คุณภาพของหญ้าแพงโกล่าผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักในสัดส่วนต่าง ๆ

แพรวพรรณ เครือมังกร[1/] สัมพันธ์ มาศโอสถ[1/] อุดร ศรีแสง[2/]

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักในสัดส่วนต่างๆ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน เมษายน 2547 ถึง มีนาคม 2548 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลในสัดส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 โดยน้ำหนักสด และถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว ใช้เวลาในการหมัก 30 วัน

ผลการทดลองพบว่า การผสมถั่วท่าพระสไตโล ในสัดส่วนต่างๆ กัน มีผลในการช่วยปรับปรุงคุณค่าทางอาหารโดยมีปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มสูงขึ้นตามสัดส่วนที่ใช้หมัก เมื่อประเมินคุณภาพของพืชหมัก โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 และ 80:20 มีคุณภาพปานกลาง สำหรับพืชหมักที่ผสมถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 70:30 60:40 และ 50:50 มีคุณภาพพอใช้ และถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียวจะมีคุณภาพต่ำ

คำสำคัญ : คุณภาพพืชหมัก หญ้าแพงโกล่า ถั่วท่าพระสไตโล

เลขทะเบียนวิจัย 47(1) (47 : 6) – 0514 – 049

[1/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

[2/] กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

Effect of Various Mixed Ratio of Pangola Grass and Taphra Stylo on Silage Quality

Phrawphan Khuamangkorn[1/] Somphan Martosot[1/] Udon Srisang[2/]

Abstract

Study on the quality of Pangola , ensiled with Taphra stylo , was conducted at Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong District , Nakhonratchasima Province , during April 2004 – March 2005. The experimemt was arranged in completely randomized design (CRD) with 4 replications. The treatment was consisted of ensiled Pangola with Taphra stylo at 5 mixed ratio (90:10 80:20 , 70:30 , 60:40 and 50:50 by fresh weight basis) and without Taphra stylo and only Taphra stylo

Silage quality was determined 30 days after the grass was ensiled. The result indicated that additon of legume improved crude protein percentage of silage. The fermentation quality of silage as considering to lactic acid , acetic acid and butyric acid showed that moderate quality were obtained from Pangola : Taphra stylo at 90:10 80:20 and Pangola without Taphra stylo , Fair quality of silage fermentation were obtained from Pangola : Taphra stylo at 70:30 ,60:40 and 50:50. The silage from sole Taphra stylo was low quality.

Keywords : Silage quality Pangola Taphra stylo

Research Project No. 47 (1) (47 : 6) – 0514 – 049

[1/] Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center. Nakhonratchasima .

[2/] Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division.

คำนำ

จากแผนกระตุ้นเศรษฐกิจของรัฐบาลปี 2545 กิจกรรมนาหญ้า และพัฒนาอาชีพผลิตเสบียงสัตว์เพื่อการจำหน่าย เกษตรกรมีการผลิตหญ้าแพงโกล่า และถั่วท่าพระสไตโล จำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ในรูปของพืชแห้งคุณภาพดีเป็นจำนวนมาก แต่การทำพืชแห้งในช่วงฤดูฝนเกษตรกรมักประสบปัญหาเรื่องสภาพดินฟ้าอากาศ ถ้ามีฝนตกมาก หรือไม่มีแสงแดด ก็ทำพืชแห้งไม่ได้ ดังนั้นการทำพืชหมักจึงเป็นวิธีรักษาพืชอีกวิธีหนึ่ง ที่มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยที่สุด และสามารถทำได้ตลอดทั้งปี แต่การหมักหญ้าแพงโกล่าอย่างเดียว จะได้อาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากหญ้าแพงโกล่ามีปริมาณโปรตีนหยาบเพียง 6.23 เปอร์เซ็นต์ การนำพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่ว หรือวัตถุดิบ ที่มีโปรตีนสูง มาเสริมในการหมักจะเป็นทางหนึ่งที่จะเพิ่มโปรตีนให้กับหญ้าแพงโกล่าหมักได้

ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาการใช้พืชอาหารสัตว์ในการผลิตพืชหมักให้ได้คุณค่าทางอาหารสัตว์ดีขึ้น จึงได้ทำการศึกษาการใช้ถั่วท่าพระสไตโล ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูง มาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่า แต่สัดส่วนที่พอเหมาะระหว่างถั่วและหญ้า ยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัด จึงได้ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมต่างๆของหญ้าแพงโกล่า และถั่วท่าพระสไตโล ทั้งนี้เพื่อพัฒนาการใช้พืชอาหารสัตว์ผลิตพืชหมักให้มีคุณค่าทางอาหารสูงและคุณภาพดี เพื่อใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตพืชหมักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์หรือจำหน่ายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการศึกษาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักในสัดส่วนต่างๆ โดยใช้หญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน และถั่วท่าพระสไตโล อายุ 60 วันวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลองดังนี้

1. หญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว
2. ถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว
3. หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล อัตรา 90 :10 โดยน้ำหนักสด
4. หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล อัตรา 80 :20 โดยน้ำหนักสด
5. หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล อัตรา 70 :30 โดยน้ำหนักสด
6. หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล อัตรา 60 :40 โดยน้ำหนักสด
7. หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล อัตรา 50 :50 โดยน้ำหนักสด

ทำการทดลองตามวิธีการดังนี้

1. สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าแพงโกล่าที่อายุ 45 วันและถั่วท่าพระสไตโลที่อายุ 60 วัน ก่อนการหมักโดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งสุ่มเก็บตัวอย่าง 500 กรัม นำมาชั่งน้ำหนักสด แล้วอบที่

อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ และคำนวณค่าวัตถุแห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาค่า โปรตีนหยาบ (AOAC , 1990) อีกส่วนหนึ่งสุ่มเก็บตัวอย่าง 500 กรัมใส่ถุงพลาสติค รีดอากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่น นำไปแช่แข็งในตู้ Freezer เพื่อส่งวิเคราะห์หา WSC (Dubois และคณะ , 1956)

2. นำหญ้าแพงโกล่า และถั่วท่าพระสไตโล มาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร ด้วยเครื่องหั่นพืช (Crop chopper) แล้วนำมาผสมกัน ในสัดส่วนต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วบรรจุในถังพลาสติก แบบมีฝาปิดล็อค ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม จำนวนสิ่งทดลองละ 4 ถัง รวมทั้งหมด 28 ถัง อัดพืชหมักให้แน่น ไล่อากาศออกให้หมด ปิดฝาล็อคให้แน่น แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่ม ใช้เวลาในการหมัก 30 วัน

3. เมื่อครบกำหนดการหมักแล้ว เปิดถังหมัก สุ่มตัวอย่างชั้น บน กลาง และล่าง ของถังหมัก แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่งใช้น้ำหนัก 2 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติค รีดอากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่น นำไปแช่แข็งในตู้ Freezer ทันที เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ (กรมปศุสัตว์ ,2547ข) ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะของเนื้อพืชหมัก และตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส

4. นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีแบ่งเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่ง นำไปวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของพืชหมักตามวิธีของ Bal และคณะ (1997) อ้างโดยสมสุข (2544) โดยใช้พืชหมัก 50 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น เป็นเวลานาน 30 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำที่กรองได้ไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter และนำน้ำส่วนที่เหลือมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (กรดแลคติค กรดอะซีติค และ กรดบิวทีริค) โดยวิธีการกลั่น ตามวิธีที่เรียบเรียงโดย บุญล้อมและบุญเสริม (2525) ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี โดยให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมีกองอาหารสัตว์ (รายละเอียดการประเมินในภาคผนวก) ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ แล้วคำนวณค่าวัตถุแห้ง นำตัวอย่างที่อบแล้ว ไปบดให้ละเอียด ขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาค่าโปรตีนหยาบ (AOAC,1990)

