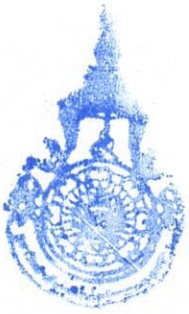
be0043354

รายงานการวิจัยสิ่งประดิษฐ์



เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

CUT WEEDING MACHINE FOR PROCESSING FOOD ANIMAL

หนังสือนี้เป็นสมบัติของห้องสมุด
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ใดพบเห็น กรุณาส่งคืน ขอขอบคุณยิ่ง

พิชิต แก้วแจ้ง
กฤษณพงค์ สังขวาสี
ภาณุมาศ สุยบางดำ

069735
636.0855
พ.647
2550

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตภาคใต้

พ.ศ. 2548

หัวข้องานวิจัย เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์
ผู้วิจัย นายพิชิต แก้วแจ้ง
นายกฤษณพงค์ สังขวาสี
นายภาณุมาศ สุขบางดำ
สาขาวิชา ช่างกลเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยสิ่งประดิษฐ์เป็นการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการช่วยเหลือเกษตรกรให้สามารถนำวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้งหนึ่ง ทั้งยังประหยัดเงินตราที่จะใช้ซื้ออาหารสัตว์ และยังช่วยลดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ มีขนาดความ กว้าง 55 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร สูง .80 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ต่อเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส ความเร็วรอบในการตัด 1450 รอบต่อนาที ลักษณะการป้อนวัสดุเข้าหาใบมีดใช้เฟืองเป็นตัวขับที่ความเร็ว 75.55 รอบต่อนาที ทำให้วัสดุที่ออกมาได้ขนาดตามที่ต้องการ คือ 2-5 เซนติเมตร ในอัตรา 30-40 กิโลกรัมต่อนาที นับว่าความสามารถของเครื่องมีประสิทธิภาพพอที่จะช่วยเหลือเกษตรกร ในการตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ไว้ให้สัตว์ได้กินอย่างเพียงพอกับความต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จากคณาจารย์ในคณะวิชาเครื่องกล แผนกวิชาช่างกลเกษตร โดยเฉพาะอาจารย์และนักศึกษาที่ร่วมมือกันจัดทำสิ่งประดิษฐ์ชิ้นนี้ ได้ข้อมูลจากการทดลองและทดสอบทางด้านวิชาการ ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คุณค่าทั้งหลายที่ได้จากการจัดทำงานวิจัยสิ่งประดิษฐ์ในเอกสารฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บิดามารดาบูรพาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ รวมทั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตภาคใต้ ที่ส่งเสริมงานด้านการวิจัยสิ่งประดิษฐ์และสนับสนุนเงินงบประมาณทุนการวิจัยสิ่งประดิษฐ์ในครั้งนี้

พิชิต แก้วแจ้ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
กิตติกรรมประกาศ	(ข)
สารบัญ	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
สารบัญรูป	(จ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 แนวทางของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การพัฒนาเครื่องหั่นฟางที่ผลิตใช้ในประเทศไทย	3
2.2 การศึกษาเครื่องหั่นฟางที่มีการผลิตและใช้ภายในประเทศ	4
2.3 การออกแบบ ดัดแปลง ปรับปรุง และสร้างต้นแบบ	10
2.4 การเผยแพร่และการให้บริการทางวิชาการเพื่อให้มีการผลิตเชิงพาณิชย์	11
2.5 การวิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม	12
2.6 พืชอาหารสัตว์	17
2.7 พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่สำคัญ	20
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	33
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำสิ่งประดิษฐ์	33
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำ	34
3.3 วิธีการทดสอบ	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	42
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ประมาณการวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์ 33

ตารางที่ 2 แสดงผลของวัสดุที่นำมาใช้ตัดเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ 42

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	เครื่องหั่นแบบพูเล่ย์ติดใบมีด	4
รูปที่ 2	เครื่องหั่นแบบดุมใบพัดติดใบมีด	5
รูปที่ 3	กลไกและชิ้นส่วนของระยะหั่นตัดของเครื่องแบบดุมใบพัดติดใบมีด	7
รูปที่ 4	เครื่องหั่นอเนกประสงค์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	7
รูปที่ 5	เครื่องหั่นแบบใบมีดไขว้ของสถาบันวิจัยพืชสวนเชียงราย	8
รูปที่ 6	ลักษณะชุดใบมีดตัดหั่นของเครื่องแบบใบมีดไขว้	8
รูปที่ 7	เครื่องหั่นฟางที่พัฒนาแล้ว	9
รูปที่ 8	เครื่องหั่นฟางที่นำมาทดสอบหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมัน	13
รูปที่ 9	การวัดขนาดส่วนต่างๆของทางปาล์มน้ำมัน	14
รูปที่ 10	ลักษณะลูกกลิ้งป้อนสำหรับเครื่องต้นแบบอันบนแบบสุดท้าย	14
รูปที่ 11	ลักษณะลูกกลิ้งป้อนสำหรับเครื่องต้นแบบอันล่างแบบสุดท้าย	14
รูปที่ 12	ลักษณะโครงเหล็กแผ่นยึดใบมีดตัด	15
รูปที่ 13	ลิ้นปรับระยะและทิศทางของเศษทางปาล์มที่ย่อยแล้ว	15
รูปที่ 14	ลักษณะโครงแขนยึดเพลาลูกกลิ้งตัวบน คล้องยึดสปริงปรับระยะ	16
รูปที่ 15	คันโยกคานแขนยึดลูกกลิ้งอันบนช่วยให้ผู้ป้อนปฏิบัติงานได้สะดวก	16
รูปที่ 16	หญ้ากินนี *(Panicum maximum)*	20
รูปที่ 17	หญ้ากินนีสีม่วง *(Panicum maximum* cv. TD 58*)*	21
รูปที่ 18	หญ้าเนเปียร์ *(Pannisetum purpureum)*	22
รูปที่ 19	หญ้ารูซี่ *(Brachiaria ruziziensis)*	23
รูปที่ 20	หญ้ามอริชัสหรือหญ้าขน *(Brachiaria mutica)*	24
รูปที่ 21	หญ้าซิกแนลนอน *(Brachiaria decumbens)*	25
รูปที่ 22	หญ้าซิกแนลตั้ง *(Brachiaria brizantha)*	25
รูปที่ 23	หญ้าซิกแนลเลื้อย *(Brachiaria humidicola)*	26
รูปที่ 24	หญ้าอะตราตั้ม *(Paspalum atratum.* Swallen.*)*	27
รูปที่ 25	หญ้าพลิแคทูลั่ม *(Paspalum plicatulum)*	28
รูปที่ 26	ถั่วเวอราโนสไตโลหรือถั่วฮามาต้า *(Stylosanthes hamata* cv.Verano*)*	29
รูปที่ 27	ถั่วเซนโตรซีมา *(Centrosema pubescens)*	31

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 28	เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์	39
รูปที่ 29	เกลียวลำเลียงวัชพืช	39
รูปที่ 30	ใบมีด	39
รูปที่ 31	ลักษณะการป้อนหญ้าเนเปียร์เข้าเครื่องตัดวัชพืช	40
รูปที่ 32	ลักษณะการป้อนซังข้าวโพดเข้าทางใบมีดด้านข้าง	40
รูปที่ 33	ลักษณะการลำเลียงหญ้าที่ตัดเสร็จแล้ว	41
รูปที่ 34	ถังใส่วัชพืช	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นในปีหนึ่งๆ จะมีซากพืชเป็นจำนวนมาก เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด หรือกิ่งไม้จากการตบแต่งกิ่งออกจากต้นลำต้น ภายหลังการเก็บผลแล้ว ของสวนผลไม้ต่างๆ ซึ่งโดยปกติจะนำมาเผาทำลายทิ้งอย่างน่าเสียดาย เพราะซากพืชบางอย่าง สามารถนำมาใช้ทำอาหารสัตว์ หรือปุ๋ยพืชสด อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการเพาะเห็ดได้ ดังนั้น หากมีเครื่องตัดวัชพืชที่เหมาะสมกับสภาพ เศรษฐกิจและสังคม และการเพาะปลูกพืชของ เกษตรกรก็จะสามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตของตนลงได้ รวมทั้งถ้าหากนำซากพืชที่ ผ่านเครื่องตัดวัชพืชแล้วมาใช้เพาะเห็ด ก็จะเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง ซึ่ งจะ เป็นการช่วยลดปัญหาทางด้านมลภาวะของสิ่งแวดล้อมจากการเผาซากพืชได้อีกทางหนึ่งด้วย

ดังนั้นทางแผนกวิชาช่างกลเกษตรมองเห็นความสำคัญเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรที่จะ นำเข้ามาช่วยเหลือเกษตรกรในท้องถิ่นที่ทำการเกษตร โดยการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่อง หั่นฟาง เครื่องหั่นย่อยทางปาล์มของกองวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาศึกษาเพื่อ ปรับปรุงเครื่องจักรกลเกษตรที่เกี่ยวกับการตัดวัชพืชหรือสิ่งที่เหลือใช้จากการเกษตรมาแปรรูป เป็นอาหารสัตว์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษากลไกของชิ้นงานในการสร้างสิ่งประดิษฐ์

1.2.2 เพื่อนำเศษวัสดุที่เหลือใช้มาตัดและแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

1.2.3 เพื่อนำหญ้าและพืชตระกูลถั่วมาตัด ดัดแปลงเป็นอาหารเสริมของสัตว์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาของโครงการฉบับนี้ ทางผู้วิจัยได้นำเศษวัชพืชที่เกษตรกรทิ้งหรือพืชที่ เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้กับเครื่องตัดวัชพืช เพื่อหาความเป็นไปได้ที่จะ นำมาให้เกษตรกรได้ใช้ตัดวัชพืชต่างๆที่จะทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ภายในฟาร์ม

1.4 แนวทางของการศึกษา

ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากสิ่งประดิษฐ์ที่มีทั้งกองวิศวกรรมเกษตรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัทของเอกชนต่างๆ ที่ผลิตเครื่องมือออกมาให้เกษตรกรได้เลือกใช้บริการ ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะนำสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่ในประเทศมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงาน โดยการศึกษาและทดลองจากเครื่องมือที่มีอยู่ ในท้องถิ่นนำมาประสมประสานเข้ากับภูมิปัญญาของเกษตรกรคิดสร้างเครื่องตัดวัชพืชเพื่อนำมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ ใช้เลี้ยงสัตว์ในยามขาดแคลนอาหารในช่วงเกิดภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภาวะฝนแล้ง ตลอดจนการจัดทำเป็นอาหารเสริมให้กับสัตว์เลี้ยง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเกษตร

1.5.2 สามารถสร้างเครื่องตัดวัชพืชนำมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ออกมาใช้งานได้

1.5.3 เพื่อให้เกษตรกรมีเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้ได้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.4 เพื่อให้การศึกษาวิจัยสิ่งประดิษฐ์ได้มีการพัฒนาเพิ่มพูนความรู้ให้มากยิ่งขึ้น

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนาเครื่องหั่นฟางที่ผลิตใช้ในประเทศไทย

ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ปีละประมาณ 20 ล้านตันข้าวเปลือก สิ่งเหลือใช้จากการผลิตข้าวเปลือก คือ ฟางซึ่งมีปริมาณมหาศาล โดยพันธุ์ข้าวพื้นเมืองต้นสูงนั้น ข้าวเปลือกจะมีน้ำหนักเพียงประมาณ 25 - 30 % ของหนักมวลทั้งหมด กล่าวคือ จะมีฟางจากการผลิตข้าวปีละประมาณ 50 - 60 ล้านตัน บางส่วนถูกไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน บางส่วนซึ่งเป็นปริมาณมากที่สุดถูกเผาทิ้ง สร้างมลภาวะแก่สภาพแวดล้อม มีเพียงปริมาณเล็กน้อยที่ถูกนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ เพาะเห็ด และทำกระดาษ เป็นต้น

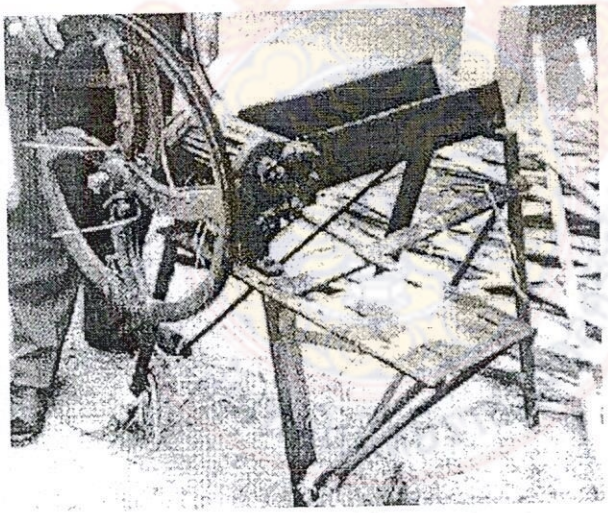
อุปสรรคของการนำฟางข้าวมาใช้เป็นประโยชน์ คือ การที่ต้องหั่นเป็นท่อนสั้นๆ เพื่อให้เหมาะสมกับกรรมวิธีการแปลงสภาพสำหรับใช้ทำประโยชน์ต่อไป ในอดีตที่ผ่านมาเกษตรกรจะใช้แรงงานคนสับหั่น ซึ่งนอกจากจะเป็นงานที่เหนื่อยยากมากแล้ว ยังเสียเวลาและแรงงานมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูง จึงไม่มีการนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมเท่าที่ควร ได้มีการดำเนินงานเพื่อพัฒนาเครื่องหั่นฟาง โดยการดัดแปลงจากเครื่องจักรกลต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น เครื่องหั่นใบยา และ เครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ เพื่อผลิตจำหน่ายในประเทศไทยมาบ้างแล้ว แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากมีขีดความสามารถต่ำ อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงาน ตลอดจนความแข็งแรงทนทานไม่แน่นอน เป็นจุดอ่อนสำคัญของเครื่องหั่นฟางที่มีการผลิตจำหน่ายในประเทศ

กลุ่มงานทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จึงได้ดำเนินการทดสอบและพัฒนาเครื่องหั่นฟางขึ้นใหม่ จนได้ต้นแบบที่มีขีดความสามารถในการทำงานชั่วโมงละ 600 - 750 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของฟางข้าว ขนาดความยาวของฟางหั่นแล้วประมาณ 2 - 5 ซม. โดยใช้เครื่องยนต์ 8 แรงม้า มีล้อเคลื่อนย้าย 4 ล้อ สามารถลากจูงไปปฏิบัติงานในแปลงนาได้สะดวก นอกจากจะใช้หั่นฟางข้าวแล้ว ยังสามารถใช้หั่นต้นพืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้าอีนี่ หญ้ารูซี่ และต้นข้าวโพดอ่อน หลังจากผ่านการทดสอบในสภาพใช้งานจริง โดยกลุ่มเกษตรกรจนมั่นใจแล้ว จึงได้เผยแพร่ให้โรงงานเอกชนนำแบบไปทำการผลิต และคาดว่าราคาจำหน่ายจะประมาณ 40,000 บาท โดยไม่รวมเครื่องยนต์ต้นกำลัง ซึ่งราคานี้เปลี่ยนแปลงได้ตามสภาวะของตลาด

