

การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวในอาหารลูกสุกร

Use of Protein-Enriched-Cassava (PEC) Substrated Broken Rice in Piglets Diets

สินชัย พารักษา, กรองแก้ว บริสุทธิสวัสดิ์และมาลิน เสสกุล¹

Sinchai Paraksa, Krongkaew Borisutsawat and Malin Saesakul

ABSTRACT

The study was designed to investigate the utilization of protein-enriched cassava (PEC) by piglets. The protein-enriched-cassava was fermented by mixture of fungi (*Aspergillus niger* and *Mucor sp.*) and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Twenty-eight landrace piglets (male 12, female 16) averaging 8 kg body weight were used in randomized complete block experiment. The piglets were fed with 0, 15, 30 and 50% PEC in 20% protein diets with 7 replicates. When the pigs were about 30 kg body weight, the pigs on the four diets had average daily gain of 493, 508, 505 and 458 g/d and feed conversion ratio were 2.24, 2.30, 2.36 and 2.48 respectively. There was no statistically-significant difference in the above parameter due to dietary effects. The results showed that PEC could be used to replaced the broken-rice in the piglet-diets but the cost of production was increased when the level of PEC was increased because of the addition of fat. Therefore, it is recommended that PEC may be used up to 30% in the diets.

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงการใช้น้ำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงจากส่วนผสมของเชื้อรา (*Aspergillus niger* และ *Mucor sp.*) กับยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) เพื่อทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารลูกสุกร โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ซึ่งใช้ลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซจำนวน 28 ตัว (เพศผู้ 12 ตัว, เพศเมีย 16 ตัว) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 7 ตัว ๆ ละ 1 ตัว ลูกสุกรจะมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 8 กิโลกรัม โดยลูกสุกรจะถูกสุ่มให้ได้รับอาหารทดลอง 4 สูตร คือ กลุ่มที่ 1 ให้ได้รับอาหารสูตรเปรียบเทียบที่ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงาน กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 จะได้รับอาหารที่ใช้น้ำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 15, 30 และ 50% ของสูตรอาหารตามลำดับ ลูกสุกรทุกตัวจะได้รับอาหารทดลองจนกระทั่งมีน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม จึงสิ้นสุดการทดลอง ผลของ

การใช้อาหารที่มีระดับมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในสูตรอาหารในระดับ 0, 15, 30 และ 50% พบว่าลูกสุกรจะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 493, 508, 505 และ 458 กรัม/วัน, และประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 2.24, 2.30, 2.36 และ 2.48 ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรนี้ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สรุปได้ว่าจะสามารถใช้น้ำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 50% หรือทดแทนปลายข้าว 100% ได้แต่ต้นทุนการผลิตจะสูงเพราะการใช้น้ำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องเพิ่มระดับไขมันในอาหารให้สูงขึ้นด้วย ดังนั้นจึงไม่ควรใช้น้ำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเกิน 30% จึงจะทำให้สมรรถภาพการผลิตสูงและคุ้มทุน

¹ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ (ทับกวาง) โครงการร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมปศุสัตว์
National Swine Research and Training Center, Thapkwang Saraburi