5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance ของ completely randomized design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1987)

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ทำการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงานการทดลอง ระหว่างเดือน เมษายน 2547 – มีนาคม 2548

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าและถั่วท่าพระสไตโล

จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) หญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วันและถั่วท่าพระสไตโลอายุ 60 วันมีวัตถุแห้ง เท่ากับ 33.63 และ 27.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสำหรับทำพืชหมัก ซึ่งเมธา(2533) รายงานไว้ว่าพืชหมักที่ดีควรมีวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 25–40 เปอร์เซ็นต์ ถ้าพืชที่นำมาหมักมีวัตถุแห้งต่ำจะทำให้พืชหมักเสียได้ง่ายเพราะเชื้อแบคทีเรีย Clostridium สามารถเจริญได้ดีถึงแม้ว่า pH จะต่ำกว่า 4.2 ก็ตาม นอกจากนี้จะมีน้ำที่เกิดจากการหมัก(Effluent) เกิดขึ้นมาก ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารต่างๆของพืช

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่า ถั่วท่าพระสไตโลและสัดส่วนของพืชหมักต่างๆ

ชนิดพืช	วัตถุแห้ง %	โปรตีนหยาบ % on DM	WSC % on DM
หญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน	33.63	6.23	4.24
ถั่วท่าพระสไตโลอายุ 60 วัน	27.22	12.84	2.75
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 90:10	32.99*	6.89*	4.09*
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 80:20	32.34*	7.55*	3.94*
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 70:30	31.71*	8.21*	3.79*
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 60:40	31.07*	8.88*	3.64*
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 50:50	30.42*	9.53*	3.49*

หมายเหตุ * ค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และ WSC มาจากการคำนวณ

ปริมาณโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าเท่ากับ 6.23 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพปานกลาง สำหรับถั่วท่าพระสไตโลมีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 12.84 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก (กรมปศุสัตว์ , 2547ค) จากรายงานของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่รายงานว่าหญ้าแพงโกล่าที่อายุ 45 วัน และถั่วท่าพระสไตโลที่อายุ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 7.88 และ15.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่างานทดลองครั้งนี้ อาจเนื่องจาก ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการที่แตกต่างกัน และจากการทดลองหญ้าแพงโกล่าและถั่วท่าพระสไตโลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (WSC) 4.24 และ 2.75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งตามลำดับ และเมื่อนำหญ้าแพงโกล่าผสมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆกัน ค่า WSC ที่ได้จากการคำนาณก็ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ควรอยู่ในช่วง 6 – 12 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (วารุณี ,2548) สอดคล้องกับงานทดลองของวารุณีและคณะ(2543) ที่พบว่าถั่วท่าพระสไตโลที่อายุ 66 วัน มี WSC เท่ากับ 2.47 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง

2. ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

จากการทดลองหมักหญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลในสัดส่วนต่างๆ เมื่อหมักครบ 30 วัน เปิดถังพืชหมัก เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมัก อย่างเดียวและหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 80:20 และ 70:30 มีสีเหลืองอมเขียว (ตารางที่ 2) และที่สัดส่วน 60:40 50:50 และถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว มีสีเขียวอมเหลือง พืชหมักที่ได้ไม่มีเชื้อรา หรือยีสต์เจริญอยู่ เนื้อพืชไม่จับเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน กลิ่นของพืชหมักที่ทดสอบดมกลิ่นพบว่า พืชหมักที่ได้จะมีกลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆ

พืชหมัก	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อพืช	pH
หญ้าแพงโกล่าอย่างเดียว	เหลืองอมเขียว	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8
ถั่วท่าพระสไตโล อย่างเดียว	เขียวอมเหลือง	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	5.6
หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล 90:10	เหลืองอมเขียว	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8
หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล 80:20	เหลืองอมเขียว	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8
หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล 70:30	เหลืองอมเขียว	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8
หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล 60:40	เขียวอมเหลือง	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8
หญ้าแพงโกล่า + ถั่วท่าพระสไตโล 50:50	เขียวอมเหลือง	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4.8

3. **ส่วนประกอบทางเคมีของพืชหมัก**

ค่าความเป็นกรด – ด่างของพืชหมัก (pH) พบว่าถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว มี pH สูงเท่ากับ 5.25 และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่า pH ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 และหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว(ตารางที่ 3) สอดคล้องกับงานทดลองของ ศรัณยาและคณะ (2540) ที่รายงานไว้ว่า ถั่วแกรมสไตโลที่หมักอย่างเดียวมี pH เท่ากับ 5.26 จากการนำถั่วท่าพระสไตโลมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่สัดส่วนต่างๆ มีผลให้ pH สูงขึ้นตามสัดส่วนการใช้ถั่วท่าพระสไตโลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลมีโปรตีนสูง ซึ่ง Hieu (1971) กล่าวว่า ถ้าหากพืชหมักมีปริมาณน้ำตาลน้อย ค่า pH จะผันแปรโดยตรงกับปริมาณโปรตีนในพืชหมัก อย่างไรก็ตามค่า pH ที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานทดลองของสายชิมและคณะ(2535) ที่รายงานไว้ว่าการใช้ใบกระถินผสมในยอดอ้อยหมัก จะทำให้ค่า pH ของพืชหมักสูงขึ้น ตามอัตราการเพิ่มของใบกระถิน สำหรับหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียวจากการทดลองมีค่า pHต่ำสุด คือ 4.65 และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Chris (1999.) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าแพงโกล่าหมักมี pH เท่ากับ 4.5

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการนำถั่วท่าพระสไตโลมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่สัดส่วนต่างๆกัน พืชหมักที่ได้มี pH อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม เพราะ WSC ของหญ้าแพงโกล่าและถั่วท่าพระสไตโล มีปริมาณต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้พืชตระกูลถั่วมี Buffer capacity สูง ทำให้การลดลงของ pH ทำได้ยาก พืชหมักที่ดีควรมี pH อยู่ระหว่าง 3.5-4.2 (กรมปศุสัตว์,2547ข) การที่พืชหมักมีค่า pH มากกว่า 5.1 จัดว่ามีคุณภาพเลว (Norang and Balwani,1974;Church,1986) พืชหมักที่มี pH สูงอาจทำให้จุลินทรีย์สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และในขณะเดียวกันปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ในพืชสามารถเกิดได้เช่นกัน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของพืชหมักที่อาจมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆ

พืชหมัก	PH	วัตถุแห้ง %	% ของวัตถุแห้ง			
			โปรตีนหยาบ	กรดแลคติค	กรดอะซีติค	กรดบิวทีริค
หญ้าแพงโกล่าอย่างเดียว	4.65^{c}	31.88^{a}	5.66^{d}	3.14^{a}	0.89^{c}	0.30^{c}
ถั่วท่าพระสไตโลอย่างเดียว	5.25^{a}	27.06^{c}	12.10^{a}	2.27^{c}	1.77^{a}	1.31^{a}
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระสไตโล 90:10	4.75^{bc}	30.49^{ab}	6.16^{d}	3.11^{a}	0.96^{bc}	0.33^{c}
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระสไตโล 80:20	4.75^{bc}	29.92^{ab}	7.45^{c}	2.89^{a}	1.05^{bc}	0.70^{b}
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระสไตโล 70:30	4.82^{bc}	29.85^{ab}	8.05^{c}	2.54^{b}	1.05^{bc}	0.81^{b}
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระสไตโล 60:40	4.81^{bc}	29.60^{b}	8.12^{c}	2.59^{b}	1.13^{bc}	0.76^{b}
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระสไตโล 50:50	4.89^{b}	29.59^{b}	9.14^{b}	2.18^{c}	1.16^{b}	0.9^{b}
CV (%)	2.69	4.41	7.47	6.37	13.44	17.20