2.2 การศึกษาเครื่องหั่นฟางที่มีการผลิตและใช้ภายในประเทศ

จากการสำรวจการใช้เครื่องหั่นเศษต้นพืชลำต้น อ่อน พบว่า มีการใช้เครื่องจักรกลสำหรับหั่นต้นข้าวโพด หญ้าเลี้ยงสัตว์ และฟาง อยู่ 4 แบบ ซึ่งหลักการทำงานจะคล้ายคลึงกัน คือ กลไกสำคัญจะประกอบด้วย 2 ระบบ คือ ระบบหั่นตัด และ ระบบป้อน ส่วนรูปแบบ ตลอดจนประสิทธิภาพของการทำงานของแต่ละแบบจะแตกต่างกันไป ซึ่งสรุปได้ดังนี้

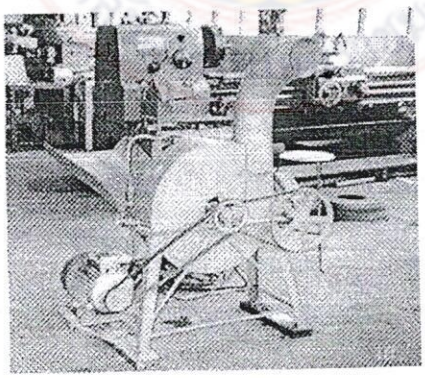
1) แบบพูเล่ย์ติดใบมีด (รูปที่ 1) เครื่องหั่นแบบนี้เบื้องต้นพัฒนาและผลิตเพื่อใช้ในการหั่นต้นข้าวโพด และหญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์ มีโครงสร้างแบบง่ายๆ โดยระบบหั่นตัดใช้พูเล่ย์ร่องบี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45.7 ซม. (18 นิ้ว) ซึ่งมีแกนเสริมลักษณะโค้งเชื่อมระหว่างขอบกับดุมเพลาพูเล่ย์ จำนวน 4 แกน มีใบมีดโค้ง หนาประมาณ 3 มม. ติดบนแกนเสริม 2 ใบ ในตำแหน่งห่างกัน 180 องศา ชุดใบมีดนี้จะหมุนหั่นตัดต้นพืชที่เคลื่อนที่เข้ามาด้วยระบบป้อนตรงบริเวณโครงเครื่องที่ติดใบมีดรับอยู่กับที่ในลักษณะคล้ายเขียงของการหั่นตัด ส่วนระบบป้อนประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 อัน ผิวรอบๆ มีปุ่มเหล็กลักษณะเป็นฟันแหลมหมุนสวนทางกัน ไม่สามารถปรับระยะห่างและความเร็วของลูกกลิ้งได้



รูปที่ 1 เครื่องหั่นแบบพูเล่ย์ติดใบมีด

จากข้อมูลของผู้ผลิต ระบุว่า ต้องใช้เครื่องยนต์ 3 แรงม้า หรือมอเตอร์ไฟฟ้า 1.5 แรงม้า ความเร็วของ พูเล่ย์ติดใบมีดประมาณ 400 - 500 รอบต่อนาที สามารถหั่นต้นข้าวโพด หรือ หญ้า หรือฟางได้ อัตราการหั่นต้นข้าวโพด หรือหญ้า 1 - 2 ตัน/ชั่วโมง

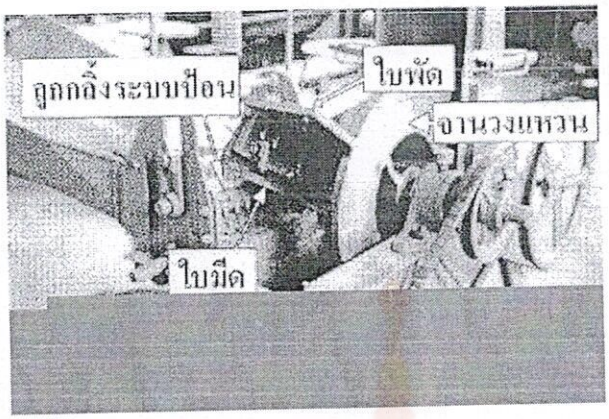
2) แบบดุมใบพัดติดใบมีด (รูปที่ 2) ในปี พ.ศ. 2532 กลุ่มงานทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร กองเกษตรวิศวกรรม ได้นำต้นแบบจากต่างประเทศมาทำการศึกษาและสร้างต้นแบบ เพื่อใช้ในการหั่นหญ้าเลี้ยงสัตว์ โดยระบบหั่นตัดนั้นประกอบด้วย ดุมเหล็กหล่อ ซึ่งด้านหนึ่งเป็นจานวงแหวน ซึ่งมีปีกเหล็กยื่นออกตั้งฉากกับหน้าจาน จำนวน 2 ใบ ห่างกันประมาณ 180 องศา ทำหน้าที่เหมือนใบพัด อีกด้านหนึ่งของปีกเหล็กแต่ละอันจะมีแผ่นเหล็กวางขนานกับจานวงแหวน โดยมีใบมีดติดอยู่บนเหล็กแผ่นนี้ แผ่นละ 1 ใบ (รูปที่ 3) ส่วนใบมีดรับจะติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ขนานกับแนวเส้นผ่าศูนย์กลางของดุมใบมีด โดยชุดดุมใบมีดนี้จะมีฝาครอบ ด้านบนข้างหนึ่งของฝาครอบบนจะมีช่องทางออกให้วัสดุที่ถูกหั่นตัดแล้วถูกใบพัดดุมใบมีดพัดเป่าออกมา โดยปล่องทางออกนี้สามารถหมุนปรับทิศทางของการเป่าทิ้งได้ตามความต้องการ สำหรับระบบป้อนนั้นจะรับการถ่ายทอดกำลังผ่านสายพานจากเครื่องต้นกำลัง เข้าสู่ชุดเฟืองเกียร์ขับเคลื่อน 4 ตัว ซึ่งแต่ละตัวสามารถเปลี่ยนสลับกันได้ เพื่อปรับอัตราทดความเร็วระหว่างใบมีดกับชุดป้อน ทำให้สามารถปรับขนาดความยาวของการตัดได้ตามต้องการ ชุดเฟืองเกียร์นี้จะส่งกำลังไปยังลูกกลิ้งป้อนต้นพืช โดยผ่านห้องเฟืองเกียร์บังคับการหมุนของลูกกลิ้ง คือ สามารถให้ลูกกลิ้งหยุดหมุนในขณะที่ดุมใบมีดหมุนอยู่ หรือว่าหมุนเดินหน้าและถอยหลังได้ในกรณีเกิดการติดขัดที่ระบบป้อน ลูกกลิ้งป้อนของเครื่องแบบนี้จะเป็นทรงกระบอก มีปุ่มฟันโดยรอบ จำนวน 2 อัน หมุนสวนทางกัน โดยลูกกลิ้งอันบนสามารถปรับเลื่อนได้โดยการควบคุมของสปริง (รูปที่ 8) เพื่อให้เกิดการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งให้เหมาะสมกับขนาดของวัสดุที่จะหั่นตัด



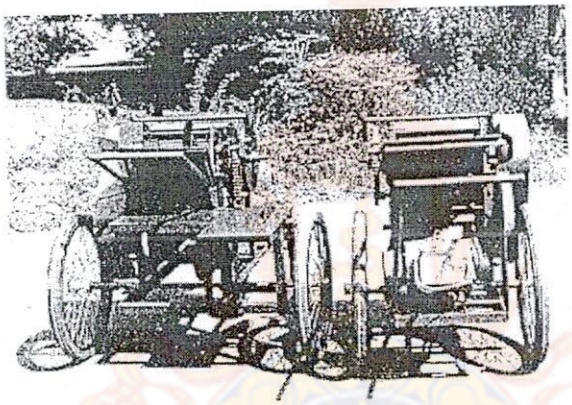
รูปที่ 2 เครื่องหั่นแบบดุมใบพัดติดใบมีด

กลุ่มงานทดสอบและพัฒนา เครื่องจักรกลเกษตร เกี่ยวกับเครื่องนี้นั้น ได้พัฒนาใบมีดตัด เป็นแบบ 3 ใบ ทำให้สามารถปรับความยาวของการหั่นตัดได้สั้นสุด 10 มม. สามารถใช้หั่นตัดพืชล้มลุก เช่น หญ้าเนเปีย ต้นข้าวโพด ต้นอ้อย ผักตบชวาตากแห้ง 1 วัน ฟางข้าวมัดเป็นกำ เป็นต้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 - 5 แรงม้าหรือเครื่องยนต์เบนซิน 6 - 8 แรงม้า ความเร็วใบมีด 1,000 รอบต่อนาที อัตราการทำงาน 1,800 - 2,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อใช้หั่นหญ้าเนเปีย หรือต้นข้าวโพด สำหรับการหั่นฟางนั้นเมื่อทดสอบกับฟางที่นวดด้วยเครื่องนวดข้าว ปรากฏว่าเกิดการพันที่แกนเพลาดุมใบมีด จึงไม่สามารถหาข้อมูลได้

3) แบบชุดใบมีดทรงกระบอก เครื่องหั่นแบบนี้พัฒนาโดยภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (รูปที่ 4) โดยระบบหั่นตัดประกอบด้วย โครงชุดใบมีด ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 240 มม. และชุดยึดใบมีด ประกอบติดอยู่บนโครงทรงกระบอกในลักษณะเอียงทำมุม 10 องศา ชุดใบมีดนี้ประกอบด้วยใบมีด 6 ใบ วางรอบโครง โดยมีระยะห่างระหว่างใบมีดเท่ากัน และมีใบมีดรับ 1 ใบ ติดตั้งอยู่กับโครงเครื่อง เอียงทำมุม 43 องศา กับระนาบแนวราบ ในการทำงาน ทรงกระบอกติดใบมีดจะหมุนหั่นตัดวัสดุที่ถูกป้อนเข้ามาพาดบนใบมีดรับที่ตั้งอยู่กับที่ สำหรับระบบป้อนนั้นประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุดๆ ละ 2 อัน ขนาดไม่เท่ากัน ลูกบนจะมีขนาดใหญ่กว่า คือ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 76 มม. ในขณะที่ลูกล่างมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 57 มม. ลูกกลิ้งทั้ง 2 อัน มีขนาดเท่ากัน คือ ยาว 380 มม. ภายหลังได้มีการปรับปรุงลดขนาดลงเหลือ 300 มม. และจะหมุนสวนทางกัน เพื่อดึง-ผลักวัสดุเข้าสู่เครื่อง ลูกกลิ้งแต่ละชุดทำด้วยวัสดุแตกต่างกัน คือ ชุดหนึ่งทำด้วยยางสำหรับใช้กับฟางข้าว อีกชุดหนึ่งทำด้วยเหล็กสำหรับใช้กับพืชอาหารสัตว์สดที่มีคุณสมบัติค่อนข้างแข็ง สำหรับลูกกลิ้งเหล็กนั้นที่ผิวจะเซาะเป็นร่องตามความของลูกกลิ้ง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองจะปรับขนาดได้อย่างอัตโนมัติตามขนาดของวัสดุที่กำลังหั่นตัด ใช้เครื่องยนต์ดีเซลหรือเบนซิน 5 แรงม้า หรือมอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้า ใช้ทั้งพูเล่ย์กับสายพานวี, เฟืองโซ่กับโซ่ และชุดเฟืองเกียร์



รูปที่ 3 กลไกและชิ้นส่วนของระยะหั่นตัดของเครื่องแบบดุมใบพันติดใบมีด



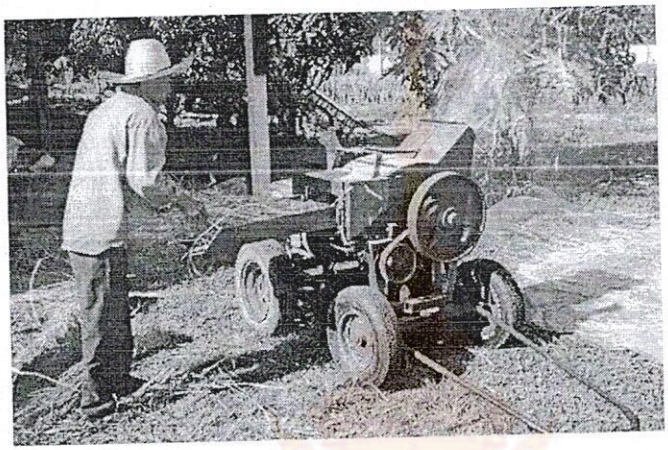
รูปที่ 4 เครื่องหั่นเอนกประสงค์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากรายงานผลการทดสอบสมรรถนะการทำงาน ระยะสั้น พบว่า สามารถหั่นตัดฟางที่ผ่านการอัดฟ่อนมาแล้วได้ชั่วโมงละ 82.2 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบชุดใบมีด 203 รอบต่อนาที, หั่นตัดต้นข้าวโพดได้ชั่วโมงละ 159.8 กิโลกรัม ขณะนี้มีโรงงานเอกชนนำไปผลิตจำหน่ายในราคาเครื่องละประมาณ 25,000 - 30,000 บาท โดยไม่รวมเครื่องต้นกำลัง

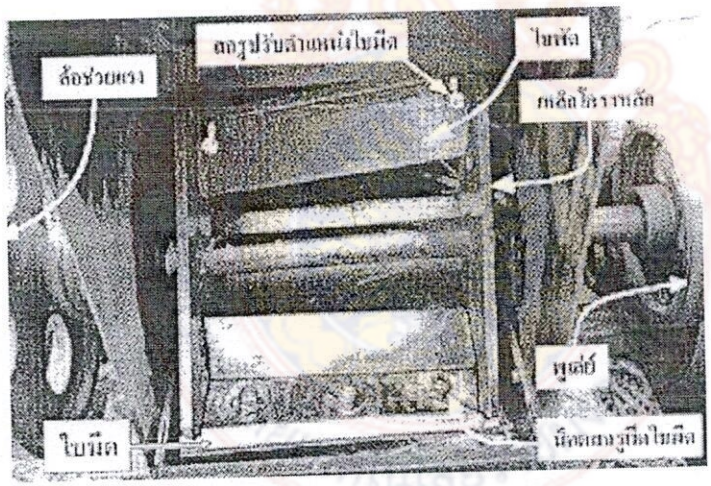
เนื่องจากเครื่องหั่นพืชอาหารสัตว์และฟาง นี้เป็นงานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งคงมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไปโดยผู้ริเริ่มออกแบบพัฒนา ในงานวิจัยโครงการนี้จึงมิได้ติดตามสภาพการใช้งานจริงของเครื่องแบบนี้

4) แบบใบมีดไขว้ เครื่องหั่นแบบนี้พัฒนาจากต่างประเทศเพื่อหั่นฟางข้าว โดยศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้จัดซื้อไว้ใช้เพื่อหั่นฟางในงานวิจัยการเพาะเห็ด (รูปที่ 5) เครื่องหั่นแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างเครื่องแบบดุมใบพัด กับแบบ

