

การใช้มันสำปะหลังเพิ่มโปรตีนจากเป็อร่าและยีสต์ ในอาหารสุกรรุ่น—ขุน

Use of Protein-Enriched-Cassava by *Aspergillus* sp.
and Yeast in the Growing-Fattening-Pig-Diets.

สินชัย พารักษา และ นวลจันทร์ แต้ไ้ว¹

Sinchai Paraksa and Nuanchan Saeow

ABSTRACT

The experiment has been conducted to elucidate the utilization of protein-enriched-cassava (PEC) by *Aspergillus* and yeast in growing-finishing-pig-diets. Twenty-four Landrace pigs (12 males; 12 females) averaging 25 kilogram body weight were used in randomized complete block experiment. The pigs were fed with 0, 20, 40 and 60% PEC in the 16 and 14% protein-diets for growing and finishing-diets respectively. Each treatment was replicated 6 times. It was found that the used of 40% PEC did not effect the average daily gain and feed conversion ratio in growing-pigs and PEC can be used to replace broken rice in the finishing-pig-diet. The backfat thickness of PEC- fed-pigs was decreased as the level of PEC was increased but not statistically significance. It was concluded that PEC could be used to replace the broken rice in swine fattening ration without any adversary effect.

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงการใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจากเชื้อราและยีสต์เพื่อทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารสุกรรุ่น—ขุน โดยวางแผนการทดลองแบบ RBD ใช้สุกรพันธุ์แลนด์เรซ จำนวน 24 ตัว เพศผู้ 12 ตัว, เพศเมีย 12 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 25 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว ๆ ละ 1 ตัว โดยได้รับอาหารที่มีระดับมันสำปะหลังหมัก 0, 20, 40 และ 60% ของสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14% สำหรับสุกรรุ่นและสุกรขุน ตามลำดับ ผลพบว่า ในสุกรรุ่นจะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักในระดับ 40% ของสูตรอาหาร

โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารแต่อย่างใด แต่ในสุกรขุนจะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักได้ถึง 60% โดยทำให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลายข้าวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนมีผลทำให้สุกรมีความหนาของไขมันสันหลังเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำกว่าการใช้ปลายข้าวอีกด้วย ดังนั้น จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า จะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนทดแทนปลายข้าวสำหรับอาหารของสุกรขุนโดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตแต่อย่างใด

1 สถานีปรับปรุงพันธุ์สุกรทับทวน โครงการร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมปศุสัตว์

1 Tabkwang Swine Breeding Station, Saraburi.; Jointed project between Kasetsart University and Department of Livestock Development

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีเกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะต้นทุนการผลิตต่ำและการจัดการดูแลไม่มากนัก และมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำแป้งมันและส่งออกแก่กลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรปกันมาก แต่ในระยะหลังทางกลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรปได้มีการจำกัดการนำเข้า ทำให้มันสำปะหลังที่ผลิตได้ภายในประเทศตกค้างอยู่มาก จึงได้มีการนำเอามันสำปะหลังเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ภายในประเทศมากขึ้น แต่การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ก็ประสบปัญหา เนื่องจากในมันสำปะหลังมีสารพิษที่เรียกว่า กรดไฮโดรไซยานิก (HCN) อยู่สูง และมีระดับโปรตีนต่ำเพียง 2% เท่านั้น และโดยเฉพาะการนำมาใช้ในสุกรขุนจะทำให้ไขมันสันหลังหนาและแข็งด้วย ได้มีการทดลองต่าง ๆ เพื่อทำให้สามารถใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารได้มากขึ้นโดยไม่ทำให้การเจริญเติบโตและคุณภาพซากเปลี่ยนแปลงไป เช่น การนำมันสำปะหลังมาตากแห้งหรือการหมักมันสำปะหลังแบบหมักหญ้าหมัก (silage) ซึ่งสามารถลดสารไฮโดรไซยานิกลงได้บ้าง ทำให้การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ระดับโปรตีนในมันสำปะหลังนั้นค่อนข้างต่ำมาก ทำให้การทดแทนปลายข้าวหรือข้าวโพดในสูตรอาหารต้องเพิ่มวัตถุดิบที่มีระดับโปรตีนสูงในสูตรอาหารมากขึ้น ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นด้วย ต่อมาได้มีการคิดค้นการปรับปรุงการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์บางประเภทซึ่งมีผลทำให้ระดับโปรตีนสูงขึ้น และการนำมันสำปะหลังมาหมักโดยกรรมวิธีใช้เชื้อราและยีสต์ก็เป็นกรรมวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้ระดับโปรตีนของมันสำปะหลังสูงขึ้นเป็น 6-8% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวโพดหรือปลายข้าว และระดับกรดไฮโดรไซยานิกที่ตกค้างก็มีอยู่ในระดับต่ำมากจนไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ด้วย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการหมักมันสำปะหลังด้วยเชื้อราและยีสต์สามารถช่วยในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการให้ดีขึ้น และน่าที่จะสามารถใช้เป็น

วัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนปลายข้าวหรือข้าวโพดได้ดีด้วย

การใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งให้พลังงานในอาหารสัตว์นั้น ได้มีการค้นคว้าวิจัยและพัฒนามาเป็นเวลานานทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย จนสามารถสรุปได้ว่าจะสามารถใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารได้ในระดับสูงขึ้นเกือบทัดเทียมกับระดับปลายข้าวหรือข้าวโพด Muller, *et. al.* (1972) ได้รายงานถึงการใช้น้ำมันสำปะหลังในสูตรอาหารสุกรว่า จะสามารถใช้มันสำปะหลังทดแทนอาหารพลังงานอื่น ๆ ได้ในระดับ 40 และ 75% ในสูตรอาหารสุกรรุ่นและสุกรขุน ตามลำดับ โดยไม่มีผลกระทบกระเทือนต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และคุณภาพซากของสุกรแต่อย่างใด แต่สูตรอาหารมันสำปะหลังที่ใช้เลี้ยงสุกรนั้นจะต้องเลี้ยงสัตว์ในรูปอัดเม็ด ซึ่งสารโชน, และคณะ (2521) ได้รายงานสอดคล้องถึงการใช้น้ำมันสำปะหลังในอาหารสุกรรุ่นจะใช้ได้ประมาณ 35% ในรูปอาหารอัดเม็ด แต่ถ้าในรูปอาหารผงแล้วสุกรจะใช้ประโยชน์ได้ลดลงแต่อย่างไรก็ตาม การใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารในระดับสูงจะทำให้อาหารมีลักษณะฟาม ทำให้สุกรกินอาหารลดลง และเนื่องจากระดับโปรตีนในมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำ คือ มีเพียง 1.5-2% เท่านั้น ทำให้ต้องเพิ่มวัตถุดิบที่มีระดับโปรตีนสูงเพื่อทดแทนโปรตีนที่ขาดไป ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และคุณภาพอาหารไม่แน่นอน ต่อมาก็ได้มีการดัดแปลงประยุกต์ นำเอาวิธีการทางจุลชีววิทยาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยพบว่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อรา หรือยีสต์จะสามารถเพิ่มระดับโปรตีนในมันสำปะหลังให้สูงขึ้นมาก โดยเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะมีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตจากมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี และสามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตบางส่วนเหล่านี้ไปเป็นโปรตีนของตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ระดับโปรตีนของมันสำปะหลังสูงขึ้นด้วย และสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้โดย Alexander (1977) ได้ลองนำเอามันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจากเชื้อรามาสผสมอาหารเลี้ยงหนูหย่านมในระดับ 20, 30 และ 40%