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยวิธี

โปรตีนหยาบ (Crude Protein, CP) หญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียวมีค่าโปรตีนหยาบต่ำสุดเท่ากับ 5.66 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 80:20 70:30 60:40 50:50 และถั่วท่าพระสไตโลหมักอย่างเดียว (ตารางที่ 3) และค่าโปรตีนหยาบที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันกับหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 การใช้ถั่วท่าพระสไตโลในสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลต่อปริมาณโปรตีนหยาบของพืชหมักก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย การหมักถั่วท่าพระสไตโลอย่างเดียว ทำให้พืชหมักมีค่าโปรตีนหยาบสูงเท่ากับ 12.10 เปอร์เซ็นต์ การที่ถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว มีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆ และหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลมีโปรตีนหยาบสูงกว่าหญ้าแพงโกล่า ดังนั้นเมื่อนำมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่า จึงทำให้ปริมาณโปรตีนหยาบในพืชหมักสูงขึ้นตามปริมาณการใช้ถั่วท่าพระสไตโลที่เพิ่มขึ้น

กรดแลคติค (Lactic acid) หญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียวมีกรดแลคติคสูงเท่ากับ 3.14 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดแลคติคของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 70:30 60:40 50:50 และถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว (ตารางที่ 3) แต่ค่ากรดแลคติคที่ได้จะไม่แตกต่างกันกับหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 และ 80:20

จากค่าของกรดแลคติคที่ได้จากการทดลองนี้มีปริมาณไม่สูงนัก เนื่องจากหญ้าแพงโกล่าและถั่วท่าพระสไตโลที่นำมาใช้หมัก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ไม่มากพอที่แบคทีเรียจะนำไปใช้สร้างกรดแลคติคได้เต็มที่ อีกประการหนึ่งอาจเนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลที่นำมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่ามีลำต้นที่แข็ง การอัดให้แน่นเพื่อไล่ออกซิเจนออกจะทำลำบากอาจมีอากาศหลงเหลืออยู่ภายในถัง ซึ่งส่งผลทำให้กระบวนการหายใจของเซลล์พืช ยังคงดำเนินต่อไป โดยพืชจะใช้คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้เป็นแหล่งพลังงาน นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ใช้ O_2 ก็ยังเจริญอยู่ได้ ทำให้เหลือคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ลดลง การผลิตกรดแลคติคก็จะเกิดขึ้นน้อย ดังนั้นจากการทดลองการนำถั่วท่าพระสไตโลมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่สัดส่วน 90:10 และหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว ปริมาณกรดแลคติคที่ได้อยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดี ซึ่งควรมีกรดแลคติค 3 – 13 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งหรือไม่น้อยกว่า 65 – 70 เปอร์เซ็นต์ของ กรดทั้งหมด (วารุณี,2548)

กรดอะซีติค (Acetic acid) ถั่วท่าพระสไตโลหมักอย่างเดียวมีกรดอะซีติคสูงเท่ากับ 1.77 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดอะซีติคของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลทุกสัดส่วน และหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว (ตารางที่3) ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับงานทดลองของวารุณีและคณะ(2543) ที่รายงานไว้ว่าถั่วท่าพระสไตโลหมักโดยไม่เสริมมันเส้นมีปริมาณกรดอะซีติคเท่ากับ 1.87 เปอร์เซ็นต์ การที่ถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียวมีปริมาณกรดอะซีติคสูง อาจเนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลมี WSCต่ำ (2.75%)ทำให้การเกิดกรดแลคติคเป็นไปได้ช้าและปริมาณไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซีติคได้ ดังนั้นเมื่อนำถั่วท่าพระสไตโลมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่สัดส่วนต่างๆ จะพบว่าปริมาณการเกิดกรดอะซีติคจะเพิ่มขึ้น ตามปริมาณการใช้ถั่วท่าพระสไตโลที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าที่ได้ไม่แตกต่างกัน จากการทดลองจะพบว่าปริมาณกรดอะซีติคของหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆมีค่าสูง ซึ่งโดยทั่วไปพืชหมักที่ดีควรมีกรดอะซีติคเท่ากับ 0.5- 0.8 เปอรเซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Breirem และ Ulvesli,1960)