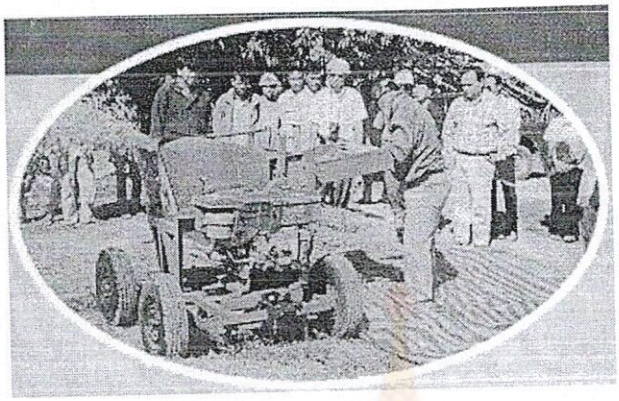
ทรงกระบอก โดยชุดใบมีดหั่นตัดประกอบด้วยเหล็กแผ่นโครงหลัก จะวางเยื้องไขว้และเชื่อมติดเป็นชิ้นส่วนเดียวกันด้วยเหล็กแผ่น ซึ่งด้านหนึ่งไสเป็นมุมคมตามด้านยาวทำมุม 45 องศา วางขวางในระนาบของส่วนยาวสุดของด้านกว้างของเหล็กโครงหลัก บนเหล็กแผ่นเชื่อมขวางนี้จะเจาะร่อง 3 ร่อง ตามด้านยาวของเหล็ก เพื่อเป็นที่ยึดใบมีด และสามารถปรับแต่งตำแหน่งของใบมีด



รูปที่ 5 เครื่องหั่นแบบใบมีดไขว้ของสถาบันวิจัยพืชสวนเชียงราย



รูปที่ 6 ลักษณะชุดใบมีดตัดหั่น ของเครื่องแบบใบมีดไขว้



รูปที่ 7 เครื่องหั่นฟางที่พัฒนาแล้ว

ใบมีดรับมีลักษณะแตกต่างกับเครื่องหั่นแบบอื่น ที่ได้กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ ปลายคมของใบมีดรับโดยทั่วไปจะเป็นแนวเส้นตรง แต่ปลายคมของใบมีดรับของเครื่องหั่นแบบนี้จะแอ่นเป็นส่วนโค้งเข้าหาแนวกึ่งกลางของใบมีดรับ เพื่อให้รับสอดคล้องกับปลายคมใบมีดหั่นตัด ใต้เหล็กโครงยึดใบมีดมีเหล็กแผ่นอีก 1 แผ่น เชื่อมติดอยู่กับเหล็กโครงหลักและเหล็กโครงยึดใบมีด ในลักษณะทำมุมประมาณ 90 องศา กับระนาบ ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงใบมีดหั่นตัด และทำหน้าที่เป็นใบพัดในขณะที่ชุดใบมีดหั่นตัดหมุนทำงาน เป่าฟางที่ถูกหั่นแล้วออกจากเครื่องทางด้านหน้า ด้านหนึ่งของแกนเพลาชุดใบมีดหั่นตัดจะมีพูเล่ย์ติดอยู่เพื่อรับการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องต้นกำลังด้วยสายพาน ส่วนปลายแกนเพลาด้านตรงข้ามจะมีล้อช่วยแรง (Fly wheel) ติดตั้งอยู่ ซึ่งลักษณะของชุดใบมีดหั่นตัดได้แสดงในรูปที่ 6

ระบบป้อน ประกอบด้วย ลูกกลิ้ง 2 อัน เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 90 มม. ลูกกลิ้งบนจะมีสันนูนสี่เหลี่ยม ขนาดความกว้างประมาณ 15 มม. ตามความยาวของลูกกลิ้ง จำนวน 6 แถว ส่วนลูกล่างนั้นจะมีผิวเรียบตลอด ลูกกลิ้งทั้ง 2 อัน จะหมุนสวนทางกัน ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งจะเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับขนาดความหนาของวัสดุที่ป้อน ทำให้วัสดุถูกกดยึดอย่างมั่นคงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เกิดการหั่นตัดอย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

เครื่องหั่นฟางแบบใบมีดไขว้ใช้เครื่องยนต์ดีเซล 9 แรงม้า ความเร็วรอบหมุนของชุดใบมีดหั่นตัด 700 - 900 รอบต่อนาที สามารถใช้ได้กับฟาง ทั้งแบบมัดกำเรียงเรียบร้อย และแบบอัดฟ่อน โดยมีสมรรถนะการทำงานประมาณ 500 - 900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แล้วแต่สภาพของฟาง ความยาวของฟางท่อนภายหลังการหั่นยาวกว่า 100 มม. เกือบทั้งหมด โดยมีฟางท่อนระหว่าง 100 - 200 มม. ประมาณร้อยละ 60 - 70

2.3 การออกแบบ ดัดแปลง ปรับปรุง และสร้างต้นแบบ

การออกแบบดัดแปลงเพื่อสร้างต้นแบบขึ้น ใหม่ ตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของต้นแบบจากต่างประเทศ คือ การฟุ้งกระจายของฟาง ขนาดความยาวของฟางท่อนและ หน้ากว้างของการหั่นตัด รวมทั้งการปรับปรุงแก้ไขอื่นๆ เช่น คุณสมบัติของวัสดุใช้ทำใบมีดและเฟืองเกียร์ ที่ใช้งานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้สามารถใช้เครื่องอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด กล่าวคือ สามารถใช้งานเป็นประโยชน์ได้มาก โดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำ การพิจารณาออกแบบและดัดแปลงมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การฟุ้งกระจายของฟาง สาเหตุที่ทำให้ฟางฟุ้งกระจายมากเกิดจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ ชุดใบมีดหั่นตัดหมุนด้วยความเร็วสูง ทำให้เกิดแรงดันลมสูงเกินไป และ การกระจายลมบริเวณปากทางออกไม่เหมาะสม

การปรับปรุงแก้ไขการฟุ้งกระจายของฟางหั่น พิจารณาเฉพาะการออกแบบเพื่อปรับปรุงการกระจายลมบริเวณปากทางออกเท่านั้น โดยปรับเปลี่ยนมุมปลายปากทางออกด้านล่างให้มากขึ้นแล้วลดขนาดมุมปากทางออกด้านบนให้สัมพันธ์สอดคล้องกัน

2) ขนาดความยาวของฟางท่อน เงื่อนไขสำคัญที่มีอิทธิพลต่อขนาดความยาวของฟางท่อนที่ได้จากการหั่น คือ อัตราการทดรอบระหว่างความเร็วรอบของชุดใบมีดหั่นตัด กับความเร็วของลูกกลิ้งป้อน โดยความเร็วรอบของชุดใบมีดหั่นตัดไม่มีอิทธิพลต่อขนาดความยาวของฟางท่อน แต่มีผลต่อขนาดของแรงดันลมที่จะพัดเหวี่ยงฟางท่อนออกจากเครื่อง

ตามหลักวิชาการสัตวบาล ฟางท่อนขนาดที่สั้นกว่า 5 มม. เป็นขนาดเหมาะสมที่จะใช้ผสมกับอาหารข้นสำหรับเลี้ยงแกะและโคนม แต่การที่จะได้มาซึ่งฟางท่อนขนาด 5 มม. ก็จะเสียค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งจากการสอบถามข้อมูลจากนักวิชาการ และเกษตรกรผู้เพาะเห็ด ว่าฟางท่อนที่เหมาะสำหรับการเพาะเห็ดต่างๆ ควรยาวประมาณ 20 - 25 มม. ดังนั้น จึงพิจารณาการออกแบบอัตราทดรอบความเร็ว เพื่อให้ได้ฟางท่อนขนาดความยาวตามทฤษฎี 20 มม.

3) ความกว้างของการหั่นตัด พื้นที่หน้าตัดของฟางอัดฟ่อนส่วนใหญ่จะมีขนาด 36 x 46 ซม. ทำให้เมื่อนำเครื่องหั่นฟางต้นแบบจากต่างประเทศ ซึ่งมีขนาดความกว้างของการหั่นตัดเพียง 33 มม. ไปทดลองใช้งานกับฟางอัดฟ่อนต้องฉีกแยกฟางออกจากฟ่อนหลายครั้ง และจากการทดลอง พบว่า เครื่องยนต์ดีเซล 9 แรงม้า ที่ใช้เป็นต้นกำลังยังมิได้ใช้กำลังอย่างเต็มที่ จึงเพิ่มขนาด

ความกว้างของหน้าตัดขึ้นเป็น 38 ซม. กว้างกว่าความกว้างของฟางอัดฟ่อน 2 ซม. จะทำให้สามารถป้อนฟางที่ฉีกออกจากฟ่อนได้ทันที นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงยกถาดป้อนให้เอียงทำมุม 10 องศา กับระนาบแนวราบ ซึ่งจะช่วยให้ฟางเคลื่อนที่ได้คล่องตัว

4) การปรับปรุงอื่นๆ

ก. การปรับปรุงชุดใบมีดหั่นตัด ได้เพิ่มระยะห่างระหว่างด้านนอกของแผ่นเหล็กโครงหลักของชุดใบมีดหั่นตัดเป็น 38.5 ซม. เพื่อให้สอดคล้องกับความกว้างของการหั่นตัดที่เพิ่มขึ้น และลดมุมไขว้ระหว่างแผ่นเหล็กโครงหลักจาก 20 องศา เหลือ 18 องศา ใบมีดรับนั้นจะมีระนาบผิวด้านบนเอียงแหงนขึ้นเป็นมุม 10 องศา กับระนาบแนวราบ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพของการหั่นตัดเพิ่มขึ้น เนื่องจากมุมคมใบมีดลดลง ทำให้เกิดความแหลมคมเพิ่มมากขึ้น แรงที่ใช้ในการหั่นตัดก็ลดลงด้วย

วัสดุทำใบมีดใช้เหล็กกล้าคุณภาพสูง เกรด DF3 ซึ่งมีส่วนผสมของคาร์บอน (C) 0.90 % แมงกานีส (Mn) 1.20 % โครเมี่ยม(Cr) 0.85 % ทังสแตน(W) 0.55 % ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานโลหะเย็น (Cold working tool steel) เปลี่ยนรูปน้อยมาก มีความแข็งและเหนียวดีหลังการชุบแข็งแล้ว โดยได้นำไปให้บริษัทเอกชนที่มีความชำนาญในการชุบแข็งโลหะเป็นผู้ดำเนินการให้

ข. เครื่องต้นแบบจากต่างประเทศมีล้อช่วยแรงที่หล่อสร้างขึ้นเอง ช่วยเสริมการหมุนของชุดใบมีดหั่นตัด การสร้างล้อช่วยแรงเพียง 1 อัน เพื่อใช้กับเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใหม่นั้นจะเสียค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งจะไม่เที่ยงตรงเท่าที่ควร จึงได้ดัดแปลงโดยการใช้เหล็กแผ่นหนา 25 มม. (1 นิ้ว) ขนาดพื้นที่เท่าเหล็กใบพัดเสริมติดกับเหล็กใบพัด โดยไม่ใช้ล้อช่วยแรง ทำให้ชุดใบมีดหั่นตัดมีน้ำหนักรวม 85 กิโลกรัม ลดลงจากเดิม 7 กิโลกรัม

2.4 การเผยแพร่และการให้บริการทางวิชาการ เพื่อให้มีการผลิตเชิงพาณิชย์

ได้มีโรงงานเอกชนสนใจนำแบบเครื่องหั่นฟางที่พัฒนาโดยกองเกษตรวิศวกรรมไปศึกษาและประเมินราคาที่จะสามารถผลิตจำหน่ายได้ในราคาเครื่องละ 40,000 บาท โดยไม่รวมเครื่องต้นกำลัง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีใช้งานอยู่แล้ว โดยกลุ่มเกษตรกรที่ได้ทดลองใช้งานเครื่องเห็นว่าเป็นราคาที่เหมาะสม และสนใจจะซื้อไว้ใช้งานภายในกลุ่ม แต่เพื่อให้การผลิตของโรงงานเอกชนเป็นไปอย่างมีคุณภาพและได้มาตรฐาน ทางกลุ่มงานทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรจะต้องให้บริการทางวิชาการในด้านการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และการสร้างประกอบชุด

ใบมีดหั่นตัดและใบมีดรับและชุดป้อนฟาง ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญ ที่ต้องการความละเอียดและความแน่นอนในการผลิตมากที่สุด นอกจากนี้ก็ยังได้ทดลองใช้เครื่องในการหั่นพืชอาหารสดสำหรับเลี้ยงสัตว์ เช่น หญ้ารูซี่ หญ้าเนเปีย และ ต้นข้าวโพด ฯลฯ เป็นต้น ปรากฏว่าใช้งานได้ดี ซึ่งจะเป็นการขยายขีดความสามารถในการใช้งาน เป็นการขยายตลาดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

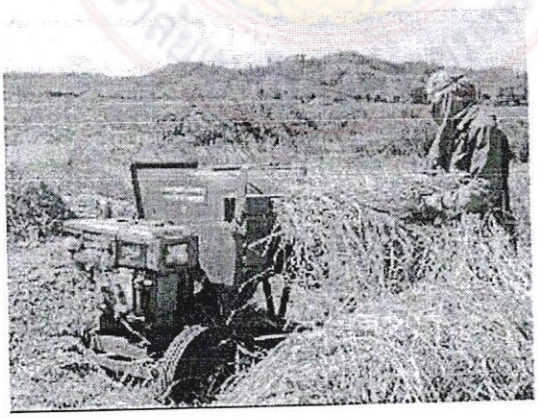
2.5 การวิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 1.7 ล้านไร่ ซึ่งในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันโดยการแทงด้วยมีดเสียมหรือตัดด้วยเคียวนั้น จะต้องแทงหรือตัดทางปาล์มน้ำมันลงมาด้วย ในกรณีที่เป็นสวนใหม่ยังไม่ได้ให้ผลผลิตนั้น จำเป็นต้องมีการตัดแต่งทางปาล์มน้ำมันปีละครั้ง ทำให้มีปริมาณทางปาล์มน้ำมันเหลือใช้จากการผลิตปาล์มน้ำมันปีละจำนวนมหาศาล เกษตรกรส่วนใหญ่จะรวบรวมทางปาล์มน้ำมันที่ตัดจากต้นมากองรวมในแนวร่องสวนระหว่างต้นปาล์มน้ำมัน โดยจะแบ่งออกเป็นหลายๆ กองๆ ละเกือบเท่าๆ กัน แล้วปล่อยให้ผุสลายเป็นปุ๋ยบำรุงดิน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ปี เกษตรกรในบางพื้นที่จะนำตัวเร่งที่เป็นสารเคมีเทลงในกองทางปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ผุสลายเร็วขึ้น กองทางปาล์มน้ำมันที่วางกองไว้ในบางสวนอาจใช้เป็นประโยชน์ในการชะลอน้ำฝนที่ตกลงมาให้ไหลช้าลง นอกจากจะช่วยให้ดินสามารถดูดซึมน้ำฝนได้มากขึ้นแล้ว ยังช่วยป้องกันการชะล้างหน้าดินด้วย อย่างไรก็ตาม ทางปาล์มน้ำมันที่รวมกองไว้นั้นจะเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและศัตรูพืชของต้นปาล์มน้ำมัน รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ เช่น ปลวก หนู และ งู เป็นต้น ซึ่งอาจทำอันตรายแก่เกษตรกรได้ น อกจากนี้กองทางปาล์มน้ำมันเหล่านี้ยังกีดขวางทางสัญจรภายในสวน ทำให้การนำยานพาหนะเข้าไปขนย้ายทะลายปาล์มภายในสวนเป็นไปด้วยความยากลำบาก ดังนั้น หากสามารถหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมันเหล่านี้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก็จะทำให้เกิดการสลายตัวกลายเป็นปุ๋ยคืนสู่ดินได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพที่มีคุณค่าสูงได้ด้วย นอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าปุ๋ยของเกษตรกรลงได้แล้ว ยังช่วยลดจำนวนการใช้ปุ๋ยเคมี และทำลายแหล่งเพาะศัตรูของพืช อีกทั้งทำให้ภายในสวนไม่รกรุงรังด้วยกองทางปาล์มน้ำมัน เกิดความสะดวกและปลอดภัยในการปฏิบัติงานภายในสวน ในภาพรวมจะเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตปาล์มน้ำมัน เครื่องหั่นย่อยทางปาล์มที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ สามารถหั่นทางปาล์มได้ทุกขนาด โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดไม่ต่ำกว่า 10 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีอัตราการทำงานประมาณ 1,500 - 2,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1.5 ลิตรต่อชั่วโมง โดยขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะสภาพของทางปาล์ม ขณะนี้มีโรงงานเอกชนขอแบบไปทำการผลิตจำหน่ายแล้ว

