การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของใบผักตบชวาในสุกร*

วิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์[1] สุมน โพธิ์จันทร์[2]
จันทกานต์ อรณนันท์[3] เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์[4]

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของใบผักตบชวาในสุกร โดยใช้สุกรเพศผู้น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว เลี้ยงในกรงเมตาบอลิค วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยแบ่งสุกรออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ตัว สุกรแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่มีระดับของใบผักตบชวาแห้งผสมในอัตราต่าง ๆ กัน คือ 0, 5, 10 และ 15 % ในสูตรอาหาร จากผลการวิเคราะห์พบว่า ใบผักตบชวาแห้งมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ NFE เท่ากับ 10.52, 14.24, 1.01, 17.91, 13.84 และ 42.48 % ตามลำดับ โดยมีพลังงานรวม (Gross Energy) เท่ากับ 3,490 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม และจากการประเมินค่าการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในใบผักตบชวาแห้ง โดยผ่านสมการรีเกรชชั่น พบว่า สุกรสามารถย่อยวัตถุแห้งในใบผักตบชวาได้ 55.26 % และย่อยโปรตีนในใบผักตบชวาแห้งได้ 33.62 % นอกจากนี้พลังงานในใบผักตบชวาแห้งที่สุกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 1,884 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

---

* โครงการวิจัยลำดับที่ 34-1303-44

1 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 10400
2 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ซับหวาย จ.นครราชสีมา
3 กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
4 ผู้เชี่ยวชาญพิเศษด้านวิจัย(อาหารสัตว์) กรมปศุสัตว์

Utilization of Water Hyacinth Leaf for Swine *

Viroje Wanasitichaiwat[1] Sumon Pojun[2]

Jantakarn Arananant[3] Sawakon Rojanastid[4]

Abstract

Twelve male pigs, 30 kilograms body weight, were randomly assigned to 4 dietary treatments of Completely Randomized Design to determine DM digestibility, protein digestibility and ME of water hyacinth leaf. The dried water hyacinth leaf incorporated into the experimental diets at 0, 5, 10 and 15 percent were fed to pigs kept in metabolic cages for 12 days. The results showed that moisture, crude protein, ether extract, crude fiber, ash and NFE of dired water hyacinth leaf were 10.52, 14.24, 1.01, 17.91, 13.84 and 42.48 percent, respectively, with 3,490 kcal/kg of Gross energy. The apparent dry matter digestibility, protein digestibility and apparent metabolizable energy of water hyacinth leaf in pigs calculated through linear regression equations being 55.26 percent, 33.62 percent and 1,884 kcal/kg., respectively.

---

* Research project No. 34-1303-44

1 Animal Nutrition Section, Div. of Anim. Nutr.

2 Subwai Animal Nutrition Research Center, Nakornrajasima.

3 Animal Nutrition Laboratory, Div. of Anim. Nutr.

4 Animal Nutrition specialist, DOLD.

คำนำ

ผักตบชวาเป็นวัชชพืชน้ำที่พบอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำ ซึ่งสร้างปัญหาการจราจรทางน้ำเป็นอย่างมาก จึงได้มีการศึกษาเพื่อกำจัดโดยนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่าง ๆ และการนำผักตบชวามาใช้เป็นอาหารสุกรก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยแก้ปัญหาและลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ ซึ่งจากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า สามารถใช้ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากในลำไส้ของสุกรมีจุลินทรีย์ *Bacteroides succinogenes* และ *Ruminococeus flavefaciene* สามารถย่อยพวกพืชผักชนิดต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ได้ดี (เสาวคนธ์, 2531)