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ โดยมีการส่งออกในปริมาณสูงถึง 5-6 ล้านตันต่อปี โดยตลาดที่สำคัญของไทยคือประเทศในประชาคมเศรษฐกิจยุโรป ซึ่งนิยมนำมันสำปะหลังไปใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์ แต่ต่อมาเมื่อ 2-3 ปีผ่านมากลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรปได้มีการจำกัดการนำเข้าของมันสำปะหลัง ทำให้ประเทศไทยประสบปัญหามันสำปะหลังล้นตลาดราคาคงต่ำ ดังนั้นจึงมีความพยายามในการที่จะประยุกต์ใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ภายในประเทศมากขึ้น โดยมันสำปะหลังเป็นแหล่งให้พลังงานในอาหารที่มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตอยู่สูง แต่มีระดับโปรตีน ไขมัน ไวตามิน และแร่ธาตุต่ำ โดยคาร์โบไฮเดรตของมันสำปะหลังจะเป็นแป้ง (starch) และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (nitrogen free extract-NFE) สูงถึง 90-95% และมีระดับเยื่อใยต่ำประมาณ 3.2-4.5% ทำให้คาร์โบไฮเดรตของมันสำปะหลังย่อยได้ง่าย เหมาะที่จะเป็นแหล่งพลังงานของสัตว์กระเพาะเดี่ยว ส่วนระดับโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 2.5% เท่านั้น และคุณภาพของโปรตีนก็ต่ำด้วย อีกทั้งยังขาดกรดอะมิโนเมทไธโอนีน ดังนั้นจึงทำให้คุณภาพโปรตีนของมันสำปะหลังต่างจากข้าวโพดหรือปลายข้าวมาก การใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับแหล่งให้โปรตีนที่มีคุณภาพสูงเช่น ปลาป่น หรือถ้าหากใช้ร่วมกับกากถั่วเหลืองก็ต้องเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนด้วย (Enriquez และ Ross, 1976) ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงตามตลอดจนคุณภาพอาหารไม่แน่นอน นอกจากนี้ยังพบว่าในมันสำปะหลังมีสารพิษที่เรียกว่า กรดไฮโดรไซยานิก (Hydrocyanic acid = HCN) ซึ่งจับตัวอยู่กับคาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคไซด์ สารพิษนี้สามารถทำลายได้โดยการทำให้เซลล์ของมันสำปะหลังแตกออก เช่น การผ่านมันสำปะหลังแล้วตากแห้ง หรือการนำไปหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ก็จะสามารถทำให้ระดับของ HCN ลดต่ำลงได้ การใช้มันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ได้เริ่มมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 และได้มีการพัฒนาวิธีการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารเรื่อยมา สำหรับการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสุกรนั้น Maner และ Gomez (1973) ได้ทดลองใช้มันสำปะหลังทดแทนธัญพืชอย่างเต็มที่

ในสูตรอาหาร พบว่าไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรแต่อย่างใด เมื่อมีการปรับสูตรอาหารให้มีระดับความสมดุลของโภชนาต่าง ๆ ตามความต้องการของสุกร แต่ Muller และคณะ (๑๙๗๕) ได้รายงานว่าควรจะใช้มันสำปะหลังทดแทนธัญพืชในสูตรอาหารสุกรในระดับเพียง 20-40% เท่านั้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังจะเบาและมีฝุ่นมาก ทำให้สัตว์ไม่ชอบกินเนื่องจากมีความจุของกระเพาะจำกัด ซึ่งสารโรเจอร์และคณะ 2527 ได้ทำการปรับปรุงวิธีการใช้มันสำปะหลังในอาหารสุกรเพื่อให้สามารถใช้ในระดับที่สูงขึ้น โดยสามารถใช้มันสำปะหลังในอาหารสุกรเล็ก (น้ำหนัก 15-35 กก.), สุกรรุ่น (น้ำหนัก 35-60 กก.) และสุกรขุน (น้ำหนัก 60-90 กก.)

ได้ในระดับ 20-50%, 50-60% และ 70% ของสูตรอาหารตามลำดับ ในสภาพการเลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดโดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรแต่อย่างใดและการเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนสังเคราะห์ในระดับ 0.1-0.2% ในอาหารที่มีระดับมันสำปะหลังระดับสูง จะช่วยให้อาหารมีความสมดุลของกรดอะมิโนดีขึ้นและสุกรจะมีสมรรถภาพการผลิตสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามการใช้มันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในอาหารจำเป็นจะต้องเสริมวัตถุดิบที่มีระดับโปรตีนสูง เช่น กากถั่วเหลือง, ปลาป่น ฯลฯ ซึ่งทำให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังให้มีระดับโปรตีนสูงขึ้นโดยพบว่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเช่น เชื้อรา และเชื้อยีสต์ จะสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตจากมันสำปะหลังในการเจริญเติบโตได้ดี Senez และคณะ (1980) ได้รายงานว่าเชื้อยีสต์และเชื้อราจะสามารถเจริญเติบโตในมันสำปะหลังได้ดี แต่เชื้อยีสต์จะมีความสามารถในการย่อยแป้ง (starch) ในมันสำปะหลังได้น้อย จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลก่อนจึงจะนำไปเพาะเลี้ยงยีสต์ได้ ส่วนเชื้อราจะมีเอนไซม์อะไมเลส (enzyme amylase) ที่ช่วยย่อยให้เป็นน้ำตาลอยู่มาก ดังนั้นจึงนำเอามันสำปะหลังมาเพาะเลี้ยงเชื้อราโดยตรง แล้วให้เชื้อยีสต์มาใช้น้ำตาลที่เชื้อราผลิตได้อีกทอดหนึ่ง Muindi และ Thomke (1981) ได้ทดลองใช้เชื้อรา *Cephalosporium eichhorniae* 152 มาเลี้ยงในมันสำปะหลัง พบว่ามันสำปะหลังที่ได้จากการหมักจะมีระดับโปรตีน 38.8% ซึ่งประมาณ

74% ของ โปรตีนทั้งหมดอยู่ในรูปกรดอะมิโน และมีส่วนไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein-nitrogen) เป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 26% ของไนโตรเจนทั้งหมด และ Schulz และ Oslage (1976) รายงานว่า โปรตีนจากจุลินทรีย์มักจะมีกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณต่ำ การเสริมกรดอะมิโน-เมทไธโอนีน ในอาหารที่มีแหล่งโปรตีนมาจากจุลินทรีย์ จะช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของสุกรให้ดียิ่งขึ้น ซึ่ง Santos และ Gomez (1983) พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงจะมีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารมันเส้นและอาหารกากถั่วเหลือง แต่เมื่อเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีน 0.3% ในอาหารมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง จะช่วยให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากดีขึ้น สันชัย และ นวลจันทร์ (2530) ได้ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงจากการหมักด้วยเชื้อรา (*Aspergillus niger* และ *Mucor sp.*) กับยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ในอาหารสุกรรุ่น-ขุน พบว่าจะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากแต่อย่างใด ในอาหารลูกสุกรนั้นไม่นิยมใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเนื่องจากลูกสุกรจะมีความสามารถในการใช้ประโยชน์ได้ต่ำและลูกสุกรจะมีความไวต่อสารพิษที่ตกค้างอยู่ในมันสำปะหลังมาก แต่มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงได้ผ่านขบวนการหมักซึ่งทำให้คุณภาพโปรตีนดีขึ้นและสารพิษที่ตกค้างอยู่ก็มีในปริมาณที่ต่ำมาก ดังนั้นจึงน่าที่จะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารของลูกสุกรได้เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเป็นการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังได้มากขึ้นอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block โดยใช้ลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรชน้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 8 กิโลกรัม จำนวน 28 ตัว (เพศผู้ 12 ตัว, เพศเมีย 16 ตัว) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 7 ตัว ๆ ละ 1 ตัว โดยในแต่ละซ้ำจะใช้ลูกสุกรเพศเดียวกัน และมาจากพ่อแม่เดียวกัน ลูกสุกรทั้ง 4 กลุ่มจะถูกสุ่มให้ได้รับอาหารทดลอง 4 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 เป็นอาหารผสมสูตรเปรียบเทียบที่ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงาน

สูตรที่ 2 เป็นอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 15% ของสูตรอาหาร

สูตรที่ 3 เป็นอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 30% ของสูตรอาหาร

สูตรที่ 4 เป็นอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 50% ของสูตรอาหาร

อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร จะถูกปรับให้มีระดับโภชนะต่าง ๆ เช่น ระดับโปรตีน, พลังงาน ฯลฯ ตามความต้องการของลูกสุกรตาม NRC (1979) รายละเอียดของส่วนประกอบของสูตรอาหาร และระดับโภชนะต่าง ๆ ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 3 และลูกสุกรแต่ละตัวจะถูกเลี้ยงในกรงขังเดี่ยว มีการให้น้ำและอาหารตลอดเวลา

การบันทึกข้อมูล จะบันทึกน้ำหนักตัวของลูกสุกรหลังจากเลี้ยงด้วยอาหารทดลองครบทุก ๆ 1 สัปดาห์ เพื่อสังเกตการเจริญเติบโตของลูกสุกร และปริมาณอาหารที่ลูกสุกรกินในแต่ละสัปดาห์ จนกระทั่งเมื่อลูกสุกรมีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จึงสิ้นสุดการทดลอง ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองจะวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of Variance (Steel และ Torrie, 1980) และค่าความแตกต่างเนื่องจากการได้รับอาหารสุกรต่าง ๆ กันจะวิเคราะห์โดย Duncan's Multiple Range Test (Duncan, 1955)

การเตรียมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง
(เจริญ และ จรรย์, 2529)

วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักมันสำปะหลังโปรตีนสูงได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 นำส่วนผสมที่ 1 ผสมกันเพื่อใช้เป็นตัวปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง และเป็นอาหารสำหรับเชื้อรา แล้วนำสารละลายดังกล่าวผสมคลุกเคล้ากับมันสำปะหลังแห้งบดหยาบจำนวน 500 กิโลกรัม หลังจากผสมเข้ากันดีแล้วให้แช่ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากนั้นทำการเตรียมสปอร์ของเชื้อราผสมระหว่าง *Aspergillus niger* และ *Mucor sp.* ผสมกับรำละเอียด (รำอ่อน) ในอัตราส่วนเชื้อรา 1,000 กรัม ผสมกับรำละเอียด 25 กิโลกรัม นำส่วนผสมของเชื้อรากับรำละเอียดนั้นผสมคลุกเคล้ากับมันสำปะหลังที่เตรียมไว้แล้วทำการแผ่กระจายมันสำปะหลังบนลานซีเมนต์ให้มีความหนาประมาณ 8 เซนติเมตร ใช้กระสอบที่เปียกน้ำหรือพลาสติกใสคลุมไว้ข้างบนให้ทั่วทั้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้เชื้อราเจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งจะสังเกตได้จากเส้นใยสีขาวที่เจริญคลุมบน

ส่วนมันสำปะหลัง ในวันที่ 4 จะใช้ส่วนผสมที่ 2 ซึ่งเตรียมไว้ล่วงหน้า 48 ชั่วโมง นำมาราคบนมันสำปะหลังแล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วแผ่กระจายอย่างเดิมโดยใช้พลาสติกใสคลุมไว้ ในช่วงที่ใส่ส่วนผสมที่ 2 แล้วนั้นจะต้องทำการกลับมันสำปะหลังทุก ๆ วันอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อระบายความร้อนและก๊าซ

หลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 0, 15, 30 และ 50% ของสูตรอาหารเมื่อเลี้ยงตั้งแต่น้ำหนัก 8 กิโลกรัม จนถึงน้ำหนัก 30 กิโลกรัม จะมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 493, 508, 505 และ 458 กรัม/วัน, ประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 2.24, 2.30, 2.36 และ 2.48 และระยะเวลาในการเลี้ยงจนกระทั่งถึงน้ำหนัก 30

Table 1 Ingredient for preparation of protein- enriched -cassava

Mixture I		Mixture II	
Water	300 litre	Water	25 litre
Sulphuric acid (commercial grade)	2,000 c.c	Yeast (<i>candida sp.</i>)	6-8 tube
Ammonium sulphate	3.5 kg.	Baker yeast	12-15 gram
Urea	2.64 kg.	Molass	1.25 kg.
Ammonium phosphate	500 gram	Sulphuric acid (commercial grade)	5 c.c

Table 2 The nutritive compositions of the cassava chips and protein-enriched cassava

Nutrient composition	Cassava	Protein-enriched cassava
Dry matter (%)	90.29	90.08
Protein (%)	2.35	7.44
Fat (%)	0.70	1.56
Fiber (%)	4.13	5.78
Ash (%)	3.99	7.44
Calcium (%)	0.16	0.55
Phosphorus (%)	0.08	0.38

คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการหมัก จนเมื่อครบวันที่ 5 ของการหมักแล้วนำเอามันสำปะหลังนั้นออกตากแดดประมาณ 3 วัน (ในกรณีที่แดดจัด) ก็จะสามารถนำมาใช้ได้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ซึ่งส่วนประกอบทางโภชนะของมันสำปะหลังหมัก โปรตีนสูงได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ผลและวิจารณ์

ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ลูกสุกรที่ได้รับอาหารซึ่งมีระดับมันสำปะ-

กิโลกรัม เท่ากับ 44.71, 43.14, 44.0 และ 48.12 วัน ตามลำดับ ผลของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรต่ออัตราการเจริญเติบโต, ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และจำนวนวันที่ให้ทดลองนี้ ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าเมื่อมีการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 15 และ 30% ของสูตรอาหารนั้น ลูกสุกรจะมีการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้ปลายข้าวมาก แต่เมื่อเพิ่มระดับการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงขึ้นเป็น 50% ของสูตรอาหารแล้วลูกสุกรจะมีการตอบสนองต่ออาหาร เลวลง

Table 3 Diet Compositions

Feed Ingredient (kg.)	Diets			
	control	15% PEC	30% PEC	50% PEC
Broken-rice	50.0	35.0	20.0	-
Protein-enriched cassava (PEC)	-	15.0	30.0	50.0
Soy bean meal (Ext)	30.6	30.6	30.5	31.0
Fish meal	4.0	4.0	4.0	4.0
Rice bran	10.0	8.0	6.6	5.0
Fat	2.0	4.0	6.0	7.6
Dicalcium phosphate	2.0	2.0	1.5	1.0
Vitamin and Mineral	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt	0.4	0.4	0.4	0.4
The calculated nutrient composition				
Protein (%)	20.9	20.6	20.20	20.02
Metabolizable energy (Kj/kg)	13.61	13.66	13.78	13.53
Calcium (%)	0.78	0.85	0.92	0.80
Phosphorus (%)	0.52	0.57	0.62	0.52

โดยมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงและประสิทธิภาพการใช้อาหารก็เริ่มเลวลงด้วย การที่เพิ่มระดับมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงแล้วทำให้สมรรถภาพการผลิตลดต่ำลงนั้น อาจเนื่องมาจากมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงมีระดับพลังงานต่ำกว่ามันสำปะหลังธรรมดาและปลายข้าวมาก ทั้งนี้เนื่องจากในขบวนการหมักนั้นเชื้อจุลินทรีย์จะดึงเอาส่วนคาร์โบไฮเดรตบางส่วนในมันสำปะหลังไปใช้ในการเจริญเติบโตจึงทำให้ระดับพลังงานในมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงลดต่ำลงและระดับเชื้อยสูงมากขึ้น (โอโณฮา, 2529) สัตว์จึงจำเป็นต้องกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ระดับพลังงานตามความต้องการของร่างกาย ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณอาหารที่สัตว์กินเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรเท่ากับ 49.14 กก. 50.29 กก. 51.59 กก. และ 54.35 กิโลกรัม ตลอดการทดลอง โดยเมื่อมีการใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มมากขึ้น จะทำให้สัตว์กินอาหารเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารลูกสุกรจะสามารถใช้ได้ถึงระดับ 50% ของสูตรอาหารหรือทดแทนปลายข้าวได้ 100% ซึ่งสาโรช และคณะ (2527) ได้รายงานว่าจะสามารถ

ใช้มันสำปะหลังธรรมดาในสูตรอาหารสำหรับสุกรน้ำหนัก 15-35 กิโลกรัม ได้ในระดับ 20-50% โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตแต่ต้องเลี้ยงในสภาพอาหารอัดเม็ด และในสูตรอาหารของลูกสุกรที่มีอายุต่ำกว่านี้ไม่แนะนำให้ใช้มันสำปะหลัง ในการทดลองนี้ใช้ลูกสุกรที่มีน้ำหนักเพียง 8 กิโลกรัมหรือมีอายุประมาณ 5 สัปดาห์เท่านั้น ซึ่งก็พบว่าสามารถใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในสูตรอาหารของลูกสุกรได้เป็นอย่างดีและใช้ได้ในปริมาณที่ทัดเทียมกับการใช้มันสำปะหลังธรรมดา ตลอดจนสามารถเลี้ยงในสภาพอาหารผงได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อสมรรถภาพการผลิตมากนัก แต่สิ่งที่จะต้องคำนึงในการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในสูตรอาหารลูกสุกรก็คือจะต้องเสริมไขมันหรือแหล่งเสริมพลังงานอื่น ๆ ในสูตรอาหารด้วย เนื่องจากสูตรอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงมักจะประสบปัญหาระดับพลังงานในอาหารไม่เพียงพอ อีกทั้งการเสริมไขมันลงไปในสูตรอาหารจะช่วยลดความเป็นฝุนของอาหารลงด้วยซึ่งมีผลต่อสัตว์เพราะมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงจะมีลักษณะเบาและเป็นฝุนมาก อาหารที่มีมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงผสมอยู่ในระดับสูงจะมีสภาพฟ้าม

Table 4 Use of protein-enriched cassava in diets on the performance and cost production of the piglets.

	Diets			
	control	15% PEC	30% PEC	50% PEC
Number of pigs	7	7	7	7
Initial weight (kg)	8.14	8.14	8.14	8.17
Final weight (kg)	29.71	29.75	29.77	30.0
weight gain (kg)	21.56	21.61	21.63	21.83
Average daily gain (g/d)	493	508	505	458
Feed consumption (kg)	49.14	50.29	51.59	54.35
Feed conversion ratio	2.24	2.30	2.36	2.48
Cost of diet (Baht/kg)	5.96	6.50	7.02	7.37
Cost per one kilogram-weight gain (Baht)	13.58	15.12	16.74	18.35
Experimental period (days)	44.71	43.14	44.0	48.12

(bulky) ทำให้สัตว์ไม่ค่อยชอบกินเนื่องจากมีความจุของกระเพาะจำกัด ซึ่ง Devendra และ New (1977) ได้รายงานว่าอาหารสัตว์ที่มีระดับการใช้ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังในระดับสูงควรจะให้เสริมไขมันปาล์มในระดับ 5% ของสูตรอาหารจะเป็นระดับที่เหมาะสม ซึ่งการเสริมไขมันลงไปสูตรอาหารนั้นทำให้เกิดภาวะต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

จากตารางที่ 4 เมื่อคิดต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของลูกสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 13.58, 15.12, 16.74 และ 18.35 บาท ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับสูงขึ้นทำให้ต้องเสริมไขมันในระดับสูงขึ้นด้วยจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามลำดับ และจากการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกสุกรในแต่ละสัปดาห์หลังจากที่ได้รับอาหารทดลอง ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าลูกสุกรที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 15 และ 30% (สูตร 2 และ สูตร 3) จะมีการเจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ใกล้เคียงกับลูกสุกรที่ได้รับอาหารเปรียบเทียบ ในขณะที่ลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับ 50% จะมีการเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 5 ต่ำมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่นด้วย ดังนั้นในการปฏิบัติจึงควรใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง

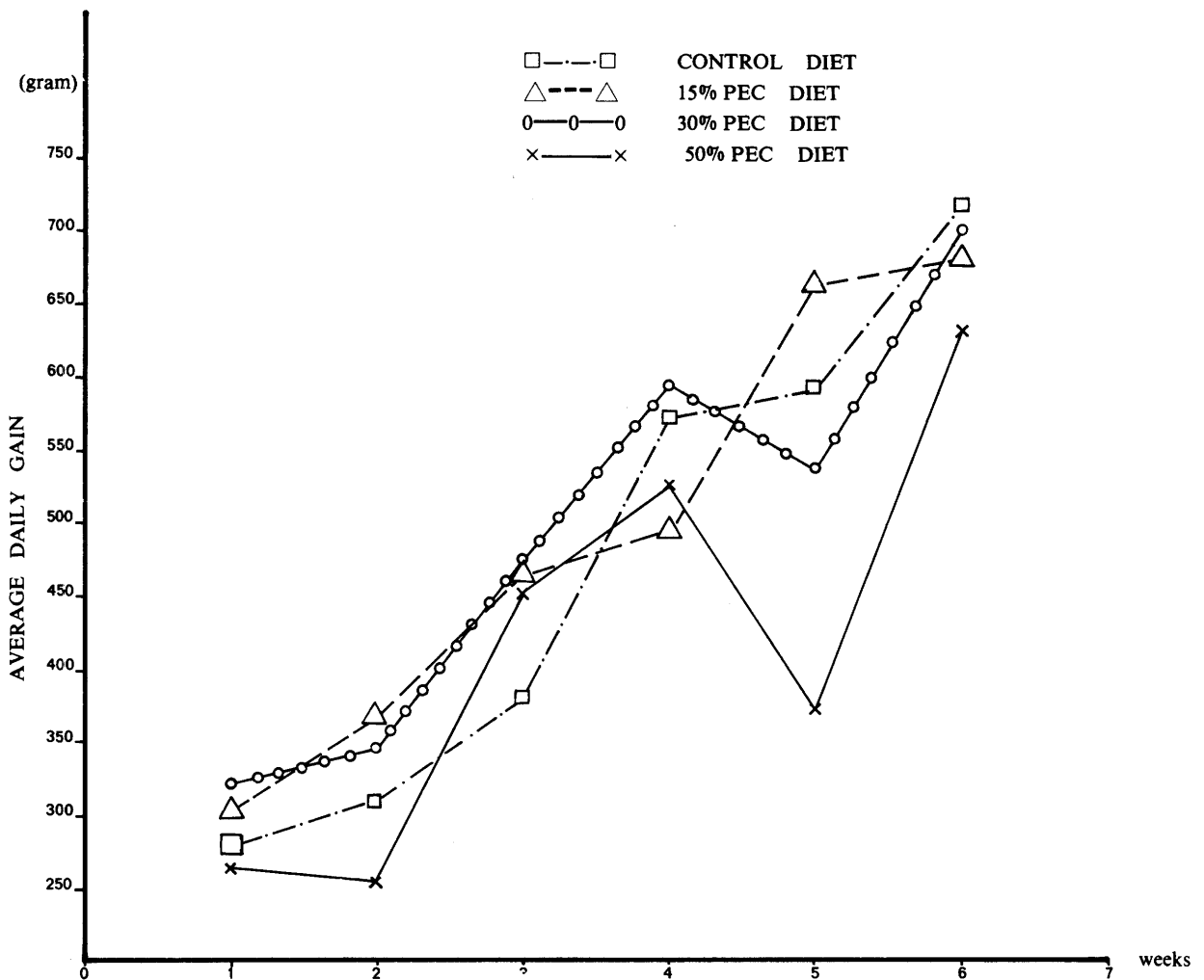
ในระดับไม่เกิน 30% เพื่อให้ได้สมรรถภาพการผลิตสูงและต้นทุนการผลิตไม่สูงมากนัก

การศึกษาถึงการประยุกต์ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเพื่อเป็นอาหารสัตว์นั้นเป็นเพียงการริเริ่มเท่านั้น จึงทำให้เกิดปัญหาด้านต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมสูง, ขั้นตอนยุ่งยาก และระดับโปรตีนในมันสำปะหลังหมักต่ำและไม่แน่นอน ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาเทคนิควิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อให้สามารถใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้อีกทางหนึ่งเพื่อแก้ไขในภาวะที่ภายในประเทศประสบปัญหาหมักมันสำปะหลังมีปริมาณมากและราคาตกต่ำให้สามารถใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จรูญ คำวนตา และ จริญญา เจตนะจิตร์. 2529. การเพิ่มโปรตีนในมันสำปะหลังโดยการหมัก. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การเพิ่มโปรตีนมันสำปะหลังโดยการหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ.
- สาโรช คำเจริญ, เขวามาเลย์ คำเจริญ, ณรงค์ กิจพานิชย์, กนก ผลารักษ์ และ สุภชัย งามศักดิ์. 2527. คุณภาพผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไทย และการใช้มันสำปะหลังทดแทนผลิตภัณฑ์ธัญพืชในอาหารสัตว์, น. 76-121. ในหนังสือที่ระลึกงาน

Figure 1. Cumulative mean average daily gain of pig consuming control and protein-enriched cassava diets



เกษียณอายุราชการ ศ.ดร.สุชีพ รัตตสาร โรงพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ
สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สินชัย พารักษา และ นวลจันทร์ แซ่โอ้ว. 2530. การใช้
มันสำปะหลังเพิ่มโปรตีนจากเชื้อราและยีสต์ใน
อาหารสุกรรุ่น-ขุน. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.)
21:25-32.

อโณชา เลาศรีรัตนชัย. 2529. การใช้มันสำปะหลัง
หมักโปรตีนสูงเป็นอาหารหมูและสุกรระยะเจริญ
เติบโต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Devendra, C. and V.F. New. 1977. The utilization
of varying level of dietary palm oil by

growing-finishing pigs. MARDI Res. Bull
(inpress).

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple
F tests. Biometrics. 11:1-4.

Enriquez, F.Q. and E. Ross. 1976. The value
of cassava root meal for chicks. Poult. Sci.
46:622-626.

Maner, J.N. and G. Gomez. 1973. Implications
of cyanide toxicity in animal feeding studies
using high cassava ration, pp. 113-120. *In*
Chronic Cassava Toxicity. Nestel, B. and
R. Macintyre (eds.). Int.Dev. Res. Center,
IDRCO10e., Ottawa.

Muindi, P.J. and S. Thomke. 1981. Protein

- quality studies on rats fed on cassava root meal enriched with *Cephalosporium eichhorniae* 152 or with conventional plant protein supplements. Anim. Feed. Sci. Technol 6:197-208.
- Muller, Z., K.C. Chou and K.C. Nah. 1975. Cassava as a total substitute for cereals in livestock and poultry rations. Proceeding of the Conference on Animal Feeds of Tropical and Subtropical Origin, 1-5 April 1974, Tropical Products Institute. 347 p.
- National Research Council. 1979. 2 Nutrient Requirements of Swine 8th ed. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- Santos, J. and G. Gomez. 1983. Fungal protein produced on cassava for growing rats and pigs. J. Anim. Sci. 56 (2) : 264-270.
- Schulz, F. and H.J. Oslage. 1976. Composition and nutritive value of single cell protein (SCP). Anim. Feed. Sci. and Technol. 1:9-24
- Senez, J.C., M. Raimbault and F. Deschamps. 1980. Protein enrichment of starchy substrates for animal feeds by solid state fermentation. Wld. Anim. Rev. 35:36-39.
- Steel, R.G.D. and J.H.Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 2nd ed., McGraw Hill: New York.