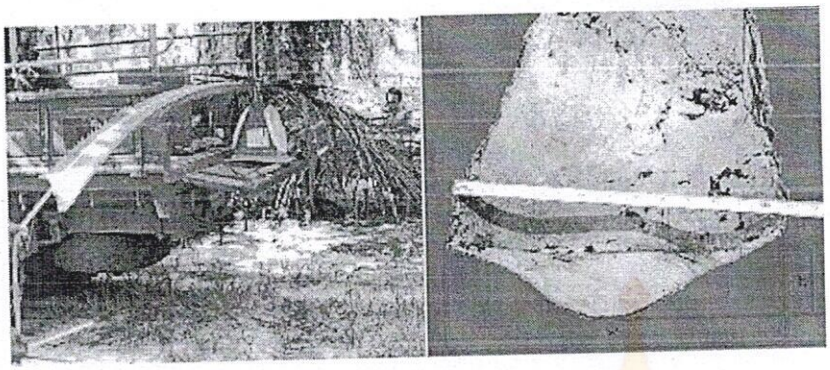
2.5.1 การวิจัยและพัฒนา

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ไม่พบว่ามีการใช้และการผลิตเครื่องหั่นย่อยทางปาล์มโดยเฉพาะ ทั้งในและนอกประเทศ จึงเริ่มต้นโดยการนำเครื่องหั่นย่อยซากพืช 3 แบบ ที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มงานทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร กองเกษตรวิศวกรรม คือ เครื่องหั่นย่อยซากพืชสำหรับกิ่งไม้ทั่วไป เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใยขนาดใหญ่ และ เครื่องหั่นฟาง ซึ่งมีหลักการทำงานแตกต่างกัน มาทดสอบเบื้องต้นในการหั่นทางปาล์มน้ำมัน พบว่า เครื่องหั่นฟาง (รูปที่ 8) มีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาให้สามารถหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมันได้ แต่ว่าจำเป็นต้องดำเนินการออกแบบปรับปรุงพัฒนาระบบกลไกและส่วนประกอบสำคัญๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดลูกกลิ้งป้อนทั้งระบบ ซึ่งจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเป็นจุดอ่อนที่สุดของเครื่องหั่นฟาง เมื่อนำมาใช้หั่นย่อยทางปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้จำเป็นต้องออกแบบปรับปรุงชุดใบมีดตัดให้สามารถหั่นย่อยทางปาล์มให้มีขนาดเล็กลงกว่าเดิมด้วยรายละเอียดของการออกแบบปรับปรุง สรุปได้ ดังต่อไปนี้

ก) วัดขนาดโคนทางปาล์ม ซึ่งเป็นส่วนที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบระบบลูกกลิ้ง โดยได้สุ่มตัวอย่างทางปาล์มจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุระหว่าง 7 - 11 ปี จำนวน 200 ทาง โดยวัดขนาดความหนาและความกว้างของปลายโคนทางปาล์ม (รูปที่ 9) ตลอดจนน้ำหนักและความยาวจากปลายโคนถึงปลายทางใบ ซึ่งพบว่าขนาดของแต่ละส่วนจะมีความแตกต่างเป็นช่วงกว้างมาก แต่พอประเมินสัดส่วนที่มีผลต่อการออกแบบระบบลูกกลิ้งป้อน คือ ความหนาของโคนทางปาล์ม พบว่า มีเพียงร้อยละ 3.5 ของโคนทางปาล์มที่สุ่มวัดจะมีความหนามากกว่า 100 มม. ดังนั้น ระบบลูกกลิ้งป้อนสำหรับเครื่องหั่นย่อยทางปาล์มอย่างน้อยสามารถปรับระยะห่างได้สูงสุดถึง 100 มม.



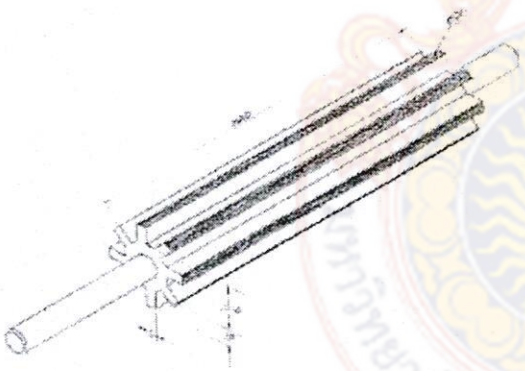
รูปที่ 8 เครื่องหั่นฟางที่นำมาทดสอบหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมัน



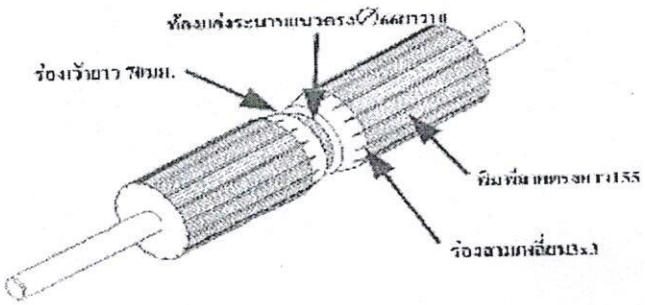
ก) ชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว ข) วัดความกว้าง (w) และความหนา (t)

รูปที่ 9 การวัดขนาดส่วนต่างๆ ของทางปาล์มน้ำมัน

ข. ออกแบบปรับปรุงลูกกลิ้งป้อนอันบน จำนวน 7 แบบ แล้วทดสอบเปรียบเทียบการทำงาน เพื่อหาแบบที่เหมาะสมที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดกับลูกกลิ้งป้อนอันล่าง ซึ่งออกแบบขึ้นใหม่ เพื่อเปรียบเทียบอีก 3 แบบจนได้แบบลูกกลิ้งป้อนอันบนและอันล่างที่ทำงานได้สอดคล้องกันที่สุด ซึ่งมีลักษณะตามรูปที่ 10 และรูปที่ 11

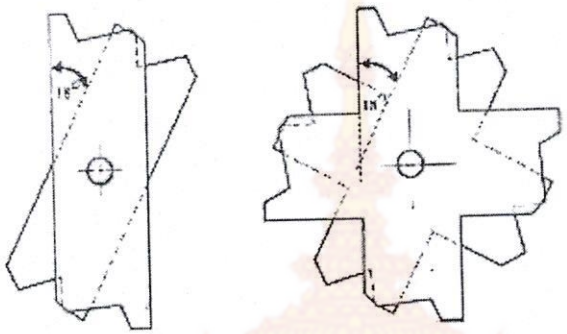


รูปที่ 10 ลักษณะลูกกลิ้งป้อนสำหรับเครื่องต้นแบบอันบนแบบสุดท้าย



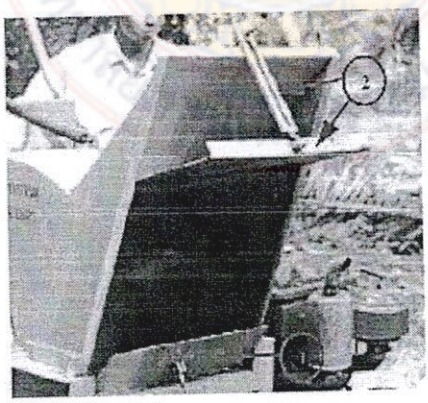
รูปที่ 11 ลักษณะลูกกลิ้งป้อนสำหรับเครื่องต้นแบบอันล่างแบบสุดท้าย

ค. ออกแบบชุดใบมีดตัดใหม่ โดยเพิ่มจำนวนใบมีดตัดจาก 2 ใบ เป็น 4 ใบ ซึ่งจะเพิ่มจำนวนการหั่นตัดต่อ 1 รอบหมุนของชุดใบมีดตัด เพื่อให้ได้เศษวัสดุขนาดเล็กและสั้นลงกว่าเดิมหนึ่งเท่าตัว โดยน้ำหนักของชุดใบมีดตัดเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเพียงประมาณร้อยละ 30 รูปร่างลักษณะของโครงใบมีดตัดแบบเดิมและแบบปรับปรุงใหม่ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 12



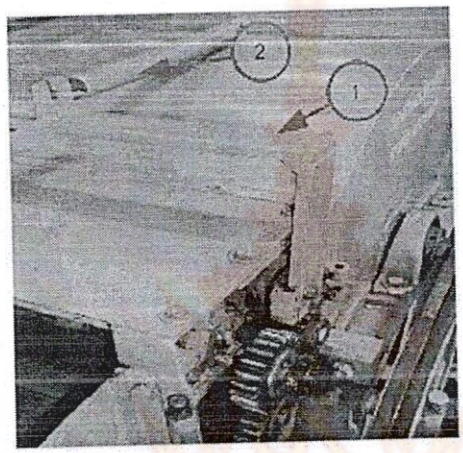
รูปที่ 12 ลักษณะโครงเหล็กแผ่นยึดใบมีดตัด

ง. ออกแบบปรับปรุงปากทางออกของเศษทางปาล์มที่หั่นย่อยแล้ว โดยให้ปลายขอบปากทางออกด้านบนอยู่ห่างจากปลายขอบปากทางออกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เศษวัสดุถูกเหวี่ยงขึ้นไปเป็นระยะทางมากกว่าเดิมก่อนกระทบผนังฝาครอบด้านบน ทำให้พลังงานลดลง ระยะทางที่กระจายตัวออกไปจากเครื่องก็ลดลงด้วย นอกจากนี้ยังออกแบบเพิ่มแผ่นเหล็กติดบานพับทำหน้าที่บังคับทิศทางการกระจายของวัสดุตามความต้องการได้ (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 ลิ้นปรับระยะและทิศทางของเศษทางปาล์มที่ย่อยแล้ว

จ. เนื่องจากทางปาล์มน้ำมันจะมีขนาดใหญ่และแข็งมากกว่าฟางข้าวมากมายหลายเท่า จึงจำเป็นต้องออกแบบปรับปรุงเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นส่วนต่างๆ โดยได้เพิ่มขนาดและใช้วัสดุที่มีคุณภาพความแข็งแรงสูง อาทิเช่น เปลี่ยนโครงคานแขนรูปตัวยูที่ยึดรั้งบังคับการปรับตำแหน่งของลูกกลิ้งอันบน จากเหล็กแบบธรรมดาขนาด 6 x 50 มม. เป็นเหล็กแบนคาร์บอนปานกลางขนาด 9 x 50 มม. พร้อมทั้งเชื่อมเหล็กสี่เหลี่ยมคาดเพิ่มความแข็งแรงบริเวณคานแขนรูปตัวยู (รูปที่ 14) เป็นต้น



069735

รูปที่ 14 ลักษณะโครงแขนยึดเพลาลูกกลิ้งตัวบน คล้องยึดสปริงปรับระยะ

ฉ. ออกแบบติดตั้งคันโยกบนคานแขนรูปตัวยู เพื่อช่วยให้ผู้ป้อนทางปาล์มเข้าเครื่องสามารถโยกยกลูกกลิ้งอันบน เพื่อให้สามารถป้อนโคนทางปาล์มหนาๆ เข้าเครื่องได้สะดวก (รูปที่ 15)

รูปที่ 15 คันโยกคานแขนยึดลูกกลิ้งอันบน ช่วยให้ผู้ป้อนปฏิบัติงานได้สะดวก

2.6 พืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์เป็นกลุ่มพืชที่ใช้เพาะปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยตรง ประกอบด้วยพืช 2 ตระกูล คือ พืชตระกูลหญ้า และพืชตระกูลถั่ว จึงมักเรียกกันว่าหญ้าอาหารสัตว์ และถั่วอาหารสัตว์การจำแนกทางอนุกรมวิธานของหญ้าอาหารสัตว์

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Graminales

Family : Poaceae

หญ้าอาหารสัตว์มีอยู่มากมายหลายชนิดที่แพร่กระจายอยู่ตามแหล่งต่าง ๆ ตามสภาพภูมิอากาศซึ่งมีการแบ่งเป็นกลุ่มและ subfamily หลายระบบด้วยกัน เช่นแบ่งตามการปรับตัวต่อภูมิอากาศ ได้ 2 กลุ่ม คือ

1. หญ้าอาหารสัตว์เขตหนาว (Temperate forage grasses) หมายถึงหญ้าที่เจริญเติบโตและใช้เพาะปลูกทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในสภาพอากาศอบอุ่นหรือหนาวเย็น ได้แก่ หญ้าในสกุล *Agropyron, Festuca , Dactylis, Lolium, Poa, Bromus, Agrostis, Phleum* เป็นต้น

2. หญ้าอาหารสัตว์เขตร้อน (Tropical forage grasses) หมายถึงหญ้าที่เจริญเติบโต และใช้เพาะปลูกทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในสภาพอากาศร้อน ได้แก่ หญ้าในสกุล *Axonopus, Brachiaria, Cenchrus, Chloris, Cynodon, Digitaria, Eragrostis, Melinis, Panicum, Paspalum, Pennisetum, Setaria, Sorghum, Tripsacum* เป็นต้น หญ้าที่นิยมใช้เพาะปลูกทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในเขตร้อน ได้แก่ หญ้าขนหรือมอริชัส (*Brachiaria mutica*) หญ้าซิกแนล (*B. brizantha* และ *B. decumbens*) หญ้ารูซี(*B. ruziziensis*) หญ้าบัฟเฟล (*Cenchrus ciliaris*) หญ้าโรดส์ (*Chloris gayana*) หญ้าแพงโกลา (*Digitaria decumbens*) หญ้าโมล้าส (*Melinis minutriflora*) หญ้ากินนี (*Panicum maximum*) หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) หญ้าซีตาเรีย (*Setaria sphacelata*) หญ้าจอห์นสัน (*Sorghum halepense*) หญ้าซูดาน (*S. sudanense*) และข้าวฟ่าง (*S. bicolor*) ตลอดจนหญ้าไข่มุก (*Pennisetum americanum*) เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าอาหารสัตว์

1. ราก (Roots)

หญ้ามีรากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยรากขนาดเล็กเท่า ๆ กันมากมาย เกิดที่บริเวณข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดินหรือใกล้ผิวดิน มีการสานกันแน่นเป็นแผ่น เมื่อเมล็ด