กรดบิวทีริค (Butyric acid) ถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียวมีกรดบิวทีริคสูงเท่ากับ 1.31 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดบิวทีริค ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 และหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่านี้ปริมาณการเกิดกรดบิวทีริค จะมีค่าสูงตามสัดส่วนของถั่วท่าพระสไตโลที่เพิ่มสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลมีปริมาณ WSC ต่ำ ปริมาณกรดแลคติคจึงไม่มากพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ปฏิกิริยาการเกิดกรดแลคติคจึงช้า จุลินทรีย์พวก Clostridium จึงแย่งน้ำตาลที่มีในพืช นอกจากนี้ยังย่อยกรดแลคติคที่เชื้อ Lactic acid bacteria สร้างขึ้นด้วย ทำให้พืชหมักมีกรดแลคติคต่ำ กรดบิวทีริคสูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพืชหมักที่ดีควรจะมีกรดบิวทีริคไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง(SkermanและRiveros,1990) แต่ในการทดลองครั้งนี้พืชหมักที่ได้ปริมาณการเกิดกรดบิวทีริคไม่อยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดี

คุณภาพของพืชหมัก

เมื่อพิจารณาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่างๆกัน โดยใช้เกณฑ์การประเมินจากปริมาณกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค (กรมปศุสัตว์,2547ข) ดังแสดงในตารางผนวก สามารถแบ่งคุณภาพของพืชหมักได้เป็น 3 ระดับ (ตารางที่ 4) ได้ดังนี้

1. พืชหมักชั้นคุณภาพต่ำ คือถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว
2. พืชหมักชั้นคุณภาพพอใช้ ได้แก่หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 70:30 60:40 และ 50:50
3. พืชหมักชั้นคุณภาพปานกลาง ได้แก่หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 90:10 80:20 และ หญ้าแพงโกล่าที่หมักอย่างเดียว

ตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วนต่าง ๆ จากปริมาณกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค

พืชหมัก	กรดแลคติค			กรดอะซีติค			กรดบิวทีริค			รวมคะแนน	ชั้นคุณภาพ
	% ของวัตถุแห้ง	คิดเป็น % ของกรดทั้งหมด	คะแนน	% ของวัตถุแห้ง	คิดเป็น % ของกรดทั้งหมด	คะแนน	% ของวัตถุแห้ง	คิดเป็น % ของกรดทั้งหมด	คะแนน		
หญ้าแพงโกล่าหมักอย่างเดียว	3.14	72.52	28	0.89	20.55	16	0.30	6.93	10	54	ปานกลาง
ถั่วท่าพระหมักอย่างเดียว	2.77	42.43	10	1.77	33.08	7	1.31	24.49	0	17	ต่ำ
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 90:10	3.11	70.68	28	0.96	21.82	16	0.33	7.5	10	54	ปานกลาง
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 80:20	2.89	62.28	20	1.05	22.63	16	0.70	15.09	6	42	ปานกลาง
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 70:30	2.54	57.73	16	1.05	23.86	16	0.81	18.41	24	34	พอใช้
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 60:40	2.59	57.81	16	1.13	25.22	13	0.76	16.96	4	33	พอใช้
หญ้าแพงโกล่า+ถั่วท่าพระฯ 50:50	2.18	51.41	14	1.16	27.36	13	0.9	21.23	0	27	พอใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักในสัดส่วนต่างๆกันเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับพืชหมัก สามารถสรุปได้ดังนี้

1. หญ้าแพงโกล่าที่หมักโดยไม่ผสมถั่วท่าพระสไตโล คุณภาพของพืชหมักที่ได้จะอยู่ในชั้นปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 31.88 pH 4.65 ปริมาณของกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค เท่ากับ 3.14 0.89 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีนหยาบ 5.66 เปอร์เซ็นต์

2. ถั่วท่าพระสไตโลที่หมักอย่างเดียว คุณภาพพืชหมักที่ได้อยู่ในชั้นต่ำมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 27.15 pH 5.25 ปริมาณของกรดแลตติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค เท่ากับ 2.27 1.77 และ 1.31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีนหยาบ 13.10 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

3. หญ้าแพงโกล่าที่ผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักที่สัดส่วน 90:10 และ80:20 พืชหมักที่ได้มีคุณภาพปานกลาง สำหรับหญ้าแพงโกล่าที่ผสมถั่วท่าพระสไตโลที่สัดส่วน 70:30 60:40 และ 50:50 มีคุณภาพพอใช้

4. หญ้าแพงโกล่าที่ผสมถั่วท่าพระสไตโลหมักที่สัดส่วน 50:50 มีปริมาณโปรตีนหยาบสูง เท่ากับ 9.14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณโปรตีนหยาบจะเพิ่มสูงขึ้นตามสัดส่วนการใช้ถั่วท่าพระสไตโล

ข้อเสนอแนะ

การหมักหญ้าแพงโกล่าร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล หลังจากหมักนาน 30 วันแล้ว ควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ ไม่ควรเก็บไว้นาน เพราะพืชหมักจะเสียได้ง่าย เนื่องจากมี pH สูง และปริมาณกรดแลคติคไม่มากพอที่จะถนอมอาหารได้นาน ในกรณีที่ต้องการหมักหญ้าแพงโกล่าร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลและต้องการเก็บรักษาไว้ได้นาน ควรเสริมด้วยวัตถุดิบที่จะช่วยเพิ่ม WSC เช่น กากน้ำตาล รำละเอียด ฯลฯ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผอ.ศุภชัย อุดชาชน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ผอ.มนัส อภินาคพงษ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท คุณวารุณี พานิชผล นักวิทยาศาสตร์ 8 ว. คุณฉายแสง ไผ่แก้ว นักวิชาการสัตวบาล 8 ว. คุณกานดา นาคมณี นักวิชาการสัตวบาล 8 ว. คุณวลัยกานต์ เจียมเจตจำรูญ นักวิทยาศาสตร์ 7ว. และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาทุกท่าน ที่ช่วยเหลือให้งานทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 26 หน้า.

กรมปศุสัตว์ . 2547ข. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.

กรมปศุสัตว์ . 2547ค. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่. 118 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง กรุงเทพมหานคร 473 หน้า.

วารุณี พานิชผล สมพล ไวปัญญา ชิต ยุทธวรวิทย์. 2543. การหมักถั่วท่าพระสไตโลเสริมด้วยมันเส้นบด ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พ.ค.-ส.ค.2543. หน้า 12-17 .

วารุณี พานิชผล สดุดี พงษ์เพียจันทร์ อนุกิจ เครือมังกร. 2546. คุณภาพของถั่วไมยราที่หมักร่วมกับหัวมันสำปะหลังสด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2546. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 281-294.

วารุณี พานิชผล. 2548. เทคนิคการทำพืชอาหารสัตว์หมัก. กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 37 หน้า.

วิทยา สุมามาลย์ สมจิตร อินทรมณี มาซามิ คูราโมชิ. 2547. คู่มือการเก็บสำรองพืชอาหารสัตว์. โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. ภายใต้ความร่วมมือระหว่างกรมปศุสัตว์(DLD)และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA). หน้า 5-28.

วีระพล พูนพิพัฒน์. 2547. การใช้หญ้าแพงโกล่าหมักเลี้ยงโคเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง และ จันทกานต์ อรณนันท์. 2540. คุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกที่เติมสารช่วยหมักชนิดต่างๆ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 203-218.

สายชิม แสงโชติ ทิพา บุณยะวิโรจ นวลมณี กาญจนพิบูลย์. 2535. คุณค่าทางโภชนะของยอดอ้อยหมักผสมใบกระถินในอัตราต่างๆกัน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .หน้า 101-116.

สมสุข พวงดี. 2544. การผลิตหญ้ารูซี่หมักคุณภาพสูง การประเมินคุณค่าทางโภชนะและความต้องการพลังงานและโปรตีนของโครีดนมลูกผสมขาวดำ.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. 145 หน้า.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists 15 th edition. Arlington Virinia USA 1298 p.

Bal , M. A., J. R. Coors and R. D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cow on intake, digestion and milk production. J. Dairy. Sci. 80:2497 – 2503.

Breirem, K. and O. Ulvesli. 1960. Ensiling methods. Herb. Abstr. 30(1) : 1 – 8.

Chris Regan. 1999. Comparison of the Nutritive Value of Cavalcade legume pasture and Pangola grass pasture preserved as silage or hay. Department of Primary Industry and Fisheries Northern Territory, Australia. http:// www. fao. org/ AG/ Agp/agpc/gp/SILAGE/ Html/496.htm. 1-2 p.

Church, D.C. 1986. Livestock feeds and feeding 2 nd, Prentice Hall, A. Division of Simon & Schuster, Inc., Englewood Cliff, N.J.

Dubois, M, K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, J. Anal. Chen. 28(3) : 350-356 p.

Hieu, L.T. 1969. The chemical composition and palatability of ensiled forages as related to moisture content and time of ensiling. Herb. Diss. Abstr. Int. 30 No.5 1966 B. In : Herb. Abstr. 41:153 (Abstract, No.1022)

Narang , M.P. and T.L. Balwani. 1974. A note on the pH of Silage. Indian J.Anim.Sci. 44(7) : 498.

SAS Institute, Inc., 1987. SAS/ STAT ™ guide for personal computer. Version 6 Edition. SAS cycle curry, NC 27512-8000, 1028 p.

Skerman, P. J. and F. Riveros. 1990. Tropical grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 832 p.

ตารางผนวก การประเมินคุณภาพของพืชหมักจากปริมาณกรดแลคติก กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค (ที่มา :กรมปศุสัตว์,2547ข.)

กรดแลคติก (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซีติค (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริค (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน
0 – 25	0	0 – 15	20	0 – 1.5	50
25.1 – 30	2	15.1 – 20	18	1.6 – 3.0	30
30.1 – 34	4	20.1 – 24	16	3.1 – 4.0	20
34.1 – 38	6	24.1 – 28	13	4.1 – 6.0	15
38.1 – 42	8	28.1 – 32	10	6.1 – 8.0	10
42.1 – 46	10	32.1 – 36	7	8.1 – 10.0	9
46.1 – 50	12	36.1 – 40	4	10.1 – 12.0	8
50.1 – 54	14	40.1 – 45	2	12.1 – 14.0	7
54.1 – 58	16	45.1 - 50	0	14.1 – 16.0	6
58.1 – 62	18			16.1 – 18.0	4
62.1 – 66	20			18.1 – 20.0	2
66.1 – 70	24			20.1 – 30.0	0
70.1 – 75	28			30.1 – 40.0	-5
> 75	30			> 40.0	-10

หมายเหตุ	คะแนนรวม	ชั้นคุณภาพ
	81 – 100	ดีมาก
	61 – 80	ดี
	41 – 60	ปานกลาง
	21 – 40	พอใช้
	0 – 20	ต่ำ