บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 องค์ประกอบทางโภชนะ

5.1.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของโภชนะในอาหารทดลอง พบว่า ในแต่ละระยะของอาหารทดลองในใช้ นั้น ส่วนใหญ่จะมีโภชนะที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ในกลุ่ม T5 ที่ใช้กากถั่วเหลืองหมัก 15% มีแนวโน้มที่มีโภชนะในส่วนของ โปรตีนโดยรวมมากกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย และไขมันโดยรวมน้อยกว่ากลุ่มอื่น สำหรับกลุ่ม T2 ที่ใช้กากถั่วเหลืองปกติมีไขมันโดยรวมน้อยกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากกากถั่วเหลืองปกติจะมีไขมันโดยรวมประมาณ 1.5% ของวัตถุแห้ง (N.R.C, 1998) ทั้งนี้เนื่องจาก ข้อจำกัดบางประการในการปรับสูตรอาหารหลักที่เป็นสูตรมาตรฐานหลักที่สถานที่ใช้ทดลองเป็นสูตรอาหารหลักให้เหมาะสม จึงอาศัยการปรับลดการใช้ถั่วอบไขมันเต็ม แล้วแทนด้วยกากถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองหมักดังแสดงใน Table 3.1-3.4 ทำให้มีสัดส่วนของไขมันในสูตรอาหารลดลง

5.1.2 องค์ประกอบทางโภชนะของตัวอย่างกากถั่วเหลืองหมัก

จากการวิเคราะห์พบว่า กระบวนการหมักทำให้โภชนะในตัวอย่างกากถั่วเหลืองหมัก คือ โปรตีนโดยรวม และไขมันโดยรวม เพิ่มมากขึ้น (Table 4.2) ซึ่งเกิดจากการใช้สารอาหารอื่นๆในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้สามารถพบสารอาหารต่างๆที่มีขนาดโมเลกุลเล็ก เช่นน้ำตาลโมเลกุลขนาดสายสั้น (Sarkar *et al.*, 1996 และ Kiers *et al.*, 2000) และเมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้าพบว่า กากถั่วเหลืองหมักมีโปรตีนโดยรวมและเถ้า ใกล้เคียงกัน แต่กากถั่วเหลืองหมักมี เยื่อใยโดยรวมสูงกว่ากากถั่วเหลืองหมักนำเข้า เนื่องจากกากถั่วเหลืองหมักนำเข้าใช้กากถั่วเหลืองที่กะเทาะเปลือกเป็นวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งมีเยื่อใยโดยรวมประมาณ 3.4 % วัตถุแห้งวิเคราะห์ได้ 2.87% วัตถุแห้ง (พันทิพา 2538) ต่างจากกากถั่วเหลืองหมักที่ใช้กากถั่วเหลืองที่ไม่กะเทาะเปลือกเป็นวัตถุดิบตั้งต้นจะมีเยื่อใยโดยรวมประมาณ 6.2 % วัตถุแห้ง (พันทิพา 2538) สามารถวิเคราะห์ได้ 7.77% วัตถุแห้ง ทำให้กากถั่วเหลืองหมักนำเข้ามีปริมาณเยื่อใยโดยรวมต่ำกว่ากากถั่วเหลืองหมักอย่างมาก (Table 4.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในตัวอย่างกากถั่วเหลืองหมัก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) พบว่า กากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักจะทำให้มีปริมาณของฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้นจาก 2.23 mg/g เพิ่มขึ้นเป็น 5.01 mg/g (Table 4.3) ทั้งนี้เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยโครงสร้างของฟอสฟอรัสที่มีในตัวอย่าง ทำให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้เพิ่มขึ้น (Malsui, 1996 และ Nelson, 1971) Hirabayashi *et al.* (1998) ได้ศึกษากากถั่วเหลืองหมักในไก่เนื้อสามารถปรับปรุงการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสในกากถั่วเหลือง ทำให้สามารถลดการเสริมฟอสฟอรัสในรูปอนินทรีย์จนถึงอาจไม่จำเป็นต้องเสริมด้วย inorganic phosphorus

5.1.4 ปริมาณกรดอะมิโนที่มีในตัวอย่างกากถั่วเหลือง

จากการวิเคราะห์พบว่า กากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักจะมี ปริมาณของกรดอะมิโน Glutamic acid, Glycine, Histidine, Threonine, Proline, Tyrosine, Valine และ Phenylalanine เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะ Glutamic acid เพิ่มขึ้นจาก 8.77% เป็น 10.19% ซึ่งบางส่วนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Kinema ซึ่งเป็นถั่วเหลืองหมักชนิดหนึ่ง โดย Sarker *et al.* (1996) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* พบว่าการหมักสามารถเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นได้ในรูปกรดอะมิโนอิสระ และมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จำเป็นในสัดส่วนที่สูงขึ้น และมีกรดอะมิโนอิสระ มากกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการหมัก (Table 4.4)

5.1.5 ปริมาณ Trypsin inhibitor activity ที่มีในตัวอย่างกากถั่วเหลืองหมัก

จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณ Trypsin inhibitor ที่พบในตัวอย่างกากถั่วเหลืองก่อนเปรียบเทียบหลังหมักมีปริมาณลดลงจาก 2.75 mg/g ลดลงเหลือ 1.50 mg/g (Table 4.5) ทั้งในกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า และกากถั่วเหลืองที่ผลิตเพื่องานวิจัยนี้ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ Caine *et al.* (1998) โดยการใช้เอนไซม์โปรตีเอสที่ได้จากเชื้อ *Bacillus subtilis* สามารถลด Trypsin inhibitor ลงได้ และในกระบวนการผลิตกากถั่วเหลืองหมักเพื่องานวิจัยนี้ มีขั้นตอนที่ต้องผ่านความร้อน ซึ่งความร้อนมีผลทำให้ ปริมาณ Trypsin inhibitor activity ลดลง และระดับของ Trypsin inhibitor ในถั่วเหลืองสุกมีค่าไม่เกิน 3.0 มก./กรัม (สาโรจ, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.6 ปริมาณสารพิษอะฟลาท็อกซินที่ตรวจพบในตัวอย่างกากถั่วเหลืองหมัก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาท็อกซินในตัวอย่างกากถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองหมักที่ผลิตเพื่องานวิจัยนี้ และกากถั่วเหลืองหมักนำเข้ามีปริมาณค่อนข้างต่ำ มีค่ากับ 2.5, 3 และ 2.5 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งระดับสูงสุดที่ยอมให้มีสารพิษอะฟลาท็อกซินในอาหาร ไม่เกิน 20 ppb (FAO, 2007) สาเหตุที่กากถั่วเหลืองหมักมีระดับอะฟลาท็อกซินเพิ่มขึ้นอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสารพิษในขั้นตอนการทำกากถั่วเหลืองหมักให้แห้ง ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้ใช้ตู้อบขนาดใหญ่ ที่ใช้อบตัวอย่างพืชด้วย จึงมีการปนเปื้อนขึ้น

5.1.7 วิเคราะห์การย่อยได้โดยวิธี *In vitro* digestibility ของตัวอย่างกากถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองหมักเพื่องานวิจัยนี้ และกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า

จากการวิเคราะห์การย่อยได้โดยวิธี *In vitro* digestibility พบว่า เมื่อกากถั่วเหลืองหมักผ่านกระบวนการหมักแล้วสามารถทำให้การย่อยได้ของโปรตีนโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น จากกากถั่วเหลืองปกติ มีการย่อยได้ของโปรตีนโดยรวม 76.38% เมื่อหมักแล้วทำให้การย่อยได้ของโปรตีนโดยรวมของกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า และกากถั่วเหลืองหมักที่ผลิตเพื่องานวิจัยนี้ เพื่อขึ้นเป็น 86.08% และ 85.67% ตามลำดับ ยกเว้น เยื่อใยโดยรวมจะมีการย่อยได้ค่อนข้างน้อยเนื่องจาก การย่อยได้จะจำลองเลียนแบบการย่อยได้ของสัตว์กระเพาะเดียว ซึ่งมีการย่อยได้ของเยื่อใยโดยรวมค่อนข้างน้อย จากการศึกษาของ Kiers *et al.* (2000) ได้ศึกษาการย่อยได้แบบ *In vitro* ของถั่วเหลืองที่หมักด้วยเชื้อ *Baciilus subtilis* พบว่าทำให้คุณภาพของโปรตีนของถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักสูงขึ้น มีส่วนของสาย peptide และ oligosaccharide มีขนาดที่สั้นลง และถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *Baciilus subtilis* จะมีการย่อยได้ที่เพิ่มสูงขึ้นจากเดิม 29% เป็น 33-43% และมีส่วนที่ละลายน้ำ ที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเพิ่มขึ้น

5.1.8 ค่า Available lysineโดยวิธีการย้อมสี Orange G (Dye binding)

จากการวิเคราะห์พบว่า กากถั่วเหลืองหมักเมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้วทำให้การติดสี Orange G ลดลงเล็กน้อย จาก 61.20 mg/g meal เหลือ 58.60 mg/g meal ในกากถั่วเหลืองหมักที่ผลิตเพื่องานวิจัยนี้ และ 60.07 mg/g meal ในกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า ซึ่งการติดของสีมีความจำเพาะต่อสภาพกรด เพื่อจับกับ Free amino groups, Imidazole group Histidine หรือ Guanidyl group ของ Arginine เมื่อถั่วเหลืองได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นการจับของ Orange G จะลดลง เนื่องจาก Epsilon amino group ของ lysine ไปจับกับ Reducing Sugars เมื่อนำสารละลายไปวัดการดูดกลืนแสง จะมีค่าสูงขึ้น (Moran, 1983)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.9 ความเป็นกรด-ด่างของกากถั่วเหลืองหมัก

จากการที่กากถั่วเหลืองหมักนำเข้าในเชื้อ *Lactobacillus* ซึ่งสามารถผลิตกรดแลคติกได้ และยังคงเหลืออยู่ในกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า ต่างจากกากถั่วเหลืองหมักที่ใช้เชื้อ *Bacillus* ที่ไม่สามารถผลิตกรดอินทรีย์ได้ จึงทำให้กากถั่วหมักที่ได้มีความเป็นกรด-ด่างคงเดิม ทั้งนี้เมื่อได้รับอาหารเข้าไป ภายในกระเพาะอาหารจะมีการหลั่งกรดไฮโดรคลอริกออกมา เพื่อปรับสภาพอาหารให้มีความเป็นกรด เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ที่มีในกระเพาะอาหาร (ชัยวัฒน์, 2535) ดังนั้นเมื่อกากถั่วเหลืองหมักนำเข้ามีความเป็นกรดอ่อนๆ ทำให้ง่ายต่อการใช้ประโยชน์ในกระเพาะอาหารได้ดีขึ้น

5.2 ผลของการใช้กากถั่วเหลืองหมักต่อพัฒนาของวิลไล

5.2.1 ผลต่อความยาวของวิลไล

การพัฒนาของความยาววิลไลส่วนของ duodenum จะมีความยาวมากกว่าส่วนของ jejunum และ ileum ซึ่งในการทำงานของวิลไลในลำไส้เล็กพบว่าจะมีการย่อยและการดูดซึมสารอาหารในบริเวณลำไส้เล็กส่วน Duodenum และส่วน Jejunum เป็นส่วนใหญ่ ส่วนในลำไส้เล็กส่วน Ileum มีการดูดสารอาหารน้อยกว่าส่วนอื่นจึงมีความยาวของวิลไลน้อยกว่าส่วนอื่น (ชัยวัฒน์, 2535) จากการทดลองพบว่าความยาวของวิลไลแต่ละส่วนของกลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลืองจะมีความยาวของวิลไลน้อยกว่ากลุ่มอื่นในระยะ 1-4 สัปดาห์แรกซึ่งต่างจากกลุ่มอื่นๆที่ความยาวของวิลไลใช้เวลาในการพัฒนาความยาวประมาณ 2 สัปดาห์ เป็นช่วงของการหย่านมของสุกร ซึ่งสอดคล้อง Hampson, 1996; Miller *et al*., 1986; Cera *et al*., 1988; Dunsfort *et al*., 1989; Hall and Byrne, 1989; Kelly *et al*., 1991 เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมัก กับกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า พบว่า กลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักในระดับที่เท่ากับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า มีความยาวรวมของวิลไลที่ยาวกว่า ซึ่งจากการศึกษาของ Mongkol (2002) ได้ใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* หมักถั่วเหลือง สามารถกระตุ้นให้วิลไลมีความยาวเพิ่มขึ้น Mekbungwan (2004) พบว่า การนำ pigeon pea seed meal มาผ่านความร้อนเพื่อลดระดับของ trypsin inhibitor สามารถเพิ่มความสูงของวิลไลขึ้น 40% เมื่อเปรียบเทียบกับ pigeon pea seed meal ที่ไม่ผ่านความร้อน

5.2.2 ผลต่อพื้นที่รวมของวิลไล

จากการทดลองพบว่า กากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักสามารถกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของวิลไลได้ และกากถั่วเหลืองหมักที่ผลิตเพื่องานวิจัยที่ระดับเท่ากับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้าสามารถกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่วิลไลได้มากกว่า ซึ่งในการทำงานของลำไส้เล็กจะมีการย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และดูดซึมมากในส่วนของ Duodenum และ Jejunum ทำให้ผนังของลำไส้เล็กมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มพื้นที่วิลไล และ Mongkol (2002) ได้ใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* หมักถั่วเหลือง สามารถกระตุ้นให้วิลไลมีพื้นที่เพิ่มขึ้น Mekbungwan (2003) ศึกษาการใช้ถั่วเหลือง เปรียบเทียบกับ pigeon pea และอาหารปกติ พบว่า การใช้ถั่วเหลืองทำให้ เพิ่มพื้นที่ผิวของวิลไลได้มากกว่า การใช้ pigeon pea

จากการศึกษาของ Kutchai (1996) พบว่าการเคลื่อนที่ของสารอาหารชนิดต่างๆเข้าสู่ร่างกายในบริเวณลำไส้เล็กแต่ละส่วนจะไม่เหมือนกัน โดยทั่วไปแล้วความสามารถในการดูดซึมของสารอาหารส่วนใหญ่จะมีมากในบริเวณลำไส้เล็กส่วนบน (proximal intestine) คือในบริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นและลำไส้เล็กส่วนกลาง หลังจากนั้นอัตราการดูดซึมสารอาหารจะลดลงเรื่อยๆ ยกเว้นการดูดซึมของสารอาหารบางชนิด เช่น วิตามินบี$_{12}$ และเกลือน้ำดี จะมีการดูดซึมเฉพาะในบริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายเท่านั้น

5.3 ผลของการใช้กากถั่วเหลืองหมักต่อสมรรถภาพการผลิต (Productive performance)

5.3.1 ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด

จากการทดลองพบว่า ปริมารอาหารที่กินได้ของทุกกลุ่มทดลอง (T1-T5) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Mongkol (2002) ที่ศึกษาการใช้ natto ที่หมักด้วยเชื้อ *Bacillus subtilis* แล้วไม่ได้ทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5.3.2 น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นทั้งหมด

จากการทดลองพบว่า กลุ่ม T2 มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองปกติตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง ทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต ซึ่งเกิดจากการพัฒนาของระบบการย่อยอาหารของสุกรในระยะแรกยังไม่พร้อมในการได้รับอาหารที่มีการย่อยที่ยาก (Campbell and Bedford, 1992) และ กลุ่ม T3 เป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลืองหมักนำเข้าที่ใช้กากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือก ทำให้มีการใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้นในระยะแรก เยาวมาลย์ (2544) ได้ทำการทดสอบกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกหมัก เพื่อทดแทนปลาป่นและนมผงดัดแปลงในลูกสุกรหย่านม พบว่าการเสริมกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกหมัก ในอาหารลูกสุกรหย่านม แสดงผลแตกต่างอย่างชัดเจนต่อปริมาณอาหารที่สุกรกินได้เพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตเร็วขึ้น และแสดงผลอย่างเด่นชัดในการปรับปรุงทั้งประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น และความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับลูกสุกรที่กินอาหารควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.3 อัตราการแลกเนื้อ

จากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลืองหมักนำเข้า (T3, 1.71) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลือง (T2, 1.91) และกากถั่วเหลืองหมัก (T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 1.87 และ 1.81) อย่างมีนัยสำคัญ $P<0.05$ จากการศึกษาของ เยาวมาลย์ (2549) พบว่าการเสริมโปรโตรซานในอาหารลูกสุกรหย่านมระยะแรก ทำให้มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น Kiers (2003) พบว่า กากถั่วเหลืองหมักสามารถเพิ่มความสามารถในการกินอาหารได้ของลูกสุกรหย่าได้เพิ่มขึ้น 13% และน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 21% มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น 8%

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาของวิลไลและสมรรถภาพการผลิต

จากการทดลองจะพบว่าสุกรในกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้าจะมีอัตราแลกเนื้อที่ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองหมัก แต่ปริมาณอาหารที่กินได้ และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกัน และความสูงของวิลไลของกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า จะเห็นได้ว่าในการเจริญของเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร จำเป็นต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งในการแบ่งเซลล์ ดังนั้นการเพิ่มความสูงของวิลไลจำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน จึงส่งผลต่อกลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักมีอัตราแลกเนื้อสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองหมักนำเข้า และมีแนวโน้มว่ามีน้ำหนักตัวต่ำกว่าเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาในด้านสุขภาพสัตว์ ถ้าสัตว์มีสุขภาพที่ดีจากภาพในตัวสัตว์ เมื่อเกิดความผิดปกติกับสัตว์ สัตว์ที่มีสุขภาพดีจะสามารถปรับตัวและส่งผลต่อตัวสัตว์ที่ดีได้ในอนาคต ในการเจริญเติบโตที่ดีได้ Mathivanan (2006) พบว่า การใช้กากถั่วเหลืองหมักในไก่เนื้อ ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่มีผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก ทั้งความสูงของวิลไลและความกว้างของวิลไลอย่างมีนัยสำคัญ

5.5 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กากถั่วเหลืองหมัก เลือกกากถั่วเหลืองไม่กะเทาะเปลือก จึงทำให้คุณภาพใกล้เคียงกับ กากถั่วเหลืองหมักนำเข้าซึ่งผลิตจากกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือก คาดว่าหากใช้กากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกเป็นวัตถุดิบในการหมัก จะทำให้เพิ่มคุณภาพของกากถั่วเหลืองหมักจะมีคุณภาพดีกว่ากากถั่วเหลืองหมักนำเข้า และอัตราที่ใช้ของกากถั่วเหลืองหมัก พบว่า ระดับ 10% จะให้ผลดีกว่าที่ระดับ 15% ทั้งในแง่ของ สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved