ 92.74 90.77 และ 75.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนหยาบ พบสูงสุดในปลี (12.44 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) กับใบ (11.25 เปอร์เซ็นต์) ก้านใบ (3.28 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และลำต้น (2.50 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ เยื่อใยหยาบในลำต้น และใบ มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 27 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) กับปลี ซึ่งมีค่าเพียง 15.31 เปอร์เซ็นต์ ตรงข้ามกับกับปริมาณเถ้า พบสูงสุดในปลี (11.80 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ ใบ (6.29 เปอร์เซ็นต์) และลำต้น (5.39 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 0.04-1.75 เปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 44.45-57.69 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 29.56-33.03 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน (ADL) มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 3.02-10.81เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวมในส่วนของใบ มีมากที่สุด คือ 4786.19 (แคลอรี/กรัม) รองลงมา คือ ปลี เท่ากับ 4019.84 (แคลอรี/กรัม) และลำต้น เท่ากับ 3578.45 (แคลอรี/กรัม) ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของลำต้น ใบ ก้านใบ และปลีของกล้วยเพชร

องค์ประกอบทางเคมี	ลำต้น	ใบ	ปลี	LSD.	CV.
Moisture (%) <sup>1/</sup>	92.74 <sup>a</sup> ±0.5	75.12 <sup>c</sup> ±0.66	90.77 <sup>b</sup> ±0.17	1.01	0.59
CP (%)	2.50 <sup>c</sup> ±0.09	11.25 <sup>b</sup> ±0.09	12.44 <sup>a</sup> ±0.08	0.17	1.01
CF (%)	27.58 <sup>a</sup> ±0.14	27.26 <sup>a</sup> ±0.23	15.31 <sup>b</sup> ±0.11	0.34	0.74
Ahs (%)	5.39 <sup>c</sup> ±0.08	6.29 <sup>b</sup> ±0.03	11.80 <sup>a</sup> ±0.08	0.14	0.91
AIA (%)	0.63 <sup>b</sup> ±0.07	1.75 <sup>a</sup> ±0.01	0.04 <sup>c</sup> ±0.01	0.09	5.27
NDF (%)	57.69 <sup>a</sup> ±0.18	53.46 <sup>b</sup> ±0.12	44.45 <sup>c</sup> ±0.12	0.29	0.28
ADF (%)	33.03 <sup>a</sup> ±0.01	29.56 <sup>c</sup> ±0.01	30.87 <sup>b</sup> ±0.03	0.04	0.06
ADL (%)	3.02 <sup>c</sup> ±0.06	6.29 <sup>b</sup> ±0.04	10.81 <sup>a</sup> ±0.13	0.18	1.30
Energy (calorie/g)	3578.45 <sup>c</sup> ±36.48	4786.19 <sup>a</sup> ±18.07	4019.84 <sup>b</sup> ±1.68	46.63	0.56

<sup>1/</sup> Row values followed by the same letter are not significantly different with ( $P=0.05$ )

หมายเหตุ: CP= Crude protein, EE= Ether extract, AIA= Acid insoluble ash, NDF=Neutral-detergent fiber, ADF = Acid-detergent fiber, ADL=Acid-detergent lignin และ Energy=พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.3 อาหารชั้นและอาหารหยาบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ อาหารชั้น 16% CP, ไบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดอัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ด และฟางข้าว พบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่เป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 96.56, 75.12, 94.55 และ 96.56 ตามลำดับ และโปรตีนหยาบเท่ากับ 16.06, 11.25, 17.27 และ 4.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมัน มีค่าเป็น 2.76, 5.43, 1.82 และ 1.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แอ้า มีค่าเป็น 9.29, 8.05, 12.54 และ 17.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แอ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) อาหารชั้น 16% CP, ไบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด มีค่าเป็น 0.48, 1.75 และฟางข้าวที่ 7.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใยหยาบ มีค่าเป็น 11.87, 33.04, 25.03 และ 41.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) มีค่าเป็น 35.18, 53.46, 28.11 และ 76.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) มีค่าเป็น 14.76, 29.56, 39.75 และ 52.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลิกนิน (ADL) มีค่าเป็น 3.35, 6.29, 3.97 และ 6.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานรวม มีค่าเป็น 3,814.32, 4,786.19, 2,750 และ 3,577.61 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ

อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16% CP (ซีพี 991-16) บริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหารแพะทดลอง ดังนี้ ปลาป่น, กากถั่วเหลืองหรือกากถั่วลิสง และหรือกากเมล็ดทานตะวัน, กากเรปซีด, กากมะพร้าว, ไบกระถินป่น, ข้าวโพดป่น, มันสำปะหลัง, รำข้าวสาลี และหรือรำละเอียดและหรือรำสกัดน้ำมัน, กากข้าวมอลต์ และหรือกากข้าวบาร์เลย์, กากน้ำตาล, น้ำมันพืช, ไคแคลเซียมฟอสเฟต, เกลือ, วิตามิน, แร่ธาตุและสารถนอมคุณภาพอาหาร (ที่ไม่ระบุ) ระบุคุณภาพอาหารสัตว์ทางเคมาตามฉลากดังนี้ โปรตีน ไม่น้อยกว่า 16%, ไขมัน ไม่น้อยกว่า 2.5%, กากไม่น้อยกว่า 10% และความชื้นไม่มากกว่า 13% สอดคล้องและเป็นไปตามผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ได้จริงจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน (ดังตารางที่ 2.3)

**ตารางที่ 2.3** องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ (Mean  $\pm$  SD)

องค์ประกอบทางเคมี	อาหารชั้น	ไบกล้วยเทพรส	อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ด	ฟางข้าว
DM (%)	96.56 $\pm$ 0.16	75.12 $\pm$ 0.66	94.55 $\pm$ 0.08	96.56 $\pm$ 0.16
CP (%)	16.06 $\pm$ 0.12	11.25 $\pm$ 0.09	17.27 $\pm$ 0.12	4.32 $\pm$ 0.09
EE (%)	2.76 $\pm$ 0.12	5.43 $\pm$ 0.10	1.82 $\pm$ 0.05	1.80 $\pm$ 0.02
Ash	9.29 $\pm$ 0.04	8.05 $\pm$ 0.12	12.54 $\pm$ 0.06	17.68 $\pm$ 0.54
AIA	0.48 $\pm$ 0.02	1.75 $\pm$ 0.01	5.43 $\pm$ 0.07	7.62 $\pm$ 0.10
CF (%)	11.87 $\pm$ 0.18	33.04 $\pm$ 0.33	25.03 $\pm$ 0.09	41.55 $\pm$ 0.11
NDF (%)	35.18 $\pm$ 0.04	53.46 $\pm$ 0.12	28.11 $\pm$ 0.11	76.53 $\pm$ 0.14
ADF (%)	14.76 $\pm$ 0.05	29.56 $\pm$ 0.01	39.75 $\pm$ 0.03	52.65 $\pm$ 0.04
ADL (%)	3.35 $\pm$ 0.01	6.29 $\pm$ 0.04	3.97 $\pm$ 0.02	6.55 $\pm$ 0.04
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)	3,814.32 $\pm$ 11.13	4,786.19 $\pm$ 12.07	2,750 $\pm$ 11.09	3,577.61 $\pm$ 11.73
CT (mg CE/ml)	-	174.6 $\pm$ 10.04	3.28 $\pm$ 0.11	-

**หมายเหตุ:** DM= Dry matter, CP= Crude protein, EE= Ether extract, AIA= Acid insoluble ash, NDF=Neutral-detergent fiber, ADF = Acid-detergent fiber, ADL=Acid-detergent lignin และ CT = Condensed tannins (หน่วย mg catechin equivalent /ml sample)

## ปริมาณการกินได้ของแพะ

### 1. ปริมาณการกินได้ของอาหารชั้น

เมื่อคิดเป็นปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) และต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ( $g/kgBW^{0.75}$ ) ของอาหารชั้น พบว่า การกินได้ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรส ที่ระดับ 0, 0 + ได้รับการฉีด IVM, 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน (ค่าเฉลี่ยจากทุกกลุ่มมีค่าเท่ากับ 1.09 %BW/d และ 22.07  $g/kgBW^{0.75}/d$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2.4

### 2. ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบรวม

จากตารางที่ 2.4 พบว่า ปริมาณการกินได้วัตถุดิบแห้งต่อวัน (dry matter intake (DMI); g/d) ในกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin และกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้วัตถุดิบแห้งเป็น 1,136, 1,083.5, 1,156.1 และ 1,104.9 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และแนวโน้มการกินได้วัตถุดิบแห้งลดลงเมื่อแพะได้รับการฉีดยา Ivermectin ดังตารางที่ 2.4 ขณะที่แนวโน้มการกินได้วัตถุดิบแห้งของกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสลดลงเล็กน้อยตามปริมาณการเสริมใบกล้วยเทพรสที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน หากศึกษาปริมาณการกินได้วัตถุดิบแห้งต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) และต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ( $g/kgBW^{0.75}$ ) พบว่า การกินได้ของฟางข้าวทั้งสองแบบของกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) จะพบความแตกต่างกันเพียง ปริมาณการกินได้วัตถุดิบแห้งต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ( $g/kgBW^{0.75}$ ) พบว่า การกินได้ของอัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดของกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณมากกว่า 80 กรัมต่อตัวต่อวัน (ค่าเฉลี่ยจากทุกกลุ่มมีค่าเท่ากับ 2.71 %BW/d และ 55.08  $g/kgBW^{0.75}/d$  ตามลำดับ)

### 3. ปริมาณการกินได้รวมทั้งหมด

ดังแสดงในตารางที่ 2.4 พบว่า ปริมาณการกินได้รวมทั้งหมดวัตถุดิบแห้งต่อวัน ในกลุ่มที่เสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin แต่กลุ่มที่ได้รับเสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้รวมทั้งหมดวัตถุดิบแห้ง เป็น 1,320.8 1,267.9 1,378.4 และ 1,365.6 กรัมวัตถุดิบแห้งต่อวัน ตามลำดับ และแนวโน้มการกินได้รวมทั้งหมดของวัตถุดิบแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเสริมเสริมใบกล้วยเทพรสที่เพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาปริมาณการกินได้รวมทั้งหมดของวัตถุดิบแห้งต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ( $g/kgBW^{0.75}$ ) พบว่า การกินได้ของกลุ่มที่ได้รับเสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (ค่าเฉลี่ยจากทุกกลุ่มมีค่าเท่ากับ 6.70 %BW/d และ 133.10  $g/kgBW^{0.75}/d$  ตามลำดับ)

ในการทดลองครั้งนี้ การเสริมไบโกลัยเทพรสในอาหารทดลองทั้งสองระดับต่างไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน โดยพบว่ามีค่าการกินได้รวมทั้งหมดต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน (g/kgBW<sup>0.75</sup>) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณการกินได้ของแพะเนื้อที่ได้รับอาหารชั้น และอาหารหยาบ

	ระดับการเสริมไบโกลัยเทพรส				SEM	P value
	0% <sup>1</sup>	0%+IV <sup>2</sup>	40 กรัม/ ตัว/วัน <sup>3</sup>	80 กรัม/ ตัว/วัน <sup>4</sup>		
<b>จำนวนสัตว์</b>	4	4	4	4		
<b>ปริมาณการกินได้อาหารชั้น</b>						
กรัม	184.0	184.0	184.0	184.0	-	-
%BW	1.11 <sup>ab</sup>	1.07 <sup>c</sup>	1.04 <sup>c</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.03	0.07
g/kgBW <sup>0.75</sup>	22.22 <sup>b</sup>	21.75 <sup>c</sup>	21.35 <sup>d</sup>	22.96 <sup>a</sup>	0.24	0.12
<b>ปริมาณการกินได้กล้วย</b>						
กรัม	0	0	38.3	76.7	-	-
%BW	0	0	0.22	0.48	-	-
g/kgBW <sup>0.75</sup>	0	0	1.16	2.28	-	-
<b>ปริมาณการกินได้อาหารหยาบ<sup>5</sup></b>						
กรัม	804.5 <sup>c</sup>	809.2 <sup>c</sup>	926.1 <sup>a</sup>	827.3 <sup>b</sup>	5.08	2.26
%BW	4.84 <sup>c</sup>	4.62 <sup>d</sup>	5.24 <sup>a</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	0.06	0.01
g/kgBW <sup>0.75</sup>	97.08 <sup>c</sup>	93.93 <sup>d</sup>	107.33 <sup>a</sup>	104.50 <sup>b</sup>	0.94	0.03
<b>ปริมาณการกินได้อาหารหยาบ<sup>6</sup></b>						
กรัม	332.3 <sup>a</sup>	274.7 <sup>b</sup>	230.0 <sup>c</sup>	277.6 <sup>b</sup>	5.37	0.36
%BW	0.80 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.30 <sup>c</sup>	0.30 <sup>c</sup>	0.03	0.03
g/kgBW <sup>0.75</sup>	17.07 <sup>a</sup>	10.70 <sup>b</sup>	5.60 <sup>c</sup>	4.48 <sup>c</sup>	0.60	0.05
<b>ปริมาณการกินได้รวม</b>						
กรัม	1320.8 <sup>c</sup>	1267.9 <sup>d</sup>	1378.4 <sup>a</sup>	1365.6 <sup>ab</sup>	7.15	0.74
%BW	6.75 <sup>b</sup>	6.2 <sup>c</sup>	6.8 <sup>b</sup>	7.03 <sup>a</sup>	0.11	0.02
g/kgBW <sup>0.75</sup>	136.37 <sup>a</sup>	126.38 <sup>c</sup>	135.44 <sup>ab</sup>	134.22 <sup>ab</sup>	1.48	0.04

หมายเหตุ: <sup>a, b, c, d</sup> Means within a row with different superscripts are significantly different (P<0.05). SEM = Standard error of mean, IVM = Ivermectin, BW = Body weight, BW<sup>0.75</sup> = metabolic body weight

- 1/ กลุ่มการทดลองที่ 1 คืออาหารสูตรที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด
- 2/ กลุ่มการทดลองที่ 2 คืออาหารสูตรที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin
- 3/ กลุ่มการทดลองที่ 3 คืออาหารสูตรที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน
- 4/ กลุ่มการทดลองที่ 4 คืออาหารสูตรที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน
- 5/ อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ด
- 6/ ฟางข้าว

### อัตราการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง (กรัม/วัน) ของแพะเนื้อที่ได้รับจากอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร และให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวเป็นแหล่งของอาหารหยาด แสดงไว้ในตารางที่ 2.5 พบว่า น้ำหนักตัวของแพะเนื้อก่อนการทดลอง (14.3, 14.3, 14.5 และ 14.6 กิโลกรัม ตามลำดับ) มีค่าใกล้เคียงกัน น้ำหนักตัวหลังสิ้นสุดการทดลอง (21.6, 22.1, 21.4 และ 18.8 กิโลกรัม ตามลำดับ) และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง (123, 131, 115 และ 69 กรัม/วัน ตามลำดับ) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวแพะเนื้อที่ใช้ในการทดลอง ในเสริมใบกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยที่กลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 7.3, 7.8, 6.5 และ 4.2 กิโลกรัมต่อระยะเวลาการทดลอง 60 วัน ตามลำดับ โดยสรุปการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง เมื่อสัดส่วนการเสริมใบกล้วยเทพรสมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (final weight) มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2.5 แสดงน้ำหนักตัว และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง

Item	ระดับการเสริมไบกัลวียเทพรส				SEM	P value
	0% <sup>1</sup>	0%+IVM <sup>2</sup>	40 กรัม/ ตัว/วัน <sup>3</sup>	80 กรัม/ ตัว/วัน <sup>4</sup>		
ก่อนการทดลอง (กิโลกรัม)	14.3	14.3	14.5	14.6	0.3	0.73
หลังการทดลอง (กิโลกรัม)	21.6 <sup>b</sup>	22.1 <sup>ab</sup>	21.4 <sup>b</sup>	18.8 <sup>c</sup>	0.3	0.03
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	7.3 <sup>ab</sup>	7.8 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	0.3	0.04
น้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	123 <sup>ab</sup>	131 <sup>a</sup>	115 <sup>b</sup>	69 <sup>c</sup>	4.2	0.04

หมายเหตุ: <sup>a, b, c</sup> Means within a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean, IVM= Ivermectin

<sup>1</sup>/ กลุ่มการทดลองที่ 1 คืออาหารสูตรที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบกัลวียเทพรสแห่งบดละเอียด

<sup>2</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 2 คืออาหารสูตรที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบกัลวียเทพรสแห่งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin

<sup>3</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 3 คืออาหารสูตรที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบกัลวียเทพรสแห่งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน

<sup>4</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 4 คืออาหารสูตรที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบกัลวียเทพรสแห่งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน

### ความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร

จากการศึกษาโดยวิธีเก็บตัวอย่างทั้งหมด (total collection method) เพื่อศึกษาค่าความสามารถในการย่อยได้ของอาหารทดลองนั้น พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ ความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ (crude protein digestibility, DCP), NDFD (neutral detergent fiber digestibility) และ ADFD (acid detergent fiber digestibility) ของแพะที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin และกลุ่มที่เสริมไบกัลวียเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05) พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบและโปรตีนของกลุ่มที่เสริมไบกัลวียเทพรสที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 68.8 และ 77.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ NDFD และ ADFD กลุ่มที่เสริมไบกัลวียเทพรสที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน มีค่าสูงที่สุดแต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่เสริมไบกัลวียเทพรสที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน มีค่าเฉลี่ยจากทุกกลุ่มเท่ากับ 57.87 และ 45.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ

การย่อยได้ของโภชนะ	ระดับการเสริมไบโกลัยเทพรส				SEM	P value
	0% <sup>1</sup>	0%+IVM <sup>2</sup>	40 กรัม/ตัว/วัน <sup>3</sup>	80 กรัม/ตัว/วัน <sup>4</sup>		
DMD	67.5 <sup>b</sup>	62.3 <sup>d</sup>	68.8 <sup>a</sup>	65.9 <sup>c</sup>	0.25	0.03
OMD	62.9 <sup>c</sup>	72.5 <sup>a</sup>	66.1 <sup>b</sup>	67.4 <sup>b</sup>	0.50	0.02
CPD	76.9 <sup>ab</sup>	73.6 <sup>d</sup>	77.5 <sup>a</sup>	75.5 <sup>c</sup>	0.19	0.05
NDFD	57.2 <sup>c</sup>	56.2 <sup>d</sup>	58.9 <sup>ab</sup>	59.2 <sup>a</sup>	0.19	0.04
ADFD	45.3 <sup>c</sup>	44.9 <sup>c</sup>	46.6 <sup>ab</sup>	46.8 <sup>a</sup>	0.20	0.09