จากการวิเคราะห์ของบริษัทอายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด (1981) พบว่า ต้นผักตบชวาสดจะประกอบด้วยใบ 15.84 % ก้านใบและลำต้น 63.37 % ไหล 14.19% ราก 6.60 % และเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งจะเท่ากับ 26.11, 52.31, 11.81 และ 9.77 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม คุณค่าทางโภชนะหรือส่วนประกอบทางเคมีของผักตบชวาพบว่า จะแตกต่างกันไปตามแหล่งที่เก็บ พันธุ์ ขนาด หรืออายุระยะเวลาเก็บ ผักตบชวาสดทั้งต้นจะมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ คือ มีความชื้น 95.57 % โปรตีน 0.52 % ไขมัน 0.07% เยื่อใย 0.95 % (เจียมจิตต์, 2523) แต่ถ้าใช้เฉพาะส่วนก้านและใบแล้ว จะมีคุณค่าทางอาหารดีกว่า กองอาหารสัตว์ (2529) รายงานว่า ผักตบชวาสดเฉพาะก้านและใบมีความชื้น 92.73 % โปรตีน 1.65 % ไขมัน 0.26 % เยื่อใย 1.27 % คาร์โบไฮเดรท 2.72 % และเถ้า 1.37 % เสาวคนธ์และคณะ (2523) รายงานว่า ผักตบชวาแห้ง (ใบรวมก้านใบ) มีโปรตีน 6% เยื่อใย 22 % และคาร์โบไฮเดรท 44 % แต่ถ้าเป็นใบผักตบชวาล้วน ๆ ไม่ปนส่วนของก้านใบ จะมีโปรตีนค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับใบกระถิน ซึ่งเสาวคนธ์ (2531) รายงานไว้ว่า ใบผักตบชวาแห้งมีโปรตีนประมาณ 16 % เมธาและคณะ(2532) รายงานว่า ใบผักตบชวาแห้งมีโปรตีนสูงถึง 19 % เมธาและคณะ (2537) ศึกษาค่าการย่อยได้แบบ In Vitro พบว่าใบผักตบชวามีค่าการย่อยได้เท่ากับ 55.8 % สูงกว่าใบผักตบชวารวมก้านใบ ซึ่งมีค่าการย่อยได้เท่ากับ 53.4 % เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีของใบผักตบชวาแล้ว มีคุณค่าทางอาหารที่น่าจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารในการเลี้ยงสุกรได้ดีกว่าการใช้ใบผักตบชวารวมก้านใบ โดยเฉพาะระดับของโปรตีนที่มีอยู่ค่อนข้างสูงในใบผักตบชวา อย่างไรก็ตามการจะนำใบผักตบชวามาเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารเลี้ยงสุกรนั้น นอกจากต้องทราบส่วนประกอบทางเคมีของใบผักตบชวาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงความสามารถของสุกรที่จะนำส่วนประกอบทางเคมีหรือโภชนะเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ดังนั้น หากได้มีการศึกษาถึงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของใบผักตบชวาในสุกร เช่น ระดับการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในใบผักตบชวาแล้ว ก็จะช่วยให้การนำใบผักตบชวามาใช้เป็นอาหารสุกรกระทำได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และน่าจะช่วยลดต้นทุนการผลิตสุกรของเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้สุกรเพศผู้ จำนวน 12 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 24-30 กิโลกรัม เลี้ยงในกรงขังเดี่ยวเมตาบอลิค จำนวน 12 กรง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Desing ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ คือให้อาหารผสมใบผักตบชวาแห้ง 4 ระดับ โดยแต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว สำหรับสูตรอาหารทดลอง 4 สูตร (ตารางที่ 1) ได้แก่

สูตร 1 อาหารผสมใบผักตบชวาแห้ง 0 เปอร์เซนต์
สูตร 2 อาหารผสมใบผักตบชวาแห้ง 5 เปอร์เซนต์
สูตร 3 อาหารผสมใบผักตบชวาแห้ง 10 เปอร์เซนต์
สูตร 4 อาหารผสมใบผักตบชวาแห้ง 15 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลอง

วัตถุดิบ	ระดับใบผักตบชวาแห้งในอาหาร (%)			
	0	5	10	15
ใบผักตบชวาแห้ง	0.00	5.00	10.00	15.00
รำละเอียด	15.00	15.00	15.00	15.00
ปลายข้าว	67.19	63.30	59.41	55.52
กากถั่วเหลือง (44%)	11.76	10.65	9.54	8.43
ปลาป่น (55%)	3.00	3.00	3.00	3.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	2.20	2.20	2.20	2.20
เกลือ	0.35	0.35	0.35	0.35
พรีมิกซ์สุกรรุ่น	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
โภชนะโดยการคำนวณ				
โปรตีน (%)	14.00	14.00	14.00	14.00
พลังงานใช้ประโยชน์(Kcal/kg)	292.86	-	-	-
ไลซีน (%)	0.71	0.67	0.63	0.59
เมทไธโอนีน 1 ซีสตีน (%)	0.50	0.47	0.45	0.42
แคลเซียม (%)	0.82	0.81	0.81	0.81
ฟอสฟอรัส (%)	0.63	0.63	0.62	0.62

การให้อาหารทดลองแก่สุกรจะให้แบบจำกัดวันละ 2 เวลา คือ เช้าและเย็น โดยสุกรสามารถกินน้ำได้ตลอดเวลา ก่อนเริ่มการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลสุกรทุกตัวจะเลี้ยงด้วยอาหารทดลองตามสูตรเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้สุกรได้มีเวลาปรับตัวเองให้คุ้นกับสภาพของกรงทดลองและอาหารทดลอง หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการทดลองและบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 5 วัน ดังนี้

1. จดบันทึกปริมาณอาหารที่สุกรแต่ละตัวกินเป็นเวลา 5 วัน
2. เก็บมูลและปัสสาวะของสุกรเป็นเวลา 5 วัน ตามวิธีดัดแปลงโดย Verstegen (1971) อ้างตามวรเทพ (2530) ดังนี้คือ
   2.1 เก็บข้อมูลสดที่สุกรถ่ายออกมาแต่ละวันทั้งหมดเป็นเวลา 5 วัน โดยใช้โครมิกออกไซด์ประมาณ 1 % ผสมในอาหารวันแรกของการทดลองและวันที่ 5 ของการทดลองเพื่อเป็นเครื่องหมายบอกให้เริ่มเก็บมูลสุกรในวันแรกเมื่อมูลสุกรมีโครมิกออกไซด์ปนออกมา และหยุดเก็บมูลเมื่อมูลสุกรมีโครมิกออกไซด์ปนออกมาเช่นกัน การเก็บมูลจะเก็บวันละ 1 ครั้ง ในตอนเช้า โดยมูลสดที่เก็บได้แต่ละวัน เมื่อชั่งน้ำหนักแล้วจะสุ่มตัวอย่างมูลสดประมาณ 20 % ของทั้งหมด บรรจุใส่ถุงพลาสติกเติมฟอร์มาลิน 10 มล. ลงในถุงพลาสติกและปิดถุงให้สนิท นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บมูลสุกรครบ 5 วันแล้ว นำมูลสุกรทั้งหมดของแต่ละตัวที่สุ่มเก็บมาผสมคลุกเคล้าคนให้เข้ากันจนทั่ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 2-3 วัน ปล่อยทิ้งให้เย็น นำไปบดให้ละเอียด บรรจุใส่ขวดแล้วปิดฝาให้แน่นเพื่อรอการวิเคราะห์หาพลังงานและปริมาณไนโตรเจนต่อไป

   2.2 เก็บปัสสาวะสุกรแต่ละวันในถังพลาสติกที่เติมสารละลายกรดซัลฟูริค 25% ประมาณ 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งกระทำพร้อมกับการเก็บมูลสุกรในแต่ละช่วง ปัสสาวะสุกรที่เก็บได้แต่ละวันหลังจากชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วจะสุ่มเก็บปัสสาวะประมาณ 20% บรรจุใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น ผูกปากถุงพลาสติกให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียสเมื่อเก็บปัสสาวะสุกรครบกำหนด 5 วันแล้ว นำเอาปัสสาวะทั้งหมดของแต่ละตัวที่สุ่มเก็บมาผสมคนให้เข้ากันจนทั่ว แล้วสุ่มตัวอย่างปัสสาวะ ประมาณ 100 มล. ใส่ขวดพลาสติกปิดฝาให้แน่นเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาพลังงานและปริมาณไนโตรเจนต่อไป

3. การวิเคราะห์ทางเคมี

3.1 วิเคราะห์หาปริมาณ (proximate analysis) โภชนะต่าง ๆ ในใบผักตบชวาแห้งและอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ตามที่บ่งไว้โดย เยาวมาลย์(2523) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2 และ 4

3.2 วิเคราะห์ทหาปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะโดยใช้ Kjeldahl method ตามที่บ่งไว้โดย เยาวมาลย์(2523) ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางผนวกที่ 6

3.3 วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวม (Gross energy) ในใบผักตบชวาแห้งและอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร และในมูลสุกรโดย Ballistic bomb calorimeter ตามที่บ่งไว้โดย เยาวมาลย์(2523) ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 4

3.4 วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวมในตัวอย่างปัสสาวะโดยวิธี Chromic acidoxidation ตามที่บ่งไว้โดย เยาวมาลย์ (2523) ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 4

4. นำผลการวิเคราะห์หาพลังงานและไนโตรเจนในอาหาร มูลและปัสสาวะมาคำนวณหาการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ ดังนี้

% การย่อยได้ของอาหาร

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่กิน} - \text{น้ำหนักมูลแห้ง}}{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่กิน}} \times 100$$

พลังงานย่อยได้ของอาหาร

= พลังงานในอาหาร - พลังงานในมูล

พลังงานใช้ประโยชน์ของอาหาร

= พลังงานย่อยได้ของอาหาร - พลังงานในปัสสาวะ

% ย่อยได้ของโปรตีน

$$= \frac{\text{ปริมาณโปรตีนในอาหารที่กิน} - \text{ปริมาณโปรตีนในมูล}}{\text{ปริมาณโปรตีนในอาหารที่กิน}} \times 100$$

คุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนในอาหาร

$$= \frac{\text{ปริมาณ N ที่กิน - ปริมาณ N ในมูล - ปริมาณ N ในปัสสาวะ}}{\text{ปริมาณ N ที่กิน - ปริมาณ N ในมูล}} \times 100$$

5. นำผลการวิเคราะห์ในข้อ 4 มาคำนวณหาพลังงานใช้ประโยชน์ได้เปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีนในผักตบชวา โดยวิธีการหาจากสมการ Simple Regression

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบผักตบชวาแห้งพบว่า มีความชื้น 10.52 % โปรตีน 14.24 % ไขมัน 1.01 % เยื่อใย 17.91 % เถ้า 13.84 % NFE 42.48 % และมีพลังงานรวม (Gross Energy) 3,490 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 และจากการที่นำใบผักตบชวาแห้งมาผสมในสูตรอาหารทดลอง (ตารางที่ 1) เลี้ยงสุกรตามวิธีข้างต้น พบว่า ค่าพลังงานรวมในสูตรอาหารทดลองจะลดลงเมื่อมีระดับใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากใบผักตบชวาแห้งมีปริมาณเยื่อใยสูง เมื่อผสมในสูตรอาหารจึงทำให้ระดับเยื่อใยในสูตรอาหารสูงขึ้น มีผลทำให้พลังงานรวมของสูตรอาหารลดลง (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ การเพิ่มระดับใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหารจะทำให้เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เปอร์เซนต์ของการย่อยได้ของโปรตีน พลังงานย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสูตรอาหารลดลง (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตาม พบว่า คุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนของสูตรอาหารทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อระดับใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) ทั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของโปรตีนในผักตบชวามีคุณภาพค่อนข้างดี ซึ่ง เมธา วรรณพัฒน์และคณะ (2527) รายงานว่า ใบผักตบชวามีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างสูง โดยโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนไลซีนสูงถึง 6.4 กรัม/100 กรัมของโปรตีน

ผลจากการทดลองหาการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่าง ๆ ของสูตรอาหารทดลองที่มีระดับใบผักตบชวาแห้งต่าง ๆ ในสูตรอาหารคือ 0, 5, 10 และ 15 % นั้น เมื่อนำข้อมูลมาคำนวณโดยผ่านสมการรีเกรชชั่นเส้นตรง เพื่อหาการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่าง ๆ ในใบผักตบชวาแห้ง ดังแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1-6 พบว่า สุกรสามารถย่อยวัตถุแห้งในใบผักตบชวาแห้งได้ 55.26 % ซึ่งใกล้เคียงกับที่ เมธาและคณะ (2527) รายงานไว้และย่อยโปรตีนในใบผักตบชวาได้ 33.62 % โดยในใบผักตบชวาแห้งมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้สำหรับสุกร 1,884 Kcal/kg (ตารางที่ 5) ซึ่งสูงกว่าในใบกระถินแห้ง ซึ่งมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสุกรเท่ากับ 1,300 Kcal/kg (อุทัย, 2529)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับใบผักตบชวาแห้งในอาหาร (%)			
	0	5	10	15
ความชื้น (%)	9.93	9.77	9.82	9.57
โปรตีน (%)	14.81	16.28	15.42	14.65
ไขมัน (%)	5.88	6.16	5.89	5.14
เยื่อใย (%)	2.12	3.74	5.58	5.08
เถ้า (%)	7.05	9.62	8.94	8.89
NFE (%)	60.21	54.43	54.35	56.67
พลังงานรวม (GE) (Kcal/kg)	4,040	3,980	3,960	3,950

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีน พลังงานย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ และคุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนของอาหารทดลอง

	ระดับใบผักตบชวาแห้งในอาหาร (%)			
	0	5	10	15
จำนวนสุกรทดลอง (ตัว)	3	3	3	3
น้ำหนักสุกรทดลอง (กก.)	30.00	30.00	30.00	30.00
เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	86.50	85.29	81.18	82.74
เปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีน	82.64	81.15	75.65	76.32
พลังงานย่อยได้ (Kcal/kg)	3,507.88	3,398.13	3,288.38	3,178.63
พลังงานใช้ประโยชน์ (Kcal/kg)	3,504.96	3,395.66	3,286.36	3,177.06
คุณค่าทางชีวภาพของโปรตีน (%)	56.13	65.13	71.20	69.10

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีจากตัวอย่างใบผักตบชวาแห้งที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมี	ใบผักตบชวาแห้ง
ความชื้น (%)	10.52
โปรตีน (%)	14.24
ไขมัน (%)	1.01
เยื่อใย (%)	17.91
เถ้า (%)	13.84
คาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่าย (NFE) (%)	42.48
พลังงานรวม (GE) (Kcal/kg)	3,490

ตารางที่ 5 การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่าง ๆ ของใบผักตบชวาแห้งในสุกรโดยผ่านสมการรีเกรชชั่น

รายการ	ใบผักตบชวาแห้ง
เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	55.26
เปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีน	33.62
พลังงานรวม (GE) (Kcal/kg)	3,490
พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) (Kcal/kg)	1,884

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองนี้พอสรุปได้ว่า

1. ใบผักตบชวาแห้งมีส่วนประกอบทางเคมีหรือโภชนะต่าง ๆ ดังนี้ ความชื้น 10.52 % โปรตีน 14.24 % ไขมัน 1.01 % เยื่อใย 17.91 % เถ้า 13.84 % NFE 42.48% และพลังงานรวม (GE) 3,490 Kcal/kg

2. ใบผักตบชวาแห้งมีวัตถุแห้ง 89.48 % และสุกรสามารถย่อยได้ 55.26 % ของวัตถุแห้งที่มี

3. สุกรสามารถย่อยโปรตีนในใบผักตบชวาได้ 33.62 % ของปริมาณโปรตีนในใบผักตบชวาแห้ง

4. ใบผักตบชวาสามารถให้พลังงานที่สุกรจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ 1,884 Kcal/kg ของใบผักตบชวาแห้ง

ดังนั้น ในการคำนวณประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสุกรโดยใช้ใบผักตบชวาแห้งเป็นส่วนประกอบของสูตรควรคิดคำนวณจากระดับของโปรตีนที่ย่อยได้จากใบผักตบชวาแห้ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.62 % ของเปอร์เซนต์โปรตีนที่มีในใบผักตบชวา เพราะหากคำนวณจากระดับเปอร์เซนต์โปรตีนที่มีในใบผักตบชวาแล้ว จะทำให้สุกรได้รับโปรตีนในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งจะทำให้สุกรเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ เช่นเดียวกับระดับพลังงานในสูตรอาหารควรคิดคำนวณจากระดับพลังงานที่สุกรจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงจะทำให้สูตรอาหารที่ประกอบขึ้นมีพลังงานเพียงพอต่อความต้องการของสุกร ซึ่งจะช่วยให้การประกอบสูตรอาหารที่มีใบผักตบชวาแห้งเป็นส่วนประกอบเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปกติ

เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2529. ผลการวิเคราะห์อาหารสัตว์ เอกสารทางวิชาการ (อัดสำเนา) 47 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์ สดุดี วรรณพัฒน์ และศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย. 2527. การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีและการย่อยได้แบบ IN Vitro ของผักตบชวา. เสนอเข้าประชุมทางวิชาการ, เกษตรศาสตร์และชีววิทยาสาขาสัตว์ ครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธา วรรณพัฒน์ ชัยสิทธิ์ มาศเกษม และนิโรจน์ ศรสูงเนิน. 2532. การใช้ใบผักตบชวาแห้งป่นในอาหารเสริมลูกโคนมเพศผู้ตอน. วารสารแก่นเกษตร 17(1) : 50-56.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2523. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 163 น.

วรเทพ ศิลป์มณีพันธ์. 2530. ผลของการใช้เมล็ดกระเจี๊ยบแดงเป็นอาหารสุกรระยะการเจริญเติบโต-ขุน วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์ สายชิม แสงโชติ สวัสดิ์ อาตมางกูร สถิตย์ มั่งมีชัย และชาญชัย มณีดุลย์. 2523. ผลการทดลองใช้ผักตบชวาแห้งเป็นอาหารไก่กระทง. รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2523 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์. 2531. การใช้ผักตบชวาเป็นอาหารสุกรขุน เสนอในที่ประชุมวิชาการ การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ โครงการอาหารสัตว์ไทยเยอรมัน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ โรงแรมเวียงอินทร์ จ.เชียงราย

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ หมายเลข 86-2-01.

Ajinomoto (Thailand) Co., Ltd. (1981) Pak Tob Chava Analysis. (Unpulished)

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งในอาหารที่สุกรกิน ปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งในมูลสุกร

ระดับใบผักตบชวาในสูตรอาหาร (เปอร์เซนต์)	สุกรทดลอง	ปริมาณวัตถุแห้งในอาหารทั้งหมดที่สุกรกิน (กก.)	ปริมาณมูลสดทั้งหมด (กก.)	ปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งในมูล (กก.)
0	1 - 1	5.51	2.03	0.82
	1 - 2	5.51	1.45	0.58
	1 - 3	5.37	1.99	0.81
5	2 - 1	5.53	2.50	0.70
	2 - 2	5.53	2.88	0.81
	2 - 3	5.53	3.28	0.93
10	3 - 1	5.51	2.57	0.66
	3 - 2	5.51	5.45	1.39
	3 - 3	5.51	4.15	1.06
15	4 - 1	5.49	5.51	0.94
	4 - 2	5.49	5.38	0.91
	4 - 3	5.48	5.75	0.99

ตารางผนวกที่ 2 แสดงเปอร์เซนต์การย่อยได้ของสูตรอาหารทดลอง

สุกรทดลอง	ระดับใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหาร (%)	เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในสูตรอาหาร	ค่าเฉลี่ย (%)
1 - 1	0	85.12	
1 - 2	0	89.47	86.50
1 - 3	0	84.92	
2 - 1	5	87.34	
2 - 2	5	85.35	85.29
2 - 3	5	83.18	
3 - 1	10	88.02	
3 - 2	10	74.77	81.18
3 - 3	10	80.76	
4 - 1	15	82.87	
4 - 2	15	83.42	82.74
4 - 3	15	81.93	

การคำนวณหาเปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในใบผักตบชวาแห้ง

จากสมการรีเกรชชั่นเส้นตรง

$y = a + bx$

เมื่อ y = เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของสูตรอาหารทดลอง

a = ค่า y - intercept

b = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่น

x = เปอร์เซนต์ของใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหารทดลอง

$$Byx = \frac{\sum XiYi - \frac{(\sum Xi)(\sum Yi)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

จากตารางผนวกที่ 2 จะได้

$\sum XiYi$ = 7,438.15

$\sum Xi$ = 90 , $\bar{X}$ = 7.5

$\sum Xi$ = 1,007.15 , $\bar{Y}$ = 83.93

$\sum X^2i$ = 1,050

$\frac{(\sum Xi)^2}{n}$ = 675

n = 12

แทนค่าในสมการ

$$byx = \frac{7,438.15 - 7,553.62}{375}$$

$$= -0.31$$

จากสมการ $a = \bar{Y} - b\bar{X}$

$= 83.93 - (-0.31)7.5$

$= 86.255$

สมการการย่อยได้ของวัตถุแห้งของสูตรอาหารคือ

$$y = 86.255 - 0.31\ (x)$$

ดังนั้น เมื่อ $x = 100$ คือ มีปริมาณผักตบชวาในสูตรอาหาร 100 %

เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของใบผักตบชวา

$= 86.255 - 0.31\ (100)$

$= 55.26\ \%$

ตารางผนวกที่ 3 แสดงเปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหารทดลอง

สูตรทดลอง	ระดับใบผักตบชวาในสูตรอาหารสูตรทดลอง (%)	ปริมาณโปรตีนที่สุกรกินทั้งหมด (กรัม)	ปริมาณโปรตีนในมูลสุกรทั้งหมด (กรัม)	การย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหาร (%)	เฉลี่ย (%)
1 - 1	0	816	156	80.88	
1 - 2	0	816	115	85.91	82.64
1 - 3	0	795	150	81.13	
2 - 1	5	900	143	84.11	
2 - 2	5	900	164	81.78	81.15
2 - 3	5	900	202	77.56	
3 - 1	10	849	123	85.51	
3 - 2	10	849	275	67.60	75.65
3 - 3	10	849	222	73.85	
4 - 1	15	782	168	78.52	
4 - 2	15	782	180	76.98	76.32
4 - 3	15	780	207	73.46	

การคำนวณหาเปอร์เซนต์การย่อยได้ของโปรตีนในใบผักตบชวาแห้ง

จากสมการรีเกรชชั่นเส้นตรง

$y = a + bx$

เมื่อ y = เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของสูตรอาหารทดลอง

a = ค่า y - intercept

b = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่น

x = เปอร์เซนต์ของใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหารทดลอง

$$byx = \frac{\sum XiYi - \frac{(\sum Xi)(\sum Yi)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

จากตารางผนวกที่ 3 จะได้

$$byx = \frac{6,921.25 - 7,104.67}{375} = -0.49$$

$$a = 78.94 - (-0.49)(7.5) = 82.62$$

สมการการย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหารคือ

$$y = 82.62 - 0.49\ (x)$$

ดังนั้น เมื่อ $x = 100$ คือ มีปริมาณผักตบชวาในสูตรอาหาร 100 %

เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของใบผักตบชวา

$= 82.62 - 0.49\ (100)$

$= 33.62$ %

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าพลังงานทั้งหมด (GE) ในสูตรอาหารทดลอง ในมูลสุกรและในปัสสาวะสุกร และพลังงานย่อยได้ (DE) และใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของสูตรอาหารทดลอง

สุกรทดลอง	ระดับใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหาร(%)	พลังงานทั้งหมด(GE) ที่สุกรกิน Kcal	พลังงานทั้งหมดในมูลสุกร Kcal	พลังงานทั้งหมดในปัสสาวะ Kcal	GE ของอาหาร Kcal/kg	DE ของอาหาร Kcal/kg	ME ของอาหาร Kcal/kg
1 - 1	0	22,260	2,960	25.293	4,040	3,503	3,498.13
1 - 2	0	22,260	2,158	13.689	4,040	3,648	3,645.79
1 - 3	0	21,695	2,989	13.961	4,040	3,483	3,480.83
2 - 1	5	22,009	2,660	22.032	3,980	3,499	3,494.93
2 - 2	5	22,009	3,208	8.892	3,980	3,400	3,398.21
2 - 3	5	22,009	3,832	7.207	3,980	3,287	3,285.68
3 - 1	10	21,820	2,713	9.887	3,960	3,467	3,465.90
3 - 2	10	21,820	5,560	18.791	3,960	2,951	2,947.59
3 - 3	10	21,820	4,558	2.890	3,960	3,133	3,132.32
4 - 1	15	21,686	3,760	16.121	3,950	3,265	3,262.27
4 - 2	15	21,686	3,731	9.180	3,950	3,270	3,268.82
4 - 3	15	21,646	4,039	7.155	3,950	3,213	3,211.65

การคำนวณหาค่าพลังงาน GE DE ME ในใบผักตบชวาแห้ง

สมการ $Y = a + bx$

เมื่อ y = ค่าพลังงานในสูตรอาหารทดลอง

a = y - intercept

b = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่น

x = เปอร์เซนต์ของใบผักตบชวาแห้งในสูตรอาหาร

จากตารางผนวกที่ 4 จะได้สมการ

$$YGE = 4.026 - 5.8\,X$$

$$YDE = 3.507.88 - 21.95\,X$$

$$YME = 3.504.96 - 21.86\,X$$

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าพลังงานของอาหารทดลองเมื่อผ่านสมการรีเกรชชั่นแล้ว

ชนิดของพลังงาน	ระดับใบผักตบชวาแห้งในอาหาร (%)			
	0	5	10	15
GE (Kcal/kg)	4,026	3,997	3,968	3,939
DE (Kcal/kg)	3,507.88	3,398.13	3,288.38	3,178.63
ME (Kcal/kg)	3,504.96	3,395.66	3,286.36	3,177.06
1. พลังงานใช้ประโยชน์ไม่ได้ (GE-ME)	521.04	601.34	681.64	761.94
2. พลังงานใช้ประโยชน์ไม่ได้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ใบผักตบชวาแห้งในสูตร	-	80.30	160.60	240.90
3. พลังงาน ME ที่หายไปจากการใช้ใบผักตบชวาแห้ง 1 % ในสูตรอาหาร	-	16.06	16.06	16.06

ME ที่หายไปเมื่อใช้ใบผักตบชวาเพิ่มขึ้นในอาหาร 1%

= (16.06 + 16.06 + 16.06) / 3

= 16.06 Kcal/0.01 kg

พลังงานใช้ประโยชน์ไม่ได้ของใบผักตบชวาแห้ง = 1,606 Kcal/kg

ดังนั้น พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ของใบผักตบชวาแห้ง

= 3,490 - 1,606

= 1,884 Kcal/kg

ตารางผนวกที่ 6 แสดงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่สุกรกิน ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในมูลและในปัสสาวะของสุกรและคุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนของสูตรอาหารทดลอง

สุกรทดลอง	ระดับใบผักตบชวาแห้งในอาหาร %	ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่สุกรกิน(กรัม)	ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในมูลสุกร (กรัม)	ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในปัสสาวะสุกร (กรัม)	BV (%)	ค่า BV เฉลี่ยของสูตรอาหาร
1 - 1	0	816	156	255.25	61.3	
1 - 2	0	816	115	268.31	61.7	56.13
1 - 3	0	795	148	353.00	45.4	
2 - 1	5	900	143	510.00	32.6	
2 - 2	5	900	163	81.25	88.9	65.13
2 - 3	5	900	202	182.30	73.9	
3 - 1	10	850	123	248.60	65.8	
3 - 2	10	850	275	254.70	55.7	71.20
3 - 3	10	850	222	48.38	92.3	
4 - 1	15	804	168	251.88	60.4	
4 - 2	15	804	180	145.13	76.7	69.10
4 - 3	15	803	207	176.81	70.3	