ของสูตรอาหารโดยเปรียบเทียบกับอาหารที่ใช้เคซีน (casein) เป็นส่วนผสมและอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมผลปรากฏว่า หนูจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อใช้ระดับมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหารสูงขึ้น และมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเคซีนและอาหารกากถั่วเหลือง และเมื่อลองเสริมกรดแอมิโนเมทไทโอนีนในระดับ 0.6% ในอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจะพบว่าทำให้หนูมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นแต่ยังคงต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเคซีน ซึ่ง Santos และ Gomez (1983) ได้รายงานสอดคล้องกัน โดยได้ใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจากเชื้อราผสมอาหารเปรียบเทียบกับอาหารเคซีนและอาหารกากถั่วเหลือง พบว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจะมีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่าหนูที่ได้รับอาหารเคซีนและอาหารกากถั่วเหลือง และเมื่อทดลองเสริมกรดแอมิโนเมทไทโอนีนในระดับเพียง 0.3% ลงในสูตรอาหารมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีน พบว่าจะช่วยให้หนูมีการเจริญเติบโตดีขึ้นและมีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกับอาหารเคซีนและสูงกว่าอาหารกากถั่วเหลืองด้วย นอกจากนี้ Santos และ Gomez (1983) ยังได้นำเอามันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนนี้มาเลี้ยงสุกร ผลพบว่า สุกรที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจะมีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารมันเส้นและอาหารกากถั่วเหลือง และการเสริมกรดแอมิโนเมทไทโอนีน 0.3% ในสูตรอาหารจะช่วยให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากสูงขึ้นด้วย Muindi และ Hanssen (1981) ได้นำเอาเชื้อรา *Trichoderma harzianum* มาใช้ในการหมักมันสำปะหลังเป็นเวลานาน 60 ชั่วโมง พบว่า จะสามารถเพิ่มระดับโปรตีนทั้งหมด (crude protein) ให้สูงขึ้นเป็น 38% โดย 60% เป็นส่วนโปรตีนแท้ และส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein-nitrogen) และได้นำเอามันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรานี้ไปหาคุณค่าทางอาหาร

ในไก่รุ่น พบว่าจะมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพียง 2,175 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และการย่อยได้ของโปรตีนจะมีเพียง 66% เท่านั้น ซึ่งแสดงว่ามันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรานี้จะสามารถใช้เป็นอาหารไก่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองเหล่านี้เป็นการหมักในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผลิตจำนวนน้อยและมีการควบคุมสภาพแวดล้อมได้ทั้งหมด จึงทำให้สามารถได้ระดับโปรตีนสูงมาก แต่ก็มีการรวมวิธีที่ยุ่งยากซับซ้อนไม่เหมาะสมในการปฏิบัติหรือผลิตเป็นอาหารสัตว์จำนวนมาก ๆ และการใช้เชื้อจุลินทรีย์เพียงชนิดเดียวนั้นทำให้ได้ระดับโปรตีนไม่สูงพอ อีกทั้งเป็นการผลิตที่ได้ประสิทธิภาพไม่เต็มที่ ทั้งนี้ยังมีจุลินทรีย์อีกบางตัวที่สามารถเพิ่มระดับโปรตีนให้สูงขึ้นได้อีกคือ ยีสต์ ซึ่งปกติแล้วเซลล์ของยีสต์ที่เลี้ยงไว้เต็มที่แล้วจะสามารถให้ระดับโปรตีนสูงถึง 45% (อุทัย, 2527) และยีสต์ยังสามารถใช้วัตถุดิบที่เชื้อราผลิตได้เป็นอาหารในการขยายพันธุ์และเติบโตต่อไป นั่นคือเชื้อราจะสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตในมันสำปะหลังเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และยีสต์จะใช้น้ำตาลเป็นอาหารต่อไป อันจะทำให้ระดับโปรตีนที่ได้สูงขึ้นและทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพและคุ้มทุนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสัตว์ก็สามารถใช้จุลินทรีย์เหล่านี้ได้ดีในระบบทางเดินอาหารซึ่ง Van Der Wal (1974) ได้รายงานว่าจะสามารถใช้ยีสต์ในระดับ 7.5-15% ในอาหารสุกรหย่านมสุกรรุ่น และสุกรขุน และในอาหารสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรเลี้ยงลูกจะสามารถใช้ได้ในระดับ 10% ในสูตรอาหาร และ Tegbe และ Zimmerman (1977) ได้รายงานว่าจะสามารถใช้โปรตีนจากยีสต์ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ในระดับ 50% ของกากถั่วเหลืองในอาหารของสุกรระยะน้ำหนักรุ่น 30-60 กิโลกรัม โดยที่สุกรจะมีลักษณะการเจริญเติบโตไม่ต่างจากสุกรที่ได้รับอาหารเปรียบเทียบกับ ดังนั้น การหมักมันสำปะหลังโดยใช้เชื้อราและยีสต์น่าจะเป็นกรรมวิธีในการผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ดีอีกวิธีหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RBD) โดยใช้สุกรพันธุ์แลนด์เรซ น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 25 กิโลกรัม จำนวน 24 ตัว เพศผู้ 12 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว โดยสุกรทุกตัวจะมี อายุและน้ำหนักใกล้เคียงกัน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว ๆ ละ 1 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 เป็นพวกที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรปลายข้าวเป็นหลัก ซึ่งใช้เป็นสูตรอาหารเปรียบเทียบ โดยมีระดับโปรตีน 16 และ 14% สำหรับอาหารสุกรรุ่นและขุน ตามลำดับ โดยเลี้ยงอาหารนั้นในรูปอาหารผง ส่วนพวกที่ 2, 3, และ 4 จะเป็นพวกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับมันหมักทดแทนปลายข้าวเท่ากับ 20, 40 และ 60% ของสูตรอาหารตามลำดับ โดยอาหารทุกสูตรจะมีระดับโปรตีนและโภชนะอื่น ๆ ใกล้เคียงกับระดับความต้องการของสุกรรุ่นและสุกรขุนตาม NRC (1979) ซึ่งสูตรอาหารและส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 สุกรแต่ละตัวถูกเลี้ยงในกรงขังเดี่ยวขนาดคอก 1×1.6

(เมตร)² มีการให้น้ำและอาหารตลอดเวลา จะทำการบันทึกข้อมูล 2 ช่วง ช่วงแรกตั้งแต่เริ่มทดลองถึง 8 สัปดาห์ และในช่วงที่ 2 จะบันทึกข้อมูลอีก 8 สัปดาห์ต่อมา โดยจะมีการบันทึกน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่สุกรกินของแต่ละช่วงการทดลอง และ

Table 1 The nutritive compositions of the cassava chips and the fermented cassava meal

Nutrient (%)	Cassava Chips	Fermented
Dry matter	90.29	90.02
Protein	2.32	6.31
Fat	0.72	1.22
Crude fiber	4.13	5.36
Ash	3.98	6.82
Calcium	0.15	0.51
Phosphorus	0.08	0.36

Table 2 The nutritive compositions in the various feed formula for the growing pigs and the fattening pigs

Ingredient	Formula 1		Formula 2		Formula 3		Formula 4	
	Grow-ing	Fatten-ing	Grow-ing	Fatten-ing	Grow-ing	Fatten-ing	Grow-ing	Fatten-ing
Broken rice	60	65	40	45	20	25	—	5.0
Fermented cassava meal	—	—	20	20	40	40	60	60
Fish meal	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0
Oil extracted soybean meal	15.5	11.5	17.5	13.0	19.25	15.0	21.0	16.75
Rice bran	17.5	17.25	14.0	15.25	10.5	11.0	7.0	7.5
Fat and oil	—	—	1.50	0.50	3.25	2.75	5.0	4.5
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Dicalcium phosphate	1.50	1.75	1.50	1.75	1.50	1.75	1.50	1.75
Vitamins and minerals	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Calculated nutrients								
Crude protein (%)	16.0	14.04	16.06	14.06	16.01	14.03	15.96	13.98
Metabolizable energy, kcal/kg	3,243	3,277	3,144	3,161	3,138	3,145	3,095	3,100
Calcium %	0.62	0.63	0.65	0.65	0.68	0.68	0.7	0.70
Phosphorus %	0.52	0.55	0.53	0.55	0.54	0.54	0.53	0.54

เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีการวัดความหนาไขมันสันหลังด้วย ในแต่ละช่วงการทดลองนั้นจะมีการบันทึกน้ำหนักสุกรทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อตรวจดูการเจริญเติบโตของสุกรทุกตัว

ค่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองจะวิเคราะห์โดยใช้ Analysis of Variance (Steel and Torrie, 1980) และค่าความแตกต่างเนื่องจากการทดลองวิธีต่าง ๆ กันจะวิเคราะห์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (Duncan, 1955)

การเตรียมมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจากเชื้อราและยีสต์ (จรรณ และ จรรย์, 2529)

วัตถุดิบ

มันสำปะหลังบดหยาบ	500 กก.
น้ำ	300 ลิตร
กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)	
(commercial grade)	2,000 ซีซี
ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต	3.50 กก.
ปุ๋ยยูเรีย	2.64 กก.
ปุ๋ยแอมโมเนียฟอสเฟต	500 ก.

นำสารละลายข้างต้นผสมกันเพื่อใช้เป็นตัวปรับสภาพความเป็นกรดและเป็นอาหารสำหรับเชื้อรา แล้วนำสารละลายดังกล่าวนี้ไปผสมคลุกเคล้ากับมันสำปะหลังที่เตรียมไว้ หลังจากผสมกันเข้ากันดีแล้วให้แช่ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากนั้นก็ทำการเตรียมสปอร์ของเชื้อราผสมระหว่าง *Aspergillus niger* และ *Mucor sp.* ผสมกับรำละเอียด (รำอ่อน) ในปริมาณเชื้อรา 1,000 กรัม ผสมกับรำสด 25 กิโลกรัม นำส่วนผสมของเชื้อรากับรำสดนี้ไปผสมคลุกเคล้ากับมันสำปะหลังที่เตรียมไว้ แล้วทำการแผ่กระจายมันสำปะหลังนั้นบนลานซีเมนต์ให้มีความหนาประมาณ 8 ซม. เอากระสอบที่เปียกน้ำหรือพลาสติกใสคลุมไว้ข้างบนให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้เชื้อราเจริญเต็มที่ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากเส้นใยสีขาวที่เจริญคลุมบนส่วนมันสำปะหลัง ในวันที่ 4 จะใช้ส่วนผสมของยีสต์ซึ่งเตรียมไว้ล่วงหน้า 48 ชั่วโมง โดยประกอบด้วย

น้ำ	25 ลิตร
น้ำตาลปีบ หรือกากน้ำตาล	1.25 กก.
เชื้อยีสต์ (<i>Candida sp.</i>)	6-8 หลอด
ยีสต์ทำขนมปัง	12-15 กรัม
กรดซัลฟิวริก	
(commercial grade)	5 ซีซี

นำเอาส่วนผสมของยีสต์นี้ไปราดบนมันสำปะหลัง แล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วตากไว้อย่างเดิมโดยมีพลาสติกใสคลุมไว้ด้วย ในช่วงที่ลงส่วนผสมยีสต์แล้วนั้น จะต้องทำการกลับมันสำปะหลังทุก ๆ วัน วันละ 2 ครั้ง เป็นอย่างน้อยเพื่อระบายความร้อนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการหมัก จนเมื่อครบวันที่ 5 ของการหมักแล้วก็นำเอามันสำปะหลังนั้นออกตากแดดประมาณ 3 วัน (ในกรณีแดดจัด) ก็จะสามารถนำมาบดใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้

ผลและวิจารณ์

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับมันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนในระดับ 0, 20, 40 และ 60% นั้น ในช่วงสุกรรุ่นพบว่าจะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนได้ถึงระดับ 40% ของสูตรอาหาร โดยไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ในกรณีการใช้มันสำปะหลังหมักในระดับ 60% ของสูตรอาหารหรือทดแทนปลายข้าว 100% นั้น จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและประสิทธิภาพการใช้อาหารก็เร็วกว่าด้วย ($P < 0.05$) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนจะทำให้สุกรสามารถใช้ในระดับที่สูงกว่าการใช้มันสำปะหลังธรรมดา ซึ่งสาโรชและคณะ (2521) ได้รายงานว่าจะสามารถใช้มันสำปะหลังในอาหารสุกรรุ่นในระดับไม่เกิน 30% ของสูตรอาหารในสภาพการเลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ด แต่ในการทดลองนี้จะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักได้ถึงระดับ 40% ในสภาพการเลี้ยงด้วยอาหารผงโดยไม่กระทบกระเทือน

Table 3 The growth rate and the feed efficiency of the growing diet and the fattening diet according to the process of enriching protein level to the fermented cassava meal by *Aspergillus* sp. mold and by yeast

Trait measured	T1	T2	T3	T4
	Cassava meal	Cassava meal	Cassava meal	Cassava meal
	0%	20%	40%	60%
1. Number of pigs	6	6	6	6
2. Initial, wt. (kg.)	25.96	25.80	26.50	25.40
3. Final, wt. (kg.)	95.77	93.23	94.93	87.13
4. Duration, days	98	98	98	98
5. Gained wt. (kg.)	69.81	67.43	68.43	61.77
6. Growing period				
— Aver. gained wt. per day/g ^{1/}	705.33 ^a	653.00 ^a	661.0 ^a	566.50 ^b
— Feed eaten (kg.)	117.75	109.90	109.45	101.92
— Feed eaten to gained wt.	2.99	3.01	2.99	3.20
7. Fattening period				
— Aver. gained wt. per day/g	758.00	748.00	638.00	
— Feed eaten (kg.)	105.39	108.83	117.92	102.13
— Feed eaten to gained wt.	3.33	3.54	3.77	3.73
8. Whole period				
— Aver. gained wt. per day/g	712	688	698	630
— Feed eaten to gained wt.	3.20	3.25	3.34	3.37
— Aver. feed eaten per day (kg.)	2.28	2.23	2.32	2.12
— Feed expense to gained wt. (kg./baht)	15.30	15.36	15.86	15.86
9. Back fat thickness, pre-mortem (mm.)	31.24	28.19	26.67	25.15

^{1/} Values with different letters differ significantly ($P < .05$)

ต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้ อาหาร การที่สุกรรุ่นไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ทดเทียมปลายข้าวทั้งหมดนั้น เชื่อว่าเกิดจากการที่ มันสำปะหลังหมักจะมีสภาพความหนาแน่นต่ำและ เป็นคู่แข่งกับมันสำปะหลังธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้ สัตว์กินอาหารลดลงและเกิดระคายเคืองต่อระบบ ทางเดินหายใจ (Khajarn et al. 1979) ทำให้ ปริมาณอาหารที่สุกรรุ่นกินลดลงเมื่อมีการใช้มัน สำปะหลังหมักในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น และที่ระดับ การใช้ 80% ของสูตรอาหารหรือทดแทนปลายข้าว 100% นั้น สัตว์จะกินอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ จึงทำให้ มีการเจริญเติบโตลดลงจนน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการ

ทดลองต่ำกว่าการใช้มันสำปะหลังหมักในระดับต่ำกว่า ซึ่งเชื่อว่าถ้าอัดเม็ดอาหารเหล่านั้นจะสามารถทำให้สุกร สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น (Khajarn et al., 1979) และเมื่อสุกรมีอายุมากขึ้น จะสามารถใช้ ประโยชน์จากมันสำปะหลังหมักได้มากขึ้น ซึ่งจะเห็น ได้ว่าในสุกรขุนจะมีความสามารถในการใช้มันสำปะหลัง หมักได้ถึงระดับ 80% ของสูตรอาหารโดยไม่มีผล ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่อย่างใด ถึงแม้ว่าการใช้มันสำปะหลังหมักในระดับ 80% ของสูตรอาหารจะทำให้สุกรขุนมีอัตราการเจริญ เติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ เล็กน้อย แต่ก็แตกต่างอย่าง ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทั้งนี้เชื่อว่าเกิดจากสัตว์

กินอาหารได้ลดลงนั่นเอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงสุกรเพื่อขุนขายนั้น จะสามารถใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารได้เต็มที่ โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร โดยจะมีผลเพียงเล็กน้อยในช่วงสุกรรุ่นเท่านั้น แต่เมื่อสุกรมีอายุมากขึ้นก็จะสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น

สำหรับในด้านคุณภาพซากนั้น การใช้มันสำปะหลังธรรมชาติในสูตรอาหารมักจะประสบปัญหาสุกรมักจะมีกลิ่นเหม็นของไขมันสันหลังมากกว่าการใช้ปลายข้าวหรือข้าวโพด ซึ่งสารโรซและคณะ (2521) ก็ได้รายงานว่า การใช้มันสำปะหลังในระดับสูงชันจะมีแนวโน้มทำให้กลิ่นเหม็นของไขมันสันหลังสูงขึ้นตามลำดับ แม้ว่าผลแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่การใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหาร มีแนวโน้มทำให้กลิ่นเหม็นของไขมันสันหลังลดลงเมื่อระดับการใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เชื่อว่าเกิดจากการใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหารทำให้สุกรสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนเต็มที่ จึงเหลือเก็บสะสมเป็นไขมันสันหลังน้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ และสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังหมักเพิ่มเป็นส่วนผสมจะมีระดับพลังงานต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ ทำให้สุกรสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ทำให้มีเหลือสะสมเป็นไขมันน้อย

อย่างไรก็ตาม การใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหารก็มีอุปสรรค คือ ในกระบวนการผลิตโปรตีนของเชื้อจุลินทรีย์นั้น จะต้องเอาส่วนคาร์โบไฮเดรตจากมันสำปะหลังไปใช้เปลี่ยนเป็นโปรตีนซึ่งมีผลทำให้ระดับคาร์โบไฮเดรตในมันสำปะหลังหมักลดลงและระดับพลังงานก็ลดต่ำลงด้วย ทั้งนี้ทำให้การใช้มันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารมักประสบปัญหาระดับพลังงานในอาหารจะลดต่ำลงกว่าการใช้ปลายข้าวมาก ทั้งนี้แก้ไขโดยการเติมไขมันลงในสูตรอาหารซึ่งก็มีผลดีในแง่ช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหารลงได้ แต่ก็มีผลเสีย คือ ทำให้ระดับราคาอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงมีราคาสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ ต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังหมักต่อกิโลกรัมยังค่อนข้างสูง และ

ระดับโปรตีนที่ได้ก็ยังไม่สูงนัก จึงทำให้ต้นทุนยังสูงอยู่ อย่างไรก็ตาม การใช้มันสำปะหลังหมักเพิ่มโปรตีนเพื่อทดแทนแหล่งให้พลังงานในสูตรอาหารนั้น เป็นเพียงการเริ่มแรกซึ่งจำเป็นจะต้องมีการค้นคว้า วิจัยกรรมวิธีในการผลิตเพื่อให้ได้ระดับโปรตีนสูงขึ้นใกล้เคียงกับในระดับห้องปฏิบัติการ และให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่านี้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำลงกว่าการใช้ปลายข้าวและข้าวโพดในสูตรอาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อสัตว์แต่อย่างใด

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา คำวนตา และ จริญญา เจตนะจิตร. 2529. การเพิ่มโปรตีนในมันสำปะหลังโดยการหมัก. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การเพิ่มโปรตีนมันสำปะหลังโดยการหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ กรุงเทพฯ.
- สาริธ คำเจริญ, เขวมาลย์ คำเจริญ, ณรงค์ กิจพานิชย์, จินตนาถ สุดตาสอน และวรพจน์ สัจวัฒนา. 2521. การใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารสุกร. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 16 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อุทัย คันโธ. 2527. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- Alexander, J.C. 1977. Laboratory animal nutrition with fungi Grown on cassava, pp. 85 – 90. In B. Nestel and M. Graham (eds.) Cassava as Animal Feed. Int. Dev. Res. Center., IDRC – 095 e., Ottawa.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Bio metrics. 11: 1 – 4.
- Khajarerern, S., N. Hutuanuwatr, J. Khajarerern, N. Kitpanit, K. Phalaraksh and S. Tera-puntuwat. 1979. The Improvement of Nutritive and Economic Value of Cassava Root Products. 1978. Annual Report (Final Report), to IDRC, De-

- partment of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen.
- Muindi, P.J. and J.F. Hanssen. 1981. Nutritive value of cassava root meal enriched by *Trichoderma harzianum* for Chickens. J. Sci. Food. Agric. 32: 647 – 654.
- Muller, Z., K.C. Chou, K.C. Nah and T.K. Tan. 1972. Study of Nutritive Value of Tapioca in Economic Rations for Growing-Finishing Pigs in the Tropics. UNDP/SF. Project SiN 67/505, Singapore pig and Poultry Research and Training Institute, (Pigs) R – 672 pp. 1 – 35.
- National Research Council. 1979. 2. Nutrient Requirements of Swine. 8thed, Washington, D.C.: National Academy of Science.
- Santos, J. and G. Gromez. 1983. Fungal protein produced on cassava for growing rats and pigs. J. Anim. Sci. 56(2): 264 – 270.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 2nded., McGraw Hill: New York.
- Tegbe, S.B. and D.R. Zimmerman. 1977. Evaluation of a yeast single cell protein in pig diets. J. Anim. Sci. 45 (6): 1309 – 1315.
- Van Der Wal, P. 1974. New sources of amino acids for pig and poultry nutrition. Wld. Anim. Rev. 9: 30 – 33.