หมายเหตุ: <sup>a, b, c, d</sup> Means within a row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

SEM = Standard error of the mean, IVM= Ivermectin

<sup>1/</sup> กลุ่มการทดลองที่ 1 คืออาหารสูตรที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียด

<sup>2/</sup> กลุ่มการทดลองที่ 2 คืออาหารสูตรที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin

<sup>3/</sup> กลุ่มการทดลองที่ 3 คืออาหารสูตรที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน

<sup>4/</sup> กลุ่มการทดลองที่ 4 คืออาหารสูตรที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน

พบความแตกต่างของความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (DMD) อินทรีย์วัตถุ (OMD) โปรตีนหยาบ (CPD) และเยื่อใย (NDFD และ ADFD) ในทุกกลุ่มทดลอง ( $P < 0.05$ ) เนื่องจากสูตรอาหารทดลองในครั้งนี้ไม่ได้มีการปรับระดับโปรตีน (isoprotein) และระดับพลังงาน (isocaloric) ให้สัตว์ได้รับเท่ากัน จึงทำให้ระดับของอาหารชั้นและหยาบในการทดลองนี้มีระดับโปรตีนที่ต่างกันจากการเสริมไบโกลัยเทพรส และการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการย่อยได้โภชนะ เนื่องจากสัตว์จะอาศัยความสามารถในการย่อยจากจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก เข้าย่อยสลายอาหารที่ผ่านไป ในกระเพาะหมัก ซึ่งความสามารถในการย่อยอาหารได้ของจุลินทรีย์จะสัมพันธ์กับจำนวนจุลินทรีย์ในเชิงบวก

#### ค่าชีวเคมีในเลือด

ค่าชีวเคมีในกระแสเลือดที่ทำการวิเคราะห์ศึกษา คือ ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (Blood Urea Nitrogen; BUN) (ตารางที่ 2.7 และภาพที่ 2.5) ของแพะทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นยูเรียไนโตรเจนในเลือดหลังการให้อาหารช่วงที่ 0, 3 และ 6 เท่ากับ 20.3, 22.7 และ 19.5 มิลลิกรัม



เดซิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่า ความเข้มข้นยูเรียไนโตรเจนในเลือดในชั่วโมงเริ่มต้นของกลุ่มควบคุมสูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง จึงทำให้ความเข้มข้นยูเรียไนโตรเจนในเลือดหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 และ 6 ของกลุ่มควบคุมยังมีค่าอยู่ในระดับสูงอยู่ และมีแนวโน้มว่าความเข้มข้นยูเรียไนโตรเจนในเลือดหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 และ 6 ของกลุ่มที่มีการเสริมไบโกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน จะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของการเสริมไบโกล้วยเทพรส โดยทั่วไปแอมโมเนียไนโตรเจนจะเพิ่มสูงขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการย่อยอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยระดับยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดจากการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วง 17.50-24.00 มิลลิกรัมเดซิลิตร อย่างไรก็ตาม แพะกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบโกล้วยเทพรสที่ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นแต่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin ในชั่วโมงที่ 3 และลดต่ำลงแต่ยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin ในชั่วโมงที่ 6

**ตารางที่ 2.7** ค่า Blood Urea Nitrogen ของแพะเนื้อที่ได้รับการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหาร ณ เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร

BUN, mg/dl	ระดับการเสริมไบโกล้วยเทพรส				SEM	P value
	0% <sup>1</sup>	0%+IVM <sup>2</sup>	40 กรัม/ตัว/วัน <sup>3</sup>	80 กรัม/ตัว/วัน <sup>4</sup>		
ชั่วโมงที่ 0	21.1 <sup>a</sup>	19.6 <sup>bc</sup>	20.5 <sup>b</sup>	20.1 <sup>b</sup>	0.17	0.07
ชั่วโมงที่ 3	24.0 <sup>a</sup>	21.5 <sup>d</sup>	22.8 <sup>b</sup>	22.3 <sup>bc</sup>	0.17	0.04
ชั่วโมงที่ 6	19.5 <sup>c</sup>	17.5 <sup>d</sup>	19.8 <sup>bc</sup>	21.0 <sup>a</sup>	0.20	0.05

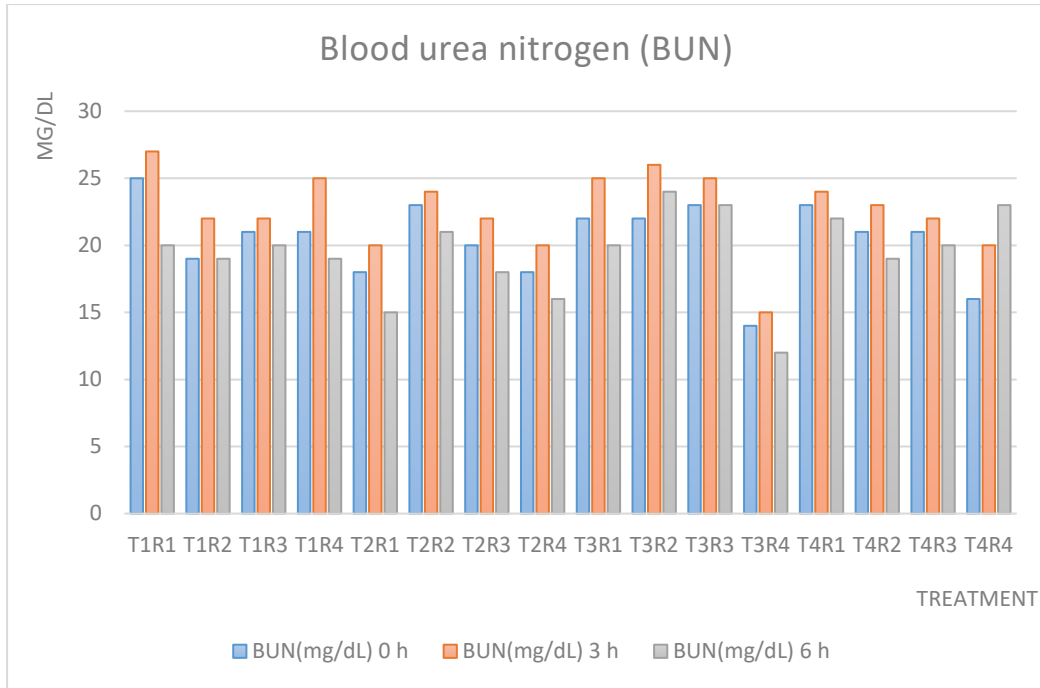
**หมายเหตุ:** <sup>a, b, c, d</sup> Means within a row with different superscripts are significantly different (P<0.05)  
SEM = Standard error of the mean, IVM= Ivermectin

<sup>1</sup>/ กลุ่มการทดลองที่ 1 คืออาหารสูตรที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด

<sup>2</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 2 คืออาหารสูตรที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin

<sup>3</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 3 คืออาหารสูตรที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน

<sup>4</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 4 คืออาหารสูตรที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน



ภาพที่ 2.5 ค่า Blood Urea Nitrogen ของแพะเนื้อ (รายตัว) ที่ได้รับการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหาร ณ เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร

หมายเหตุ: BUN= Blood urea nitrogen, T= Treatment, R= Replication, mg/dl= milligram per deciliter

### ประสิทธิผลของการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลมในมูล

ผลการศึกษาประสิทธิผลของการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลมในมูลแพะตลอดการทดลอง พบว่า ในช่วงหนึ่งสัปดาห์แรกของการนับไข่พยาธิด้วยค่า EPG (week-1 หรือเริ่มการทดลอง) ของแพะทุกกลุ่มมีปริมาณใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) หลังจากรเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ พบว่า แพะได้รับการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารมีจำนวนไข่พยาธิในมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ตามสัดส่วนของไบโกล้วยเทพรสที่บริโภคเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยไข่พยาธิในมูลที่ถูกเก็บตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองในแพะกลุ่มควบคุม เท่ากับ 3,432 EPG, กลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin, กลุ่มที่ได้รับกล้วยเทพรสระดับที่ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 2,172 EPG 2,084 EPG และ 2,269 EPG ตามลำดับ ขณะที่แพะกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin มีค่า EPG ลดลงและมีค่าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ( $P<0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 6, 7 และ 8 ทั้งนี้เริ่มพบประสิทธิภาพการลดจำนวนของไข่พยาธิตัวกลมในมูล 1 กรัม (EPG) หลังจากกินไบโกล้วยเทพรสเป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ (ตารางที่ 2.8 และแผนภาพที่ 2.6) และไม่พบผลที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Ivermectin แสดงว่า ประสิทธิภาพของกล้วยเทพรสที่มีผลขับไข่พยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะได้ดีใกล้เคียงกับการใช้ Ivermectin

ตารางที่ 2.8 ผลของการเสริมไบโกลัยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลมในมูลแพะตลอดการทดลอง

ระยะเวลา	0% <sup>1</sup>	0%+IVM <sup>2</sup>	40 กรัม/ตัว/วัน <sup>3</sup>	80 กรัม/ตัว/วัน <sup>4</sup>	SEM	P value
สัปดาห์ที่ 1	1,961 <sup>a</sup>	1,677 <sup>b</sup>	1,650 <sup>b</sup>	1,647 <sup>b</sup>	38	0.563
สัปดาห์ที่ 2	1,956 <sup>a</sup>	1,673 <sup>b</sup>	1,133 <sup>c</sup>	1,286 <sup>c</sup>	93	0.773
สัปดาห์ที่ 3	2,058 <sup>a</sup>	1,705 <sup>b</sup>	1,235 <sup>c</sup>	1,388 <sup>c</sup>	91	1.473
สัปดาห์ที่ 4	2,954 <sup>a</sup>	2,171 <sup>b</sup>	2,131 <sup>b</sup>	2,322 <sup>b</sup>	95	2.569
สัปดาห์ที่ 5	3,757 <sup>a</sup>	2,451 <sup>b</sup>	2,217 <sup>b</sup>	2,425 <sup>b</sup>	176	3.651
สัปดาห์ที่ 6	4,885 <sup>a</sup>	2,530 <sup>b</sup>	2,436 <sup>b</sup>	2,927 <sup>b</sup>	287	4.983
สัปดาห์ที่ 7	4,859 <sup>a</sup>	2,476 <sup>b</sup>	2,836 <sup>b</sup>	3,077 <sup>b</sup>	265	4.485
สัปดาห์ที่ 8	5,030 <sup>a</sup>	2,690 <sup>b</sup>	3,036 <sup>b</sup>	3,078 <sup>b</sup>	265	5.193

หมายเหตุ: <sup>a, b, c</sup> Means within a row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

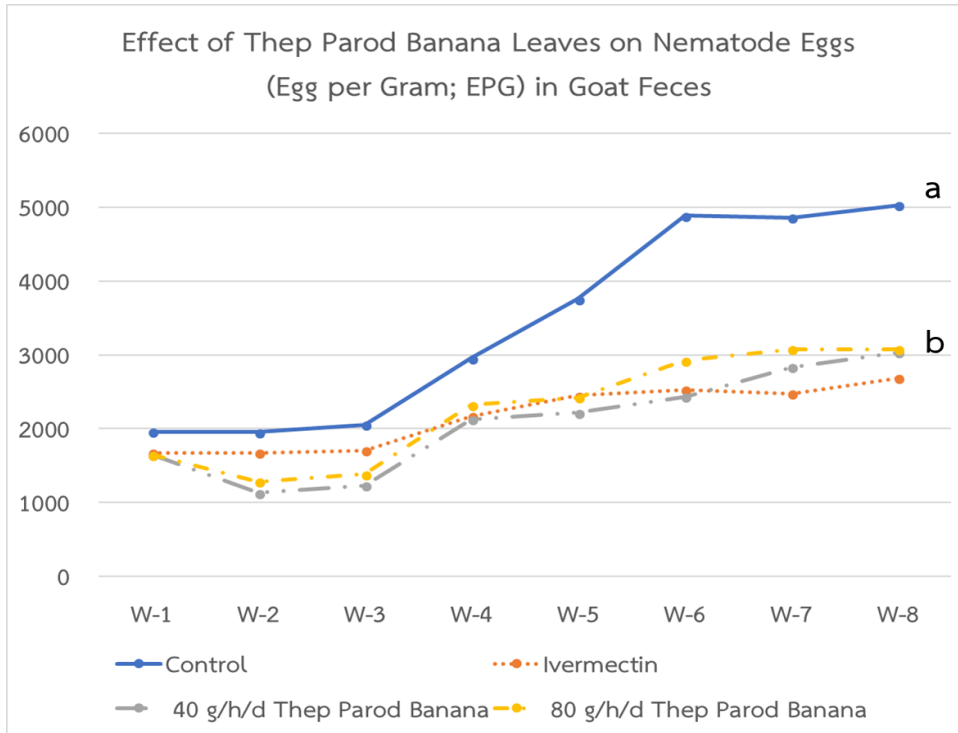
SEM = Standard error of the mean, IVM= Ivermectin

<sup>1</sup>/ กลุ่มการทดลองที่ 1 คืออาหารสูตรที่ 1 (อาหารกลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียด

<sup>2</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 2 คืออาหารสูตรที่ 2 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ โดยที่ไม่มีการเสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียด + ได้รับการฉีดยาถ่ายพยาธิ Ivermectin

<sup>3</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 3 คืออาหารสูตรที่ 3 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน

<sup>4</sup>/กลุ่มการทดลองที่ 4 คืออาหารสูตรที่ 4 (อาหารกลุ่มควบคุม) (อาหารชั้นผสมสำเร็จรูป 16%CP) ร่วมกับการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มๆ + เสริมคอนเดนซ์แทนนินที่ได้จากไบโกลัยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน



ภาพที่ 2.6 ผลของการเสริมใบกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลมในมูลแพะตลอดการทดลอง

หมายเหตุ: SEM = Standard error of the mean, W = week (สัปดาห์), g/h/d = gram per head per day (กรัมต่อตัวต่อวัน)

จำนวนไข่พยาธิตัวกลมที่พบก่อนและหลังการใช้ยาชนิด Ivermectin มีความแตกต่างกัน โดยแพะมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อ Ivermectin ในการลดจำนวนไข่พยาธิตัวกลมลงอย่างมีประสิทธิภาพหรือ Ivermectin ส่งผลในการทำลายพยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะ ส่วนการเสริมกล้วยเทพรสที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน ในอาหารแพะเนื้อสามารถลดจำนวนไข่พยาธิตัวกลมที่พบในมูลลงได้ และยังคงกระตุ้นให้อัตราการเจริญเติบโตแพะเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมใบกล้วยเทพรส ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามพบว่าค่าที่เพิ่มขึ้นนี้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin เมื่อทดสอบผลต่ออัตราการเจริญเติบโตพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin ไม่มีผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับการเสริมกล้วยเทพรส แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการเสริมใบกล้วยเทพรสทั้ง 2 กลุ่มในอาหารกระตุ้นให้เกิดการขับไข่พยาธิออกมากับมูลแพะที่มากกว่าปกติของระบบทางเดินอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม

### บทที่ 3

#### วิจารณ์ผลการวิจัย

##### ปริมาณแทนนินในลำต้น ใบ และปลี ของกล้วยกลุ่มจีโนม 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ไฮโดรไลซ์เซเบลแทนนิน และคอนเดนซ์แทนนิน ที่สกัดแบบเดียวกัน พบปริมาณสารสำคัญทั้ง 3 ชนิด สูงที่สุดในส่วนของใบ และกล้วยพันธุ์เทพรสมีปริมาณสารสำคัญสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกล้วยพันธุ์อื่นที่ปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้ในพื้นที่โครงการฟาร์มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สารสำคัญที่คัดเลือกมาใช้ในการเสริมอาหารแพะเนื้อเพื่อผลในการขับไข่พยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะ คือ คอนเดนซ์แทนนิน

จากการศึกษาปริมาณคอนเดนซ์แทนนินของใบกล้วยพันธุ์เทพรส พบว่า มีค่าเท่ากับ 174.6 มก.คาเทชิน/มล. หรือ mg CE/ml และอัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ดมีปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน เท่ากับ  $3.280 \pm 0.111$  มก.คาเทชิน/มล. ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.3 อธิบายได้ว่า ในใบกล้วยพันธุ์เทพรส 100 กรัม มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (DM basis) คอนเดนซ์แทนนิน 17.46 หรือเท่ากับ 174.6 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (g/kgDM) ขณะที่อัลฟาฟ่าแห้งชนิดอัดเม็ด 100 กรัม มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (DM basis) คอนเดนซ์แทนนิน 0.328 หรือเท่ากับ 3.28 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (g/kgDM) ซึ่งความเข้มข้นของคอนเดนซ์แทนนินด้วยวิธีการสกัดแบบเดียวกันของใบกล้วยเทพรสสูงกว่าใบกล้วยหิน (36.24 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยน้ำไท (19.62 มก.คาเทชิน/มล.) ในทำนองเดียวกันปลีกล้วย พบปริมาณสูงที่สุดในกล้วยเทพรส (30.48 มก.คาเทชิน/มล.) รองลงมา คือ กล้วยตานี (20.77 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยน้ำว้า (10.56 มก.คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ และสอดคล้องกับในลำต้นเทียมของกล้วยเทพรสมีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุด คือ 21.96 มก.คาเทชิน/มล. รองลงมา คือ กล้วยน้ำไท (7.98 มก.คาเทชิน/มล.) และกล้วยหอมเขียวค่อม (3.60 มก.คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ ขณะที่ Goldstein and Swain (1963) รายงานว่าสารประกอบฟีนอลในกล้วย *Musa sapientum* L. พันธุ์ Gros Michel ในแอฟริกาใต้ มีปริมาณแทนนินในเปลือกกล้วยดิบและในเปลือกกล้วยสุก 9.3 และ 3.2 มก.ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่เปลือกกล้วยหอมทอง กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่มีปริมาณแทนนินในระยะสุกที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 58.0, 49.0 และ 35.6 มก./กรัมน้ำหนักแห้ง, 54.0, 40.0 และ 13.0 มก./กรัมน้ำหนักแห้ง และ 26.4, 37.9 และ 11.3 มก./กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนบริเวณเปลือกกล้วยที่ผ่านการอบแห้งพบว่า มีปริมาณแทนนิน 3.62% (วิภาและชิดชม, 2545) สอดคล้อง Appalachian Farming System Research Center (1990) ที่ระบุช่วง optimum ของปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในพืชเขตร้อนส่วนใหญ่ความเข้มข้นของคอนเดนซ์แทนนินอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้ วิภาและชิดชม (2545) ระบุว่า ปริมาณแทนนินในเปลือกกล้วยขึ้นอยู่กับพันธุ์ และระยะเวลาในการสุกของกล้วย โดยพบว่ากล้วยดิบมีปริมาณแทนนินสูงกว่ากล้วยสุก ประสิทธิภาพในการสกัดแทนนินขึ้นกับสถานะต่างๆ ได้แก่ ชนิดของสารละลายสกัด อุณหภูมิซึ่งมีผลค่อนข้างสูงต่อปริมาณแทนนินที่สกัดได้ เมื่อเทียบกับระยะเวลาในการสกัดและอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อสารสกัดแทนนินบริสุทธิ์ที่สกัดได้ อย่างไรก็ตาม เทคนิคการแยกและทำแทนนินให้บริสุทธิ์ค่อนข้างซับซ้อนและใช้สารเคมีหลายชนิด จึงทำให้ค่าคอนเดนซ์แทนนินที่วิเคราะห์ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนไปตามวิธีการเลือกสกัด อย่างไรก็ตาม เดชชาพร วงศ์เดชชจร (2550) ระบุว่า ปริมาณแทนนินในกระถินจะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ อายุ และสภาพแวดล้อมของกระถิน โดยแทนนินจะพบมากในกระถินส่วนแก่มากกว่าส่วนอ่อน โดยแทนนินจัดเป็นสารประกอบฟีนอลลิคเช่นเดียวกับลิกนิน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบทุติยภูมิ (secondary plant) จึงพบมากขึ้นเมื่อพืชอายุมากขึ้น คล้ายกับปริมาณสาร NDF และ ADF ซึ่งพบว่า ปริมาณ ADF กับปริมาณแทนนินมีความสัมพันธ์ต่อกัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างของสถานที่ปลูก เช่นเดียวกับชวลิต (2539) ระบุว่า

ลักษณะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในการปลูกพืชสมุนไพรไทยนั้นจะส่งผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันด้วย หรือสภาพภูมิอากาศ สภาพดินบริเวณนั้นมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สายพันธุ์พืช และแหล่งที่มาของพืช กรรมวิธีในการวิเคราะห์และกระบวนการสกัด (Herve et al., 2006; Rojas et al., 2005; Leinmuller et al., 1991) สอดคล้องกับ Foo et al. (1996) และ Foo et al. (1997) ระบุชัดเจนเกี่ยวกับความแตกต่างใน reactivity ระหว่างแทนนินกับ species วงศ์พืช

อย่างไรก็ตาม การศึกษาระดับคอนเดนซ์แทนนินในใบกล้วยเทพรสครั้งนี้ยังคงอยู่ในระดับทั่วไปของพืชเขตร้อนที่มีคอนเดนซ์แทนนินเป็นองค์ประกอบ (e.g., *Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Leucaena leucocephala*, sulla และ sainfoin) ดังจะพบได้จากการศึกษาระดับคอนเดนซ์แทนนินที่แตกต่างกันไปตามชนิดของพืชสามารถใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ใน *Sericea lespedeza* และ Crabgrass/tall fescue มีคอนเดนซ์แทนนินเท่ากับ 17.7 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง quebracho, *Lotus corniculatus* และ *Lotus pedunculatus* มีค่าเท่ากับ 6, 2.6 และ 8 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ (Puchala et al., 2005) ซึ่งแตกต่างจากการรายงานของ Wanghorn et al. (1994) ที่รายงานไว้ที่ 2.2 และ 5.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ ส่วน Tavendale et al. (2005) ศึกษาการวิเคราะห์คอนเดนซ์แทนนินใน *Lotus pedunculatus* โดยใช้ Butanol-HCL assay ตามวิธีการของ Meagher et al (2004) พบว่า ใน 100 กรัม มีคอนเดนซ์แทนนินอยู่ในช่วง 6.6-7.0 กรัม ขณะที่งานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาระดับของคอนเดนซ์แทนนินในพืชวงศ์ถั่ว (ใบกระถิน) ของเดชภทร (2550) พบว่า ปริมาณแทนนินในกระถินทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Salvador, Ivory Coast และ Cunningham มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.08-3.25 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงปกติที่พบในกระถินสายพันธุ์ต่างๆ ของไทย Lowry et al. (1992) อ้างโดย Norton (2000) รายงานว่า ใบกระถิน (*Leucaena spp.*) ในประเทศอินโดนีเซียที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วย Vanillin-HCL ตามวิธีการของ Boadhurst and Jones (1976) พบว่า มีคอนเดนซ์แทนนินอยู่ในช่วง 3.7-4.3 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ส่วน Mlambo and Makkar (2005) ศึกษาการวิเคราะห์คอนเดนซ์แทนนินในใบกระถินด้วย Leucocyanidin equivalent ตามวิธีการของ Makkar (2003) พบว่า 100 กรัมของใบกระถิน มีคอนเดนซ์แทนนินเพียง 0.87 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0.87 กรัมเท่านั้น

## ประสิทธิภาพของการเสริมแทนนินจากกล้วยในอาหารแพะเนื้อ

### 1. ปริมาณการกินได้

ในการทดลองครั้งนี้ การเสริมใบกล้วยเทพรสในอาหารทดลองทั้งสองระดับต่างไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน โดยพบว่ามีการกินได้รวมทั้งหมดต่อน้ำหนักเมแทบอลิคต่อวัน ( $g/kgBW^{0.75}$ ) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางโภชนาการของใบกล้วยเทพรสมีปริมาณเยื่อใยค่อนข้างสูงและเสริมในระดับต่ำ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อระดับเยื่อใยในสูตรอาหารหรือลดประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหาร จึงยังคงทำให้อาหารผ่านจากกระเพาะหมักได้เร็ว เป็นเหตุให้การกินได้สูงขึ้น สอดคล้องกับ Teferedegne et al. (1999) พบว่าหลังการเลี้ยงแกะด้วย *Sesbania sesban* ที่มีซาโปนินด้วยอัตรา 200 กรัมต่อวัน ได้ 4 วันขึ้นไป พบว่าเพิ่มการกินได้ของวัตถุแห้ง อาจเนื่องมาจากกระเพาะรูเมนของสัตว์สามารถปรับตัวได้ ถึงแม้การให้อาหารที่มีแทนนินหรือซาโปนินเป็นองค์ประกอบมักส่งผลต่อการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องในระยะแรกเมื่อให้ในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตาม ระบบนิเวศภายในกระเพาะรูเมนมีการแปรปรวนและมีความซับซ้อนอย่างมาก อาจทำให้ซาโปนินมีผลในระยะเวลาดำเนินการนั้น ประมาณสัปดาห์แรกของการเสริม

อาหาร หากเสริมหรือให้อาหารที่มีแหล่งแทนนินหรือซาโปนินในระยะยาวนานขึ้นกระบวนการหมักในกระเพาะเมนก้อาจจะกลับคืนสู่สภาพปกติ (Wang et al., 1998) ขณะที่ Church (1979) อธิบายว่า สัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีความจุกระเพาะรูเมนและกระเพาะรังผึ้งมากกว่าเมื่อเทียบจากน้ำหนักตัวนั้นมีผลให้ความสามารถในการกินได้สูงกว่า ทั้งนี้การกินได้ของวัตถุดิบในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นผันแปรไปตาม ขนาด (particle feed) ชนิด และระดับของโปรตีน ตลอดจนระดับเยื่อใยของอาหารที่ได้รับ และสภาพร่างกายของสัตว์ (Kearl, 1982)

## 2. อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ของแพะที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับงานทดลองของ Kibria et al. (1994) ศึกษาการใช้ใบกระถิน ใบขนุน ใบมะม่วงและใบฝรั่ง ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในอาหารแพะพันธุ์เบลคเบงกอลเพศผู้ตอนในรูปแบบสด พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของแพะกลุ่มที่ได้รับใบกระถิน ใบขนุน และใบมะม่วง เท่ากับ 52.8, 43.9 และ 6.4 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่แพะกลุ่มที่ได้รับใบฝรั่งพบว่ามีน้ำหนักตัวลดลงเท่ากับ 3.9 กรัมต่อตัวต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากจากอัตราการกินได้ของแพะกลุ่มที่กินใบฝรั่งต่ำมาก (73 กรัมต่อตัวต่อวัน) ในขณะที่ใบขนุนมีอัตราการกินได้สูงที่สุด (400 กรัมต่อตัวต่อวัน) ในขณะที่กระถินมีอัตราการกินได้เท่ากับ 320 กรัมต่อตัวต่อวัน ขณะที่เคชภาพร (2550) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของแทนนินจากกระถินสดร้อยละ 0, 50 และ 100 ในแพะลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง-แองโกลโนเบียน ช่วงอายุ 1 ถึง 2 ปี ระยะเวลา 90 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของกลุ่มที่ได้รับกระถินสดในสัดส่วนร้อยละ 100 มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับยาถ่ายพยาธิ และกลุ่มที่ได้รับกระถินสดในสัดส่วนร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักตัวเริ่มต้นของแพะทดลองช่วงอายุ 1 ปี กลับพบว่ากลุ่มที่ได้รับกระถินสดในสัดส่วนร้อยละ 100 มีน้ำหนักเริ่มต้นต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับกระถินสดในสัดส่วนร้อยละ 50 และกลุ่มที่ได้รับยาถ่ายพยาธิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในกระถินทดลอง แสดงให้เห็นว่า ระดับโปรตีนที่เพียงพอทำให้แพะช่วงอายุ 1 ปี ที่ได้รับกระถินเป็นอาหารในสัดส่วนร้อยละ 50 และ 100 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ที่ได้รับอาหารชั้นกับหญ้าสด ซึ่งงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่รายงานถึงผลของแทนนินต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ เนื่องจากแทนนินมักส่งผลเด่นชัดต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีกระถินเป็นส่วนประกอบมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (50-75 เปอร์เซ็นต์) ติดต่อกันนานมากกว่า 6 เดือน โคจะเกิดอาการขนร่วง น้ำหนักตัวลดลง มีอาการท้องอืด ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและโปรตีนลดลง อัตราการกินและอัตราการเจริญเติบโตลดลง (Jones et al., 1976; Holmes, 1976) อาการดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากทั้งแทนนินและสารมิโมซิน (mimosine) ที่พบมากในใบกระถิน (Andrew, 1995) สารมิโมซินจะมีผลยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ต่างๆ เช่น wool follicular bulb cell ทำให้เกิดอาการขนร่วง แต่ก็พบว่า การเลี้ยงแพะด้วยกระถินสดเป็นอาหารหยาบในสัดส่วนร้อยละ 50 และ 100 ของอาหารไม่พบอาการเป็นพิษที่เกิดจาก mimosine (Jones and Megarthy, 1986) เช่นเดียวกับ Min and Hart (2003) รายงานว่า แกะที่ได้รับคอนเดนซ์แทนนินจากพืช *Medicago sativa* (Lucerne) และ *Hedysarum cornarium* ที่ระดับ 1.5 และ 110 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ ตามลำดับ ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต รวมถึงไม่พบน้ำหนักขณะมีชีวิต (live weight, g/d) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เช่นเดียวกับ Jones et al. (1976) และ Holmes (1976) รายงานว่า อาหารที่มีกระถินเป็นส่วนประกอบน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (CT เท่ากับ 1.7-3.7 เปอร์เซ็นต์ของอาหารวัตถุดิบ) ไม่ส่งผลใดๆ ต่อโคแม้ว่าจะได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานก็ตาม

เห็นได้ว่าแทนนินต่างก็เป็นทั้งประโยชน์และโทษต่อตัวสัตว์ ฉะนั้นการเสริมพืชที่มีแทนนินในการเลี้ยงสัตว์ปริมาณสูงอาจส่งผลเสียต่อตัวสัตว์ (ปราโมทย์ และโอภาส, 2545) โดยเฉพาะระบบสืบพันธุ์และสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนไปของอัตราการกินอาหาร การเพิ่มการผลิตน้ำลาย ผิวหนัง และทำให้การกินได้ การย่อยได้อัตราการเจริญเติบโตและการเคลื่อนที่ของกระเพาะหมักลดลง เนื่องจากอาจมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ จึงสรุปโดยสังเขปได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของสัตว์ด้วย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ปริมาณการกินได้ของแพะทดลองมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีแตกต่างเช่นเดียวกัน

### 3. ความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร

จากการศึกษาโดยวิธีเก็บตัวอย่างทั้งหมด (total collection method) เพื่อศึกษาค่าความสามารถในการย่อยได้ของอาหารทดลองนั้น พบความแตกต่างของความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (DMD) อินทรีย์วัตถุ (OMD) โพรตีนหยาบ (CPD) และเยื่อใย (NDFD และ ADFD) ในทุกกลุ่มทดลอง ( $P < 0.05$ ) เนื่องจากสูตรอาหารทดลองในครั้งนี้ไม่ได้มีการปรับระดับโปรตีน (isoprotein) และระดับพลังงาน (isocaloric) ให้สัตว์ได้รับเท่ากัน จึงทำให้ระดับของอาหารชั้นและหยาบในการทดลองนี้มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกันจากการเสริมใบกล้วยเทพรส และการให้อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดและฟางข้าวแบบเต็มที่ได้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการย่อยได้โภชนะ เนื่องจากสัตว์จะอาศัยความสามารถในการย่อยจากจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก เข้าย่อยสลายอาหารที่ผ่านไปในกระเพาะหมัก ซึ่งความสามารถในการย่อยอาหารได้ของจุลินทรีย์จะสัมพันธ์กับจำนวนจุลินทรีย์ในเชิงบวก สอดคล้องกับ Song and Kenelly (1990) พบว่า ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักก็มีส่วนช่วยในการย่อยได้ของโภชนะด้วย พบว่า เมื่อระดับแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การย่อยได้ของวัตถุดิบเพิ่มขึ้น ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของแพะทดลองมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีแนวโน้มทำให้ความสามารถในการย่อยได้มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ Schnieder and Flatt (1975) ยังรายงานว่าการย่อยได้ของโปรตีนนั้นขึ้นอยู่กับระดับของโปรตีนในอาหารอีกด้วย ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบการย่อยได้ในแพะเนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมใบกล้วยเทพรส จึงมีความเป็นไปได้ว่า ค่าการย่อยได้ของโภชนะและปริมาณการกินได้ของโภชนะควรอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง ทั้งนี้ควรทำการศึกษาปริมาณจำนวนแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นหลังจากการให้อาหารเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนผลการทดลองในครั้งนี้ โดยทั่วไปหากพบว่ามีเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรียหลังจากการได้รับอาหารแล้ว ก็เท่ากับว่าในกระบวนหมักยังคงมีประสิทธิภาพในการย่อยเยื่อใยในกระเพาะรูเมนได้ดี ซึ่งอาจอนุมานว่ามีประชากรของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายอาหารเยื่อใยรวมทั้งกลุ่มที่ใช้ประโยชน์ได้จากโปรตีนสูงกว่ากลุ่มอื่น แสดงว่าการใช้ใบกล้วยเทพรสที่มีคอนเดนส์แทนนินเสริมในอาหารแพะทดลองยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่ไม่มีผลกระทบเชิงลบหรือไปลดจำนวนประชากรแบคทีเรียลงจนทำลายสมดุลของระบบนิเวศของกระเพาะรูเมน ทำให้แพะยังคงมีความสามารถในการย่อยสลายอาหารได้สูงกว่า ทำให้ได้รับโภชนะโดยรวมเพิ่มขึ้น มีผลคล้ายคลึงกับ Pradhham (1994) ศึกษาพบว่า ประชากร cellulolytic bacteria ในกระเพาะรูเมนของกระเปือปลักมีจำนวนสูงกว่าโคและมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอาหารเยื่อใยได้ดีกว่าโคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

องค์ประกอบทางเคมีของอัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดครั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศสเปน โดยห้างหุ้นส่วนจำกัด พรชัย อินเทอร์เน็ต ตำบลโพธาราม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่า ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ Laboratoris CONVET, S.L. (Laboratori Analisis Veterinaries) ระบุว่า Alfalfa ชนิด dehydrated pellets มีค่า 5.55%, 17.27%, 12.54%, 39.75%, 28.11%, 2.75 Kcal/g, 3.97%, 69.0, 157



และมี CF, EE และ lignin เท่ากับ 25.03%, 1.85% และ 3.97% ตามลำดับ DAIRYLAND Laboratories, Inc. ในสหรัฐอเมริกา รายงานถึง Great lake alfalfa ชนิดสดไว้ที่ 43.36%DM ที่มีค่าต่ำกว่าอัลฟาฟาชนิดแห้ง ขณะที่ Collins (1998) รายงานว่า อัลฟาฟามี 16%CP, NDF เท่ากับ 49%, ADF เท่ากับ 34% และ lignin เท่ากับ 7% คุณภาพของ Relative Feed Value (RFV) พบว่า อัลฟาฟาแห้งชนิดอัดเม็ดในครั้งนี้มีค่าอยู่ที่ระดับ 124 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง และอยู่ในค่ามาตรฐาน RFV ของถั่วอัลฟาฟา ทั้งนี้การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของอัลฟาฟาในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากจัดเป็นวงศ์ถั่วคุณภาพดี ปลูกยากในเมืองไทยและมีราคาค่อนข้างสูง

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบในฟางข้าวพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ในงานทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับที่ได้รายงานไว้โดย Wanapat et al. (2009); Polyorach et al. (2014); Gunun et al. (2014) และสินีนาฏและคณะ (2560) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบของฟางข้าวมีค่าอยู่ระหว่าง 90-94 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของวัตถุดิบของฟางข้าวขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บรักษาและสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ

#### 4. ค่าชีวเคมีในเลือด

แพะกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบโกลัยเทรสปที่ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นแต่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin ในชั่วโมงที่ 3 และลดต่ำลงแต่ยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin ในชั่วโมงที่ 6 อาจเนื่องจากคอนเดนซ์แทนนินในไบโกลัยเทรสป ทำให้เกิดโปรตีนไหลผ่าน (bypass-protein) ในกระเพาะหมัก ในช่วงกระบวนการหมักย่อยของชั่วโมงที่ 3 จึงทำให้วัดค่าไนโตรเจนในกระแสเลือดได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin เดชภาพร (2550) พบว่า ภาวะยูเรียในกระแสเลือดก่อนและหลังให้อาหารของแพะช่วงอายุ 1 และ 2 ปี กลุ่มที่ได้รับการเสริมในระดับร้อยละ 0 ในอาหารมีปริมาณยูเรียในกระแสเลือดน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมในร้อยละ 50 และ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดจะมีค่าผันแปรอยู่ตลอดไป โดยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย (โชคชัย, 2536) เช่น ระดับโปรตีนที่สัตว์ได้รับการย่อยได้โปรตีน (เมธา, 2529) ระดับพลังงาน การย่อยสลายโปรตีนในร่างกาย (proteolysis) เพื่อใช้ในการสร้างพลังงานในขณะอดอาหาร รวมถึงกรดอะมิโนที่ไม่ได้ถูกใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนก็จะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียไนโตรเจนในเลือด เห็นได้ว่า ระดับยูเรียไนโตรเจนที่สูงอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณโปรตีนที่สัตว์ได้รับจากอาหาร ทำนองเดียวกับแพะทดลองของ เดชภาพร (2550) ที่ได้รับการเสริมเป็นอาหารเสริมจะได้รับไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมในสัดส่วนร้อยละ 0 ที่ได้รับไนโตรเจนเฉพาะจากอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 16 เนื่องจากกระดุกที่ใช้เป็นอาหารทดลองมีโปรตีนในอาหารสูงประมาณร้อยละ 20 โปรตีนที่สัตว์ได้รับจากอาหารมากเกินไปความต้องการของร่างกาย สัตว์จะเปลี่ยนเป็นยูเรียไนโตรเจนในเลือดและถูกขับออกในปัสสาวะ (เมธา, 2529) ทำให้ระดับยูเรียในกระแสเลือดกลุ่มที่มีการเสริมกระดุกสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม เช่นเดียวกับ Puchala et al. (2005) รายงานว่า ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มสูงสุดในชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหาร และลดลงเมื่อเวลาผ่านไป หลังจากถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดและถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียที่ตับ เพื่อป้องกันความเป็นพิษของแอมโมเนีย จึงเห็นได้ว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักมีความสัมพันธ์กับระดับไนโตรเจนในกระแสเลือด

## 5. ประสิทธิภาพของการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลม

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไข่พยาธิตัวกลม ในมูลแพะตลอดการทดลอง พบว่า ในช่วงหนึ่งสัปดาห์แรกของการนับไข่พยาธิด้วยค่า EPG (week-1 หรือเริ่มการทดลอง) ของแพะทุกกลุ่มมีปริมาณใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) หลังจากเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ พบว่า แพะได้รับการเสริมไบโกล้วยเทพรสในอาหารมีจำนวนไข่พยาธิในมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามสัดส่วนของไบโกล้วยเทพรสที่บริโภคเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยไข่พยาธิในมูลที่ถูกเก็บตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองในแพะกลุ่มควบคุม เท่ากับ 3,432 EPG, กลุ่มที่ได้รับการฉีด Ivermectin, กลุ่มที่ได้รับกล้วยเทพรสระดับที่ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 2,172 EPG, 2,084 EPG และ 2,269 EPG ตามลำดับ ขณะที่แพะกลุ่มที่ได้รับการฉีดยา Ivermectin มีค่า EPG ลดลง และมีค่าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ( $P < 0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 6, 7 และ 8 ทั้งนี้เริ่มพบประสิทธิภาพการลดจำนวนของไข่พยาธิตัวกลมในมูล 1 กรัม (EPG) หลังจากกินไบโกล้วยเทพรสเป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ และไม่พบผลที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Ivermectin แสดงว่า ประสิทธิภาพของกล้วยเทพรสที่มีผลขับไข่พยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะได้ดีใกล้เคียงกับการใช้ Ivermectin แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการเสริมไบโกล้วยเทพรสทั้ง 2 กลุ่มในอาหารกระตุ้นให้เกิดการขับไข่พยาธิออกมากับมูลแพะที่มากกว่าปกติของระบบทางเดินอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไบโกล้วยเทพรสมีองค์ประกอบของสารคอนเดนซ์แทนนินที่สามารถป้องกันการย่อยอาหารโปรตีนได้ในกระเพาะหมักบางส่วน และเพิ่มโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่ผ่านไปยังลำไส้เล็ก เพิ่มการดูดซึมกรดอะมิโนที่สำคัญในลำไส้เล็ก และตัวสัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ จึงช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในสัตว์ได้ (Min et al., 2003 และ Piluzza et al., 2013) อีกทั้งแทนนินยังก่อให้เกิดสภาวะความเป็นกรด-ด่างภายในลำไส้เล็กเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีพของพยาธิ ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้และตายในที่สุด และไข่พยาธิจะถูกขับออกมาพร้อมกับมูล นักวิจัยหลายท่านได้ตั้งสมมติฐานไว้ตรงกันว่าแทนนินมีผลโดยตรงต่อตัวอ่อนของพยาธิ โดยเมื่อสารโปรตีน-แทนนิน (tannin-protein complex) เดินทางเข้าสู่ลำไส้เล็กของสัตว์จะส่งผลให้ค่าพีเอช (pH) ภายในลำไส้เล็กสูงขึ้น ทำให้ตัวอ่อนของพยาธิไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Butter et al., 2001; Max et al., 2002 และ Min and Hart, 2003) ดังนั้นควรใช้แทนนินในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดี อีกทั้งช่วยในการลดต้นทุนค่าอาหารและทดแทนการใช้ยาถ่ายพยาธิ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรายเชิงลบต่อการผลิตสัตว์ จึงเป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย

## บทที่ 4

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ไฮโดรไลซ์เซเปิลแทนนิน และคอนเดนซ์แทนนิน ในส่วนของลำต้น ใบ และปลีกล้วย จำนวน 7 พันธุ์ จาก 3 กลุ่มจีโนม คือ กลุ่มจีโนม 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด ที่ปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้ในพื้นที่โครงการฟาร์มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว พบว่ากล้วยในกลุ่มจีโนม 4 ชุด คือ กล้วยเทพรส พบปริมาณสารสำคัญทั้ง 3 ชนิด สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 7 พันธุ์ และพบปริมาณสารสำคัญในใบสูงที่สุด รองลงมา คือ ปลี และ ลำต้น ตามลำดับ

เมื่อนำใบกล้วยเทพรสมาเสริมในอาหารแพะเนื้อ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการเสริมแทนนินจากใบกล้วยเทพรสในอาหารแพะเนื้อที่มีต่อจำนวนไขพยาธิตัวกลม สรุปได้ว่าประสิทธิผลของกล้วยเทพรสที่มีผลขับพยาธิในระบบทางเดินอาหารของแพะได้ดีใกล้เคียงกับการใช้ยาถ่ายพยาธิ Ivermectin นอกจากนี้การเสริมใบกล้วยเทพรสทั้งสองระดับ (ใบกล้วยเทพรสแห้งบดละเอียดที่ระดับ 40 และ 80 กรัมต่อตัวต่อวัน) ในอาหารกระตุ้นให้เกิดการขับพยาธิออกมากับมูลแพะที่มากกว่าปกติของระบบทางเดินอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม อีกทั้งการเสริมใบกล้วยเทพรสในอาหารทดลองทั้งสองระดับต่างไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของสัตว์ด้วย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ปริมาณการกินได้ของแพะทดลองมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีแตกต่างเช่นเดียวกัน

### ข้อเสนอแนะ

1. กล้วยเป็นพืชที่น่าสนใจเพราะแพะสามารถกินได้ รวมทั้งมีระดับแทนนินสูงและปลูกมากในทุกภาคของประเทศไทย มีปริมาณผลผลิตมากพอที่จะนำมาเป็นอาหารเลี้ยงแพะได้ นอกจากนี้ยังเป็นการนำสิ่งเหลือทิ้งจากการเกษตรในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์
2. แทนนินต่างก็เป็นทั้งประโยชน์และโทษต่อสัตว์ ฉะนั้นการเสริมพืชที่มีแทนนินในการเลี้ยงสัตว์ปริมาณสูงอาจส่งผลเสียต่อสัตว์ได้ ดังนั้นควรใช้แทนนินในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดีโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเสริม รวมทั้งช่วยในการลดต้นทุนค่าอาหารและทดแทนการใช้ยาถ่ายพยาธิโดยไม่ส่งผลอันตรายเชิงลบต่อการผลิตสัตว์ จึงเป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย

**บทที่ 5****ผลผลิต**

1. **S. Jaitrong** and Manthey. A. J. 2017. Male bud characteristics of diploid, triploid and tetraploid bananas. The 4<sup>th</sup> ISHS Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems (AsiaPostharvest2017), 12-14 September 2017, Postharvest Technology Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Jeonju, Korea.

(ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ใน Acta Horticulturae เมื่อวันที่ 23 August 2018 และจะตีพิมพ์ใน Volume 1210 เดือน August 2018 อยู่ในฐาน Scopus Q3)

2. **สมคิด ใจตรงและสุปรีณา ศรีใสคำ**. 2561. ปริมาณแทนนินและองค์ประกอบทางเคมีในลำต้น ใบ และ ปลีของกล้วยเทพรส. การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติครั้งที่ 16 วันที่ 12-13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมแชนด์ ดูนส์ เจ้าหลาว บีช รีสอร์ท จังหวัดจันทบุรี (ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับพิเศษ ปี 2561 ISSN 0125-0507)

3. **สมคิด ใจตรง และสุชาวดี บัวพก**. 2561. สันฐานวิทยาของปลีและระยะบริบูรณ์ทางสรีรวิทยาของกล้วยหอมเขียวค้อ สามเดือน และเพพนม. การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติครั้งที่ 16 วันที่ 12-13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมแชนด์ ดูนส์ เจ้าหลาว บีช รีสอร์ท จังหวัดจันทบุรี (ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับพิเศษ ปี 2561 ISSN 0125-0507)

GPRN 11-1390804-000618-01

**AsiaPostharvest2017**  
**4<sup>th</sup> ISHS Asia Symposium**  
**on Quality Management in Postharvest Systems**

Programme and Book of Abstracts

12-14 September 2017  
National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA  
LeWin Hotel  
Jeonju, Republic of Korea

Organized by



Sponsored by



P-59

**Male bud characteristics of diploid, triploid and tetraploid bananas**Somkit Jaitrong<sup>1</sup>, John Manthey<sup>2</sup><sup>1</sup>Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo campus, Sakaeo 27160, Thailand<sup>2</sup>United States Department of Agriculture, ARS, U.S. Horticultural Research Laboratory, Fort Pierce, Florida 34945, United States of America

Keywords: banana, male bud, bract, genome groups, male flower.

Differences in male bud characteristics of diploid (2n), triploid (3n) and tetraploid (4n) bananas were characterized. This included comparisons of bud shape, bract color, male flower color and color characteristics (Hunter CIELAB). Male bud shapes of three genome groups show a diversity, including lanceolate, ovate and elliptical with acute and obtuse bract apex. Bract color was reddish brown to reddish purple. Bract outer color in diploid banana (Kluai Nam Thai and Kluai Ta Nee) were brownish green to purple red,  $L^* = 40.86$  to  $42.88$ ,  $C^* = 18.76$  to  $19.68$  and  $H^\circ = 18.76$  to  $19.68$ , while the outer bract colors of triploid banana (Kluai Hom Kheio Kom, Kluai Sam Duan, Kluai Hin, Kluai Namwa, Kluai Huk Mook and Kluai Thep Panom) were brownish red to purple red or deep purple,  $L^* = 36.70$  to  $81.25$ ,  $C^* = 10.28$  to  $36.53$  and  $H^\circ = 19.81$  to  $279.9$ . In contrast, the outer bract color of tetraploid banana (Kluai Thep Parod and Kluai Thip Parod) was purple red,  $L^* = 42.77$  to  $43.98$ ,  $C^* = 9.98$  to  $24.51$  and  $H^\circ = 11.78$  to  $19.90$ , respectively. Bract inner color of three genome groups were reddish orange to red purple,  $L^* = 37.68$  to  $78.36$ ,  $C^* = 31.77$  to  $38.21$  and  $H^\circ = 24.57$  to  $77.37$ , respectively. Male flower color in diploid banana was creamy white-yellow, while creamy white-yellow in triploid and yellowish cream and pinkish purple in tetraploid bananas, respectively.

Contact: somkit@buu.ac.th



Leuven, 23 August 2018

**Re.: Notification of Acceptance for Publication**

To whom this may concern,

I can confirm the following articles were received for publication in *Acta Horticulturae*:

1. The article “*Male bud characteristics of diploid, triploid and tetraploid bananas*” by S. Jaitrong and J.A. Mantley will be published in *Acta Horticulturae* 1210, the Proceedings of the IV Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems. This paper was presented at the respective symposium that took place in Jeonju, Republic of Korea from 13-14 September 2017. This publication is planned for August 2018.

2. The article “*Characterization of eumelanin-chitosan films*” by S. Jaitrong, P. Srisuk, E.M. Fernandes, V.M. Correlo and R.L. Reis has been accepted for publication in the *Acta* volume containing the Proceedings of the III Asia Pacific Symposium on Postharvest Research, Education and Extension: APS2014 which was held in Ho Chi Minh City, Vietnam, on 8-11 December, 2014. Work the publication of this *Acta* volume is currently in progress and the book is scheduled for publication in 2018.

If there would be any further questions regarding this you are welcome to contact me at [steven.franssens@ishs.org](mailto:steven.franssens@ishs.org).

With kind regards,

Steven Franssens  
ISHS Secretariat

# Male bud characteristics of diploid, triploid and tetraploid bananas

S. Jaitrong<sup>1,a</sup> and J. A. Manthey<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo campus, Sakaeo, Thailand; <sup>2</sup>United States Department of Agriculture, ARS, U.S. Horticultural Research Laboratory, Florida, USA

---

## Abstract

Differences in male bud characteristics of diploid (2n), triploid (3n) and tetraploid (4n) bananas were characterized. This included comparisons of bud shape, bract color, male flower color and color characteristics (Hunter CIELAB). Male bud shapes of three genome groups show a diversity, including ovate, broadly ovate, and lanceolate with acute and obtuse bract apex. Bract color was reddish brown to reddish purple. Bract outside color in diploid banana (Nam Thai and Ta Nee) were brownish green to purple red,  $L^* = 40.86$  to  $42.88$ ,  $C^* = 18.76$  to  $19.68$  and  $H^\circ = 18.76$  to  $47.99$ , while the outside bract colors of triploid banana (Hom Kheio Kom, Sam Duan, Hin, Namwa, Huk Mook Som and Thep Panom) were brownish red to purple red or deep purple,  $L^* = 36.70$  to  $81.25$ ,  $C^* = 10.28$  to  $36.53$  and  $H^\circ = 19.81$  to  $279.9$ . In contrast, the outside bract color of tetraploid banana (Thep Parod and Thip Parod) was purple red,  $L^* = 42.77$  to  $43.98$ ,  $C^* = 9.98$  to  $24.51$  and  $H^\circ = 11.78$  to  $19.90$ , respectively. Bract inside color of three genome groups were reddish orange to red purple,  $L^* = 42.05$  to  $45.56$ ,  $C^* = 31.77$  to  $35.76$  and  $H^\circ = 27.41$  to  $29.68$ , respectively. Male flower color in diploid banana was creamy white-yellow, while creamy white-yellow in triploid and yellowish cream and pinkish purple in tetraploid bananas, respectively.

---

**Keywords:** Banana, male bud, bract, genome groups, inflorescence

## INTRODUCTION

Early classifications of banana (*Musa*) species were hindered by incomplete understandings of the genetics of *Musa*, and of the complex hybridizations capable within this genus. Yet, many diverse cultivars are now well studied and are known to occur as diploids (2n), triploids (3n), and tetraploids (4n), with fruit ranging from dessert bananas to plantains. Simmonds and Shepherd (1955) have previously suggested that edible bananas originated from two wild species, *Musa acuminata* Colla and *Musa balbisiana* Colla. The former species was designated as diploid genotype AA and *Musa balbisiana* Colla was designated diploid genotype BB. Because both species are endemic within common geographic areas, and because cross pollinations and hybridizations readily occur amongst these two native species and their hybrid progeny, numerous triploids (AAA, AAB, ABB, and BBB) as well as tetraploids (AAAA, AAAB, ABBB, and AABB) occur in nature and in commercial cultivation.

The whole banana plant, in addition to the fruit, is useful to many different industrial and food applications (Mohapatra et al., 2010). In our current study we focus on the characterization of the morphology and color characteristics of banana bracts as a rich source of health beneficial materials recoverable from banana production. Most banana male bud have deep red, purple or violet colors correlating with anthocyanin content. All six of the common anthocyanidins (delphinidin, cyanidin, petunidin, pelargonidin, peonidin and malvidin) have been detected in bracts of different species of *Musa* (Horry and Jay, 1988;

---

<sup>a</sup>Email: somkit@buu.ac.th



Kitdamrongsont et al., 2008), thus making banana bracts potential sources of these important health-based compounds (Alexandra Pazmiño-Durán et al., 2001). Banana male buds also contain a rich diversity of phytochemicals (Mathew and Negi, 2017), dietary fiber, and antioxidants (Bhaskar et al., 2012). This paper focuses on the morphological characteristics of male buds of bananas with different genotypes to better evaluate them as potential value-added materials recoverable from banana plant production and processing in Thailand.

## **MATERIALS AND METHODS**

The banana male buds of varieties with different genomics; diploid (2n) (Nam Thai and Ta Nee), triploid (3n) (Hom Kheio Kom, Sam Duan, Hin, Namwa, Huk Mook Som and Thep Panom) and tetraploid (4n) (Thep Parod and Thip Parod) were characterized. The 10 banana cultivars of three genomes were collected from different regions of Thailand and grown at the banana agricultural research facility of the Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo campus. Bract characteristics; bract shape, bract curling, bract apex, outside and inside bract color, color fading, male flower color and color characteristics (Hunter CIELAB) were recorded. Analyses were made using three replications (3 male buds for each variety) and results are reported as averages with calculated standard deviations.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The results show different morphological and male bud characteristics of different genome types and varieties. Included in this study were 9 cultivars of *Musa* from different areas of Thailand. These cultivars included 2 varieties of diploids, 6 varieties of triploids and 2 varieties of tetraploids (Figure 1).

### **Diploid banana**

The diploid bananas consisted of *Musa* AA group var. Nam Thai and *Musa* BB group var. Ta Nee. Male bud shape of the Nam Thai banana was narrow ovate with obtuse bract apex, bract reflex and light roll back in, while Ta Nee banana bracts lift but do not roll. Both varieties are different in bract and male flower colors (Table 1). Bract color was reddish brown to purple. Bract outside colors were reddish brown with light green to purple,  $L^* = 40.86$  to  $42.88$ ,  $C^* = 18.76$  to  $19.68$  and  $H^\circ = 18.76$  to  $47.99$ . Bract inside colors were reddish orange to reddish purple,  $L^* = 42.05.68$  to  $45.56$ ,  $C^* = 31.77$  to  $35.76$  and  $H^\circ = 27.41$  to  $29.68$ . Male flower color in diploid banana was creamy white to yellow,  $L^* = 75.02$  to  $81.42$ ,  $C^* = 31.93$  to  $34.33$  and  $H^\circ = 90.08$  to  $92.40$ , respectively (Table 2).

### **Triploid banana**

Male bud shapes of triploid banana show a diversity, including ovate, broadly ovate, lanceolate with acute and obtuse bract apex. Bract curling was bract reflex and roll back and wax on the bract. Inside bract colors were reddish brown outside bract color and reddish orange to red for, while for the *Musa* AAA group var. Hom Khieo Kom the inside bract color was orange, fading to yellow towards the base. Male flower colors variably flushed with creamy white to pink (Figure 1 and Table 1). The color characteristics of outside, inside bract and male flower color are presented in Table 2.

### **Tetraploid banana**

Male bud shapes were broadly ovate to lanceolate with acute apex. Bract curling was bract reflex and roll back and wax on the bract. Colors were reddish-purple for the outside bract color, while reddish-orange to purple for the inside bract color. Tepal pigmentations of male flowers were pinkish-purple in Thep Parod and creamy yellow in Thip Parod banana (Tables 1 and 2).

Most bananas have red, reddish-brown to purple bracts although a few are green or yellow. The variation in bract color is correlated with the composition of the anthocyanins presents. Many factors other than anthocyanin contents influence bract color, including pigment accumulation patterns, vacuolar pH, and copigments in each individual cell or tissue area (Grotewold, 2006). Anthocyanins are considered to be a good food colorants due to their attractive colors, water solubility, and stability in processed foods (Torskangerpoll and Andersen, 2005) as well as their established health benefits in humans (Grotewold, 2006; Konczak and Zhang, 2004). Since the bracts of banana are widely available and have been traditionally used as foods, they could be a potential sources of anthocyanins (Alexandra Pazmiño-Durán et al., 2001), phytochemicals (Mathew and Negi, 2017), dietary fibers, and other food components (Happi Emaga et al., 2007) (Bhaskar et al., 2012).

## **CONCLUSIONS**

Our results show that most of the cultivars collected in Thailand and included in our study were triploid and tetraploid and only two diploids. Some of the samples were the same genotype but varied significantly in their male bud characteristics such as male bud shape, bract curling, bract color, color fading and male flower color. Hence, bract morphology is not a reliable predictor banana plant genotype.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

This work as financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 9/2560).



Figure 1. *Musa* Male bud of ten cultivars; Nam Thai(A), Ta Nee(B), Hom Khieo Kom(C), Sam Duan(D), Namwa (E), Huk Mook Som (F), Hin (G), Thip Panom (H), Thip Parod (I) and Thip Parod (J).

**Table 1.** Important characters<sup>1</sup> of diploid, triploid and tetraploid bananas male bud.

Species, Genomes	Male bud shape	Bract apex	Bract curling	Outside bract color	Inside bract color	Male flower color
<b>Diploid (2n)</b>						
<i>Musa</i> AA group var. Nam Thai	Narrow ovate	Obtuse	Bract reflex and light roll back	Purple	Reddish-purple	Creamy white
<i>Musa</i> BB group var. Ta Nee	Narrow ovate	Obtuse	Bract lift but do not roll	Reddish-brown with light green	Reddish-orange	Creamy yellow
<b>Triploid (3n)</b>						
<i>Musa</i> AAA group var. Hom Khieo Kom	Ovate	Obtuse	Bract reflex and roll back	Reddish-brown	Orange color fades to yellow towards the base	Creamy white
<i>Musa</i> AAB group var. Sam Duan	Lanceolate	Acute	Bract reflex and light roll back	Reddish-purple	Bright crimson	Creamy yellow
<i>Musa</i> ABB group var. Namwa	Broadly ovate	Acute	Bract reflex and roll back	Reddish-brown	Red	Pink
<i>Musa</i> ABB group var. Huk Mook Som	Ovate	Acute	Bract reflex and roll back	Reddish-brown	Red	Pink
<i>Musa</i> ABB group var. Thep Panom	Ovate	Obtuse	Bract reflex and roll back	Reddish-brown	Reddish-orange	Pale pink
<i>Musa</i> BBB group var. Hin	Broadly ovate	Obtuse	Bract reflex and roll back	Reddish-brown	Red	Creamy white
<b>Tetraploid (4n)</b>						
<i>Musa</i> AB BB group var. Thep Parod	Broadly ovate	Acute	Bract reflex and roll back	Reddish-purple	Reddish-orange	Pinkish-purple
<i>Musa</i> AB BB group var. Thip Parod	Lanceolate	Acute	Bract reflex and roll back	Reddish-purple	Reddish-purple	Creamy yellow

<sup>1</sup>Simmonds and Shepherd (1955)

**Table 2.** The outside, inside bract and male flower colors (L\*, C\* and H°) of diploid, triploid and tetraploid bananas male bud.

Species, Genomes	Outside bract			Inside bract			Male flower		
	L*	C*	H°	L*	C*	H°	L*	C*	H°
<b>Diploid (2n)</b>									
<i>Musa</i> AA group var. Nam Thai	40.86±7.7 <sup>1</sup>	18.76±10.5	18.46±8.7	42.05±9.1	31.77±8.1	27.41±5.2	75.02±3.3	31.93±8.7	90.08±7.1
<i>Musa</i> BB group var. Ta Nee	42.88±9.9	19.68±1.9	47.99±2.3	45.56±0.4	35.76±1.7	29.68±1.9	81.42±2.5	34.33±5.9	92.40±0.8
<b>Triploid (3n)</b>									
<i>Musa</i> AAA group var. Hom Khieo Kom	81.15±17.5	36.53±25.6	78.06±3.8	78.36±17.4	35.62±24.5	77.37±3.7	75.05±11.5	39.35±21.4	79.34±0.8
<i>Musa</i> AAB group var. Sam Duan	36.70±2.3	19.59±0.8	19.81±2.6	48.30±3.6	34.02±1.3	40.59±3.6	74.22±0.7	28.26±1.1	97.02±1.6
<i>Musa</i> ABB group var. Namwa	43.17±3.5	26.23±6.3	25.69±4.2	45.83±3.6	34.81±2.7	30.33±2.5	64.99±5.2	23.00±1.9	61.35±8.0
<i>Musa</i> ABB group var. Huk Mook Som	50.97±2.5	10.28±1.4	279.94±25.5	43.92±2.6	37.88±2.9	24.57±2.5	54.308±5.6	18.76±2.7	34.03±6.5
<i>Musa</i> ABB group var. Thep Panom	45.39±0.6	14.30±1.8	22.95±0.9	41.67±5.9	38.21±3.7	29.60±0.1	67.62±7.7	23.97±0.8	65.31±11.9
<i>Musa</i> BBB group var. Hin	46.08±4.1	25.37±7.9	28.46±0.0	48.15±4.6	37.42±3.1	35.14±3.6	72.74±4.2	33.80±1.4	86.77±7.9
<b>Tetraploid (4n)</b>									
<i>Musa</i> ABBB group var. Thep Parod	43.98±2.3	9.98±0.8	11.78±1.19	37.68±1.04	35.70±1.08	29.95±0.87	43.12±1.60	13.87±1.85	27.41±5.2
<i>Musa</i> ABBB group var. Thip Parod	42.77±7.4	24.51±17.4	19.90±13.67	42.81±8.40	32.55±5.75	28.34±1.83	69.68±2.96	24.25±0.87	76.89±5.3

<sup>1</sup> the present results are average of the 10 values obtained for each set with a standard deviation.

## Literature cited

- Alexandra Pazmiño-Durán, E., Giusti, M. M., Wrolstad, R. E., and Glória, M. B. A. (2001). Anthocyanins from banana bracts (*Musa X paradisiaca*) as potential food colorants. *Food Chemistry*, 73(3), 327-332. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00305-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00305-8)
- Bhaskar, J. J., S. M., Chilkunda, N. D., and Salimath, P. V. (2012). Banana (*Musa* sp. var. elakki bale) flower and pseudostem: dietary fiber and associated antioxidant capacity. *J Agric Food Chem*, 60(1), 427-432. doi:10.1021/jf204539v
- Grotewold, E. (2006). The genetics and biochemistry of floral pigments. *Annu Rev Plant Biol*, 57, 761-780. doi:10.1146/annurev.arplant.57.032905.105248
- Happi Emaga, T., Andrianaivo, R. H., Wathélet, B., Tchango, J. T., and Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2), 590-600. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.006>
- Horry, J., and Jay, M. (1988). Distribution of anthocyanins in wild and cultivated banana varieties. *Phytochemistry*, 27(8), 2667-2672. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(88\)87040-7](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(88)87040-7)
- Kitdamrongsont, K., Pothavorn, P., Swangpol, S., Wongniam, S., Atawongsa, K., Svasti, J., and Somana, J. (2008). Anthocyanin composition of wild bananas in Thailand. *J Agric Food Chem*, 56(22), 10853-10857. doi:10.1021/jf8018529
- Konczak, I., and Zhang, W. (2004). Anthocyanins—More Than Nature's Colours. *J Biomed Biotechnol*, 2004(5), 239-240. doi:10.1155/s1110724304407013
- Mathew, N. S., and Negi, P. S. (2017). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review. *J Ethnopharmacol*, 196, 124-140. doi:10.1016/j.jep.2016.12.009
- Mohapatra, D., Mishra, S., and Sutar, N. 2010. Banana and its by-product utilisation: an overview. *J Sci Ind Res India*, 69, 323-329.
- Torskangerpoll, K., and Andersen, Ø. M. (2005). Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. *Food Chemistry*, 89(3), 427-440. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.002>
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. Pascua and R.R.C. Espino. (2000). Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. International Network for Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), INIBAP ISBN 971-91751-2-5. 24 p.

ABSTRACT



16<sup>th</sup> National Postharvest  
Technology Conference 2018



การประชุมวิชาการ  
วิทยาการ  
หลังการเก็บเกี่ยว  
แห่งชาติ

ครั้งที่  
**16**

12-13 กรกฎาคม 2561

ณ โรงแรมเซนต์ ดูนีย์ เจ้าหลาว รีสอร์ท  
จังหวัดจันทบุรี



จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ปริมาณแทนนินและองค์ประกอบทางเคมีในลำต้น ใบ และปลีของกล้วยเทพรส  
Tannins Content and Chemical Compositions in Pseudostem Leaves and Inflorescence of  
Thep Parod Banana

สมคิด ใจตรง<sup>1</sup> และสุพรีณา ศรีไสค์คำ<sup>1</sup>  
Somkit Jaitrong<sup>1</sup> and Supreena Srisaikham<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ**

ส่วนต่างๆ ของกล้วย เช่น ผล และปลี สามารถใช้เป็นอาหาร ในขณะที่ส่วนอื่นๆ รวมทั้งใบ ลำต้นเทียม และเครือกล้วยกลายเป็นสิ่งเหลือทิ้ง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มสารประกอบฟีนอล คอนเดนซ์แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน และวิเคราะห์โภชนะในลำต้นเทียม ใบ และปลีของกล้วยเทพรส พบว่าปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด พบมากที่สุดในใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ ปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงที่สุด อยู่ระหว่าง 21.96-174.60 มิลลิกรัมคาเทชิน/มิลลิลิตร รองลงมา คือ ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน 15.80-57.74 มิลลิกรัมแกลโลแทนนิน/มิลลิลิตร และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 13.01-45.40 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ใบกล้วยยังมีปริมาณโปรตีนหยาบ (11.25%) เยื่อใยหยาบ (27.26%) พลังงาน (4786.19 แคลอรี/กรัม) และองค์ประกอบอื่นๆ (ถ้าที่ไม่ละลายในกรด เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด และลิกนินในดีเทอเจนที่เป็นกรด) ในปริมาณสูงกว่าปลี และลำต้นเทียม ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ใช้เป็นแนวทางในการนำสิ่งเหลือทิ้งจากใบกล้วยมาเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตอาหารสัตว์ ในแง่ของการลดปริมาณเชื้อปรสิตและยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง รวมถึงช่วยลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

**คำสำคัญ:** กล้วย, แทนนิน, สารประกอบฟีนอล

**Abstract**

Parts of the banana plant such as the fruit and the inflorescence can be used in food, while the other parts including the leaves, pseudostem and stalks are considered waste materials. This report aims to study the bioactive compounds in the group of phenolic compounds, condensed tannins, hydrolysable tannins and to determine proximate analysis in the pseudostem, leaves and inflorescence of Thep Parod banana. The results showed that the highest condensed tannin, hydrolysable tannin and total phenolic compounds contents were found in the leaves, followed by the inflorescence and then pseudostem, respectively. The highest content of condensed tannin was in the range of 21.96-174.60 mg Catechin equivalent (CE)/ml, followed by hydrolysable tannin 15.80-57.74 mg Gallotannin equivalent (GE)/ml and total phenolic compound 13.01-45.40 mg Gallic acid equivalent (GAE)/ml. Furthermore, the banana leaves presented higher content of crude protein (11.25%), crude fiber (27.26%), energy (4786.19 calorie/g), and other components (acid insoluble ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and acid detergent lignin) than the inflorescence and the pseudostem. The usefulness of waste utilization from banana leaves could increase a potential animal feeds production system in terms of a reduction parasites and inhibition the growth of nematode eggs in gastrointestinal tract of ruminants, including saving cost of production.

**Keywords:** banana, tannins, phenolic compounds

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว 27160

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, Sakaeo 27160



**ปริมาณแทนนินและองค์ประกอบทางเคมีในลำต้น ใบ และปลีของกล้วยเทพรส**  
**Tannins Content and Chemical Compositions in Pseudostem Leaves and inflorescence of**  
**Thep Parod Banana**

สมคิด ใจตรง<sup>2</sup>และสุปรีณา ศรีไสคำ<sup>1</sup>  
 Somkit Jaitrong<sup>1</sup> and Supreena Srisaikham<sup>1</sup>

**Abstract**

Parts of the banana plant such as the fruit and the inflorescence can be used in food, while the other parts including the leaves, pseudostem and stalks are considered waste materials. This report aims to study the bioactive compounds in the group of phenolic compounds, condensed tannins, hydrolysable tannins and to determine proximate analysis in the pseudostem, leaves and inflorescence of Thep Parod banana. The results showed that the highest condensed tannin, hydrolysable tannin and total phenolic compounds contents were found in the leaves, followed by the inflorescence and then pseudostem, respectively. The highest content of condensed tannin was in the range of 21.96-174.60 mg Catechin equivalent (CE)/ml, followed by hydrolysable tannin 15.80-57.74 mg Gallotannin equivalent (GE)/ml and total phenolic compound 13.01- 45.40 mg Gallic acid equivalent (GAE)/ml. Furthermore, the banana leaves presented higher content of crude protein (11.25%), crude fiber (27.26%), energy (4786.19 calorie/g), and other components (acid insoluble ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and acid detergent lignin) than the inflorescence and the pseudostem. The usefulness of waste utilization from banana leaves could increase a potential animal feeds production system in terms of a reduction parasites and inhibition the growth of nematode eggs in gastrointestinal tract of ruminants, including saving cost of production.

**Keywords:** Banana, tannins, phenolic compounds

**บทคัดย่อ**

ส่วนต่างๆ ของกล้วย เช่น ผล และปลี สามารถใช้เป็นอาหาร ในขณะที่ส่วนอื่นๆ รวมทั้งใบ ลำต้นเทียม และเครือกล้วยกลายเป็นสิ่งเหลือทิ้ง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มสารประกอบฟีนอล คอนเดนซ์แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน และวิเคราะห้โภชนะในลำต้นเทียม ใบ และปลีของกล้วยเทพรส พบว่าปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด พบมากที่สุดในใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ ปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงสุด อยู่ระหว่าง 21.96-174.60 มิลลิกรัมคาเทชิน/มิลลิลิตร รองลงมา คือ ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน 15.80-57.74 มิลลิกรัมแกลโลแทนนิน/มิลลิลิตร และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 13.01-45.40 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ใบกล้วยยังมีปริมาณโปรตีนหยาบ (11.25%) เยื่อใยหยาบ (27.26%) พลังงาน (4786.19 แคลอรี/กรัม) และองค์ประกอบอื่นๆ (ถ้าที่ไม่ละลายในกรด เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนท์ที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนท์ที่เป็นกรดและลิกนินในดีเทอเจนท์ที่เป็นกรด) ในปริมาณสูงกว่าปลี และลำต้นเทียม ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ใช้เป็นแนวทางในการนำสิ่งเหลือทิ้งจากใบกล้วยมาเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตอาหารสัตว์ ในแง่ของการลดปริมาณเชื้อปรสิตและยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง รวมถึงช่วยลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

**คำสำคัญ:** กล้วย, แทนนิน, สารประกอบฟีนอล

<sup>2</sup>

<sup>2</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว 27160

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, Sakaeo 27160

## คำนำ

การใช้ประโยชน์จากกล้วยนอกจากผล และปลี ส่วนอื่นๆ เช่น ลำต้นเทียม (pseudostem) เครือกล้วย และใบ เป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้น้อยหรือแทบไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า มีรายงานวิจัยว่าลำต้นเทียม ประกอบด้วย เซลลูโลส ไฮโดรเซลลูโลส ลิกนิน (Li et al., 2010) อัลคาลอยด์ (8.16%) ฟลาโวนอยด์ (4.02%) ซาโปนิน (3.5%) แทนนิน (9.13%) (Onyema et al., 2016) ใบกล้วย เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล (Girish and Satish, 2008) ปลีกล้วยเป็นมีสารพิษเคมีและสารให้สีธรรมชาติ (Alexandra Pazmiño-Durán et al., 2001; Mathew and Negi, 2017) เครือกล้วย ประกอบด้วย โปรตีนหยาบ ไฟเบอร์ ไขมัน และมีแทนนินสูง จึงนิยมนำมาหมักเป็นอาหารสัตว์ (Al et al., 2015) แทนนินเป็นสารประกอบฟีนอลที่พืชสร้างขึ้นตามธรรมชาติ มีรสฝาด เผื่อน หรือขม โดยทั่วไปแทนนินแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน ประกอบด้วย แกลโลแทนนิน อีลาจีแทนนิน (Mueller-Harvey, 2001) และคอนเดนส์แทนนิน หรือโปรแอนโทไซยานิน (Mueller-Harvey and McAllan, 1992) คุณสมบัติสำคัญของแทนนินสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดกลิ่นผิดปกติ ตลอดจนออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อปรสิต และยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Butter et al., 2001; Max et al., 2002) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอล ไฮโดรไลซ์แทนนิน คอนเดนส์แทนนิน และส่วนประกอบทางเคมีแบบประมาณจากส่วนเหลือทิ้ง ได้แก่ ลำต้นเทียม ใบ และปลีกล้วย เพื่อเป็นการนำสิ่งเหลือทิ้งจากการเกษตรในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

## อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างกล้วยและการสกัด โดยนำส่วนของลำต้นเทียม ใบ และปลีกล้วยเทพรส มาทำให้แห้งโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง บดตัวอย่างให้ละเอียด จากนั้นสกัดตัวอย่างแห้งในแต่ละส่วนของกล้วย จำนวน 10 กรัม (แต่ละส่วนของกล้วยสกัด 3 ซ้ำ) ด้วยอะซีโตน ความเข้มข้น 70% ด้วยวิธี Soxhlet สกัดจนกระทั่งตัวอย่างใสไม่มีสี นำไประเหยแห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นละลายตัวอย่างด้วย 70% เอทานอล และนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และไฮโดรไลซ์แทนนิน ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดรายงานผลเป็นปริมาณ Gallic acid equivalent (mg GAE/ml sample) ส่วนปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน รายงานผลเป็นปริมาณ Gallotannin equivalent (mg GE/ml sample) วิเคราะห์ปริมาณคอนเดนส์แทนนิน ด้วยวิธี HCl-vanillin method ดัดแปลงจาก Singleton and Rossi (1965) ที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร และรายงานผลเป็นปริมาณ Catechin equivalent (mg CE/ml sample) ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแบบประมาณ (proximate analysis) (AOAC, 1990) คือ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) (AOAC, 1990) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract) เถ้า (Ash) เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid insoluble ash, AIA (AOAC 18<sup>th</sup> ed., 2010, Method 942.05) เยื่อใยโดยดีเทอเจน (Detergent analysis) (Goering and Van Soest, 1970) ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนินในดีเทอเจนที่เป็นกรด (Acid detergent lignin, ADL)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลที่ได้ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยใช้ Least significant difference method (LSD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATISTIX8 (Statistix8, 2003)

## ผล

### 1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนิน ในลำต้น ใบ และปลีกล้วยเทพรส

ปริมาณสารประกอบฟีนอล คอนเดนส์แทนนิน และไฮโดรไลซ์แทนนิน พบมากที่สุดในส่วนของใบ รองลงมา คือ ปลี และลำต้น ตามลำดับ ซึ่งพบปริมาณคอนเดนส์แทนนินในใบสูงที่สุด คือ 174.60 มก. คาเทชิน/มล. รองลงมา คือ ปลี (30.48 มก. คาเทชิน/มล.) และ ลำต้นเทียม (21.96 มก. คาเทชิน/มล.) ตามลำดับ ปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน อยู่ระหว่าง 15.80-57.74 มก. แกลโลแทนนิน/มล. และสารประกอบฟีนอล อยู่ระหว่าง 13.01-45.40 มก. กรดแกลลิก/มล.ตามลำดับ (Figure 1)

## 2. ส่วนประกอบทางเคมีแบบประมาณของกล้วยเพชร

ปริมาณความชื้นในลำต้นเทียมมีมากที่สุด คือ 92.74% รองลงมา คือ ปลี (90.77%) และใบ (75.12%) ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนหยาบ พบสูงที่สุดใน ปลี (12.44%) รองลงมา คือ ใบ (11.25%) และ ลำต้นเทียม (2.50%) ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เยื่อใยหยาบในลำต้นเทียมและใบมีค่าใกล้เคียงกัน มีประมาณ 27% ส่วนในปลีมีเพียง 15.3% ปริมาณเถ้าในปลีกล้วยสูงที่สุด คือ 11.80% รองลงมา คือ ใบ (6.29%) และ ลำต้นเทียม (5.39%) ตามลำดับ ใบกล้วยเป็นส่วนที่ให้พลังงานรวมสูงที่สุด คือ 4786.19 แคลอรี/กรัม รองลงมา คือ ปลี (4019.84 แคลอรี/กรัม) และ ลำต้นเทียม (3578.45 แคลอรี/กรัม) ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้ ส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆ ของกล้วยเพชร ดังแสดงใน Table 1

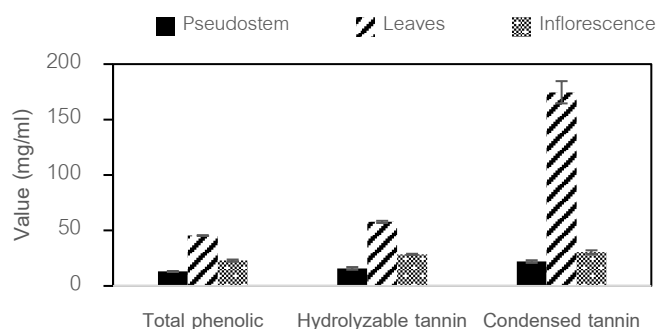


Figure 1 Total phenolic, hydrolysable tannin and condensed tannin in pseudostem, leaves and inflorescence of Thep Parod banana

Table 1. Chemical compositions of Thep Parod banana pseudo-stem, leaves and inflorescence

Component	Pseudostem	Leaves	Inflorescence	LSD.	CV.
Moisture (%) <sup>1/</sup>	92.74 <sup>a</sup> ±0.5	75.12 <sup>c</sup> ±0.66	90.77 <sup>b</sup> ±0.17	1.01	0.59
Crude protein (%)	2.50 <sup>c</sup> ±0.09	11.25 <sup>b</sup> ±0.09	12.44 <sup>a</sup> ±0.08	0.17	1.01
Crude fiber (%)	27.58 <sup>a</sup> ±0.14	27.26 <sup>a</sup> ±0.23	15.31 <sup>b</sup> ±0.11	0.34	0.74
Ash (%)	5.39 <sup>c</sup> ±0.08	6.29 <sup>b</sup> ±0.03	11.80 <sup>a</sup> ±0.08	0.14	0.91
Acid Insoluble Ash; AIA (%)	0.63 <sup>b</sup> ±0.07	1.75 <sup>a</sup> ±0.01	0.04 <sup>c</sup> ±0.01	0.09	5.27
Neutral Detergent Fiber; NDF (%)	57.69 <sup>a</sup> ±0.18	53.46 <sup>b</sup> ±0.12	44.45 <sup>c</sup> ±0.12	0.29	0.28
Acid Detergent Fiber; ADF (%)	33.03 <sup>a</sup> ±0.01	29.56 <sup>c</sup> ±0.01	30.87 <sup>b</sup> ±0.03	0.04	0.06
Acid Detergent Lignin; ADL (%)	3.02 <sup>c</sup> ±0.06	6.29 <sup>b</sup> ±0.04	10.81 <sup>a</sup> ±0.13	0.18	1.30
Energy (calorie/g)	3578.45 <sup>c</sup> ±36.48	4786.19 <sup>a</sup> ±18.07	4019.84 <sup>b</sup> ±1.68	46.63	0.56

<sup>1/</sup> Row values followed by the same letter are not significantly different with ( $P=0.05$ )

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิจัยพบว่าในใบกล้วยเทพรส มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินและองค์ประกอบทางเคมีในปริมาณสูง ประกอบกับแทนนินมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่งความเป็นพิษของแทนนินต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแทนนินที่สัตว์ได้รับ อีกทั้งพบว่าไฮโดรไลเซเบิลแทนนินมีพิษต่อจุลินทรีย์น้อยกว่าคอนเดนซ์แทนนิน (Jones et al., 1994) ดังนั้นส่วนใหญ่จึงนำคอนเดนซ์แทนนินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากกว่าประกอบกับคุณสมบัติที่สำคัญ คอนเดนซ์แทนนิน คือ สามารถตกตะกอนกับโปรตีนได้ ทำให้พืชโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของสัตว์ ดังนั้นโปรตีนในอาหารจึงผ่านสู่กระเพาะจริงได้มากขึ้น เพิ่มการดูดซึมกรดอะมิโนที่สำคัญในลำไส้เล็กและตัวสัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ จึงช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในสัตว์ได้ (Makkar et al., 1995; Reed, 1995; Min et al., 2003) นอกจากนี้แทนนินยังมีผลต่อตัวอ่อนของพยาธิ โดยเมื่อสารโปรตีน-แทนนินเดินทางเข้าสู่ลำไส้เล็กจะส่งผลให้ค่าพีเอชภายในลำไส้เล็กสูงขึ้น ทำให้ตัวอ่อนของพยาธิไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Butter et al., 2001; Min and Hart, 2003) ดังนั้นการนำใบพืชโปรตีนที่มีแทนนินในระดับสูงมาเสริมในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดีลดการใช้ยาถ่ายพยาธิ ลดต้นทุนค่าอาหารและทดแทนการใช้ยาถ่ายพยาธิ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิตสัตว์ จึงเป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังจัดเป็นพืชที่น่าสนใจเพราะสัตว์สามารถกินได้และปลูกมากในทุกภาคของประเทศไทย และมีปริมาณผลผลิตมากพอที่จะนำมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือทิ้งทางการเกษตรและลดต้นทุนการผลิตได้

### สรุปผลการทดลอง

ใบกล้วยเทพรส มีปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน (174.60 มก.คาเทชิน/มล.) ไฮโดรไลซ์แทนนิน (57.74 มก.แกลลโลแทนนิน/มล.) และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (45.40 มก.กรดแกลลิก/มล.) สูงที่สุด รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ ปริมาณความชื้นสูงที่สุดในลำต้นเทียม รองลงมา คือ ปลี และใบ ตามลำดับ สอดคล้องกับส่วนประกอบทางเคมีแบบประมาณ ได้แก่ โปรตีนหยาบ ใยและลิกนินในปลีมากที่สุด นอกจากนี้เยื่อใยหยาบและพลังงานรวมในใบมีปริมาณมากที่สุด รองลงมา คือ ปลี และลำต้นเทียม ตามลำดับ

### คำขอขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 9/2560

### เอกสารอ้างอิง

- Alexandra Pazmiño-Durán, E., M.M. Giusti, R.E. Wrolstad and M.B A. Glória. 2001. Anthocyanins from banana bracts (*Musa X paradisiaca*) as potential food colorants. *Food Chemistry* 73(3): 327-332.
- Al, B., Z. Sheng, L. Zheng, X. Zheng and X. Yang. 2015. Determination of tannins content in banana stalk and its silage. 4<sup>th</sup> International Conference on Sensors, Measurement and Intelligent Materials (ICSMIM 2015): 704-707.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol.1, 15<sup>th</sup> ed., Washington D.C.
- A.O.A.C. 2010. Official Methods of Analysis. 18th Edition, Revision 3, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Butter, N.L., J.M. Dawson, D. Wakelin and P.J. Buttery. 2001. Effect of dietary condensed tannins on gastrointestinal nematodes. *Journal of Agricultural Science* 137: 461-469.
- Girish, H. V. and S., Satish. 2008. Antibacterial activity of important medicinal plants on human pathogenic bacteria- a comparative analysis. *World Application of Science Journal* 5 (3): 267-271.
- Goering, H. K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Application). *Agricultural Handbook No. 379*, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Jones, G.A., T.A. McAllister, A.D. Muir and K.J. Cheng. 1994. Effects of sainfoin (*Onyobrychis vicifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacterial. *Applied and Environmental Microbiology* 60: 1374-1378.
- Li, K., S. Fu, H. Zhan, Y. Zhan and L.A. Lucia. 2010. Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana pseudo-stem. *Bioresources*, 5(2): 576-585.
- Makkar, H.P.S., M. Bluemmel and K. Becker. 1995. *In vitro* effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 69: 48-93.
- Mathew, N.S. and P.S. Negi. 2017. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review. *Journal of Ethnopharmacology* 196: 124-140.

- Max, R.A., D. Wakelin, P.J. Buttery, A.E. Kinambo, A.A. Kassuku and L.A. Mtengor. 2002. Potential of controlling internal parasitic infection in small ruminant with extracts of plant high in tannin. University of Nottingham, School of bioscience, Loughborough.
- Min, B.R. and S.P. Hart. 2003. Tannin for Suppression of Intestinal Parasites. *Journal of Animal Science* 81 (Suppl. 2): E102-E109.
- Min, B.R., T.N. Barry, G.T. Attwood and W.C. McNabb. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology* 106 (1-4): 3-19.
- Mueller-Harvey, I. 2001. Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology* 91: 3-20.
- Mueller-Harvey, I. and A.B., McAllan. 1992. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology* 1: 151-217.
- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science* 73: 1516-1528.
- STATISTIX8. 2003. Statistix8: Analytical software user's manual. Tallahassee, Florida.
- Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with photomolybdenic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.

สัณฐานวิทยาของปลีและดัชนีความบิรูรณ์ของกล้วยหอมเขียวค่อม สามเดือน และเทพนม  
Inflorescence Morphology and Maturity Index of Hom Kiew Kom, Sam Doen and Thep Panom Bananas

สมคิด ใจตรง<sup>1</sup> และสุชาวดี บัวพอก<sup>1</sup>  
Somkit Jaitrong<sup>1</sup> and Suchawadee Buapok<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของปลีกล้วย (รูปร่าง การม้วนของใบประดับ สีของใบประดับ สีดอกเพศผู้ และสีของ stigma) ของกล้วย triploid คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (*Musa* AAA group) สามเดือน (*Musa* AAB group) และเทพนม (*Musa* ABB group) ผลกล้วยที่ระยะบิรูรณ์ทางสรีรวิทยาประเมินจากความบิรูรณ์มาตรฐานของผลกล้วย (ไม่มีเหลี่ยม >90-100% บิรูรณ์) ร่วมกับการนับจำนวนวันหลังตัดปลี จากนั้นเก็บเกี่ยวและทำให้ผลกล้วยสุกที่สภาพบรรยากาศปกติ (30±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 65±2%) นำผลกล้วยที่ระยะบิรูรณ์ทางสรีรวิทยาและระยะสุก (เปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ-เคมี (น้ำหนักผล ความหนาเปลือก สี ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้) พบว่าปลีกล้วยหอมเขียวค่อมและเทพนมมีรูปร่างไขว้าง ปลายมนส่วนปลีกล้วยสามเดือนรูปร่างเรียวยาว ปลายแหลม กล้วยทั้งสามพันธุ์มีใบประดับยกตัวและม้วนขึ้น มีนวลปกคลุม สีน้ำตาลอมแดงถึงแดงอมม่วง ดอกเพศผู้สีครีมปนเหลือง (หอมเขียวค่อม) สีเหลือง (สามเดือน) และสีชมพู (เทพนม) ปลายสีเหลืองกล้วยสามเดือนพัฒนาเข้าสู่ระยะบิรูรณ์ทางสรีรวิทยาเร็วที่สุด คือ 58 วัน หลังตัดปลี รองลงมา คือ หอมเขียวค่อม (82 วัน) และเทพนม (124 วัน) หลังจากเก็บเกี่ยวและเก็บรักษา การพัฒนาเข้าสู่ระยะสุกของกล้วยหอมเขียวค่อมและกล้วยสามเดือน ใช้เวลา 3 วัน และกล้วยเทพนม ใช้เวลา 7 วัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่ระยะสุกเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่าและสูงสุดในกล้วยเทพนม (31.9%) รองลงมา คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (27%) และกล้วยสามเดือน (20%) ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามความแน่นเนื้อที่ระยะสุกลดลง ประมาณ 5-6 เท่า

คำสำคัญ: ผลกล้วย, คุณภาพทางกายภาพ-เคมี, ใบประดับ

Abstract

The objective of this research was to study the morphological characters of inflorescence (shape, bract curling, bract color, male flower color and stigma color) in chromosomal triploids namely Hom Kiew Kom (*Musa* AAA group), Sam Doen (*Musa* AAB group) and Thep Panom (*Musa* ABB group). The fruit at physiological maturity was assessed based on the standard maturity for banana according to fullness of fingers (no angularity, >90-100% mature) plus number of days from inflorescence removal, and, then harvest, the fruit hands were allowed to be ripe at ambient condition (30±2°C, 65±2% RH). Banana fruits at physiological maturity and fully ripe stages (the peel all yellow) were evaluated to determine the physico-chemical quality (fruit weight, peel thickness, color, firmness and total soluble solids). The results showed that the inflorescences of Hom Kiew Kom and Thep Panom were broadly ovate with obtuse apex, whereas that of Sam Doen was lanceolate with acute apex. The bracts of three cultivars were covered with natural wax, curled up and rolled back. Bract color was reddish brown to reddish purple. Male flower colors were creamy-yellow (Hom Kiew Kom), yellow (Sam Doen) and pink (Thep Panom) with yellow stigma. Sam Doen banana had 58 days to reach to physiological maturity, which was earlier than Hom Kiew Kom (82 days) and Thep Panom (124 days). After harvest and storage, Hom Kiew Kom and Sam Doen ripened in 3 days, whereas Thep Panom took 7 days to be ripe. Total soluble solids increased 10 times at the fully ripe stage and was highest in Thep Panom (31.9%), followed by Hom Kiew Kom (27%) and Sam Doen (20%), respectively. In contrast, fruit firmness decreased 5-6 times at the fully ripe stage.

Keywords: banana fruit, physico-chemical quality, bract

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว 27160

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, Sakaeo 27160

## สัณฐานวิทยาของปลีและระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาของกล้วยหอมเขียวค่อม สามเดือน และเทพนม

### Inflorescence Morphology and Physiological Maturity of Hom Kiew Kom, Sam Doen and Thep Panom Bananas

สมคิด ใจตรง<sup>3</sup>และสุชาวดี บัวพอก<sup>1</sup>

Somkit Jaitrong<sup>1</sup> and Suchawadee Buapok<sup>1</sup>

#### Abstract

The objective of this research was to study the morphological characters of inflorescence (shape, bract curling, bract color, male flower color and stigma color) in chromosomal triploids namely Hom Kiew Kom (*Musa* AAA group), Sam Doen (*Musa* AAB group) and Thep Panom (*Musa* ABB group). The fruit at physiological maturity was assessed based on the standard maturity for banana according to fullness of fingers (no angularity, >90-100% mature) plus number of days from inflorescence removal, and, then harvest, the fruit hands were allowed to be ripe at ambient condition (30±2°C, 65±2% RH). Banana fruits at physiological maturity and fully ripe stages (the peel all yellow) were evaluated to determine the physico-chemical quality (crown weight, fruit width, fruit length, peel color, firmness and total soluble solids). The results showed that the inflorescences shape of Hom Kiew Kom and Thep Panom were broadly ovate with obtuse apex, whereas that of Sam Doen was lanceolate with acute apex. The bracts of three cultivars were covered with natural wax, curled up and rolled back. Bract color was reddish brown to reddish purple. Male flower colors were creamy-yellow (Hom Kiew Kom), yellow (Sam Doen) and pink (Thep Panom) with yellow stigma. Sam Doen banana had 58 days to reach to physiological maturity, which was earlier than Hom Kiew Kom (82 days) and Thep Panom (124 days). After harvest and storage, Hom Kiew Kom and Sam Doen ripened in 3 days, whereas Thep Panom took 7 days to be ripe. Total soluble solids increased 7-10 times at the fully ripe stage and was highest in Thep Panom (31.9%), followed by Hom Kiew Kom (27%) and Sam Doen (20%), respectively. In contrast, fruit firmness decreased 6-10 times at the fully ripe stage depended on the cultivars.

**Keywords:** Banana fruit, physico-chemical quality, bract

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของปลีกล้วย (รูปร่าง การม้วนของใบประดับ สีใบประดับ สีดอกเพศผู้ และสีของ stigma) ของกล้วย triploid คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (*Musa* AAA group) สามเดือน (*Musa* AAB group) และเทพนม (*Musa* ABB group) ผลกล้วยที่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาประเมินจากความบรรีบูรณ์มาตรฐานของผลกล้วย (ไม่มีเหลี่ยม>90-100% บรรีบูรณ์) ร่วมกับการนับจำนวนวันหลังตัดปลี จากนั้นเก็บเกี่ยวและทำให้ผลกล้วยสุกที่สภาพบรรยากาศปกติ (30±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 65±2%) นำผลกล้วยที่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาและระยะสุก (เปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ-เคมี (น้ำหนักหวี ความกว้างผล ความยาวผล สีเปลือกผล ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้) พบว่าปลีกล้วยหอมเขียวค่อมและเทพนมมีรูปร่างไขว่กว้าง ปลายมน ปลีกล้วยสามเดือนรูปร่างเรียวยาว ปลายแหลม ทั้งสามพันธุ์มีใบประดับยกตัวและม้วนขึ้น มีนวลปกคลุม สีน้ำตาลอมแดงถึงแดงอมม่วง ดอกเพศผู้สีครีมปนเหลือง (หอมเขียวค่อม) เหลือง (สามเดือน) และสีชมพู (เทพนม) ปลายสีเหลือง กล้วยสามเดือนพัฒนาสู่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาเร็วที่สุด คือ 58 วัน รองลงมา คือ หอมเขียวค่อม (82 วัน) และเทพนม (124 วัน) หลังตัดปลี หลังจากเก็บเกี่ยวและเก็บรักษา การพัฒนาเข้าสู่ระยะสุก 3 วัน ในกล้วยหอมเขียวค่อมและกล้วยสามเดือน และ 7 วัน ในกล้วยเทพนม ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่ระยะสุกเพิ่มขึ้นประมาณ 7-10 เท่าและ

<sup>3</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว 27160

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, Sakaeo 27160

สูงสุดในกลุ่มเทพนม (31.9%) รองลงมา คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (27%) และกล้วยสามเดือน (20%) ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามความแน่นเนื้อที่ระยะสุกลดลง ประมาณ 6-10 เท่าขึ้นกับพันธุ์กล้วย

**คำสำคัญ:** ผลกล้วย, คุณภาพทางกายภาพ-เคมี, ใบประดับ

### คำนำ

กล้วยเป็นผลไม้เขตร้อนที่ปลูกมากกว่า 130 ประเทศทั่วโลก กล้วยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นจริงอยู่ใต้ดินมีลักษณะเป็นหัว เรียกว่า เหง้า ส่วนที่เห็นเหมือนลำต้นที่อยู่เหนือดินนั้นเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) การเจริญของแผ่นใบเมื่อแทงพ้นจากลำต้นเทียมจะตั้งขึ้นและเอนขนานกับพื้นดินซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนโครโมโซมของกล้วยด้วย การเจริญของใบหยุดลงเมื่อแทงช่อดอก (แทงปลี) ดอกออกเป็นช่อ (inflorescence) ใบประดับหรือกาบปลี (bract) มีสีสด การติดผลขึ้นอยู่กับจำนวนของกลุ่มดอกที่อยู่โคนหรือด้านล่างของช่อดอก (เบญจมาศ, 2558) การพัฒนาของผลกล้วยแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ อุณหภูมิ และฤดูกาล สอดคล้องกับ Sanudom et al (2014) รายงานว่า ผลกล้วยพัฒนาเข้าสู่ระยะบริบูรณ์เร็วที่สุดในฤดูฝน และช้าที่สุดในฤดูหนาว ประเทศไทยประสบปัญหาเกี่ยวกับกล้วยมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานส่งออกทำให้ต้องจำหน่ายภายในประเทศ ซึ่งราคาแตกต่างจากเกรดส่งออกประมาณ 8-10 เท่า (Sangudom et al., 2012) สำหรับระยะเก็บเกี่ยวที่แนะนำสำหรับกล้วยส่งออก คือ ระยะบริบูรณ์ 75-80% (Department of Agriculture Thailand, 2007) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลีกล้วย การพัฒนาผลสู่ระยะบริบูรณ์ทางสรีรวิทยาและคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของผลกล้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการส่งเสริมการปลูกกล้วยพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่พันธุ์การค้าเพิ่มเติมจากปัจจุบัน และการอนุรักษ์พันธุ์กรรมกล้วย

### อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาสัณฐานวิทยาของปลีและระยะบริบูรณ์ของกล้วยที่มีจำนวนชุดโครโมโซม 3 ชุด (triploid, 3n) จำนวน 3 พันธุ์ คือ กล้วยหอมเขียวค่อม กล้วยสามเดือน และกล้วยเทพนม ซึ่งปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้ที่ฟาร์มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยบูรพา โดยบันทึกลักษณะของปลีกล้วย จำนวน 5 ปลีต่อพันธุ์ สังเกตรูปร่างปลี ลักษณะการม้วนของใบประดับ ลักษณะนวลที่ปกคลุม สีด้านนอกและด้านในของใบประดับ สีดอกเพศผู้และ stigma วัดสีปลีด้วยเครื่องวัดสี (Portable chroma meter, CR-400, Konica Minolta, Japan) รวมทั้งบันทึกข้อมูลการพัฒนาของผลกล้วยจนกระทั่งผลบริบูรณ์ทางสรีรวิทยา ประเมินจากความบริบูรณ์มาตรฐานของผลกล้วย (ไม่มีเหลี่ยม >90-100% บริบูรณ์) ร่วมกับการนับจำนวนวันหลังตัดปลี จากนั้นเก็บเกี่ยวและทำให้ผลกล้วยสุกที่สภาพบรรยากาศปกติ ( $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 2\%$ ) นำผลกล้วยที่ระยะบริบูรณ์ทางสรีรวิทยาและระยะสุก (เปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ-เคมี เช่น น้ำหนักผลต่อหวี ความกว้าง ความยาวผล วัดสีด้วยเครื่องวัดสี ความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Force Gauge, รุ่น Daiichi FG 520K, Japan) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Digital Pocket Refractometer (Atago, รุ่น PAL-1, Japan)

### ผล

#### สัณฐานวิทยาของปลีกล้วย

พบว่าปลีกล้วยหอมเขียวค่อมและเทพนมมีรูปร่างไขกั้ว ปลายมน ส่วนปลีกล้วยสามเดือนรูปร่างเรียวยาว ปลายแหลม กล้วยทั้งสามพันธุ์มีใบประดับยกตัวและม้วนขึ้น มีนวลปกคลุมเล็กน้อยในกล้วยหอมเขียวค่อมและกล้วยสามเดือน ส่วนกล้วยเทพนมมีนวลปกคลุมมาก ใบประดับหรือกาบปลีด้านนอกของกล้วยหอมเขียวค่อมมีสีแดงอมม่วง ด้านในสีส้มอมเหลืองซีดจากโคนไปปลาย ขณะที่กล้วยสามเดือนมีใบประดับด้านนอกสีแดงอมม่วงเข้ม ด้านในสีแดงเข้ม และกล้วยเทพนมมีสีของใบประดับด้านนอกสีน้ำตาลอมแดง ด้านในสีแดงอมส้ม ดอกเพศผู้สีครีมปนเหลือง (หอมเขียวค่อม) สีเหลือง (สามเดือน) และสีชมพู (เทพนม) และทั้งสามพันธุ์มีปลายของ stigma เป็นสีเหลือง (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี  $L^* a^* b^* C^*$  และ  $H^{\circ}$  ของสีใบประดับด้านนอก ด้านใน และสีดอกเพศผู้ (Table 1)





Figure 1. Inflorescence character of Hom Khieo Kom, Sam Doen and Thep Panom bananas

Table 1 The bract and inflorescence color of Hom Khieo Kom, Sam Doen and Thep Panom bananas

Part of inflorescence	L*	a*	b*	C*	Hue angle
<b>Outside color</b>					
Hom Khieo Kom	81.15±17.46	6.71±2.87	35.84±25.48	36.53±25.58	78.06±3.77
Sam Doen	36.70±2.33	18.02±0.34	7.25±0.99	19.59±0.84	19.81±2.58
Thep Panom	45.39±0.56	12.47±2.09	5.70±0.73	14.30±1.77	22.95±0.91
<b>Inside color</b>					
Hom Khieo Kom	78.36±17.35	6.94±2.94	34.92±24.35	35.62±24.49	77.37±3.73
Sam Doen	48.30±3.64	27.19±2.54	22.16±2.49	34.02±1.25	40.59±3.63
Thep Panom	41.67±5.85	31.73±4.37	18.13±2.35	38.21±3.66	29.60±0.09
<b>Male flower color</b>					
Hom Khieo Kom	75.05±11.49	7.06±3.37	38.67±21.09	39.35±21.36	79.34±0.77
Sam Doen	74.22±0.68	-3.52±0.90	28.19±0.77	28.26±1.06	97.02±1.55
Thep Panom	67.62±7.69	8.79±4.67	21.66±3.05	23.97±0.81	65.31±11.92

#### การพัฒนาเข้าสู่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาของผลกล้วย

เมื่อผลกล้วยพัฒนาเข้าสู่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยา พบว่ากล้วยสามเดือนมีผลรูปร่างกลมไม่มีเหลี่ยม ผิวผลเรียบ กล้วยหอมเขียวคอมมีรูปร่างผลยาวคล้ายกล้วยหอมทอง แต่เปลือกผลยังมีสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย ส่วนกล้วยเพนนมผลยังมีเหลี่ยมเล็กน้อย และเปลือกผลมีลักษณะพิเศษ คือ เปลือกผลด้านข้างเชื่อมติดกันคล้ายพนมมือแต่เนื้อผลด้านในแยกเป็นแต่ละผลไม่เชื่อมติดกัน (Figure 2) กล้วยสามเดือนพัฒนาเข้าสู่ระยะบรรีบูรณ์ทางสรีรวิทยาเร็วที่สุด คือ 58 วัน หลัง

ตัดปลี รองลงมา คือ หอมเขียวค่อม (82 วัน) และเทพนม (124 วัน) ตามลำดับ โดยกล้วยเทพนมมีจำนวนหวีต่อเครือ (7-8 หวี) และจำนวนผลต่อหวีมากที่สุด คือ 18.50 ผล รองลงมา คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (5-6 หวีต่อเครือ และ 11.30 ผลต่อหวี) และกล้วยสามเดือน (3-5 หวีต่อเครือ และ 10.33 ผลต่อหวี) ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยต่อหวีของกล้วยหอมเขียวค่อม (2271.43 กรัม) กล้วยเทพนม (1660.46 กรัม) และ กล้วยสามเดือน (1100 กรัม) ความกว้าง และความยาวผลเฉลี่ยของกล้วยทั้งสามพันธุ์มีขนาดใกล้เคียงกัน ดังนี้ กล้วยหอมเขียวค่อม (3.48 และ 12.29 ซม.) กล้วยสามเดือน (3.79 และ 11.97 ซม.) และกล้วยเทพนม (2.97 และ 11.78 ซม.)



Figure 2. The bunch character of Sam Doen, Hom Khieo Kom and Thep Panom bananas.

### คุณภาพทางกายภาพ-เคมี

หลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะบิรุณทางสรีรวิทยา (เปลือกมีสีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้ม) ซึ่งค่า  $L^*$   $C^*$  และ  $H^\circ$  ของสีเปลือกกล้วยมีค่า ดังนี้ คือ กล้วยสามเดือน ( $L^* = 61.85$ ,  $C^* = 37.10$ ,  $H^\circ = 116.74$ ) กล้วยหอมเขียวค่อม ( $L^* = 78.49$ ,  $C^* = 40.88$ ,  $H^\circ = 115.00$ ) และกล้วยเทพนม ( $L^* = 68.08$ ,  $C^* = 46.78$ ,  $H^\circ = 123.32$ ) และเมื่อเก็บรักษาที่สภาพบรรยากาศปกติ ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 2\%$ ) พบว่าการพัฒนาเข้าสู่ระยะสุก (เปลือกเป็นสีเหลืองทั้งผล) และมีค่าสีเปลือกเปลี่ยนไป ดังนี้ กล้วยสามเดือน ( $L^* = 79.80$ ,  $C^* = 53.09$ ,  $H^\circ = 92.07$ ) กล้วยหอมเขียวค่อม ( $L^* = 79.80$ ,  $C^* = 31.06$ ,  $H^\circ = 92.33$ ) และกล้วยเทพนม ( $L^* = 71.33$ ,  $C^* = 43.01$ ,  $H^\circ = 87.94$ ) โดยกล้วยหอมเขียวค่อมและกล้วยสามเดือน ใช้เวลา 3 วัน ในการพัฒนาเข้าสู่ระยะสุก และกล้วยเทพนม ใช้เวลา 7 วัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่ระยะสุกเพิ่มขึ้นประมาณ 7-10 เท่าและสูงสุดในกล้วยเทพนม (4.49 เพิ่มขึ้นเป็น 31.96%) รองลงมา คือ กล้วยหอมเขียวค่อม (2.51 เพิ่มขึ้นเป็น 27.00%) และกล้วยสามเดือน (2.63 เพิ่มขึ้นเป็น 20.00%) ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามความแน่นเนื้อที่ระยะสุกลดลง ประมาณ 6-10 เท่าขึ้นกับพันธุ์ของกล้วย เช่น กล้วยสามเดือน (37.98 ลดลงเป็น 3.84 นิวตัน) กล้วยเทพนม (30.29 ลดลงเป็น 2.75 นิวตัน) และกล้วยหอมเขียวค่อม (25.71 ลดลงเป็น 4.27 นิวตัน) เป็นต้น

### วิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลี ระยะเวลาของการพัฒนาของผลสู่ระยะบิรุณทางสรีรวิทยาและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของกล้วยทั้งสามพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยเนื้อผลกล้วยเทพนมเมื่อบิรุณทางสรีรวิทยามีเนื้อสัมผัสแข็ง แต่เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะสุกเนื้อนิ่มลง ประมาณ 10 เท่า รวมทั้งเมื่อกล้วยเทพนมสุกเนื้อผลยังนิ่มกว่ากล้วยสามเดือนและกล้วยหอมเขียวค่อมอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นจากระยะบิรุณ เป็น 10 เท่าในกล้วยหอมเขียวค่อม ขณะที่เพิ่มเป็น 7 เท่าในกล้วยเทพนมและกล้วยสามเดือน จะเห็นได้ว่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลกล้วย (Kader, 1999) สอดคล้องกับรายงานวิจัยว่า การเก็บเกี่ยวที่ระยะ บิรุณระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อความแน่นเนื้อและสีผล แต่มีผล

ต่อปริมาณสตาร์ชที่สะสมในเนื้อผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ กลิ่น และรสชาติในกล้วยที่ระยะบิรูรณ์ 75-90% มากกว่าที่ระยะบิรูรณ์ 60-70% (Ahmad et al., 2007; Sangudom et al. (2014)

### สรุปผลการทดลอง

ปลีกล้วยหอมเขียวค่อมและเทพนมมีรูปร่างไขว่กว้าง ปลายมน ส่วนปลีกล้วยสามเดือนรูปร่างเรียวยาว ปลายแหลม กล้วยทั้งสามพันธุ์มีใบประดับยกตัวและมันวาวขึ้น มีนวลปกคลุม สีน้ำตาลอมแดงถึงแดงอมม่วง ดอกเพศผู้สีครีมปนเหลืองถึงชมพู ปลายสีเหลือง กล้วยสามเดือนพัฒนาเข้าสู่ระยะบิรูรณ์ทางสรีรวิทยาเร็วที่สุด รองลงมา คือ หอมเขียวค่อม และเทพนม ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยต่อหวีของกล้วยหอมเขียวค่อมมากที่สุด (2271.43 กรัม) รองลงมาเป็นกล้วยเทพนม (1660.46 กรัม) และ กล้วยสามเดือน (1100 กรัม) ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่ระยะสุกของกล้วยเทพนม กล้วยหอมเขียวค่อม และกล้วยสามเดือน เท่ากับ 31.96, 27 และ 20% ตามลำดับ

### คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 9/2560

### เอกสารอ้างอิง

- เบญจมาศ ศิลาย่อย. 2558. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 4 จำนวน 1,000 เล่ม (ปรับปรุง). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 1-80.
- Ahmad, S., A.K. Thompson and M.A. Pervez. 2007. Effect of harvest maturity stage and position of hands on the ripening behavior and quality of banana fruit. *Acta Horticulturae* 741: 117-123.
- Department of Agriculture-Thailand. 2007. Good Agricultural Practice for "Kluai Khai". Department of Agriculture, National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Bangkok, Thailand. 18 p.
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationships. *Acta Horticulturae* 485: 203-208.
- Sangudom, T., T. Wasusri, C. Wongs-Aree, V. Srilaong and S. Kanlayanarat. 2012. Supply chain management of golden banana (KluaiKhai) for export in Chanthaburi province, Thailand. *Acta Horticulturae* 943: 249-254.
- Sangudom, T., C. Wongs-Aree, V. Srilaong, S. Kanlayanarat, T. Wasusri, S. Noichinda and W. Markumlai. 2014. Fruit quality and antioxidant properties of 'KluaiKhai' banana (*Musa* AA group) at different stages of harvest maturity. *International Food Research Journal* 21(2): 583-588.

## เอกสารอ้างอิง

- โชคชัย ตริวิโรจน์. (2536). ภาวะยูเรียในเลือดของโคนมที่อยู่ระหว่างการให้นม. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 น.
- ชวลิต สิทธิสมบัติ (2539). Aromatic Compounds. ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ศิลปากร.
- เดชภาพร วงศ์เดชขจร (2550). ผลของสารแทนนินจากกระถินสดต่อการลดจำนวนไข่พยาธิกลุ่มสตรองไจลิตใน  
อุจจาระและอัตราการเจริญเติบโตของแพะ. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45:  
สาขาสัตวและสัตวแพทย์. ระหว่างวันที่ 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550 กรุงเทพฯ. ISBN978-974-  
88168-4-5. Retrieved from [http://agkb.lib.ku.ac.th/ku/search\\_detail/result/10213](http://agkb.lib.ku.ac.th/ku/search_detail/result/10213)
- เบญมาศ ศิลาย้อย. 2558. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 4 จำนวน 1,000 เล่ม (ปรับปรุง). สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 1-80.
- ปราโมทย์ แผงคำ และโอภาส พิมพ์พา (2545). บทบาทของสารประกอบแทนนินในพืชโปรตีนอาหารสัตว์สำหรับ  
สัตว์เคี้ยวเอื้อง. จดหมายข่าวโคนม. 6(2): 11-12.
- เมธา วรรณพัฒน์ (2529). โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เมธา วรรณพัฒน์ (2533). โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี้พับบลิชชิง กรุงเทพฯ. 473 หน้า
- วิภา สุโรจนเมธากุล และชิตชม อีรางะ. 2537 การสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.)  
ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 หน้า 578-586.
- สินีนากู พลโยธาช, อรอนงค์ พวงชมภู, เมธา วรรณพัฒน์, สมศักดิ์ ระยัน, วีรยุทธ สีหามู, อนุสรณ์ เชิดทอง,  
พงศธร กุณัน และนิราวรรณ กุณัน. (2560). ความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาของ  
ฟางข้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. เกษตร 45 ฉบับพิเศษ 1 : (2560). 602-608 น.  
Retrieved from:  
<https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=P002%20Ani04.pdf&id=2708&keeptrack=3>
- อาคม สังข์วานนท์ (2541). ปริสิตวิทยาคลินิกทางสัตวแพทย์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.  
412. หน้า
- Al, B., Sheng, Z., Zheng, L., Zheng, X., & Yang, X. 2015. Determination of tannins content in  
banana stalk and its silage. 4<sup>th</sup> International Conference on Sensors, Measurement and  
Intelligent Materials (ICSMIM 2015), 704-707.
- Amit, R., & Shailandra, S. (2006). Ethnomedicinal approach in biological and chemical  
investigation of phytochemicals as antimicrobials. Indian Journal of Pharmaceutical  
Science, 41, 1-13.
- Andrew, C. (1995). Leucaena toxicosis and its control in ruminant. Journal of Animal Science,  
73, 1487-1492.
- Anhwange, B.A., Ugye ans, T.J., & Nyiaatagher, T.D. (2009). Chemical composition of *Musa  
sapientum* (banana) peels. EJEAFChe, 8, 437-442.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists.  
Washington D.C.

- AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 18th Edition, Revision 3, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Bhat, M.S., Prabhakar, A.K., Rama, R. R., Madhu, G. M., & Rao, G. H. (2010). Statistical optimization and neural modeling of amylase production from banana peel using *Bacillus subtilis* MTCC441. *International Journal of Food Engineering*, 56, 34-45.
- Blaney, W.M., Simmonds, M.S.J., Ley, S.V., Anderson, J.C., & Toogood, P.L. (1990). Antifeedant effects of azadirachtin and structurally related compounds on lepidopterous larvae. *Entomol. Experimental and Applied Acarology*, 55, 149-160.
- Boadhurst, R.B. & Jones, W.T. (1978). Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *Journal of the Science of Food and Technology*. 29: 788-794.
- Brooks, A.A. (2008). Ethanol production potential of local yeast strains isolated from ripe banana peels. *African Journal of Biotechnology*, 7, 3749-3752.
- Butter, N.L., Dawson, J.M., Wakelin, D., & Buttery, P.J. (2001). Effect of dietary condensed tannins on gastrointestinal nematodes. *Journal of Agricultural Science*, 137, 461-469.
- Church, D.C. (1979). *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol. I. Oregon, USA: O&B Book, Corvallis.
- Collins, M. (1988). Composition and fiber digestion in morphological components of alfalfa-timothy sward. *Animal Feed Science and Technology* 19: 135-143.
- Emaga, T.H., Andrianaivo, R.H., Wathelet, B., Tchango, J.T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103, 590-600.
- Foo, L.Y., Newman, R., Waghorn, G., McNabb, W.C., & Ulyatt, M.J. (1996). Proanthocyanidins from *Lotus corniculatus*. *Phytochemistry*. 41: 617-624.
- Foo, L.Y., Lu, Y., McNabb, W.C., Waghorn, G.C., & Ulyatt, M.J. (1997). Proanthocyanidins from *Lotus pedunculatus*. *Phytochemistry*. 45: 1689-1695.
- Fernando, H.R.P., Srilaong, V., Pongprasert, N., Boonyaritthongchai, P. & Jitareerat, P. (2014). Changes in antioxidant properties and chemical composition during ripening in banana variety 'Hom Thong' (AAA group) and 'Khai' (AA group). *International Food Research Journal*, 21 (2), 749-754.
- Frutos, P., Raso, M., Hervás, G., Mantecón, Á.R., Pérez, V., & Giráldez, F.J. (2004). Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs. *Animal Research*, 53, 127-136.
- Goering, H. K., & Van Soest, P.J. (1970). *Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Application)*. Agricultural Handbook No. 379, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Goldstein, J.L & Swain, T. (1963). Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochem.* 2: 371.

- Girish, H. V., & Satish, S. (2008). Antibacterial activity of important medicinal plants on human pathogenic bacteria- a comparative analysis. *World Application of Science Journal*, 5 (3), 267-271.
- Gunun, P., M. Wanapat & A. Anantasook. (2013). Effects of physical form and urea treatment of rice straw on rumen fermentation, microbial protein synthesis and nutrient digestibility in dairy steers. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 26: 1689-1697
- Hagerman, A.E. (1998). Tannin Analysis. Retrieved from <http://miavx1.edu/hagemae/>
- Handa, S.S. & Kapoor, V.K. (2003). *Textbook of Pharmacognosy*. 2<sup>nd</sup> Edn., Vallabh Prakshan, Delhi
- Handerick, H. & Martin, J. (1963). *In vitro* study of the nitrogen metabolism in the rumen. *IRSIA comptes rendus de recherches*. 31.
- Harbone, J. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Chapman & Hall, London.
- Herve, H., Frank J., Spiridoula, A., Stig, M. T., & Simons O. H. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *TRENDS in Parasitology*. 22(6): 253-261.
- Holmes, J.H.G. (1976). Growth of Brahman crossbreeds heifers grazing *Leucaena*. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 11, 453-456.
- Jones, W.T., Broadhurst, R.B., & Lyttleton, J.W. (1976). The condensed tannins of pasture legume species. *Phytochemistry* 15: 1407- 1409.
- Jones, G.A. & Mangan, W.T. (1977). Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis vicifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28, 126-136.
- Jones, R.J. & Megarrity, R.G. (1986). Successful transfer of DHP-degrading bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of *Leucaena*. *Australian Veterinary Journal*, 63, 259-262.
- Jones, G.A., McAllister, T.A., Muir, A.D., & Cheng, K.J. (1994). Effects of sainfoin (*Onobrychis vicifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacterial. *Applied and Environmental Microbiology*, 60, 1374-1378.
- Kanazawa, K., & Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48, 844-848.
- Kearl, C.L. (1982). Nutrient requirements of ruminants in developing countries. *International feed stuffs institute Utah Agricultural experiment station Utah State University, Logan Utah* December 1982.
- Kibria, S.S, Nahar, T.N. & Mia, M.M. (1994). Tree leaves as alternative feed resource for black Bengal goats under stall-fed conditions. *Small Ruminant Research*, 13:3 (27), 217-222.
- Kitdamrongsont, K., Pothavorn, P., Swangpol, S., Wongniam, S., Atawongsa, K., Svasti, J., & Somana, J. (2008). Anthocyanin composition of wild bananas in Thailand. *Agricultural and Food Chemistry*, 56, 10853-10857.

- Kondo, M., Jayanegara, A., Uyeno, Y., & Matsui, H. (2016). Variation of tannin contents selected Agro-Industrial by products and their biological activity in precipitating protein. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4 (2), 66-70.
- Larrauri, J. A., Ruperez, P., & Saura-calixto, F. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fibre from fruit by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 29, 729-733.
- Leinmuller, E., Steingass, H., & Menke, K.H. (1991). Tannins in ruminant feedstuffs in animal research and development. Numerous members of German Universities and Research by Intuitions for Scientific Co-operation. 321: 1-56.
- Li, K., Fu, S., Zhan, H., Zhan, Y., & Lucia, L.A. (2010). Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana pseudo-stem. *Bioresources*, 5(2), 576-585.
- Lowry, J.B., Petheram, J.R. & Tangendjaja, B. (1992). *Plant Fed to Village Ruminants in Indonesia*. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. p 60.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., & Billot, J. (1990). *Fruits Phenolics*. 2<sup>nd</sup> edn. Florida: CRC Press.
- Makkar, H.P.S. (2003). *Quantitation of Tannins in Tree and Shrub Foliage-A Laboratory Manual*. Dor-drecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Makkar, H.P.S., Bluemmel, M., & Becker, K. (1995a). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *Brit. J. Nutr.* 73: 897-913.
- Makkar, H.P.S., Bluemmel, M., & Becker, K. (1995b). *In vitro* effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 69: 48-93.
- Max, R.A., Wakelin, D., Buttery, P.J., Kinambo, A.E., Kassuku, A.A., & Mtengor, L.A. (2002). Potential of controlling internal parasitics infection in small ruminant with extracts of plant high in tannin. University of Nottingham, School of bioscience, Loughborough.
- Meagher, L.P., Lane, G.A., Sivakumaran, S., Tavendale, M.T., & Fraser, K., (2004). Characterization of condensed tannins from Lotus species by thiolytic degradation and electrospray mass spectrometry. *Anim. Feed Sci. Tech.* 117: 151-163.
- Min, B.R. & Hart, S.P. (2003). Tannin for Suppression of Intestinal Parasites. *Journal of Animal Science*, 81 (Suppl. 2), E102-E109.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T., & McNabb, W.C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperature forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1-4), 3-19.
- Mlambo, V. & Makkar, H.P.S. (2005). Calibration and validation of the 14C-labelled polyethyleneglycol-binding assay for tannins in tropical browse. *Animal Feed Science Technology*. 122: 29-40.
- Mueller-Harvey, I. (2001). Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology*, 91, 3-20.

- Mueller-Harvey, I., & McAllan, A.B. (1992). Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology*, 1, 151-217.
- Naczk, M., Oickle, D., Pink, D., & Shahidi, F. (1996). Protein precipitating capacity of crude canola tannins: effect of pH, tannin and protein concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 2144-2148.
- Nagarajaiah, S. B., & Prakash, J. (2011). Chemical composition and antioxidant potential of peels from three varieties of banana. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 4(1), 31-46.
- Nicholson, R. L., & Hammerschmidt, R. (1992). Phenolic compounds and their role in disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 30, 369-389.
- Niezen, J.H., Waghorn, T.S. Charleston, W.A.G., & Waghorn, G.C. (1995). Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either Lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *Journal of Agricultural Science (Cam)*, 125, 281-289.
- Norton, B.W. (2000). The significance of tannins in tropical animal production. In Brooker, J. D. (ed.). *Tannins in livestock and human nutrition. Proceedings of an International Workshop*.
- Onyema, C.T., Ofor, C.E., Okudo, V.C., & Ogbuagu, A.S. (2016). Phytochemical and antimicrobial analysis of banana pseudo stem (*Musa acuminata*). *British Journal of Pharmaceutical Research*, 10(1), 1-9.
- Piluzza, G., Sulas, L. & Bullitta, S. (2013). Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: a review. *Grass Forage Science*, 69, 32-48.
- Polyorach, S., & M. Wanapat. (2014). Improving the quality of rice straw by urea and calcium hydroxide on rumen ecology, microbial protein synthesis in beef cattle. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 99: 449-456.
- Poncet, C., & Remond, D. (2002). Rumen digestion and intestinal nutrient flows in sheep consuming pea seeds: the effect of extrusion or chestnut tannin addition. *Animal Research*, 51, 201-216.
- Pothavorn, P., Kitdamrongsont, K., Swangpol, S., Wongniam, S., Atawongsa, K., Svasti, J., & Somana, J. (2010). Sap phytochemical compositions of some bananas in Thailand. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 8782-8787.
- Pradham, D.S., Yu, Y. & Soma, K.K. (1994). Rapid estrogen regulation of DHEA metabolism in the male and female songbird brain. *Journal of Neurochemistry*, 104, 244-253.
- Puchala, R., Min, B.R., Goetsch, A.L., & Sahl, T. (2005). The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *J. Anim. Sci.* 83: 182-186.
- Reed, J.D. (1995). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, 73, 1516-1528.



- Robinson, J. C. 1996. Bananas and Plantains. Crop Production Science in Horticulture. (CAB Internationals UK).
- Rodriguez de Sotillo. D., Hadley, M., & Holm, E.T. (1994). Potato peel waste stability and antioxidant activity of freeze dried extract. *Journal of Food Science*, 59, 1031-1033.
- Rojas, D. K., Lopez, J., Tejada I., Vazquez, Shimada, A., Sanchez, D., & Ibarra, F. (2005). Impact of condensed tannins from tropical forages on *Haemonchus contortus* burdens in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) and Pelibuey lambs. *Animal Science and Technology*. 128: 218-228.
- Sangudom, T., Wongs-Aree, C., Srilaong, V., Kanlayanarat, S., Wasusri, T., Noichinda, S., & Markumlai, W. (2014). Fruit quality and antioxidant properties of ‘KluaiKhai’ banana (*Musa AA* group) at different stages of harvest maturity. *International Food Research Journal*, 21(2), 583-588.
- Santos, G.T., Oliveira, R.L., Petit, H.V., Cecato, U., Zeoula, L.M., Rigolon, L.P., Damasceno, J.C., Branco, A.F., & Bett, V. (2000). Short communication: Effect of tannic acid on composition and ruminal degradability of bermudagrass and alfalfa silages. *Journal of Dairy Science*, 83, 2016–2020.
- SAS. (2004). User’Guide: Statistics. Version 5 Edition. SAS Institute Inc., North Carolina. 231p.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35, 271-97.
- Simmonds, N. W. 1962. The Evolution of Bananas. Tropical Science Serues (Longmahms, London).
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with photomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). *Food Chemistry*, 79 (3), 351-354.
- Song, M. K., & Kenelly, J. J. (1990). Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influenced by ruminal concentration. *Journal of Animal Science*. 68: 1110-1120
- Statistix8. (2003) Statistix8: analytical software user’s manual. Tallahassee, Florida.

- Tavendale, M. H., L. P. Meagher, D. Pacheco, N. Walker, G. T. Attwood, & S. Sivakumaran. 2005. Methane production from *in vitro* rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124:403-419.
- Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato, & A. Cherdthong. (2009). Effect of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Livestock Science.* 125: 238-243.
- Wang, Y., McAllister, T.A., Newbold, C.J., Rode, L.M., Cheeke, P.R. & Cheng, K.J. (1998). Effects of *Yucca schidegera* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Animal Feed Science Technology*, 74, 143-153.
- Wanghorn, G. C., Shelton, I. D., McNabb, W. C., & McCutcheon, S.N. (1994). Effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *J. Agric. Sci.* 123: 109-119.
- Waterman, P. G., & Mole, S. (1994). *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Wolfe, K., Xianzhong, W. U., & Lui, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 609-614.