เริ่มงอกจะมีรากอันแรกเจริญจากส่วนรากอ่อน (radicle) ของต้นอ่อนของเมล็ดเรียกว่า primary root ส่วนรากแขนง (seminal roots) เกิดบริเวณข้อที่ใบเลี้ยงติดอยู่ (scutellar node) ประมาณ 6-7 ราก รากชุดนี้เป็นรากชั่วคราวซึ่งใช้สำหรับการตั้งตัวของพืชในระยะแรก ส่วนรากถาวรชุดแรกเกิดที่ข้อถัดขึ้นไปที่มีกาบหุ้มยอดอ่อน (coleoptile) ติดอยู่ซึ่งเรียกข้อนี้ว่า coleoptilar node รากถาวรชุดอื่น ๆ จะเกิดที่ข้อที่อยู่ใกล้ผิวดิน รวมทั้งบริเวณข้อของลำต้นที่เลื้อยไปตามผิวดินและใต้ดินเรียกรากเหล่านี้ว่ารากค้ำจุน (adventitious roots)

2. ลำต้น (Shoot)

ลำต้นหญ้าเจริญมาจากส่วนของยอดอ่อน (plumule) ในเมล็ด ลำต้นแรกที่งอกขึ้นมานี้เรียกว่า main stem ต้นหญ้าสามารถแตกหน่อหรือแขนง (tillers) ได้มากมายและรวดเร็ว จากข้อล่าง ๆ ของลำต้นทำให้มีลักษณะเป็นกอ ลำต้นหญ้ามีลักษณะกลมหรือค่อนข้างแบนแบ่งเป็นข้อและปล้อง (node and internode) ให้เห็นชัดเจน ส่วนของปล้องมักมีลักษณะเป็นรูกลวงภายในและตันในส่วนของข้อ ปล้องบริเวณโคนต้นจะสั้น ส่วนยอดจะยืดยาวออก โดยเฉพาะเมื่อหญ้าจะออกดอก ที่ข้อทุกข้อมีตาราก ตายอดและตาใบอยู่ ซึ่งทั้งตารากและตายอดนี้พร้อมที่จะเจริญได้ทันทีเมื่อมีสภาพการณ์เหมาะสม จึงทำให้หญ้าขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ได้ดี การเจริญของต้นหญ้ามีหลายลักษณะคือ (1) แบบลำต้นตั้งตรง (erect lateral shoots) ได้แก่ หญ้ากินนี เนเปียร์ บัฟเฟล ซีตาเรีย จอห์นสัน (2) เจริญขนานไปกับพื้นผิวดิน เรียกว่า ไหล (stolon) ได้แก่ หญ้าขน ซิกแนล และ (3) เจริญอยู่ใต้ผิวดินเรียกว่า เหง้า (rhizomes) เช่น หญ้าแพรก หญ้าเนเปียร์ และหญ้าอทราตั้ม อย่างไรก็ตาม พวกหญ้าที่มีลำต้นเลื้อยไปกับผิวดินและใต้ดิน เมื่อออกดอกส่วนของช่อดอกจะตั้งขึ้น

ลำต้นหญ้ามีการแตกกอ (tillering) 2 ลักษณะ คือ (1) extravaginal หมายถึงการแตกหน่อที่หน่อใหม่แทงทะลุกาบใบออกมา (2) intravaginal หมายถึงการแตกหน่อที่หน่อใหม่โผล่ขึ้นมาภายในกาบ หญ้าส่วนใหญ่มีการแตกหน่อแบบ intravaginal

3. ใบ (Leaf)

ใบหญ้าเกิดที่ข้อของลำต้น ในขณะที่ยังอ่อนอยู่จะม้วนห่อหุ้มลำต้นและยอดอ่อนไว้อย่างเหนียวแน่น ใบหญ้าประกอบด้วย (1) กาบใบ (leaf sheath) เป็นส่วนกาบที่ห่อหุ้มลำต้นและอยู่ติดกับลำต้นที่ส่วนของข้อ (2) ตัวใบ (leaf blade หรือ lamina) เป็นแผ่นใบ มีรูปร่างคล้ายหอกยาวเรียวปลายแหลม มีเส้นกลางใบอยู่ตรงกลาง และเส้นใบ (veins) ขนานไปตามความยาวของตัวใบ (3) เยื่อกันน้ำฝนหรือลิ้นใบ (ligule) เป็นเยื่อที่อยู่ตรงส่วนต่อของกาบใบและตัวใบ ด้านในมักมีสีขาวหรือสีน้ำตาล มีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช จึงใช้ในการจำแนกชนิดและพันธุ์หญ้าได้ (4) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) เป็นส่วนของเยื่อหรือขนที่ยื่นออกมาทางด้านข้างตรงส่วนต่อของกาบใบและตัวใบ

ใบหญ้าเกิดเรียงเป็น 2 แถวสลับกันไปรอบลำต้น เมื่อมีการแตกหน่อหรือแขนงใหม่ ใบแรกของแขนงใหม่จะเปลี่ยนเป็นเยื่อสีขาวไม่มีตัวใบ ทำหน้าที่ห่อหุ้มยอดอ่อนและป้องกันการเสียดสีของแขนงใหม่กับลำต้นเดิม เยื่อดังกล่าวนี้เรียกว่า prophyll

4. ช่อดอก (Inflorescence)

ดอกหญ้ามีลักษณะเป็นช่อ ประกอบด้วยกลุ่มดอกที่เรียกว่า spikelet ติดอยู่บนแกนกลาง (axis) ที่ตั้งอยู่บนก้านช่อดอก (peduncle) ก้านของกลุ่มดอกเรียกว่า pedicel ซึ่งอยู่ติดบนก้านช่อดอกย่อย (rachis) แกนกลางที่ก้านช่อดอกย่อยติดอยู่เรียกว่า rachilla หญ้าบางชนิดกลุ่มดอกไม่มีก้านและติดอยู่บนก้านช่อดอกโดยตรงเรียกกลุ่มดอกดังกล่าวนี้ว่า sessile spikelet

กลุ่มดอกประกอบด้วยดอกย่อย (florets) หนึ่งหรือหลายดอก โดยที่ฐานมี empty glumes อยู่ 2 อัน ซึ่งเจริญมาจากกลีบประดับ (floral bracts) empty glumes มีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช บางชนิดอาจเป็นเยื่อบาง ๆ เล็ก ๆ เช่น ดอกของข้าวโพด หญ้าจอห์นสัน หรือเป็นเกล็ดหุ้มส่วนฐานเอาไว้เช่น ดอกของหญ้ากินนี หรือใหญ่ขึ้นจนหุ้มดอกย่อยไว้ เช่น ดอกของหญ้าซิกแนล เป็นต้น

ดอกย่อยประกอบด้วยกาบ 2 กาบประกบกัน กาบล่างมักมีขนาดใหญ่กว่าเรียกว่า lemma และกาบบนเรียกว่า palea ภายในมีเกสรตัวผู้ (stamen) อยู่ 1,2,3 หรือ 6 อันขึ้นกับชนิดหญ้า แต่ส่วนใหญ่มักจะมีอยู่ 3 อัน ที่ส่วนปลายของเกสรตัวผู้ทุกอันจะมีกระเปาะอยู่เรียกว่า anther ซึ่งมีสีแตกต่างกัน เช่น สีเหลือง ม่วงหรือเป็นลายประ ภายในดอกย่อยจะมีเกสรตัวเมีย 1 อัน ประกอบด้วยรังไข่และมี stigmas ชูขึ้นมา 2 อัน ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ ขนนก (feathery stigmas) ที่ฐานรังไข่มักมีเกล็ดเล็ก ๆ 2-3 อัน เรียกว่า lodicules ทำหน้าที่ปิดเปิด lemma และ palea ที่ส่วนปลายของ lemma ของหญ้าบางชนิดจะมีหางยาวออกไปเรียกว่า awn และมี ลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช

เมื่อดอกเจริญเติบโตเต็มที่และมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม กาบ lemma และ palea จะเปิดออก อับเรณูจะโผล่ออกมาและแตกออกพร้อมทั้งมีละอองเกสร (pollen grains) ร่วงออกมา ระยะการบานของดอกหญ้านี้เรียกว่า anthesis ซึ่งแสดงว่าดอกเหล่านี้พร้อมที่จะผสมพันธุ์ได้

ช่อดอกของพืชตระกูลหญ้ามีหลายแบบ จำแนกได้ดังนี้

(1) raceme เป็นช่อดอกที่มีกลุ่มดอกย่อยอยู่บนแกนก้านช่อดอก โดยมีก้านของกลุ่มดอกย่อยยาวเท่า ๆ กันเชื่อมติดอยู่ เช่นช่อดอกย่อยของหญ้ารูซี่ หญ้าขน

(2) spike เป็นช่อดอกลักษณะคล้ายกับ raceme แต่กลุ่มดอกย่อยไม่มีก้าน (sessile spikelet) เช่นช่อดอกหญ้าเนเปียร์ หญ้าซีตาเรีย

(3) panicle เป็นช่อดอกที่ประกอบด้วยช่อดอกย่อยหลายช่อรวมกัน จึงทำให้ช่อดอกมีกิ่งก้านสาขามากมาย และมีลักษณะแตกต่างกันมากมาย เช่น บางชนิดมีช่อดอกย่อยแตกออกไปจากชุดเดียวกันเรียกว่า digitate panicle เช่น หญ้าโรดส์ หญ้าแพงโกล่า เป็นต้น หญ้าส่วนใหญ่มีช่อดอกเป็นแบบ panicle

5. ผลและเมล็ด (**Fruit and seed**)

ผลกับเมล็ดหญ้าเป็นส่วนที่มีเปลือก (pericarp and seed coat) เชื่อมติดกันตลอดเรียกว่า caryopsis มีลักษณะเป็น one-seed fruit เมล็ดหญ้าเจริญมาจากไข่อ่อนทั้งที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสมจากละอองเกสร และเจริญขึ้นมาในรังไข่ เมล็ดหญ้ามัก อยู่ใน lemma กับ palea ลักษณะของเมล็ดหญ้าที่เจริญขึ้นมา โดยไม่มีการผสมเกสรนี้เรียกว่า apomixis และมีหญ้าหลายชนิดที่มีเมล็ดเกิดขึ้นในลักษณะนี้ ได้แก่ หญ้าโรดส์ ซิกแนล กินนี เนเปียร์ เป็นต้น เมล็ดหญ้ามีใบเลี้ยงเดียวเรียกว่า scutellum มีต้นอ่อนที่ฐานของเมล็ด และมีอาหารสะสมอยู่ในรูปของ endosperm

2.7 พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่สำคัญ

1. หญ้ากินนี *(Panicum maximum)*

รูปที่16 หญ้ากินนี *(Panicum maximum)*

มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนของทวีปอัฟริกา ปลูกกันแพร่หลายในทวีปอเมริกาใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในออสเตรเลีย สำหรับประเทศไทยนั้น เจ้าพระยาสุรวงศ์เป็นผู้นำเข้ามาปลูกใน พ.ศ. 2444 หญ้ากินนีเป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะลำต้นตั้งเป็นกอสูงประมาณ 1.5 - 2.5 เมตร มีช่อดอกเป็นแบบ panicle ติดดอกและเมล็ดได้ แต่เมล็ดมีความงอกต่ำมากเพียง 12 – 20% ระบบรากเป็นรากฝอยแข็งแรงทนต่อสภาพแห้งแล้ง เจริญเติบโตได้ดีในที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดปี 1,000 มิลลิเมตร ดินควรจะมีการระบายน้ำดี และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง การใช้หญ้ากินนีทำเป็นทุ่งหญ้าสำหรับตัดให้สัตว์กิน หรือปล่อยสัตว์ลงไปแทะเล็มไม่ควรปล่อยให้สัตว์แทะเล็มหญ้าจนเหลือสูงจากพื้นต่ำกว่า 15 ซม. สามารถปลูกร่วมกับถั่วเซนโตรซีมา

และซีราโตรได้ นอกจากนี้ยังปรับตัวได้ในสภาพร่มเงา จึงปลูกในสวนไม้ยืนต้นหรือสวนป่าได้ หญ้ากินนีที่ปลูกในสวนมะพร้าวบริเวณจังหวัดนราธิวาส ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ถ้าปลูกในสวนยางซึ่งร่มเงาหนาทึบกว่าจะให้ผลผลิต 700 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สำหรับผลผลิตหญ้ากินนีที่ปลูกในที่โล่งแจ้งโดยทั่วไปได้ประมาณ 2,500 – 3,500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีปริมาณโปรตีนประมาณ 8.2 เปอร์เซ็นต์

2. **หญ้ากินนีสีม่วง *(Panicum maximum* cv. TD 58*)***

รูปที่17 หญ้ากินนีสีม่วง *(Panicum maximum* cv. TD 58*)*

หญ้ากินนีสีม่วง เป็นหญ้าสายพันธุ์ใหม่ที่นำเข้ามาจากประเทศไอเวอโคสท์ ทวีปอัฟริกาโดยนายกีร์โรแบร์ ที่ปรึกษา กรป.กลาง ในราวปี พ.ศ.2518 โดยใช้ชื่อพันธุ์ K 187 B ในปัจจุบันใช้ชื่อพันธุ์ TD 58 หญ้ากินนีสีม่วงมีขนาดของใบและลำต้นใหญ่กว่า และสูงกว่ากินนีธรรมดา แต่จะเตี้ยกว่าหญ้า เฮมิล กลุ่มดอก (Spikelets) จะมีสีม่วงซึ่งแตกต่างจากพันธุ์อื่นที่ส่วนใหญ่มีสีเขียวอย่างเด่นชัดขนาดของเมล็ดจะใหญ่กว่าหญ้ากินนีธรรมดา และที่สำคัญคือใบจะมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่าหญ้ากินนีธรรมดาและ เฮมิล สัตว์ชอบกินจึงเป็นหญ้าที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มาก นอกจากนี้ยังให้ผลผลิตค่อนข้างสูง และตอบสนองต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำได้ดี ทนต่อสภาพที่มีร่มเงาได้ดีเช่นเดียวกันกับหญ้าสกุลกินนีอื่น ๆ ขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ด ใช้เมล็ดอัตรา 1 – 2 กิโลกรัมต่อไร่ (เมล็ดมีคุณภาพดีกว่าหญ้าในกลุ่มกินนีด้วยกัน) หรือปลูกเป็นหลุมระยะระหว่างหลุม 50 x 50 เซนติเมตร ส่วนการปลูกด้วยหน่อพันธุ์ ในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้หน่อพันธุ์ประมาณ 300 – 400 กิโลกรัมปลูกหลุมละ 3 ต้น ใช้ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15 – 15 – 15 ในอัตรา 50 – 100 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังเก็บเกี่ยวทุกครั้งในอัตรา 10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ควรตัดหญ้าเลี้ยงสัตว์ครั้งแรกหลักปลูก 70 วัน และหลังจากนั้นควรตัดทุก 30 –

45 วัน ได้ผลผลิต 1.5 – 4 ตันต่อไร่ มีโปรตีนประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นหญ้าที่มีคุณภาพดี สามารถนำไปเลี้ยงแม่โคที่ให้นมในระดับวันละ 8 – 10 กิโลกรัม โดยไม่ต้องให้อาหารข้นเสริม

3. หญ้าเนเปียร์ *(Pannisetum purpureum)* หญ้าเนเปียร์แคระ และหญ้าเนเปียร์ยักษ์

รูปที่18 หญ้าเนเปียร์ *(Pannisetum purpureum)*

หญ้าเนเปียร์ มีถิ่นกำเนิดในอัฟริกาเขตร้อน นำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกจากประเทศมาเลเซียเมื่อปี พ.ศ.2472 โดยนายอาร์ พี โจนส์ ต่อมามีการนำหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ใหม่ ๆ เข้ามา และกำลังเป็นที่สนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมคือหญ้าเนเปียร์แคระ (Mott Dwarf Elephantgrass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *P. purpureum* cv.Mott. นายวิฑูรย์ กำเนิดเพชร นำเข้ามาจากมหาวิทยาลัยแห่งรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อพฤศจิกายน 2532 และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ (Kinggrass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *P. purpureum* cv.Kinggrass นำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซีย โดยนายชาญชัย มณีดุลย์ เมื่อมกราคม 2533 หญ้าเนเปียร์และหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีทรงต้นเป็นกอค่อนข้างตั้งตรงคล้ายอ้อย หญ้าเนเปียร์ยักษ์มีลำต้นสูงใหญ่กว่าหญ้าเนเปียร์ธรรมดา กล่าวคือหญ้าเนเปียร์ยักษ์เมื่อโตเต็มที่จะสูงประมาณ 3.80 เมตร ขณะที่หญ้าเนเปียร์สูงประมาณ 3 เมตร ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระมีลักษณะทรงต้นเป็นพุ่มค่อนข้างตั้ง (bunch type) สูงประมาณ 1.60 เมตรมีสัดส่วนของใบต่อต้น และแตกกอดีกว่าหญ้าเนเปียร์อีกสองสายพันธุ์

หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ต่าง ๆ มีเหง้า (rhizome) อยู่ใต้ดิน เป็นหญ้าอายุหลายปี เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินร่วนปนทราย ถึงดินเหนียวที่มีการระบายน้ำค่อนข้างดี ตอบสนองต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำได้ดี เหมาะสำหรับปลูกบริเวณพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิลิตรขึ้นไปแต่ก็ทนแล้งได้พอสมควร ไม่ทนน้ำท่วมขังและการเหยียบย่ำของ

สัตว์ ติดเมล็ดน้อยและมีความงอกต่ำ จึงต้องปลูกขยายพันธุ์ด้วยท่อนพันธุ์ 2 – 3 ท่อนต่อหลุม ระยะระหว่างหลุม 75 x 75 เซนติเมตร ต้นพันธุ์หญ้าเนเปียร์ 1 ไร่ สามารถปลูกขยายพันธุ์ในพื้นที่ประมาณ 20 ไร่ ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 40 กิโลกรัม (18.4 กก.N) ต่อไร่ต่อปี โดยใส่ครึ่งหนึ่งก่อนปลูกหญ้า ส่วนที่เหลือแบ่งใส่ 2 ครั้ง หลังจากตัดหญ้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 สำหรับในพื้นที่ดินร่วนปนทรายถึงดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ควรใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 40 – 80 กิโลกรัม (18.34 – 36.8 กก.N) ต่อไร่ต่อปี นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วย ควรตัดหญ้าเลี้ยงสัตว์ครั้งแรกหลังปลูก 60 วัน และตัดครั้งต่อไปทุก ๆ 30 วัน จะได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งประมาณ 2 – 4.2 ตันต่อไร่ต่อปี มีโปรตีนประมาณ 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่าเป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตสูงมีคุณค่าทางอาหารสัตว์อยู่ในเกณฑ์ดี และสามารถปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่วได้หลายชนิด เช่น ถั่วไมยรา ถั่วแกรมสไตโล ถั่วขอนแก่นสไตโล และถั่วเซนโตรหรือถั่วลาย

4. หญ้ารูซี่ ***(Brachiaria ruziziensis)***

รูปที่19 หญ้ารูซี่ *(Brachiaria ruziziensis)*

มีชื่อเรียกคองโก เคนเนดี้รูซี่ และรูซี่ มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกาแถบประเทศคองโก นำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลีย ปลูกในประเทศครั้งแรกที่มวกเหล็กเมื่อปี 2511 โดยฟาร์มโคนมไทย – เดนมาร์ก (ปัจจุบันคือ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย) สถานีอาหารสัตว์ปากช่องปลูกขยายพันธุ์และทดสอบพันธุ์ ต่อมาศูนย์ส่งเสริมการขยายพันธุ์สัตว์ของ กปร. กลางนำเข้าจากไงเวอรีโคส หญ้ารูซี่เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ใบอ่อนนุ่มสัตว์ชอบกิน ลักษณะลำต้นกึ่งตั้งกึ่งเลื้อยมีรากตามข้อ ขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ดและลำต้น เนื่องจากติดเมล็ดได้ดี มีความงอกสูงนิยมขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด จัดเป็นพืชวันสั้น เจริญเติบโตได้ดีในดินหลาย

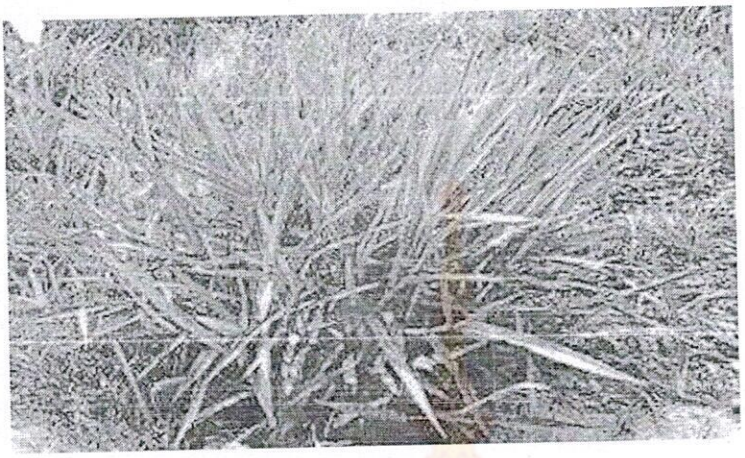
ชนิด ทั้งดินอุดมสมบูรณ์ในที่ดอนน้ำไม่ขัง และในดินที่มีธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ ชอบอากาศในเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,100 มิลิเมตรต่อปี ไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง หญ้ารูซี่ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดี กล่าวคือให้ผลผลิต 2584 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อใส่ปุ๋ยสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าปลูกในดินทรายชุดโคราชได้ผลผลิต 3,400 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 140 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีปริมาณโปรตีนประมาณ 8.2 เปอร์เซ็นต์

5. หญ้ามอริชัสหรือหญ้าขน *(Brachiaria mutica)*

รูปที่20 หญ้ามอริชัสหรือหญ้าขน *(Brachiaria mutica)*

มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกา และอเมริกาใต้ นาย R.J. Jones เป็นผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2472 เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะลำต้นเป็นแบบกึ่งเลื้อย ต้นสูงประมาณ 1 เมตร ลำดับทอดขนานกับพื้นดิน มีรากขึ้นตามข้อ มีระบบรากเป็นรากฝอย และตื้น ไม่ติดเมล็ดขยายพันธุ์ด้วยเหง้า และลำต้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงในที่มีปริมารน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ทนต่อสภาพพื้นที่ชื้นแฉะหรือมีน้ำท่วมขังใช้ระยะปลูก 50 x 50 ซม. อาจปลูกโดยหว่านท่อนพันธุ์แล้วไถกลบหรือปลูกแบบปักดำข้าว หญ้าขนเป็นหญ้าที่เจริญเติบโตเร็ว เหมาะสำหรับบริเวณพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวโดยไม่ใส่ปุ๋ยจะได้ผลผลิต 3,100 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 4,370 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 40 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยคอก 1 ตันต่อไร่ แต่ถ้าปลูกในดินทรายและไม่มีการใส่ปุ๋ยจะได้ผลผลิตเพียง 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 140 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 3,665 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 7.2 เปอร์เซ็นต์

6. หญ้าซิกแนลนอน *(Brachiaria decumbens)*



รูปที่21 หญ้าซิกแนลนอน *(Brachiaria decumbens)*

มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอูกานดา นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยโดย Dr.Hudson เมื่อ พ.ศ. 2499 เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะลำต้นแบบกึ่งตั้งกึ่งเลื้อย มีรากที่ข้อของลำต้น ติดเมล็ดน้อยเมล็ดมีความงอกต่ำ และมีอายุพักตัวนานถึง 1 ปี ต้องนำเมล็ดไปแช่ในกรดซัลฟูริกเป็นเวลา 10 – 15 นาที ก่อนที่จะนำไปปลูก โดยทั่วไปมักจะปลูกด้วยหน่อพันธุ์ และท่อนพันธุ์ เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นซึ่งมีฤดูแล้งนานกว่า 4 – 5 เดือน และมีฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังทนต่อร่มเงาของไม้ยืนต้น เช่น สวนมะพร้าว หรือสวนยาง โดยผลผลิตน้ำหนักแห้งประมาณ 1,700 กิโลกรัมต่อไร่ หญ้าซิกแนลนอนโดยทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 8.1 เปอร์เซ็นต์

7. หญ้าซิกแนลตั้ง *(Brachiaria brizantha)*

รูปที่22 หญ้าซิกแนลตั้ง *(Brachiaria brizantha)*

มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกานำเข้ามาปลูกในประเทศไทย โดย Dr. Hudson เจ้าหน้าที่องค์การอาหารและเกษตร เมื่อ พ.ศ. 2499 เป็นหญ้าอายุหลายปี ลักษณะต้นตั้งตรง สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ปริมาณฝนตกตลอดปี 800 มิลลิเมตร มีความทนแล้งได้ดีกว่าหญ้ารูซี่ และหญ้ามอริซัส นอกจากนี้ยังสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ในสภาพร่มเงาของสวนมะพร้าว และให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ หญ้าซิกแนลตั้งโดยทั่วไปจะมีโปรตีนประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์

8. หญ้าซิกแนลเลื้อย *(Brachiaria humidicola)*

รูปที่23 หญ้าซิกแนลเลื้อย *(Brachiaria humidicola)*

มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกา นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย โดยนายมงคล หาญกล้า เมื่อ พ.ศ. 2528 เป็นหญ้าอายุหลายปี ลักษณะลำต้นเลื้อยและสานกันหนาแน่น มีรากตามข้อ ช่อดอกตั้งตรงสูง 60 ซม. ไม่ติดเมล็ดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย จึงขยายพันธุ์ด้วยหน่อพันธุ์ และท่อนพันธุ์ใช้ระยะปลูก 30 - 50 ซม. สามารถตั้งตัวได้เร็ว และเจริญเติบโตได้ดีในที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดปี ประมาณ 1,500 มิลลิเมตร ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีพอสมควร ทนต่อการเหยียบย่ำและแทะเล็มของสัตว์ นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพแห้งแล้ง สามารถปรับตัวได้ดีในดินหลายชนิด แม้กระทั่งดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ชุดดินบ้านทอน ชุดดินร้อยเอ็ด ฯลฯ เหมาะสำหรับปลูกบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน เพื่อป้องกันการพัดพาหรือชะล้างหน้าดิน เป็นหญ้าที่

ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้ดีและสามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาพร่มเงาของสวนมะพร้าว โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพียง 700 กิโลกรัมต่อไร่ หากปลูกในที่โล่งแจ้งจะได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2,100 – 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีโปรตีนประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์

9. หญ้าโคไร *(Brachiaria miliiformis)*

มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ศรีลังกา พม่า และมาเลเซีย นายธวัชชัย อินทรตุลย์ เป็นผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2522 เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะลำต้นเป็นแบบกึ่งตั้งกึ่งเลื้อยไม่ติดเมล็ด จึงขยายพันธุ์ด้วยหน่อพันธุ์และท่อนพันธุ์ หญ้าโคไรไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ผลผลิตหญ้าโคไรจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณน้ำฝน เมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงจะได้ผลผลิต 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ร่มเงา กล่าวคือได้ผลผลิต 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในสวนมะพร้าว หากปลูกในสวนยางพาราซึ่งมีร่มเงาหนาทึบจะได้ผลผลิต 700 กิโลกรัมต่อไร่ มีโปรตีน 8 เปอร์เซ็นต์

10. หญ้าอะตราตั้ม *(Paspalum atratum.* Swallen.)

รูปที่ 24 หญ้าอะตราตั้ม *(Paspalum atratum.* Swallen.)

หญ้าอราตั้มเป็นหญ้าพื้นเมืองของประเทศบราซิล นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกในปี 2537 เป็นพืชอายุหลายปี ลักษณะลำต้นตั้งเป็นกอสูงประมาณ 1 เมตร และขณะมีช่อดอกจะสูงมากกว่า 2 เมตร ใบมีขนาดใหญ่แบบใบกว้างประมาณ 3 – 4 ซม. ยาวประมาณ 50 ซม. ขอบใบมีความคมลักษณะช่อดอกเป็นแบบ raceme เมล็ดมีขนาดเล็กสีน้ำตาลแดงผิวเป็นมัน จ าก

การศึกษาในเบื้องต้นพบว่าหญ้าอตราตั้มสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ชื้นแฉะ และถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะให้ผลผลิตสูงถึง 3 – 4 ตันต่อไร่ มีโปรตีนประมาณ 7.6 เปอร์เซ็นต์ (ตัดทุก 45 วัน) จึงเป็นหญ้าที่เหมาะสำหรับปลูกบริเวณพื้นที่ฝนตกชุก หรือมีน้ำขังดังเช่นในภาคใต้ของประเทศไทย นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพแห้งแล้งและดินเลว หญ้าอตราตั้มติดเมล็ดดีจึงขยายพันธุ์ได้ทั้งเมล็ดและหน่อพันธุ์

11. หญ้าพลิแคทูลั่ม *(Paspalum plicatulum)*

รูปที่25 หญ้าพลิแคทูลั่ม *(Paspalum plicatulum)*

การเจริญเติบโตแบบเป็นกอ อายุค้างปี มีถิ่นกำเนิดทางเขตร้อนของทวีปอเมริกา นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยโดยนายรัตน์ อุณยวงศ์ เมื่อ พ.ศ. 2507 สามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี และทนต่อสภาพน้ำขังได้ นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพดินเลว แต่ตอบสนองต่อความอุดมสมบูรณ์และความชื้นได้ดี เจริญเติบโตได้ในบริเวณพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนตลอดปี 760 – 10,000 มิลลิเมตรต่อปี ปลูกร่วมกับถั่วซีราโตร ถั่วเวอราโนสไตโล และถั่วเดสโมเดียมได้ดี เป็นหญ้าที่ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดี กล่าวคือให้ผลผลิต 1,250 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยสูตร 12 – 24 – 12 แต่ถ้าไม่ใส่ปุ๋ยจะให้ผลผลิตเพียง 225 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น หญ้าพลิแคทูลั่มมีโปรตีนประมาณ 5 – 6

เปอร์เซ็นต์ จัดได้ว่าเป็นหญ้าที่มีผลผลิตคุณค่าทางอาหารและความน่ากินสำหรับสัตว์ต่ำกว่าชนิดอื่น ควรจะปลูกหญ้าพลิแคทูลั่มเฉพาะบริเวณพื้นที่ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับปลูกหญ้าชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามหญ้าพลิแคทูลั่มติดเมล็ดดี จึงขยายพันธุ์ได้ทั้งเมล็ดและหน่อพันธุ์

12. ถั่วเวอราโนสไตโลหรือถั่วฮามาต้า *(Stylosanthes hamata* cv.Verano*)*

รูปที่26 ถั่วเวอราโนสไตโลหรือถั่วฮามาต้า *(Stylosanthes hamata* cv.Verano*)*

มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่หมู่เกาะอินเดียตะวันตก และแถบชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ เป็นถั่วค้างปี ลำต้นกึ่งตรง ลักษณะแผ่และตั้งไม่มีขน หลังจากออกดอกแล้วยังคงเจริญเติบโตต่อไปจนถึงปลายฤดู มีความทนแล้งได้ดีกว่าถั่วทาวน์สวิลสไตโล ในสภาพที่แล้งจัดจะปรับตัวเป็นถั่วฤดูเดียว ขยายพันธุ์เองตามธรรมชาติจากเมล็ดที่วางลงดิน ทนต่อการแทะเล็มของสัตว์ เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด เช่น ดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินลูกรังหรือดินที่เป็นเหมืองแร่เก่า ทนทานต่อความแห้งแล้ง เป็นพืชที่มีความสำคัญในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน ที่ได้รับฝน 500 – 1,250 มิลลิเมตรต่อปี ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง ถั่วเวอราโนสไตโลเป็นพืชตระกูลถั่วที่กองอาหารสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อเลี้ยงสัตว์แพร่หลายกันทั่วไป เป็นที่รู้จักกันใน

นามถั่วฮามาต้า ซึ่งปรับตัวได้ดีในดินกรด สามารถปลูกร่วมกับหญ้ากินนี กินนีสีม่วง ซิกแนล และรูซี่ได้ รัฐบาลได้ใช้ถั่วเวอราโนสไตโลหว่านในทำเลเลี้ยงสัตว์สาธารณะและป่าเสื่อมโทรม เพื่อปรับปรุงคุณภาพของพืชอาหารสัตว์พื้นเมือง ปรับปรุงบำรุงดินและป้องกันการชะล้างหน้าดิน นอกจากนี้เกษตรกรยังนิยมปลูกถั่วเวอราโนสไตโลเพราะว่าปลูกง่าย เจริญเติบโตดี และต้านทานต่อโรคแมลง ในการจัดทำแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์ ควรปลูกต้นฤดูฝนระหว่างพฤษภาคม – กรกฎาคม เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ควรจะเร่งความงอกด้วยการแช่น้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 6 – 16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และยิบซั่มอัตรา 1.6 – 3.2 กิโลกรัมต่อไร่เป็นปุ๋ยรองพื้น ทำการปลูกโดยหว่านเมล็ดให้สม่ำเสมอใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปลูกเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ควรตัดหญ้าเลี้ยงสัตว์สูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ครั้งแรก 70 – 90 วัน หลังปลูกและตัดครั้งต่อไปทุก 45 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งประมาณ 1.3 – 1.9 ตันต่อไร่ โปรตีนประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์

13. ถั่วแกรมสไตโล *(Stylosanthes guianensis* cv.Graham*)*

มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้ และอเมริกากลาง อายุหลายปี ลักษณะทรงตั้งเป็นพุ่มขนาดกลางลำต้นแผ่และตั้งตรงถึงกึ่งทอดยอด มีระบบรากแบบรากแก้ว สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เช่นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อดินที่เป็นกรด โดยเฉพาะในดินที่ขาดฟอสฟอรัส แต่ไม่ขาดคอปเปอร์ (ทองแดง) และดินเหนียวที่มีการระบายน้ำเลว มีคุณค่าทางอาหารอยู่ระดับปานกลาง สายพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทยคือ สายพันธุ์แกรม (cv. Graham) พบที่ประเทศโบลิเวียซึ่งมีปริมาณน้ำฝน 600 – 1,000 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงแล้งนานถึง 7 เดือน จึงเป็นถั่วที่ทนแล้งและสามารถทนต่อสภาพน้ำขังในระยะสั้น แต่ถั่วสไตโลชนิดนี้ไม่ทนต่อการเหยียบย่ำของสัตว์ จึงควรปลูกเพื่อตัดให้สัตว์กินและควรตัดสม่ำเสมอ ไม่ควรปล่อยให้ต้นแก่จะเป็นเสี้ยนแข็ง ความน่ากินสูงสุดในช่วงที่การเจริญเติบโตเต็มที่ใกล้จะออกดอก ในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีช่วงแล้งยาวนานจะใช้ปลูกเป็นถั่วฤดูเดียวโดยให้ติดเมล็ด และงอกเป็นต้นใหม่ต่อไปตามธรรมชาติ ใช้ปลูกร่วมกับหญ้าได้บางชนิด เช่น หญ้ากินนี แต่ไม่สามารถปลูกร่วมกับหญ้าที่มีการแข่งขันสูง เช่น หญ้าแพนโกล่า และหญ้าซิกแนลเลื้อย เป็นต้น การปลูก การดูแลรักษา และการจัดการแปลงหญ้า เช่นเดียวกันกับถั่วเวอราโนสไตโล และให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.8 ตันต่อไร่ โปรตีนประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์

14. ถั่วเซนโตรซีมา *(Centrosema pubescens)*

รูปที่27 ถั่วเซนโตรซีมา *(Centrosema pubescens)*

ลักษณะลำต้นเป็นเถาเลื้อยขนานกับผิวดิน อาจเลื้อยพันหลักที่อยู่ใกล้เคียง มีอายุหลายปีเป็นถั่วพื้นเมืองในเขตร้อนของอเมริกากลาง อเมริกาใต้ และหมู่เกาะคาริเบียน สำหรับประเทศไทยได้นำมาปลูกคลุมดินในสวนยางพาราภาคใต้เป็นเวลานานแล้ว มีลำต้นเลื้อยยาวประมาณ 0.5 – 1.5 เมตร อาจมีรากตามข้อของลำต้นที่อยู่ชิดผิวดิน มีระบบรากแก้วที่หยั่งลึกลงไปในดิน ถั่วเซนโตรซีมาตอบสนองต่อช่วงแสงกลางวันสั้น จึงออกดอกในช่วงฤดูหนาว ฝักแก่จะมีสีน้ำตาลเข้ม แต่ละฝักมีเมล็ดประมาณ 20 เมล็ด สามารถเจริญเติบโต และปรับตัวได้ดีในดินค่อนข้างเป็นกรด และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมีปริมาณฝนตกตลอดปี 1,000 – 1,500 มิลลิเมตร ชอบดินที่มีการระบายน้ำดี แต่ก็ทนต่อสภาพน้ำขังได้บ้าง ถั่วชนิดนี้สร้างปมที่รากได้โดยเชื้อไรโซเบี้ยม โดยเฉพาะไรโซเบี้ยม Strain CB.1923 ซึ่งจะช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เป็นถั่วอาหารสัตว์ที่มีความน่ากิน และมีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีปริมาณโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ ทนต่อการแทะเล็มของสัตว์ นอกจากนี้ยังสามารถปรับตัวได้ดีภายใต้สภาพที่มีร่มเงา ปลูกร่วมกับหญ้า เนเปียร์ หญ้าขน หญ้ากินนี หญ้าโร้ด และหญ้ากรีนแพนิคได้ ถั่วเซนโตรซีมาที่ปลูกในชุดดินปากช่องซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 900 กิโลกรัมต่อไร่

15. ถั่วไมยรา *(Desmanthus virgatus)*

ถั่วเดสแมนธัสหรือถั่วเฮดจลูเซอร์น (Hedge lucern) เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งจัดอยู่ใน Subfamily Mimosaceae เช่นเดียวกับกระถิน กระถินณรงค์ และมะขามเทศ เป็นพืชพื้นเมืองที่ปลูกในเขตร้อน มีรายงานพบพืชชนิดนี้ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2465 ไม่มีชื่อเรียกท้องถิ่น และไม่ปรากฏบันทึกชื่อเรียกท้องถิ่นในประเทศไทย ผศ.จิรายุพิน จันทรประสงค์ เห็นสมควรกำหนดชื่อไทยว่าไมยรา มีการนำถั่วเดสแมนธัสสายพันธุ์ CPI 52401 มาปลูกขยายพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท และสถานีอาหารสัตว์เชียงยืน เมื่อปี พ.ศ.2530 ปลายปี พ.ศ.2532 Dr.D.S.Loch ได้นำถั่วเดสแมนธัส อีก 6 สายพันธุ์ จากทวีปอเมริกาใต้ และออสเตรเลียเข้ามาอีก จากการศึกษาพบว่าในพื้นที่ดินเหนียว สายพันธุ์ CPI 52401 สามารถเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตส่วนต้นและใบที่ใช้เลี้ยงสัตว์สูงกว่าสายพันธุ์อื่น เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีอายุหลายปีลักษณะเป็นพุ่มคล้ายกระถิน แต่มีทรงพุ่มใบและฝักขนาดเล็กกว่า ต้นค่อนข้างจะตั้งตรง สูงประมาณ 2 – 3 เมตร เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง มี pH (ความเป็นกรดเป็นด่าง) 5 – 6.5 แต่สามารถปรับตัว และเจริญเติบโตได้ในดินเหนียว เป็นพืชเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000 – 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ส ามารถปลูกร่วมกับหญ้าเนเปียร์ และหญ้ากินนีได้ นิยมปลูกด้วยเมล็ด ถั่วไมยราให้ผลผลิตเมล็ดไร่ละประมาณ 140 – 170 กิโลกรัม แต่เมล็ดถั่วไมยรามีระยะพักตัว ก่อนปลูก จึงต้องนำเมล็ดแช่ในกรดกำมะถันเข้มข้นนาน 8 นาที ใช้เมล็ดอัตราประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อไร่ควรใช้ระยะปลูก 10 x 50 หรือ 10 x 75 เซนติเมตร จากรายงานวิจัยของศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาทพบว่าควรจะตัดต้นถั่วไมยราสูงจากพื้นดินประมาณ 35 ซม. โดยตัดครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน และต่อมาตัดทุก 30 – 45 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2,200 – 3,150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโปรตีนประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสูง และไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำสิ่งประดิษฐ์

ตาราที่1 ประมาณการวัสดุที่ใช้ในการทำสิ่งประดิษฐ์มีดังรายการต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน
1	เพลากลมขนาด11/2"x6ม.	1 เส้น	1,450	1,450
2	เหล็กแบน ¾"x4"x6ม.	3 เส้น	2,000	6,000
3	เหล็กแผ่น3/16"x4'x8'	2 แผ่น	2,450	4,900
4	เหล็กแบน1/4"x4"x6ม.	2 แผ่น	635	1,260
5	เหล็กฉาก3/8"x4"x6ม.	2 เส้น	1,985	3,970
6	เหล็กแผ่นกลม 16 นิ้ว	1 แผ่น	800	800
7	ตุ๊กตาขนาดรู 1 นิ้วอย่างดี	12 ตัว	395	4,740
8	ตุ๊กตาขนาดรู 3/4 นิ้วอย่างดี	6 ตัว	395	2,370
9	นัต-สกรูขนาด3/4"x 5"	40 ตัว	15	600
10	นัต-สกรูขนาด3/4"x 6"	20 ตัว	15	300
11	แหวนรอง	60 ตัว	1	60
12	แผ่นไฟเบอร์ขนาด 14" อย่างดี	20 แผ่น	120	2,400
13	แผ่นเจียรนัยขนาด4"	25 แผ่น	20	500
14	ลวดเชื่อมขนาด 3.2	1 ลัง	1,190	1,190
15	ลวดเชื่อมสเตนเลส	1 กล่อง	440	440
16	ลวดถ้วยขัดโลหะ	12 อัน	95	1,140
17	สีเทารองพื้นกันสนิม	3 แกลลอน	250	750
18	สีลายม้อนอย่างดี	4 แกลลอน	195	1,170
19	น้ำมันสน	12 แกลลอน	90	1,080
20	ทินเนอร์	12 แกลลอน	100	1,200
21	มีดคัดอย่างดีขนาด 4 "x8"	6 อัน	350	2,100
22	สว่านเจาะเทเปอร์ขนาด 1"	1 อัน	650	650
23	มีดคว้านรู	1 อัน	530	530
24	ใบมีด	2อัน	700	1,400
25	สายเชื่อมแก๊ส	1 อัน	300	300
26	หัวตัด LPG	1 อัน	1,550	1,550
27	หัวเชื่อมLPG	1 อัน	1,200	1,200
28	เกจวัดความดันแก๊ส LPG	1 อัน	900	900
	รวม			42,000

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำ

1. เครื่องตัดเหล็ก
2. เครื่องตัดเหล็กแผ่น
3. เครื่องม้วนเหล็กแผ่น
4. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
5. เครื่องเชื่อมโลหะ
6. เครื่องตัดไฟเบอร์
7. เครื่องเจียรนัย
8. เครื่องขัดโลหะ
9. กาพ่นสี
10. วัสดุวัชพืชที่ใช้ทดลอง

3.3 วิธีการทดสอบ

1. นำวัชพืชที่เตรียมมาป้อนเข้าเครื่องตัด เพื่อดูลักษณะของชิ้นวัชพืชที่ตัดออกมาว่าได้ขนาดที่ต้องการหรือไม่
2. ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดวัชพืช กับ วัชพืชชนิดต่างๆ
3. ทดสอบหาน้ำหนักของวัชพืช แต่ละชนิดที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดวัชพืช

3.4 วิธีการคำนวณและการออกแบบ

การคำนวณความเร็วรอบของเพลาต่างๆ ในระบบส่งกำลัง

สูตร

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

โดยกำหนดให้ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1440 rpm. ในการทำงานกับเครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

กำหนดให้ n_1 = 1450 rpm.

d_1 = 8.89 mm.

d_2 = 8.89 mm.

สูตร $n_1 d_1 = n_2 d_2$

แทนค่า $n_2 = \frac{(1450 \times 8.89)}{8.89}$

n_2 = 1450 rpm.

ดังนั้น ความเร็วของเพลาขับกับเพลาตามจะเท่ากัน เพราะว่า ขนาดของมูเล่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับ8.89 มม.ทั้ง d_1 และ d_2 เพราะฉะนั้นความเร็วตัดของใบมีดจะหมุน 1450 รอบ/นาที

กำหนดให้ n_3 = 1450 rpm.

d_3 = 8.89 mm.

d_4 = 30.48 mm.

สูตร $n_3 d_3 = n_4 d_4$

แทนค่า $n_4 = \frac{(1450 \times 8.89)}{30.48}$

n_4 = 422.92 rpm.

ความเร็วของเพลาตามที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 30.48 มม. เท่ากับ 422.92 รอบ/นาที

กำหนดให้ n_5 = 422.92 rpm.

d_5 = 8.89 mm.

d_6 = 20.32 mm.

สูตร $n_5 d_5 = n_6 d_6$

แทนค่า $n_6 = \frac{(422.92 \times 8.89)}{20.32}$

$n_6 = 185$ rpm.

ความเร็วของเพลาตามที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 20.32 มม. เท่ากับ 185 รอบ/นาที

กำหนดให้ $n_7 = 185$ rpm

$d_7 = 8.89$ mm.

$d_8 = 15.24$ mm.

สูตร $n_7 d_7 = n_8 d_8$

แทนค่า $n_8 = \frac{(185 \times 8.89)}{15.24}$

$n_8 = 107.92$ rpm.

ความเร็วของเพลาตามที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 15.24 มม. เท่ากับ 107.92 รอบ/นาที

กำหนดให้ $n_9 = 107.92$ rpm.

$z_1 = 14$

$z_2 = 20$

สูตร $n_9 z_1 = n_{10} z_2$

แทนค่า $n_{10} = \frac{(107.92 \times 14)}{20}$

$n_{10} = 75.54$ rpm.

ความเร็วของเพลาตามที่ติดกับเฟืองจำนวน 20 ฟัน เท่ากับ 75.54 รอบ/นาที

3.5 การสร้างเครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

1. การทำโครงสร้างของเครื่อง

1.1 จัดทำโครงสร้างโดยการตัดเหล็กตามขนาดดังนี้

1.1.1 ตัดเหล็กฉากขนาด 3/8"x 4"x1.00 cm. จำนวน 4 เส้น

1.1.2 ตัดเหล็กฉากขนาด 3/8"x 4"x.80 cm. จำนวน 4 เส้น

1.1.3 ตัดเหล็กฉากขนาด 3/8"x 4"x.80 cm. จำนวน 4 เส้น

1.1.4 ตัดเหล็กฉากขนาด 3/8"x 4"x.40 cm. จำนวน 4 เส้น

1.1.5 เหล็กเพลากลมขนาด Ø 11/2" x .60 cm. จำนวน 3 เส้น

1.2 ประกอบตัวโครงด้วยการเชื่อมไฟฟ้า

1.3 ประกอบชุดใบมีด ทั้งด้านหน้า และด้านข้าง ร่วมในแกนเพลาเดียวกัน

1.4 ประกอบชุดลำเลียงเศษวัชพืชที่ตัดเสร็จแล้ว

1.5 เพลาส่งกำลัง ขนาด Ø 25.4 cm.

1.6 ล้อสายพานร่อง B ที่ใช้ในระบบส่งกำลัง

1.6.1 ล้อสายพานร่อง B ขนาด 8.89 cm จำนวน 4 อัน

1.6.2 ล้อสายพานร่อง B ขนาด 15.24 cm จำนวน 1 อัน

1.6.3 ล้อสายพานร่อง B ขนาด 20.32 cm จำนวน 1 อัน

1.6.4 ล้อสายพานร่อง B ขนาด 30.48 cm จำนวน 1 อัน

1.7 สายพานร่อง B ขนาด 50 , 53 , 61 , 65 อย่างละ 1 เส้น

2. ประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน

2.1 ประกอบโครงโดยการเชื่อมยึด

2.2 วางชุดใบมีดตัดตรงและตัดขวางเข้าด้วยกัน

2.3 วางชุดลำเลียง

2.4 วางมอเตอร์ขนาด 2 Hp ความเร็ว 1450 รอบ/นาที

2.5 ยึดส่วนประกอบอื่นๆด้วยน๊อต

2.6 ตรวจสอบจุดต่างๆให้พร้อมก่อนทดสอบ

3. วิธีการทดสอบเครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

3.1 เตรียมซังข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว และเศษผักผลไม้

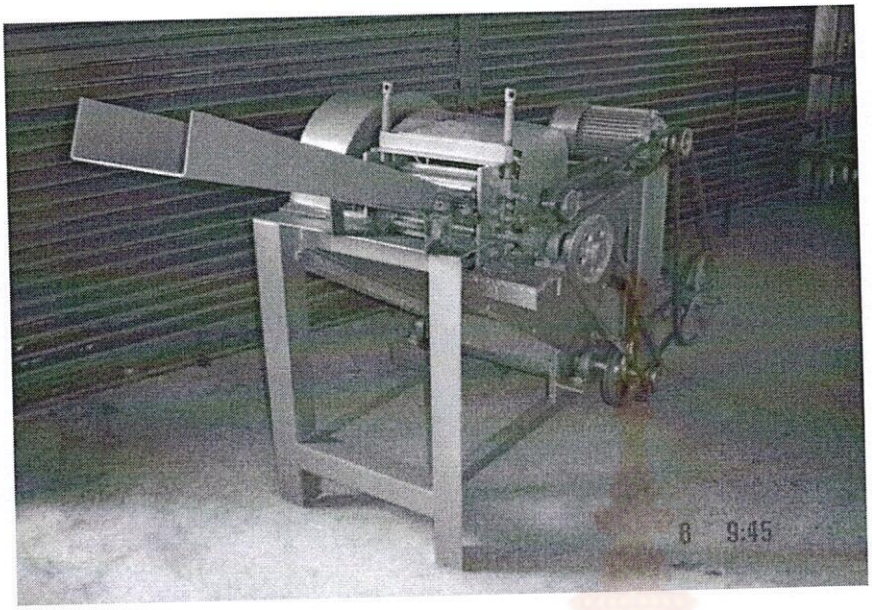
3.2 เตรียมหญ้า และพืชตระกูลถั่ว

3.3 ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่อง

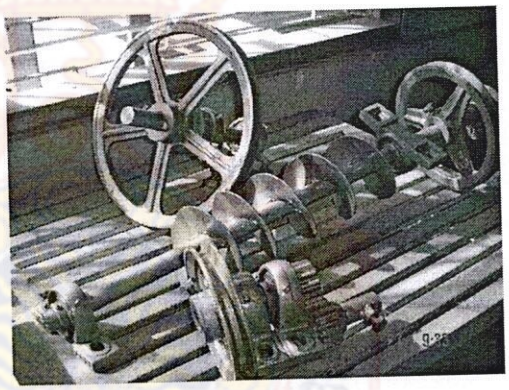
3.4 เตรียมถังบรรจุวัสดุที่ตัดเสร็จแล้ว

3.5 เตรียมเครื่องชั่ง และนาฬิกาจับเวลา

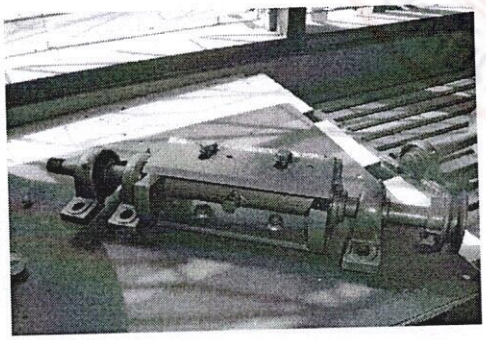
3.6 บันทึกผลการทดลอง



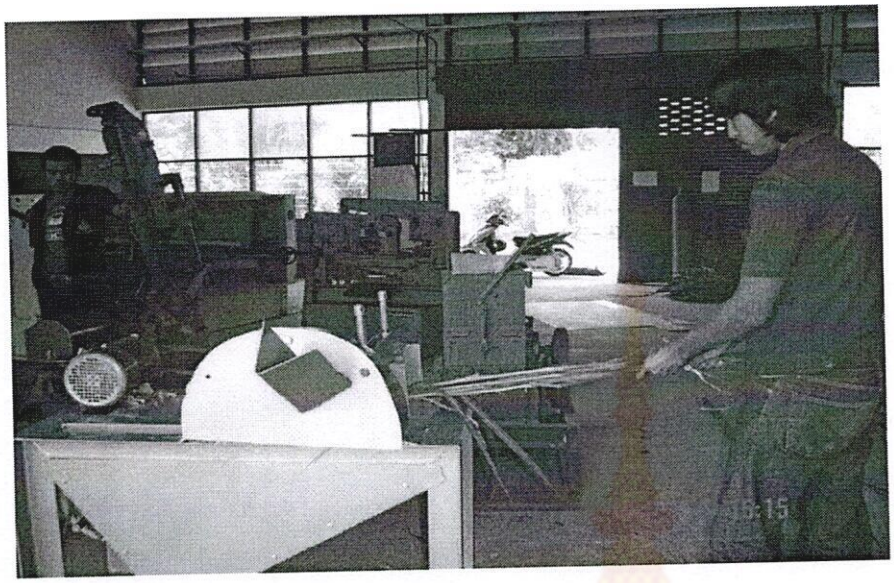
รูปที่ 28 เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์



รูปที่ 29 เกลียวลำเลียงวัชพืช

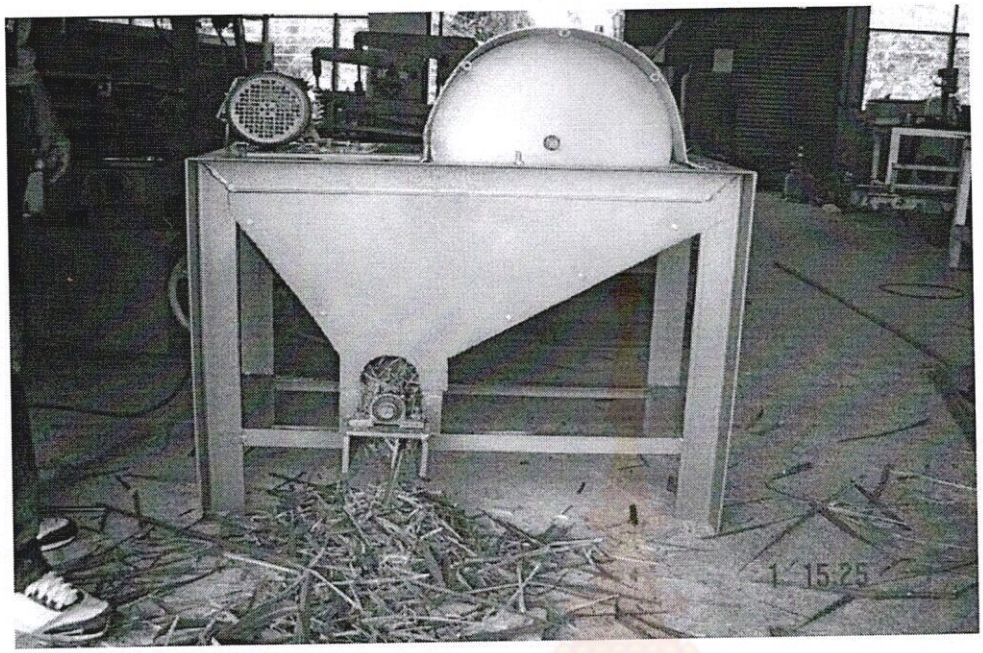


รูปที่ 30 ใบมีด



รูปที่ 31 ลักษณะการป้อนหญ้าเนเปียร์เข้าเครื่องตัดวัชพืช

รูปที่ 32 ลักษณะการป้อนซังข้าวโพดเข้าทางใบมีดด้านข้าง



รูปที่ 33 ลักษณะการลำเลียงหญ้าที่ตัดเสร็จแล้ว

รูปที่ 34 ถังใส่วัชพืช

บทที่ 4

ผลการทอลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การบันทึกผลทดลองเครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบในการขับ 1450 รอบ/นาที ขับใบมีดทั้งชนิดวางใบเอียงทำมุม 10 องศา และใบมีดตัดหญ้าขนาดความยาว 1 ฟุตหนา 1 หุน ตัดวัสดุที่ป้อนเข้าไปได้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลของวัสดุที่นำมาใช้ตัดเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

ลำดับที่	วัสดุที่ใช้	ขนาดที่ได้	น้ำหนัก กก/นาที.
1	หญ้าเนเปียร์	2-5 ซม.	30-35
2	หญ้ากินนีสีม่วง	2-6 ซม.	40
3	หญ้ารูซี	2-5 ซม.	30
4	ถั่วเซนโตรซีมา	3-6 ซม.	30
5	ถั่วไมยรา	3-6 ซม	30
6	ซังข้าวโพด	2-5 ซม	35-40
7	ฟางข้าว	2-6 ซม.	40
8	ต้นกระถิน	2-5 ซม.	25-30
9	เศษใบผัก	2-5 ซม.	20
10	ทางปาล์มน้ำมันสด	2-5 ซม.	35-40

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ กับวัสดุหลายชนิด เช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ารูซี ถั่วเซนโตรซีมา ถั่วไมยรา ซังข้าวโพด ฟางข้าว ต้นกระถิน เศษใบผัก ทางปาล์มน้ำมันสด พบว่า ที่ความเร็ว 1450 ต่อนาที เครื่องสามารถตัดวัชพืชส่วนที่แข็งได้ขนาดตามที่ต้องการคือ 2 เซนติเมตรแต่ส่วนใบที่มีความอ่อนตัวจะมีขนาดยาว กว่า 5-6 เซนติเมตร บางครั้งก็หลุดเข้ามาทั้งใบ แต่โดยภาพร่วมถือว่าเครื่องตัดวัชพืช สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควรเพราะสามารถย่อยวัสดุได้ประมาณ 25-40 กกต่อนาที

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาข้อมูลของวัสดุที่นำมาใช้กับเครื่องยตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ มีผลกับการป้อนเข้าเครื่องมาก เนื่องจากวัสดุมีลักษณะทั้งอ่อนและแข็ง เช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้ากินนี สีม่วง ซังข้าวโพด ต้นกระถิน ทางปาล์มน้ำมันสด สามารถตัดได้รวดเร็ว และได้ขนาดตามที่ต้องการ แต่ หญ้ารูซี ฟางข้าว ถั่วเซนโตรซีมา ถั่วไมยรา ตันอ่อนบางส่วนจะพันใบมีดต้องนำมาหั่นกับใบมีดด้านข้างอีกครั้ง แต่เครื่องตัดวัชพืชก็สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ ได้ขนาดวัสดุประมาณ 2-5 เซนติเมตร เกษตรกรสมารถนำไปบรรจุถังเก็บไว้เลี้ยงสัตว์ได้นาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

เครื่องตัดวัชพืชเพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ เครื่องนี้ควรให้มีการพัฒนาปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกษตรกรได้มีเครื่องมือไว้ใช้ทำอาหารสัตว์เก็บไว้เลี้ยงสัตว์

บรรณานุกรม

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคณะฯ 2541 การพัฒนาเครื่องหั่นฟาง กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ภรต กุญชร ณ อยุธยา และคณะฯ. 2533. เครื่องจักรกลเกษตรใหม่ ในโครงการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตโคนม. ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร ฉบับประจำเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2533.

ภรต กุญชร ณ อยุธยา. 2541. เครื่องสับอเนกประสงค์. เอกสารเผยแพร่ในงานแสดงผลงานวิจัยเชิงประยุกต์ เพื่อใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจ "มหกรรมเทคโนโลยีรู้เพื่อรวย". 2-8 สิงหาคม 2541 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

อรอนงค์ เคียงกิติวรรณ. 2539 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว และการปรับสภาพฟ่อนฟางให้เหมาะสมกับเครื่องสับ. รายงานโครงการวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. มีนาคม 2539.

American Society of Agriculturl Engineering. 1987. Mechanics of Cutting Plant Material.

http://www.doa.go.th/Aedweb/chopper.htm

http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/native_grass/native_grass.htm

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายพิชิต แก้วแจ้ง
วัน เดือน ปีที่เกิด	11 กรกฎาคม 2497 อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส
ประวัติการศึกษา	
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา สงขลา แผนกวิชาช่างกลเกษตร
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขา ส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์
ระดับปริญญาโท	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สาขา พัฒนาการเกษตร
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	
อาจารย์ระดับ 7	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย แผนกวิชาช่างกลเกษตร อำเภอรัตภูมิ สงขลา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย