

ชื่อโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้อาหารหมักเหลวสำหรับเลี้ยงสุกร  
: Fermented Liquid Feed Application for Pigs

## บทที่ 1 บทนำ

ปริมาณการเลี้ยงสุกรของไทยโดยรวมเปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากผู้เลี้ยงรายใหญ่ สามารถเพิ่มการผลิตได้มากแต่จำนวนผู้เลี้ยงสุกรรายย่อย หรือฟาร์มขนาดเล็กมีแนวโน้มลดลงมาก ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่เพิ่มมากขึ้น ตามสภาวะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการขนส่งที่เพิ่มมากขึ้น และสินค้าเกษตรในกลุ่มพืชพลังงานและพืชน้ำมัน ทั้งกากถั่วเหลือง ปลาซิว ข้าว ข้าวโพด มีราคาแพงขึ้น อีกสาเหตุหนึ่งมาจากการที่โลกหันไปให้ความสำคัญกับการพัฒนาพลังงานเชื้อเพลิง เพื่อทดแทนน้ำมันดิบที่มีปริมาณลดลงเรื่อยๆ ทำให้ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์แพงขึ้น ทำให้ผู้เลี้ยงสุกรส่วนใหญ่ไม่สามารถแบกรับภาระต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ ก็ต้องเลิกเลี้ยงไปในที่สุด โดยแท้ที่จริงแล้วเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีอาชีพปลูกพืชเป็นหลักอยู่แล้ว จึงมีวัตถุดิบอาหารสัตว์ตามธรรมชาติอยู่มากมาย เพียงแต่จำเป็นต้องศึกษารูปแบบการนำมาใช้เป็นอาหารสุกรที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุด เพราะสุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่เหมือนกับโคกระบือที่กินหญ้าก็โตได้ ทำให้การเลี้ยงสุกร ต้นทุนมากกว่า 70% เป็นต้นทุนค่าอาหาร นอกจากนี้จากปัญหาเรื่องโรคในระบบทางเดินอาหารของสุกร ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร ทำให้นักวิชาการอาหารสัตว์ต่างๆ ทั่วโลกพยายามที่จะศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการป้องกัน เพราะการใช้ยาปฏิชีวนะในการผสมลงไปในการอาหารเพื่อป้องกันโรกระบบทางเดินอาหารหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การกระตุ้นการเจริญเติบโตให้สุกร ไม่สามารถทำได้อีกต่อไป จึงมีการผลิตสินค้าในกลุ่มสารเสริมในอาหารชนิดต่างๆ ออกมาจำหน่ายมากมายหลายชนิด เช่น โพรไบโอติก พรีไบโอติก กรดอินทรีย์ เอนไซม์ สมุนไพรในรูปแบบต่างๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าอาหารสัตว์แทบทั้งสิ้น ดังนั้นแนวทางที่ควรศึกษาวิจัยเชิงวิชาการ ในการนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารผสมมาผ่านกระบวนการหมักที่เหมาะสม และนำไปใช้ได้ อย่างถูกวิธี เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับสุกรที่พอเหมาะกับความต้องการทางพันธุกรรม และระยะของการเจริญเติบโต โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมวัสดุอาหารเสริมใดๆ ลงไป การใช้อาหารหมักที่เหมาะสมสามารถส่งเสริมสุขภาพทางเดินอาหารของสุกร จากจุลินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการหมัก โดยเฉพาะ Lactic acid bacteria ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก ความเป็นกรดที่เกิดจากกรดแลคติก ที่จุลินทรีย์สังเคราะห์จากการเปลี่ยนอาหารคาร์โบไฮเดรต ซึ่งจัดได้ว่าเป็นกรดอินทรีย์ เป็นตัวช่วยกระตุ้นความอยากอาหาร ทำให้ความเป็นกรดในระบบทางเดินอาหารเพิ่มมากขึ้น (หรือ pH ลดต่ำลง) ทำให้การย่อยสารอาหารต่างๆ ได้ดีขึ้น สุกรสุขภาพดี ลดการใช้จ่ายในฟาร์มได้ และไม่ต้องกังวลกับการตกค้างของยาในเนื้อสุกร ที่จะส่งผลไม่ติดต่อผู้บริโภคได้ เพราะอาหารหมักไม่สามารถใช้ยาปฏิชีวนะเสริมในอาหารได้ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เลี้ยงสุกรรายเล็ก รายย่อย สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ซึ่งได้พิสูจน์แนวทางดังกล่าวแล้ว จาก รายงานการวิจัยซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2550 โครงการ การศึกษาศักยภาพของการใช้อาหารหมักเลี้ยงสุกรขุน ซึ่งพบว่า สามารถใช้อาหารหมักที่ผลิตจากหยวกกล้วยและเศษผักทดแทนรำละเอียดไม่เกิน 12.5 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 30-55 กิโลกรัม ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 55-80 กิโลกรัม และไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 80-100 กิโลกรัม

การศึกษาวิจัยอาหารหมักที่อยู่ในรูปอาหารข้นเหลวในเมืองไทยยังมีการศึกษาน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะอากาศร้อน การหมักอาหารขึ้นเพื่อใช้เลี้ยงสุกรในปริมาณมากจะควบคุมได้ยาก ดังนั้นการศึกษาวิจัย

ดังกล่าวต้องมีการดำเนินการเป็นระบบ มีการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มขนาดใหญ่ได้ อย่างไรก็ตามก่อนที่จะดำเนินการค้นคว้าวิจัยไปให้ถึงจุดดังกล่าว ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในเบื้องต้น ในการพัฒนาอาหารหมักเหลวสำหรับสุกร เพื่อพิจารณาผลดี ผลเสีย และความคุ้มค่าในเบื้องต้นเสียก่อน และประโยชน์โดยตรงน่าจะให้กับผู้เลี้ยงสุกรรายย่อย ที่เลี้ยงสุกรไม่มาก สามารถหมักอาหารใช้ได้เองทุกวันในฟาร์ม โดยไม่จำเป็นต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เพิ่มเติมให้ยุ่งยาก เพราะจะเป็นการลงทุนมากเกินไปสำหรับเกษตรกรรายย่อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย คือ ศึกษาแนวทางการผลิตอาหารสุกรใช้เองในฟาร์มในรูปอาหารหมัก และศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนการผลิต เพื่อหาข้อสรุปถึงผลดีผลเสียที่ได้จากการเลี้ยงสุกรโดยใช้อาหารหมักเหลว

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ประโยชน์ของการใช้อาหารหมักเหลวเลี้ยงสุกร

โดยทั่วไปแล้ว สุกรชอบกินอาหารในรูปเปียกมากกว่าอาหารแห้ง (Mikkelsen and Jensen, 2001) สุกรที่ได้รับอาหารในรูปเปียก ช่วยปรับปรุงทั้งอัตราการเจริญเติบโต และอัตราแลกน้ำหนัก (Jensen and Mikkelsen, 1998; Kim et al. 2001; Lyberg et al., 2005) นอกจากนี้ อาหารเปียกยังให้ผลดีต่อสุกรในด้านความสูงและโครงสร้างของผนังเซลล์ในลำไส้เล็ก ช่วยให้การดูดซึมและใช้ประโยชน์สารอาหารต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Mikkelsen and Jensen, 2001; Pluske, 2001) โดยงานวิจัยดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เป็นการศึกษาวิจัยในสุกรที่อยู่ในเขตหนาว ยังให้ผลในด้านดีต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกร สำหรับในประเทศไทย มีสภาพอากาศที่ร้อนเกือบทั้งปี ซึ่งการที่อุณหภูมิอากาศสูง ก็เป็นที่ทราบโดยทั่วไปแล้วว่า ส่งผลกระทบต่ออย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อันดับแรกคือ ปริมาณอาหารที่กินได้ลดลง ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และก็จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเป็นอันดับต่อไป ดังนั้นการให้อาหารสุกรในรูปเปียก ย่อมให้ผลดีต่อสุกรที่เลี้ยงในเขตร้อนมากกว่า

ผลของกระบวนการหมักต่อลักษณะของอาหารเปียกหรือเหลว ขึ้นอยู่กับกลไกธรรมชาติของจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบ รวมทั้งปัจจัยภายนอกที่ส่งผลได้แก่ อุณหภูมิ สารต่างๆ ที่มีอยู่ในอาหาร รวมถึงการเติมสารต่างๆ ที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การเติมหัวเชื้อ การเติมกรดอินทรีย์ เป็นต้น กระบวนการหมักซึ่งใช้วัสดุอาหารประเภทแป้ง และประเภทที่น้ำตาลสูง จะได้ผลผลิตจากการหมักเป็น Lactic acids, Organic acids และ Alcohol โดยจากรายงานผลการวิจัยการใช้อาหารสุกรผสมในสภาพเหลว ทำการหมักให้มี pH ระหว่าง 3.5 ถึง 4.5 ก็จะมีปริมาณของ Lactic acids, Organic acids และ Alcohol เป็นผลผลิตเช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่าอาหารหมักดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสุกร และประสิทธิภาพในการใช้อาหารเพื่อการเจริญเติบโตได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปกติที่ไม่ได้ทำการหมัก (Mikkelsen and Jensen, 1997, 1998) ทั้งนี้เนื่องจาก อาหารหมักช่วยในการลด pH ในระบบทางเดินอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่ทำการหมักซึ่งมี pH ในอาหาร 5.5 ถึง 6.1 (Scholten et al., 1999)

ดังนั้นการใช้อาหารหมักที่เกิดจากการควบคุมการหมักที่ถูกต้อง น่าจะให้ผลดีกับสุกรทางด้านประสิทธิภาพการผลิต และสุขภาพโดยไม่จำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะในการเสริม หรือการรักษาซึ่งจะก่อผลกระทบต่อสารตกค้างในผลผลิตได้ รวมทั้งการดื้อยาของสัตว์ และผู้บริโภคซึ่งเป็นผลต่อเนื่องในระยะยาว ยืนยันได้จากรายงานสรุปจาก 17 การทดลองของ Jensen and Mikkelsen (1998) สรุปไว้ว่า อาหารหมักเหลวช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 13.4% แต่อัตราแลกน้ำหนักไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับรายงานของ van Winsen et al. (2001), Demeckova et al. (2002), Lindecrona et al. (2003) และ Bosen et al. (2004) การใช้อาหารหมักเหลวเลี้ยงสุกรระยะรุ่นและลูกสุกร สามารถปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารของสุกร เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารแห้ง และ/หรือ อาหารเหลวที่ไม่ได้ผ่านการหมัก แต่มีรายงานที่ยังให้ผลที่แตกต่างกัน เช่น Canibe and Jensen (2003) เปรียบเทียบการใช้อาหารแห้ง อาหารเหลวที่ไม่ผ่านการหมัก (อาหารชั้นผสมน้ำ 1:2.5) และอาหารเหลวหมักที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 4 วัน ซึ่งพบว่า อาหารที่ผ่านการหมักมีปริมาณ LAB มากที่สุดคือ 9.4 log cfu/g และมีกรดแลคติกประมาณ 169 mmol/kg มี *Enterobacteriaceae* น้อยกว่า 3.2 log cfu/g และ pH 4.4 เปรียบเทียบกับอาหารเหลวที่ไม่ได้ผ่านการหมักซึ่งมี LAB 7.2 log cfu/g มี *Enterobacteriaceae* 6.2 log cfu/g และ pH 4.4 ซึ่งสุกรที่กินอาหารหมักพบปริมาณ *Enterobacteriaceae* ในระบบทางเดินอาหารต่ำกว่ากลุ่มที่กินอาหารไม่ผ่านการหมัก แต่ผลทางด้านประสิทธิภาพการผลิตพบว่า อัตราการเจริญเติบโตกลุ่มที่กินอาหารเหลวดีที่สุด ดีกว่าอาหารแห้งและ

อาหารหมัก เนื่องจากอาหารหมักมีผลต่อการกินได้ของสุกรที่ลดลง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสุกรที่กินอาหารแห้ง ซึ่ง Brook et al. (2003a และ 2003b) ได้สรุปข้อดีของการใช้อาหารหมักไว้ดังนี้ คือ

- 1) ลดการสูญเสียอาหารในรูปฝุ่นผง ในช่วงการขนถ่ายอาหารและการกินอาหารของสุกร
- 2) ปรับปรุงสุขภาพของสุกรและสภาพแวดล้อมในโรงเรือน จากการลดปริมาณฝุ่นในอากาศปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และอัตราแลกน้ำหนักของสุกร
- 3) มีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ สามารถเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ราคาถูกลงได้หลากหลายมากกว่า ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำ
- 4) เพิ่มปริมาณการกินได้ของสุกร โดยเฉพาะในสภาพการเลี้ยงที่อุณหภูมิสูง
- 5) อาหารหมักที่มีคุณภาพ ช่วยคงสภาพการเจริญของเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็ก
- 6) อาหารในสภาพกรด ช่วยในการควบคุมเชื้อโรค ทั้งการปนเปื้อนในอาหาร และในระบบทางเดินอาหาร และช่วยในการย่อยโปรตีนในสุกรเล็ก ซึ่งสภาพความเป็นกรดในกระเพาะอาหารยังไม่เพียงพอ
- 7) เป็นแหล่ง LAB ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก ช่วยให้จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร มีความสมดุลที่ดี โดยเฉพาะในระบบทางเดินอาหารส่วนปลาย

จากรายงานของอรุณี (2552) สามารถใช้อาหารหมักที่ผลิตจากหยวกกล้วยและเศษผักทดแทนรำละเอียดไม่เกิน 12.5 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 30-55 กิโลกรัม ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 55-80 กิโลกรัม และไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 55-80 กิโลกรัม

การศึกษาวิจัยอาหารหมักที่อยู่ในรูปอาหารชั้นเหลวในเมืองไทยยังมีการศึกษาน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะอากาศร้อน การหมักอาหารชั้นเพื่อใช้เลี้ยงสุกรในปริมาณมากจะควบคุมได้ยาก ดังนั้นการศึกษาวิจัยดังกล่าวต้องมีการดำเนินการเป็นระบบ มีการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มขนาดใหญ่ได้ อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะดำเนินการค้นคว้าวิจัยไปถึงจุดดังกล่าว ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในเบื้องต้น ในการพัฒนาอาหารหมักเหลวสำหรับสุกร เพื่อพิจารณาผลดีผลเสีย และความคุ้มค่าในเบื้องต้นเสียก่อน และประโยชน์โดยตรงน่าจะได้กับผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยที่เลี้ยงสุกรไม่มาก สามารถหมักอาหารใช้ได้เองทุกวันในฟาร์ม โดยไม่จำเป็นต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือเพิ่มเติมให้ยุ่งยาก เพราะจะเป็นการลงทุนมากเกินไปสำหรับเกษตรกรรายย่อย

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 การทดลองที่ 1 : การทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะเล็ก (น้ำหนักตัว 10- 20 กิโลกรัม)

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เติมนิโคติน 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรหลังหย่านมอายุ 3 สัปดาห์ แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม สุกรได้รับอาหารชั้นชนิดที่ 1

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมัก 100% ในสัปดาห์ที่ 1-4 และอาหารหมัก 50% + อาหารชั้นผสมน้ำ 50% ในสัปดาห์ที่ 5-6

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นที่ผสมน้ำ ให้อยู่ในสภาพอาหารเหลว โดยใช้อัตราส่วนของอาหาร ต่อ น้ำ 1:2.5 (ในอัตราส่วนเดียวกับที่ใช้หมักอาหาร)

ทดลองในสุกรระยะอนุบาลหลังหย่านมอายุ 3 สัปดาห์ เป็นลูกผสม ดุรอด × (แลนด์เรซ × ลาร์จไวท์) จำนวน 45 ตัว สุ่มสุกรแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สุกรจะได้รับอาหารตามแผนการให้อาหารอย่างเต็มที่ และมีน้ำให้ดื่มตลอดเวลา

บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุกสัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญโต ประสิทธิภาพการใช้ อาหาร ต้นทุนการเลี้ยงต่อหน่วยน้ำหนักของสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การรักษาสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพทางเดินอาหารของลูกสุกร เพื่อวัดอัตราการเกิดท้องเสียของสุกร โดยดูจากลักษณะรูปร่าง และสีของมูลสุกร ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

#### 3.2 การทดลองที่ 2 การทดสอบอาหารหมักเหลว ในสุกรระยะรุ่น-ขุน

อาหารหมักที่ได้จากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร จะถูกนำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะรุ่น ในการวางแผนทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม สุกรได้รับอาหารชั้น แบ่งสูตรอาหารเป็น 3 ระยะ (NRC, 1998) ตามน้ำหนักของสุกร คือ สุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ระยะขุน 1(นน.ตัว50-80 กก.) และระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.)

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมัก ที่หมักในสภาวะการหมักที่เหมาะสมจากผลที่ได้จากโครงการวิจัยที่ 1 ในสุกรสุกรระยะรุ่น ระยะขุน 1 และ ระยะขุน 2 ตามลำดับ โดยให้อาหารหมักเหลวในสุกรแต่ละระยะดังนี้

สุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ให้อาหารหมักเหลวสัดส่วน 1:2.5 ที่ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมงเป็นต้นไป 25 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 75 เปอร์เซ็นต์

สุกรระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) ให้อาหารหมักเหลวสัดส่วน 1:2.5 ที่ระยะเวลาการหมัก 72 ชั่วโมงในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 50 เปอร์เซ็นต์

สุกรระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.) ใช้อาหารหมักเหลวสัดส่วน 1:2.5 ที่ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 50 เปอร์เซ็นต์

**กลุ่มที่ 3** สุกรได้รับอาหารชั้นที่ผสมน้ำให้อยู่ในสภาพอาหารเหลว โดยใช้อัตราส่วนของอาหาร ต่อ น้ำ ในอัตราส่วนเดียวกับกลุ่มที่ 2 ในแต่ละระยะของการเลี้ยง แต่ไม่ปล่อยให้เกิดกระบวนการหมักเกิดขึ้น โดยผสมน้ำแล้วใช้เลี้ยงสุกรทันที แบ่งสุกรเป็น ในสุกรระยะเล็ก ระยะรุ่น ระยะขุน 1 และ ขุน 2 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน

ทดลองในสุกรรุ่น ลูกผสม ดุรอค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) ที่น้ำหนักเริ่มต้น 20 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว โดยใช้สุกรต่อเนื่องจากการทดลองในช่วงสุกรอนุบาล-ระยะเล็ก (การทดลองที่ 1) แต่เลือกสุกรในแต่ละกลุ่มที่มีน้ำหนักใกล้เคียง 20 กิโลกรัม มาเพียง 30 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว (10 ซ้ำ) โดยจัดกลุ่มทดลองตามกลุ่มทดลองเดิมของสุกรอนุบาล-ระยะเล็ก (การทดลองที่ 1) โดยมีเพศผู้ตอและเพศเมียในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่าๆ กันทุกกลุ่มการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) เลี้ยงในคอกๆ ละ 1 ตัว จนกระทั่ง ถึงน้ำหนักส่งตลาด คือ 100 กิโลกรัม สุกรจะได้รับอาหารตามแผนการให้อาหารอย่างเต็มที่

บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุก 2 สัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อทำการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนค่าอาหารการเลี้ยงต่อหน่วยน้ำหนักของสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การรักษาสุกร

### 3.3 การทดลองที่ 3 : การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เต็มกรดซिटริก 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะเล็ก จำนวน 6 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ 6 x 6 Latin Square Arrangement โดยสุกรทดสอบทั้ง 6 ตัว ได้รับอาหารชั้นผสมอาหารหมัก ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 % ตามลำดับ หมุนเวียนให้สุกรทุกตัวได้รับอาหารดังกล่าวชนิดละ 1 สัปดาห์ เพื่อศึกษาระดับการใช้อาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก ก่อนที่จะทดสอบประสิทธิภาพการผลิตตลอดระยะน้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัมต่อไป บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุกสัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การรักษาสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพทางเดินอาหารของลูกสุกร เพื่อวัดอัตราการเกิดท้องเสียของสุกร โดยดูจากลักษณะรูปร่าง และสีของมูลสุกร ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

### 3.4 การทดลองที่ 4 : การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก

#### การทดลองที่ 4.1 การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะเล็ก (นน.ตัว10-20 กก.)

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เต็มกรดซिटริก 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะเล็ก จำนวน 30 ตัว ตาม

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 ซ้ำ (โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมกับอาหารชั้น ในระดับต่างๆ ที่เหมาะสม จากผลการทดลองที่ 3)

กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 20% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 30% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 40% ผสมกับอาหารชั้น

เลี้ยงสุกรในคอกขังเดี่ยว จนกระทั่งสุกรน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม สุกรจะได้รับอาหารตามแผนการให้อาหารอย่างเต็มที่ และมีน้ำให้ดื่มตลอดเวลา

บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุกสัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญโต ประสิทธิภาพการใช้ อาหาร ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงต่อหน่วยน้ำหนักของสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การ รักษาสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพทางเดินอาหารของลูกสุกร เพื่อวัดอัตราการเกิดท้องเสียของสุกร โดยดูจาก ลักษณะรูปร่าง และสีของมูลสุกร ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

**การทดลองที่ 4.2 ศึกษาผลการใช้อาหารหมักต่อการย่อยได้ของโภชนะของสุกรระยะเล็ก (10-20 kgBW.)**

เลี้ยงสุกรอนุบาล ที่น้ำหนักตัว 10 กิโลกรัม บนกรงขังเดี่ยว โดยใช้สุกรลูกผสม ดุรอก x (แลนดเรซ x ลาร์จไวท์) จำนวน 6 ตัว วางแผนการทดลองแบบสลับทริทเมนต์ (Change Over Design) สุกรทั้ง 6 ตัว ได้รับอาหารทั้ง 3 ชนิดที่ผสม  $TiO_2$  0.5% เพื่อเป็น indigestible marker ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 25% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารเหลว (อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5)

สุ่มมูลสุกร 3 ครั้งห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ *E.coli* และ *Salmonella*

เลี้ยงสุกรเป็นเวลา 5 วัน โดย 3 วันแรกเป็นช่วงปรับตัวของสุกรกับอาหารทดสอบ และ 2 วันสุดท้าย เป็นช่วงเก็บตัวอย่างมูลโดยสุ่มตัวอย่างมูล 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ถ่ายออกมาทั้งหมด นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}C$  ทันที เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างอาหาร มูล ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้ F-test ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

**3.5 การทดลองที่ 5 การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะรุ่น-ขุน**

**การทดลองที่ 5.1 การทดสอบอาหารหมักเหลว ในสุกรระยะรุ่น-ขุน**

อาหารหมักที่ได้จากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร จะถูกนำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะรุ่น-ขุน แบ่งสูตรอาหารเป็น 3 ระยะ (NRC, 1998) ตามน้ำหนักของสุกร คือ สุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) และระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.) ในการวางแผนทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 20% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 30% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 40% ผสมกับอาหารชั้น

ทดลองในสุกรรุ่น ลูกผสม ดุรอค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) ที่น้ำหนักเริ่มต้น 20 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว โดยใช้สุกรต่อเนื่องจากการทดลองในช่วงสุกรอนุบาล-ระยะเล็ก (การทดลองที่ 4.1) โดยจัดกลุ่มทดลองตามกลุ่มทดลองเดิมของสุกรอนุบาล-ระยะเล็ก (การทดลองที่ 4.1) โดยมีเพศผู้ตอนและเพศเมียในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่าๆ กัน ทุกกลุ่มการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) เลี้ยงในคอกๆ ละ 1 ตัว จนกระทั่ง ถึงน้ำหนักส่งตลาด คือ 100 กิโลกรัม สุกรจะได้รับอาหารตามแผนการให้อาหารอย่างเต็มที่ ในช่วง 20-80 กิโลกรัม แต่พอระยะขุน 2 (80-100 กิโลกรัม) จะทำการจำกัดอาหารที่กิน โดยน้ำหนักอาหารคิดเทียบเป็นน้ำหนักแห้ง (air dry) เท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง คือ 2.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน เพื่อให้สุกรมีคุณภาพซากที่ดี โดยมีน้ำให้ดื่มตลอดเวลา

บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุก 2 สัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อทำการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงต่อหน่วยน้ำหนักของสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การรักษาสุกร

### **การทดลองที่ 5.2 ศึกษาผลการใช้อาหารหมักต่อการย่อยได้ของโภชนะของระยะรุ่น**

เลี้ยงสุกรรุ่นที่น้ำหนักตัว 40 กิโลกรัม บนกรงขังเดี่ยว โดยใช้สุกรลูกผสม ดุรอค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) จำนวน 6 ตัว วางแผนการทดลองแบบสลับทริทเมนท์ (Change Over Design) สุกรทั้ง 6 ได้รับอาหารทั้ง 3 ชนิดที่ผสม  $\text{TiO}_2$  0.5% เพื่อเป็น indigestible marker ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 50% ผสมกับอาหารชั้น

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารเหลว (อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5)

สุ่มมูลสุกร 3 ครั้งห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ *E.coli* และ *Salmonella*

เลี้ยงสุกรเป็นเวลา 5 วัน โดย 3 วันแรกเป็นช่วงปรับตัวของสุกรกับอาหารทดสอบ และ 2 วันสุดท้าย เป็นช่วงเก็บตัวอย่างมูลโดยสุ่มตัวอย่างมูล 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ถ่ายออกมาทั้งหมด นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ทันที เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างอาหาร มูล ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ AOAC (2000) คำนวณหาการย่อยได้ของโภชนะ ได้แก่ พลังงาน โปรตีน เยื่อใย ไขมัน แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

## บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

### 4.1 การทดลองที่ 1 : การทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะเล็ก (น้ำหนักตัว 10- 20 กิโลกรัม)

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เติมกรดซิตริก 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรหลังหย่านมอายุ 3 สัปดาห์ แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม สุกรได้รับอาหารชั้นชนิดที่ 1

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมัก 100% ในสัปดาห์ที่ 1-4 และอาหารหมัก 50% + อาหารชั้นผสมน้ำ 50% ในสัปดาห์ที่ 5-6

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นที่ผสมน้ำ ให้อยู่ในสภาพอาหารเหลว โดยใช้อัตราส่วนของอาหาร ต่อ น้ำ 1:2.5 (ในอัตราส่วนเดียวกับที่ใช้หมักอาหาร)

จากผลในตาราง 4.1 พบว่าค่าเฉลี่ยต่อสัปดาห์ของสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง คือกลุ่มทดลองที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้น กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว และกลุ่มทดลองที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2.5 จากผลอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน พบว่าการใช้อาหารหมักเหลว 100% ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ของการทดลอง สุกรในกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเพิ่มที่น้อยกว่า และอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่ากลุ่มที่กินอาหารชั้น และอาหารเหลว ( $P < 0.05$ ) แต่สุกรสามารถปรับตัวได้ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ทำให้กลุ่มที่กินอาหารหมักมีค่าน้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น และเมื่อปรับลดปริมาณอาหารหมักเหลวสำหรับสุกรในกลุ่มที่ 2 ลง 50% ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-6 สุกรสามารถปรับตัวจนสามารถมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นจนใกล้เคียงกับกลุ่มอื่นในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และ 6

สำหรับผลของการให้อาหารหมักเหลวกับสุกรระยะอนุบาล-ระยะเล็กนั้น จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าการใช้อาหารหมักเหลว มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ในทุกๆ สัปดาห์ของการทดลอง ( $P < 0.05$ ) ซึ่งจากผลดังกล่าวเมื่อเทียบกับอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว ถึงแม้จะด้อยกว่ากลุ่มอื่น แต่ส่งผลให้อัตราแลกน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดีกว่าสุกรที่ใช้อาหารชั้น และอาหารเหลว ( $P < 0.05$ ) โดยเมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จึงให้ผลต้นทุนที่ต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ )

สำหรับคะแนนมูลสุกร ที่สามารถบ่งบอกถึงสุขภาพทางเดินอาหารของสุกร พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ที่ให้ผลดีคือในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และ 4 ที่ คะแนนรูปร่างของมูลดีกว่ากลุ่มที่กินอาหารชั้น ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรกลุ่มที่กินอาหารเหลว



ตาราง 4.1 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการผลิต	สัปดาห์การทดลองที่					
	1	2	3	4	5	6
<b>ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)</b>						
กลุ่ม 1	0.28 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>
กลุ่ม 2	0.12 <sup>b</sup>	0.26 <sup>b</sup>	0.30 <sup>c</sup>	0.35 <sup>c</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>
กลุ่ม 3	0.25 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>
SEM	0.01	0.09	0.03	0.03	0.04	0.04
<i>P</i> -value	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
<b>อัตราแลกน้ำหนัก (feed/gain)</b>						
กลุ่ม 1	1.91 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
กลุ่ม 2	1.12 <sup>b</sup>	1.39 <sup>b</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.08 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>
กลุ่ม 3	1.78 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.52 <sup>b</sup>	1.54 <sup>b</sup>	1.26 <sup>b</sup>	1.74 <sup>a</sup>
SEM	0.12	0.09	0.08	0.13	0.07	0.07
<i>P</i> -value	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
<b>ประสิทธิภาพการใช้อาหาร</b>						
กลุ่ม 1	0.52 <sup>b</sup>	0.57 <sup>b</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.47 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.53 <sup>b</sup>
กลุ่ม 2	0.89 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>
กลุ่ม 3	0.56 <sup>b</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.57 <sup>b</sup>
SEM	4.32	3.40	4.21	7.51	5.37	2.44
<i>P</i> -value	0.001	0.001	0.001	0.01	0.01	0.001
<b>ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กก. (บาท)</b>						
กลุ่ม 1	34.38 <sup>a</sup>	31.50 <sup>a</sup>	32.94 <sup>a</sup>	38.16 <sup>a</sup>	27.18 <sup>a</sup>	33.66 <sup>a</sup>
กลุ่ม 2	21.27 <sup>b</sup>	26.40 <sup>b</sup>	23.93 <sup>c</sup>	23.93 <sup>c</sup>	20.51 <sup>b</sup>	27.16 <sup>b</sup>
กลุ่ม 3	32.04 <sup>a</sup>	29.88 <sup>ab</sup>	27.36 <sup>b</sup>	27.72 <sup>b</sup>	22.68 <sup>b</sup>	31.32 <sup>a</sup>
SEM	2.16	1.62	1.47	2.42	1.26	1.31
<i>P</i> -value	0.003	0.013	0.001	0.00	0.00	0.004
<b>คะแนนรูปร่างมูลสุกร</b>						
กลุ่ม 1	2.73 <sup>a</sup>	2.74 <sup>ab</sup>	2.84	3.05 <sup>a</sup>	3.02	2.99
กลุ่ม 2	2.34 <sup>b</sup>	2.99 <sup>a</sup>	2.75	2.64 <sup>b</sup>	2.76	2.87
กลุ่ม 3	2.32 <sup>b</sup>	2.59 <sup>b</sup>	2.69	2.91 <sup>ab</sup>	3.04	2.94
SEM	0.08	0.10	0.10	0.11	0.11	0.06
<i>P</i> -value	0.001	0.04	0.57	0.04	0.12	0.32

ตาราง 4.1 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการผลิต	สัปดาห์การทดลองที่					
	1	2	3	4	5	6
<b>คะแนนสีมูลสุกร</b>						
กลุ่ม 1	3.49 <sup>a</sup>	3.12 <sup>a</sup>	3.12 <sup>ab</sup>	3.18 <sup>a</sup>	3.18	3.07
กลุ่ม 2	3.18 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>b</sup>	2.90 <sup>b</sup>	2.97 <sup>b</sup>	3.00	2.95
กลุ่ม 3	3.05 <sup>b</sup>	3.19 <sup>a</sup>	3.18 <sup>a</sup>	3.10 <sup>ab</sup>	3.02	3.05
SEM	0.11	0.08	0.07	0.05	0.07	0.05
P-value	0.02	0.03	0.02	0.03	0.17	0.19
<b>อัตราการเกิดการถ่ายเหลว (%)</b>						
กลุ่ม 1	1.05	0.45	0.60	0.75	0.45	0
กลุ่ม 2	0.45	0.90	0.45	0	0	0
กลุ่ม 3	0.30	1.05	0.30	0.45	0.30	0

หมายเหตุ: <sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* ดัชนีแสดงรูปร่างและสีของมูลระหว่างการทดลอง ดังนี้ รูปร่าง 1= แข็งคงรูปได้ดี

และรูปร่าง 5= เหลวเป็นน้ำ; สี 1= ดำ และสี 5= เหลือง

กลุ่มที่ 1 สุกรกินอาหารชั้นชนิดผงแห้ง กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมัก 100% ในสัปดาห์ที่ 1-4 และอาหารหมัก 50% + อาหารชั้นผสมน้ำ 50% ในสัปดาห์ที่ 5-6 กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นที่ผสมน้ำ ให้อยู่ในสภาพอาหารเหลว โดยใช้ อัตราส่วนของอาหาร ต่อ น้ำ 1:2.5

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตของสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์ ดังแสดงในตาราง 4.2 พบว่าประสิทธิภาพการผลิตของสุกรที่กินอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง เฉลี่ยตลอดการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ พบว่าการใช้อาหารหมักเหลว ในสุกรกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเพิ่มที่น้อยกว่า และอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า กลุ่มที่กินอาหารชั้น และอาหารเหลว ( $P < 0.05$ ) ทั้งนี้เป็นผลมาจากอัตราการกินได้ที่ต่ำกว่าสุกรทุกกลุ่ม ( $P < 0.05$ ) แต่ส่งผลให้อัตราแลกน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดีกว่าสุกรที่ใช้อาหารชั้น และอาหารเหลว ( $P < 0.05$ ) โดยเมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จึงให้ผลต้นทุนที่ต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) และการให้อาหารหมักเหลวมีแนวโน้มช่วยปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารสุกร โดยดูจากเปอร์เซ็นต์การถ่ายเหลวที่ต่ำสุดถึงแม้จะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติก็ตาม ซึ่งแตกต่างจาก Han et al. (2006) ที่สรุปไว้ว่าการใช้อาหารเหลวในสุกรหลังหย่านมเป็นระยะเวลา 10 หรือ 20 วัน ช่วยเพิ่มปริมาณการกินอาหารได้ และอัตราการเจริญเติบโต แต่ไม่มีผลต่อเนื่องถึงสุกรในระยะเวลาต่อมา แต่จากการทดลองนี้มีผลต่อการกินของสุกรที่ลดลง แสดงว่าอาหารหมักเหลวส่งผลเสียต่อความน่ากินของอาหารส่งผลต่อการกินได้ของสุกรที่ลดลง (Brooks et al., 2003; Moran, 2006)

ตาราง 4.2 ประสิทธิภาพการผลิตสุกรอายุ 4-9 สัปดาห์ ตลอดการทดลองทั้ง 6 สัปดาห์

ประสิทธิภาพการผลิต	กลุ่มการทดลอง				
	1	2	3	SEM	P-value
จำนวนสุกร (ตัว)	15	15	15	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	6.20	6.29	6.19	0.15	0.88
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	20.21 <sup>a</sup>	18.51 <sup>b</sup>	20.17 <sup>a</sup>	0.52	0.04
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	14.01 <sup>a</sup>	12.22 <sup>b</sup>	13.98 <sup>a</sup>	0.44	0.01
จำนวนวันทดลอง (วัน)	42	42	42	-	-
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.33 <sup>a</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.01	0.01
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	25.26 <sup>a</sup>	15.44 <sup>c</sup>	21.74 <sup>b</sup>	0.84	0.001
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	0.60 <sup>a</sup>	0.37 <sup>c</sup>	0.52 <sup>b</sup>	0.08	0.001
อัตราแลกน้ำหนัก	1.80 <sup>a</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.56 <sup>b</sup>	0.05	0.001
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.55 <sup>c</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.64 <sup>b</sup>	2.14	0.001
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กก.(บาท)**	32.40 <sup>a</sup>	23.92 <sup>c</sup>	28.08 <sup>b</sup>	0.83	0.001
คะแนนรูปร่างมูลสุกร*	2.90	2.73	2.75	0.09	0.37
คะแนนสีมูลสุกร*	3.19 <sup>a</sup>	2.98 <sup>b</sup>	3.10 <sup>ab</sup>	0.05	0.02
อัตราการเกิดการถ่ายเหลว (%)	0.55	0.30	0.40	0.15	0.49

หมายเหตุ: <sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* ดัชนีแสดงรูปร่างและสีของมูลระหว่างการทดลอง ดังนี้ รูปร่าง 1= แข็งคงรูปได้ดี

และ รูปร่าง 5= เหลวเป็นน้ำ; สี 1= ดำ และสี 5= เหลือง

\*\* ต้นทุนค่าอาหารคำนวณจากราคาต้นทุน 18 บาทต่อกิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) เท่ากันทุกกลุ่มทดลอง

#### 4.2 การทดลองที่ 2 : การทดสอบอาหารหมักเหลว ในสุกรระยะรุ่น-ขุน

อาหารหมักที่ได้จากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร จะถูกนำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะ รุ่น-ขุน ในการวางแผนทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม สุกรได้รับอาหารชั้น แบ่งสูตรอาหารเป็น 3 ระยะ (NRC, 1998) ตามน้ำหนักของสุกร คือ สุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) และระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.)

กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมัก ที่หมักในสภาวะการหมักที่เหมาะสมจากผลที่ได้จากโครงการวิจัยที่ 1 ในสุกรระยะรุ่น ระยะขุน 1 และ ระยะขุน 2 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นที่ผสมน้ำให้อยู่ในสภาพอาหารเหลว โดยใช้อัตราส่วนของอาหารต่อน้ำในอัตราส่วนเดียวกับที่ใช้จากโครงการวิจัยที่ 1 แล้วให้ผลดีที่สุด แต่ไม่ปล่อยให้เกิดกระบวนการหมักเกิดขึ้น โดยผสมน้ำแล้วใช้เลี้ยงสุกรทันที แบ่งสุกรเป็นในสุกรระยะรุ่น ระยะขุน 1 และ 2 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน

ทดลองในสุกรรุ่น ลูกผสม ดุรอด x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) ที่น้ำหนักเริ่มต้น 20 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว โดยใช้สุกรต่อเนื่องจากการทดลองในช่วงสุกรระยะเล็ก แต่เลือกสุกรในแต่ละกลุ่มที่มีน้ำหนักใกล้เคียง 20 กิโลกรัม มาเพียง 30 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 ตัว (10 ข้ำ) โดยจัดกลุ่มทดลองตามกลุ่มทดลองเดิมของสุกรอนุบาล-ระยะเล็ก (การทดลองที่ 4.1) โดยมีเพศผู้ตอนและเพศเมียในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่าๆ กันทุกกลุ่มการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) เลี้ยงในคอกๆ ละ 1 ตัว จนกระทั่งถึงน้ำหนักส่งตลาด คือ 100 กิโลกรัม สุกรจะได้รับอาหารตามแผนการให้อาหารอย่างเต็มที่ ในช่วง 20-100 กิโลกรัม โดยมีน้ำให้ดื่มตลอดเวลา

บันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเพิ่มทุก 2 สัปดาห์และน้ำหนักสุดท้ายของการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน เพื่อทำการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ ได้แก่ อัตราการเจริญโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนการเลี้ยงต่อหน่วยน้ำหนักของสุกร นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพ การเจ็บป่วย การให้การรักษาสุกร

#### 4.2.1 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม)

จากตาราง 4.3 พบว่าประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม) ที่กินอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองที่ 1 สุกรกินอาหารชั้นในรูปแห้งชนิดผง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรกินอาหารหมักเหลวสัดส่วน 1:2.5 ที่ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมงเป็นต้นไป 25 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 75 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มทดลองที่ 3 สุกรกินอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 ตลอดการทดลองที่น้ำหนักตัว 20 – 50 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า สุกรกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลาทดลองน้อยที่สุด คือ 43 วัน ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 และ 3 ใช้ระยะเวลาในการทดลองถึง 47 วัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สุกรกลุ่มทดลองที่ 2 มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรในกลุ่มการทดลองที่ 1 และสุกรในกลุ่มทดลองที่ 3 ถึงแม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม แต่การใช้อาหารหมักและอาหารเหลวผสมในอาหารสุกร กลุ่มที่ 2 และ 3 ส่งผลให้สุกรมีอัตราการกินอาหารที่มากขึ้น ( $P < 0.05$ ) จึงส่งผลให้มีอัตราแลกน้ำหนักและประสิทธิภาพการใช้อาหารแยกว่าสุกรในกลุ่มที่กินอาหารชั้นกลุ่มที่ 1 ( $P < 0.05$ ) และทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในกลุ่มทดลองที่ 1 มีต้นทุนถูกกว่าทุกกลุ่มทดลองเพราะมีต้นทุนเพียง 24.48 บาท แต่ในอีก 2 กลุ่มทดลองมีต้นทุนที่สูงกว่า ( $P < 0.05$ ) คือ กลุ่มทดลองที่ 2 มีต้นทุน 29.30 บาท และในกลุ่มทดลองที่ 3 มีต้นทุนถึง 31.73 บาท ซึ่งแตกต่างจาก Canibe and Jensen (2003) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารเหลวที่ไม่ได้ผ่านการหมัก รวมทั้งปริมาณอาหารที่กินได้ ดีกว่าสุกรที่กินอาหารหมักเหลว ซึ่งความแตกต่างเนื่องมาจากชนิดของอาหารที่นำมาหมัก (Jensen and Mikkelsen, 1998) สำหรับการทดลองในเขตร้อนชื้น เช่นจากรายงานของ Nguyen et. al. (2005) รายงานว่าอาหารหมักเหลวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของสุกร โดยแนะนำให้หมักอาหารประเภทแป้งก่อนนำไปผสมในอาหารสุกร เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณค่าทางอาหารของโปรตีน

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพการผลิตสุกรรุ่นน้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม

ประสิทธิภาพการผลิต	กลุ่มการทดลอง				
	1	2	3	SEM	p-value
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	20.04	20.00	20.01	0.02	0.48
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	50.22	50.10	50.01	0.05	0.12
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	30.18	30.10	30.00	0.06	0.25
จำนวนวันทดลอง (วัน)	46.80	43.00	46.50	1.24	0.25
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.64	0.70	0.65	0.02	0.08
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	57.27 <sup>b</sup>	68.37 <sup>a</sup>	73.80 <sup>a</sup>	2.27	0.01
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	1.22 <sup>b</sup>	1.65 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>	0.06	0.04
อัตราแลกน้ำหนัก	1.90 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	0.08	0.001
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.53 <sup>a</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>	1.90	0.002
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กก. (บาท)	24.48 <sup>b</sup>	29.30 <sup>a</sup>	31.73 <sup>a</sup>	0.48	0.02

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

หมายเหตุ : กลุ่มทดลองที่ 1 สุกรกินอาหารชั้นในรูปแห้งชนิดผง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรกินอาหารชั้นผสมอาหารหมักเหลว 25 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ 3 สุกรกินอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5

#### 4.2.2 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะขุน 1 (น้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม)

จากตาราง 4.4 พบว่าประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะขุน 1 (น้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม) ที่กินอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง (กลุ่มทดลองที่ 1) อาหารชั้น (กลุ่มทดลองที่ 2) อาหารหมักเหลวสัดส่วน อาหารชั้นอัตราส่วน อาหารต่อน้ำ 1:2 ระยะเวลาการหมัก ที่ 72 ชั่วโมง 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 50 เปอร์เซ็นต์ และ (กลุ่มทดลองที่ 3) อาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2 ตลอดการทดลองที่น้ำหนักตัว 50 – 80 กิโลกรัม จากผลการทดลองจะเห็นว่าจำนวนวันทดลองเพื่อให้สุกรน้ำหนักเพิ่มจาก 50 ถึง 80 กิโลกรัม ของสุกรที่ได้รับอาหารหมัก 50% ใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยกว่าและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่กินอาหารชั้น ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่กินอาหารเหลว แต่อัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า ( $P < 0.05$ ) กลุ่มที่กินอาหารเหลว สอดคล้องกับการรายงานของ Canibe and Jensen (2003) ซึ่งพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารเหลวที่ไม่ได้ผ่านการหมัก รวมทั้งปริมาณอาหารที่กินได้ ดีกว่าสุกรที่กินอาหารหมักเหลว แสดงว่าอาหารหมักเหลวทำให้ความน่ากินของอาหารลดลง อันเนื่องมาจากความเปรี้ยวหรือความเป็นกรด ทำให้การกินได้ของสุกรลดลง (Brooks et al., 2001; Moran, 2001) แต่จากผลการทดลองที่สุกรกลุ่มที่กินอาหารหมัก และอาหารเหลวมียุทธการกินอาหารได้มากกว่า ( $P < 0.05$ ) กลุ่มที่กินอาหารชั้น จึงทำให้อัตราแลกน้ำหนักมีค่ามากกว่า รวมทั้งมีต้นทุนค่าอาหารที่แพงกว่า ( $P < 0.05$ ) สุกรกลุ่มที่กินอาหารชั้น

ตาราง 4.4 ประสิทธิภาพการผลิตสุกรขุน 1 น้ำหนัก 50-80 กิโลกรัม

ประสิทธิภาพการผลิต	กลุ่มการทดลอง				
	1	2	3	SEM	P-value
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	50.10	50.64	50.00	0.64	0.58
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	80.00	80.18	80.30	0.32	0.75
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	29.90	29.54	30.30	0.97	0.55
จำนวนวันทดลอง (วัน)	35.14 <sup>a</sup>	30.38 <sup>b</sup>	29.22 <sup>b</sup>	0.12	0.04
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.85 <sup>c</sup>	0.97 <sup>b</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.04	0.01
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	78.08 <sup>b</sup>	82.28 <sup>a</sup>	83.96 <sup>a</sup>	0.68	0.04
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	2.22 <sup>b</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	0.39	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.61 <sup>b</sup>	2.79 <sup>a</sup>	2.77 <sup>a</sup>	0.51	0.03
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.38 <sup>a</sup>	0.36 <sup>b</sup>	0.36 <sup>b</sup>	0.70	0.01
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น (บาท/ก.ก.)	31.34 <sup>b</sup>	33.43 <sup>a</sup>	33.25 <sup>a</sup>	0.50	0.02

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

หมายเหตุ : กลุ่มทดลองที่ 1 สุกรกินอาหารชั้นในรูปแห้งชนิดผง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรกินอาหารชั้นผสมอาหารหมักเหลว 50 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ 3 สุกรกินอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 แต่การคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้และต้นทุนค่าอาหารใช้ฐานน้ำหนักแห้งและต้นทุนค่าอาหารในราคาเดียวกัน

#### 4.2.3 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะขุน 2 (น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม)

จากตาราง 4.5 พบว่าประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะขุน 2 (น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม) ที่กินอาหารทั้ง 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้นในรูปแห้ง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรได้รับ อาหารหมักเหลว สัดส่วน อาหารชั้นอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 48-72 ชั่วโมง 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมอาหารชั้น 50 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มทดลองที่ 3 สุกรได้รับอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 ตลอดการทดลองที่น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าจำนวนวันทดลองเพื่อให้สุกรน้ำหนักเพิ่มจาก 80 ถึง 100 กิโลกรัม ของสุกรที่ได้รับอาหารหมัก 50% ใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยกว่าและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่กินอาหารชั้น ( $P < 0.05$ ) โดยสุกรกลุ่มที่กินอาหารหมัก และอาหารเหลวปริมาณอาหารที่กินรวมน้อยกว่า ( $P < 0.05$ ) กลุ่มที่กินอาหารชั้น จึงทำให้อัตราแลกน้ำหนักน้อยกว่า ( $P < 0.05$ ) สุกรกลุ่มที่กินอาหารชั้น ส่งผลให้มีต้นทุนค่าอาหารที่ถูกกว่า ( $P < 0.05$ ) สุกรกลุ่มที่กินอาหารชั้น เช่นเดียวกับรายงานของ Nguyen et. al. (2005) แนะนำให้หมักอาหารประเภท แป้งก่อนนำไปผสมในอาหารสุกร ซึ่งอาหารหมักเหลวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของสุกรได้ ในสถานะของสิ่งแวดล้อมที่อุณหภูมิสูง เช่น ในเขตร้อน การผสมอาหารให้อยู่สภาพอาหารเหลวเพียงอย่างเดียว อาจมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน Sallmonella (Van der Wolf at al., 1999) ดังนั้นจึงแนะนำให้หมักอาหารในกลุ่มแป้ง ก่อนให้สุกรกินในรูปอาหารหมักเหลว (Canibe and Jensen, 2003) นอกจากนี้ Canibe et. al. (2007) พบว่าสุกรที่กินอาหารธัญพืชหมักผสมในอาหารชั้นลูกสุกรมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอาหารหมักเหลว ซึ่งการหมักเฉพาะ

อาหารธัญพืชก่อนผสมอาหารโปรตีนให้สุกรกิน เพื่อป้องกันการเปลี่ยนรูปของกรดอะมิโนอิสระโดยจุลินทรีย์ในอาหารโปรตีน แต่การใช้อาหารหมักเหลวที่มีผลต่อความน่ากินของอาหาร ซึ่งต้องหาแนวทางในการปรับปรุงทางด้านนี้ต่อไป

ตาราง 4.5 ประสิทธิภาพการผลิตสุกรขุน 2 น้ำหนัก 80-100 กิโลกรัม

ประสิทธิภาพการผลิต	กลุ่มการทดลอง				
	1	2	3	SEM	P-value
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	80.00	80.18	80.30	0.78	0.87
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	100.44	100.73	100.30	0.81	0.70
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	20.44	20.55	20.00	0.15	0.44
จำนวนวันทดลอง (วัน)	30.11 <sup>a</sup>	26.20 <sup>b</sup>	25.40 <sup>b</sup>	0.88	0.03
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.68 <sup>b</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.24	0.02
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	84.91 <sup>a</sup>	75.57 <sup>b</sup>	74.30 <sup>b</sup>	0.90	0.01
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	2.82	2.88	2.93	0.52	0.38
อัตราแลกน้ำหนัก	4.15 <sup>a</sup>	3.68 <sup>b</sup>	3.72 <sup>b</sup>	0.71	0.05
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.24 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.36	0.03
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/กก.)	49.84 <sup>a</sup>	44.13 <sup>b</sup>	44.58 <sup>b</sup>	0.83	0.01

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

หมายเหตุ : กลุ่มทดลองที่ 1 สุกกรกินอาหารชั้นในรูปแห้งชนิดผง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกกรกินอาหารชั้นผสมอาหารหมักเหลว 50 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ 3 สุกกรกินอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 แต่การคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้และต้นทุนค่าอาหารใช้ฐานน้ำหนักแห้งและต้นทุนค่าอาหารในราคาเดียวกัน

#### 4.2.4 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรตั้งแต่ระยะเล็ก-ขุน (น้ำหนักตัว 10-100 กิโลกรัม)

จากผลการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารชั้นในรูปแห้ง ของสุกรในกลุ่มที่ 1 อาหารเหลวในสุกรกลุ่มที่ 3 และอาหารหมักเหลวผสมอาหารชั้น 25% ในสุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม) และ 50% ในระยะขุน (น้ำหนักตัว 50-100 กิโลกรัม) ของสุกรกลุ่มที่ 2 ผลดังตาราง 4.6 พบว่า การใช้อาหารหมักเหลวและอาหารเหลวช่วยลดระยะเวลาการเลี้ยงน้อยกว่า อันเป็นผลมาจากปริมาณอาหารที่กินมากกว่า ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า รวมทั้งทำให้ต้นทุนการเลี้ยงที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นในรูปแห้ง ( $P < 0.05$ ) ซึ่งจากรายงานผลการวิจัยการใช้อาหารสุกรผสมในสภาพเหลว ทำการหมักให้มี pH ระหว่าง 3.5 ถึง 4.5 ก็จะมีปริมาณของ Lactic acids, Organic acids และ Alcohol เป็นผลผลิตเช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่าอาหารหมักดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสุกร และประสิทธิภาพในการใช้อาหารเพื่อการเจริญเติบโตได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปกติที่ไม่ได้ทำการหมัก (Mikkelsen and Jensen, 1997, 1998) ทั้งนี้เนื่องมาจาก อาหารหมักช่วยในการลด pH ในระบบทางเดินอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่ทำการหมักซึ่งมี pH ในอาหาร 5.5 ถึง 6.1 (Scholten et al., 1999)

ซึ่งผลการทดลองตาราง 4.6 อัตราการเจริญเติบโตตลอดช่วงน้ำหนักตัว 20-100 กิโลกรัม ตีขึ้น 13.88% เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 ซึ่งกินอาหารชั้นในรูปแห้งเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ Jensen and Mikkelsen (1998) สรุปได้ว่าอาหารหมักเหลว ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 13.4% แต่อัตราแลกน้ำหนัก ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารหมักเหลวตลอดช่วงอายุสุกร จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม และช่วงอายุของสุกรเป็นส่วนประกอบ เช่นถ้าเป็นสุกรระยะขุนช่วงท้าย คือ น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม สามารถให้อาหารหมักเหลวได้ถึง 50% ให้ผลดีทั้งประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารอีกด้วย

ตาราง 4.6 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรตั้งแต่ระยะเล็ก-ขุน (น้ำหนักตัว 20-100 กิโลกรัม)

ประสิทธิภาพการผลิต	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value
	1	2	3		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	20.04	20.00	20.01	0.02	0.48
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	100.44	100.73	100.30	0.81	0.70
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	80.40	80.73	80.29	0.37	0.83
จำนวนวันทดลอง (วัน)	112.05 <sup>a</sup>	98.78 <sup>b</sup>	101.12 <sup>b</sup>	0.06	0.04
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.72 <sup>b</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.11	0.05
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	220.26 <sup>c</sup>	226.22 <sup>b</sup>	232.06 <sup>a</sup>	1.06	0.03
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	1.97 <sup>b</sup>	2.29 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	0.85	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.74	2.80	2.89	0.16	0.92
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.37 <sup>a</sup>	0.36 <sup>b</sup>	0.35 <sup>c</sup>	0.56	0.01
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/ก.ก.)	37.67 <sup>c</sup>	38.53 <sup>b</sup>	39.74 <sup>a</sup>	0.62	0.05

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

หมายเหตุ : กลุ่มทดลองที่ 1 สุกรกินอาหารชั้นในรูปแห้งชนิดผง กลุ่มทดลองที่ 2 สุกรกินอาหารชั้นผสมอาหารหมักเหลว 25% ในช่วงน้ำหนักตัว 20-50 ก.ก. และ 50% ในช่วงน้ำหนักตัว 50-100 ก.ก. และกลุ่มทดลองที่ 3 สุกรกินอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 แต่การคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้และต้นทุนค่าอาหารใช้ฐานน้ำหนักแห้งและต้นทุนค่าอาหารในราคาเดียวกัน

#### 4.2.5 ผลการทดลองโดยสรุปของประสิทธิภาพการผลิตของสุกรตั้งแต่ระยะเล็ก-ขุน

##### (1) สุกรระยะอนุบาล-ระยะเล็ก (สุกรหลังหย่านม – น้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม)

การใช้อาหารหมักเหลว 100% ในสุกรหลังหย่านมในช่วงสัปดาห์แรก ไม่เหมาะสมเพราะส่งผลทำให้การกินอาหารลดลงเนื่องมาจากสภาวะความเป็นกรดของอาหาร แต่การให้อาหารเหลวเปรียบเทียบกับอาหารผงในรูปแห้ง ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การให้อาหารเหลวก็ยังมีแนวโน้มที่ทำให้การกินอาหารของสุกรระยะนี้ต่ำกว่าสุกรที่กินอาหารแห้ง อย่างไรก็ตามสุกรสามารถปรับตัวได้กับอาหารเหลวและอาหารหมัก ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองเป็นต้นไป หรือเมื่อสุกรอายุ 6 สัปดาห์ และเมื่อลดปริมาณอาหารหมักเหลวลงเหลือ 50% เมื่อสุกรอายุ 7-8 สัปดาห์ (สัปดาห์ทดลองที่ 5-6) สุกรสามารถปรับการกินอาหารเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่สามารถปรับการกินอาหารได้มากเท่ากับสุกรที่ไม่ได้กินอาหารหมัก อย่างไรก็ตามทำให้สุกรกลุ่มที่กินอาหารหมัก มีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่สูงสุด และสามารถเติบโตได้เท่าเทียมกับกลุ่มอื่นๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-6 ของการทดลอง ดังนั้นสุกรระยะหลังหย่านม – น้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม การใช้อาหารอาหารหมักเหลวในสุกรระยะนี้ได้ ไม่ควรเกิน 50% และไม่ควรรีบให้สุกรกินในสัปดาห์แรกหลังหย่านม แต่ควรเพิ่มปริมาณให้ทีละน้อยเพื่อให้สุกรปรับตัวกับอาหารหมัก อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติมในสุกรระยะดังกล่าวนี้ ว่าปริมาณอาหารที่เหมาะสมจริงควรเป็นเท่าไร

##### (2) สุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม)

จากการทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะรุ่น โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมในอาหารชั้นเพียง 25% จากผลการทดลองพบว่าสุกรสามารถเจริญเติบโตได้ดีเทียบเท่าสุกรที่กินอาหารชั้นผงในรูปแห้ง และอาหารเหลว มีการกินอาหารที่มากกว่า แต่ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ต่ำกว่า และต้นทุนค่าอาหารที่แพงกว่า ทั้งนี้สุกรทดลอง เป็นสุกรชุดเดียวกับที่ใช้ทดลองในระยะหลังหย่านม – น้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม จึงเป็นไปได้ว่าสุกรกลุ่มที่กินอาหารหมักเหลวมีการกินชดเชยเพิ่มขึ้น เมื่อลดระดับอาหารหมักเหลวลงเหลือ 25%

##### (3) สุกรระยะขุน 1 (น้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม)

จากการทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะขุน โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมในอาหารชั้น 50% จากผลการทดลองพบว่าสุกรสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าสุกรที่กินอาหารชั้นผงในรูปแห้ง แต่ก็ยังต่ำกว่าสุกรที่กินอาหารเหลว สุกรมีการกินอาหารได้มากกว่า แต่ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ต่ำกว่า และต้นทุนค่าอาหารที่แพงกว่า ทั้งนี้สุกรทดลอง เป็นสุกรชุดเดียวกับที่ใช้ทดลองในระยะหลังหย่านม – น้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม จึงเป็นไปได้ว่าสุกรกลุ่มที่กินอาหารหมักเหลวมีการกินชดเชยเพิ่มขึ้น ใช้อาหารหมักเหลว 50% ดังนั้นสุกรระยะขุนนี้ สามารถใช้อาหารหมักเหลวได้ถึง 50%

#### (4) สุกรระยะขุน 2 (น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม)

จากการทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะขุนช่วงปลาย โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมในอาหารชั้น 50% จากผลการทดลองพบว่าสุกรสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าสุกรที่กินอาหารชั้นผงในรูปแห้ง แต่ไม่แตกต่างกับสุกรที่กินอาหารเหลว สุกรมีการกินอาหารได้ไม่แตกต่างกัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า และต้นทุนค่าอาหารที่ถูกลง แต่ก็ยังไม่แตกต่างกับสุกรทดลองที่กินอาหารเหลว ดังนั้นสุกรระยะขุนนี้ สามารถใช้อาหารหมักเหลวได้ถึง 50%

#### (5) ประสิทธิภาพการผลิตสุกรตลอดช่วงการทดลอง น้ำหนักตัว 20-100 กิโลกรัม

จากการทดสอบอาหารหมักเหลวในสุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม) โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมในอาหารชั้นเพียง 25% หลังจากนั้นปรับการให้อาหารหมักเหลวในกลุ่มสุกรทดสอบเป็น 50% หลังจากนั้นน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัมเป็นต้นไป จนกระทั่งน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม พบว่าช่วยให้การเจริญเติบโตดีกว่าสุกรกลุ่มที่กินอาหารชั้นในรูปแห้ง แต่ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ลดลง และต้นทุนค่าอาหารที่แพงขึ้น ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมระดับการให้อาหารหมักที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถคงอัตราการเจริญเติบโตที่ดีไว้ แต่ต้องเป็นระดับการกินได้ที่สามารถปรับประสิทธิภาพการใช้อาหารที่เหมาะสมได้

### 4.3 การทดลองที่ 3: การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุด ทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เติมนิโคติน 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะเล็ก จำนวน 6 ตัว ตามแผนการทดลอง 6 x 6 Latin Square โดยสุกรทดสอบทั้ง 6 ตัว ได้รับอาหารชั้นผสมอาหารหมัก ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 % ตามลำดับ หมุนเวียนให้สุกรทุกตัวได้รับอาหารดังกล่าวชนิดละ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์ เพื่อศึกษาระดับการให้อาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก ก่อนที่จะทดสอบประสิทธิภาพการผลิตตลอดระยะน้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัมต่อไป

ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.7 พบว่า สุกรได้รับอาหารชั้นผสมอาหารหมัก ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 % ตามลำดับ ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่การให้อาหารหมักผสมในอาหารสุกรระยะนี้ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน) ต่ำกว่า แต่อัตราแลกน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า รวมทั้งลดต้นทุนค่าอาหารได้มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่กินอาหารชั้นเพียงอย่างเดียว ( $P < 0.05$ ) จากผลการทดลองดังกล่าวนี้ จึงเป็นไปได้ว่าสามารถให้อาหารหมักผสมในอาหารชั้นได้ถึง 50% ถึงแม้จะผลทำให้การกินได้ของสุกรลดลง แต่ให้ผลที่ดีด้านอื่นๆ มากกว่า

ตาราง 4.7 ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรระยะอนุบาล-ระยะเล็ก ที่ได้รับอาหารที่ผสมอาหารหมักเหลือที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลือ (%)						SEM	P-value
	0	10	20	30	40	50		
จำนวนสุกร (ตัว)	6	6	6	6	6	6		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก./ตัว)	8.30	8.10	8.00	8.10	8.20	8.20	0.14	0.63
น้ำหนักสุดท้าย (กก./ตัว)	20.20	20.06	20.09	20.11	20.12	20.10	0.68	0.70
น้ำหนักเพิ่ม (กก./ตัว)	11.90	11.96	12.09	12.01	11.92	11.90	0.36	0.13
จำนวนวันทดลอง (วัน)	42	42	42	42	42	42		
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.06	0.39
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	30.87 <sup>a</sup>	27.09 <sup>b</sup>	26.82 <sup>c</sup>	26.26 <sup>c</sup>	26.66 <sup>c</sup>	27.04 <sup>b</sup>	0.55	0.02
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./วัน)	0.74 <sup>a</sup>	0.65 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	0.84	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.59 <sup>a</sup>	2.27 <sup>b</sup>	2.22 <sup>b</sup>	2.19 <sup>b</sup>	2.24 <sup>b</sup>	2.27 <sup>b</sup>	0.76	0.04
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/กก.)	0.39 <sup>c</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.45 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>b</sup>	1.28	0.04
คะแนนรูปร่างมูลสุกร	46.62 <sup>a</sup>	40.86 <sup>b</sup>	39.96 <sup>b</sup>	39.42 <sup>b</sup>	40.32 <sup>b</sup>	40.86 <sup>b</sup>	0.66	0.04
คะแนนสีมูลสุกร	2.62	2.53	2.48	2.54	2.43	2.57	0.06	0.97
คะแนนสีมูลสุกร	2.79	2.32	2.34	2.58	2.27	2.28	0.07	0.25

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### 4.4 การทดลองที่ 4 : การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะเล็ก

##### การทดลองที่ 4.4.1 การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะเล็ก (นน.ตัว 10-20 กก.)

สภาวะการหมักอาหารสุกร ที่ได้ผลจากโครงการวิจัยที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุดทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพต่อสุกร ได้แก่ อาหารชนิดที่ 1 ที่หมักโดยใช้อัตราส่วน อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5 เติมกรดซิตริก 1.1% หมักในสภาพปราศจากออกซิเจนเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้เลี้ยงในสุกรระยะเล็ก จำนวน 30 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 ตัว (โดยใช้อาหารหมักเหลวผสมกับอาหารชั้นในระดับต่างๆ ที่เหมาะสม จากผลการทดลองที่ 4.3) กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น ตามลำดับ ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.8 จะเห็นได้ว่าการผสมอาหารหมักที่เพิ่มขึ้นจาก 20, 30, 40 % ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรระยะนี้ น้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัม แต่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ต่อวันของสุกรต่ำกว่า ( $p < 0.05$ ) สุกรอีก 2 กลุ่ม เมื่อใช้อาหารหมักที่ระดับ 30% แต่อัตราแลกน้ำหนักไม่แตกต่างกันทั้ง 3 กลุ่ม อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้อาหารหมักที่ระดับ 40% สุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด ส่งผลให้ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มต่ำสุด ( $p < 0.05$ ) แสดงว่าสุกรเล็กระยะนี้ น้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัม สามารถผสมอาหารหมักเหลวร่วมกับอาหารชั้นได้ถึง 40%

ตาราง 4.8 ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะเล็กที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลว (%)			SEM	P-value
	20	30	40		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	9.90	9.68	9.82	0.18	0.89
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	20.90	20.16	20.12	0.36	0.63
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	11.00	10.48	10.30	0.24	0.48
จำนวนวันทดลอง (วัน)	28	28	28		
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน) (10ตัว)	0.39	0.37	0.37	0.03	0.47
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	18.61 <sup>a</sup>	17.63 <sup>b</sup>	15.74 <sup>c</sup>	2.52	0.001
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	0.66 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.90	0.001
อัตราแลกน้ำหนัก	1.69	1.68	1.53	0.03	0.08
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.59 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.01	0.05
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/ก.ก.)	30.42 <sup>a</sup>	30.24 <sup>a</sup>	27.54 <sup>b</sup>	0.41	0.03

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

**การทดลองที่ 4.4.2** ศึกษาผลการใช้อาหารหมักต่อการย่อยได้ของโภชนะของสุกรระยะเล็ก  
(นน.ตัว10-20 กก.)

เลี้ยงสุกรอนุบาล ที่น้ำหนักตัว 10 กิโลกรัม บนกรงขังเดี่ยว โดยใช้สุกรลูกผสม ดุรอค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) จำนวน 6 ตัว วางแผนการทดลองแบบสลับทรีทเมนต์ (Change Over Design) สุกรทั้ง 6 ได้รับความอาหารทั้ง 3 ชนิด ดังต่อไปนี้คือ กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้น กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 25% ผสมกับอาหารชั้น กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารเหลว (อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5) รวมทั้ง สุ่มมูลสุกร เพื่อวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ *E.coli* และ *Salmonella* จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.9 และผลของการย่อยได้ของโภชนะของสุกรระยะเล็กที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ ดังแสดงในตาราง 4.10

ผลของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในมูลสุกรที่กินอาหารหมักเหลวผสมกับอาหารชั้นระดับต่างๆ ดังตาราง 4.9 พบว่าการเพิ่มปริมาณอาหารหมักเหลวให้สุกรกิน ไม่มีผลช่วยลดปริมาณเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในมูลสุกรแต่อย่างใด ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างมูลสุกรที่ขับถ่ายออกมาภายนอกกระยะหนึ่งแล้ว อาจทำให้การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จนใกล้เคียงกัน

**ตาราง 4.9** ผลการหาปริมาณเชื้อปนเปื้อนในมูลสุกรระยะเล็กที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับ ต่างๆ

กลุ่มทดลอง	สัปดาห์ที่	<i>E.coli</i>	<i>Salmonella</i>
สุกรได้รับอาหารชั้น	1	$4.21 \times 10^6$	$1.06 \times 10^6$
	2	$2.31 \times 10^6$	$2.55 \times 10^6$
	3	$5.33 \times 10^6$	$1.46 \times 10^6$
สุกรได้รับอาหารผสม อาหารหมักเหลว 25%	1	$2.76 \times 10^6$	$4.13 \times 10^5$
	2	$2.09 \times 10^6$	$1.16 \times 10^6$
	3	$2.71 \times 10^6$	$1.96 \times 10^6$
สุกรได้รับอาหาร เหลว	1	$5.86 \times 10^6$	$4.00 \times 10^5$
	2	$2.15 \times 10^6$	$1.34 \times 10^6$
	3	$3.14 \times 10^6$	$3.36 \times 10^6$

ตาราง 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ในมูล (fecal digestibility) ของโภชนะในอาหารทดลองสุกรน้ำหนัก 10- 20 กิโลกรัม ที่ได้อาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)

โภชนะในอาหาร	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	P-value	SEM
วัตถุแห้ง	69.95	69.18	69.73	0.51	0.44
โปรตีนรวม	75.92	77.48	75.98	0.12	0.39
เยื่อใยรวม	25.81	24.65	25.18	0.73	1.21
ไขมันรวม	64.38	63.82	64.38	0.90	1.58

กลุ่ม 1 อาหารชั้น

กลุ่ม 2 อาหารชั้น 75 % + อาหารหมัก 25 %

กลุ่ม 3 อาหารชั้นผสมน้ำ

สำหรับผลการศึกษาการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารทดลองในสุกรระยะ 10 – 20 กิโลกรัม ได้แสดงไว้ในตาราง 4.10 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า สุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 69.18-69.95 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ระหว่าง 75.92-77.48 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอยู่ระหว่าง 63.82-64.38 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยรวมอยู่ระหว่าง 24.65-25.81 เปอร์เซ็นต์ แต่สุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มของค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Brook et al. (2003b) ว่าสภาพความเป็นกรดในอาหารหมัก จะช่วยในการควบคุมเชื้อโรค ทั้งการปนเปื้อนในอาหาร และในระบบทางเดินอาหาร และช่วยในการย่อยโปรตีนในสุกรเล็ก ที่มีสภาพความเป็นกรดในกระเพาะอาหารยังไม่เพียงพอ นอกจากนี้การที่อาหารมี pH ต่ำ ที่เกิดจากการหมัก ยังเป็นการช่วยลดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ เช่น *Coliforms* และ *Salmonella* spp. ในอาหารของสุกรได้อีกด้วย (Russell et al., 1996; Scholten et al., 1999; Van Winsen et al., 2001b) รวมทั้งช่วยคงสภาพของผนังเซลล์ภายในลำไส้เล็กของลูกสุกรหลังหย่านม ทำให้การดูดซึมสารอาหารได้ดี (Scholten et al., 2002)

#### 4.5 การทดลองที่ 5 การทดสอบปริมาณอาหารหมักที่เหมาะสมในสุกรระยะรุ่น-ขุน

##### 4.5.1 การทดลองที่ 5.1 การทดสอบอาหารหมักเหลว ในสุกรระยะรุ่น-ขุน

อาหารหมักที่ได้จากโครงการวิจัยที่ 1 นำมาทดสอบเลี้ยงในสุกรระยะรุ่น-ขุน แบ่งชนิดอาหารเป็น 3 ระยะ คือ สุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) และระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.) ใช้เลี้ยงสุกร 3 กลุ่ม คือสุกรได้รับอาหารหมักเหลว 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น ตามลำดับ

ผลการทดลองในสุกรระยะรุ่น (นน.ตัว 20-50 กก.) ในตารางที่ 4.11 พบว่าการใช้อาหารหมักเหลวที่เพิ่มขึ้นจาก 20% เป็น 30% กลับส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรระยะนี้ ( $p<0.05$ ) แต่ที่ 30% ไม่แตกต่างกับสุกรที่กินอาหารที่ผสมอาหารหมักเหลว 40% ทั้งนี้เป็นผลมากจากการกินได้ของสุกรที่ต่ำกว่า ( $p<0.05$ ) เมื่อสุกรกินอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารหมักที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามกลับส่งผลต่อค่าอัตราแลกน้ำหนักที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด และต้นทุนค่าอาหารที่ต่ำสุด ( $p<0.05$ ) ของสุกรกลุ่มที่กินอาหารผสมอาหารหมักเหลว 40% แสดงว่าสุกรรุ่นหรือระยะน้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม สามารถผสมอาหารหมักเหลวร่วมกับอาหารชั้นได้ถึง 40%

ตาราง 4.11 ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะขุนที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลว (%)			SEM	P-value
	20	30	40		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	20.90	20.16	20.12	0.03	0.51
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	50.65	50.20	50.50	0.07	0.38
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	29.75	30.04	30.38	0.08	0.46
จำนวนวันทดลอง (วัน)	49.40 <sup>b</sup>	53.80 <sup>a</sup>	53.20 <sup>a</sup>	0.15	0.04
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.60 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.57 <sup>b</sup>	0.19	0.02
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)(10ตัว)	79.43 <sup>a</sup>	80.21 <sup>a</sup>	73.90 <sup>b</sup>	0.40	0.03
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	1.61 <sup>a</sup>	1.49 <sup>b</sup>	1.39 <sup>c</sup>	0.51	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.67 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>	0.69	0.05
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.37 <sup>b</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.77	0.04
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/กก.)	34.44 <sup>a</sup>	34.44 <sup>a</sup>	31.35 <sup>b</sup>	0.12	0.03

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ผลการทดลองในสุกรระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) ในตาราง 4.12 พบว่าการใช้อาหารหมักเหลวที่เพิ่มขึ้นจาก 20% เป็น 30% กลับส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรระยะนี้ ( $p < 0.05$ ) แต่ที่ 30% ไม่แตกต่างกับสุกรที่กินอาหารที่ผสมอาหารหมักเหลว 40% ทั้งนี้เป็นผลมาจากการกินได้ของสุกรที่ต่ำกว่า ( $p < 0.05$ ) เมื่อสุกรกินอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารหมักที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามกลับส่งผลต่อค่าอัตราแลกน้ำหนักที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด และต้นทุนค่าอาหารที่ต่ำสุด ( $p < 0.05$ ) ของสุกรกลุ่มที่กินอาหารผสมอาหารหมักเหลว 30 และ 40 % แสดงว่าสุกรขุนหรือระยะน้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม สามารถผสมอาหารหมักเหลวร่วมกับอาหารชั้นได้ถึง 40%

ตาราง 4.12 ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะขุนระยะที่ 1 ที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลว (%)			SEM	P-value
	20	30	40		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	50.65	50.20	50.50	0.32	0.67
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	80.20	80.10	80.20	0.71	0.59
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	29.55	29.90	29.70	0.11	0.82
จำนวนวันทดลอง (วัน)	36.50 <sup>b</sup>	38.40 <sup>a</sup>	39.80 <sup>a</sup>	0.30	0.02
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน) (10 ตัว)	0.81 <sup>a</sup>	0.78 <sup>b</sup>	0.75 <sup>b</sup>	0.49	0.01
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	86.48 <sup>a</sup>	82.46 <sup>b</sup>	78.58 <sup>c</sup>	0.87	0.001
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	2.37 <sup>a</sup>	2.15 <sup>b</sup>	1.97 <sup>b</sup>	0.63	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.93 <sup>a</sup>	2.76 <sup>b</sup>	2.65 <sup>b</sup>	0.99	0.05
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.34	0.36	0.38	1.56	0.17
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/ก.ก.)	35.16 <sup>a</sup>	33.12 <sup>b</sup>	31.80 <sup>b</sup>	0.61	0.04

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ผลการทดลองในสุกรระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.) ในตาราง 4.13 พบว่าการใช้อาหารหมักเหลวที่เพิ่มขึ้นจาก 20% เป็น 40% ส่งผลต่อจำนวนวันที่ใช้เลี้ยงนานขึ้น ( $p < 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกร ( $p > 0.05$ ) โดยที่เมื่อใช้อาหารหมัก 40% ทำให้การกินได้ลดลง ( $p < 0.05$ ) แต่อัตราแลกน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และเมื่อใช้อาหารหมัก 40% ให้ผลด้านต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างจากสุกรที่ได้รับอาหารหมัก 20% ( $p < 0.05$ ) แสดงว่าสุกรขุนหรือระยะน้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม สามารถผสมอาหารหมักเหลวร่วมกับอาหารข้นได้ถึง 40%

ตาราง 4.13 ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะขุน 2 ที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลว (%)			SEM	P-value
	20	30	40		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	80.20	80.10	80.20	0.46	0.66
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	100.80	100.70	100.50	0.21	0.89
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	20.60 <sup>a</sup>	20.60 <sup>a</sup>	20.30 <sup>b</sup>	0.50	0.05
จำนวนวันทดลอง (วัน)	35.15 <sup>c</sup>	38.40 <sup>b</sup>	40.50 <sup>a</sup>	0.87	0.001
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน) (10 ตัว)	0.59	0.54	0.50	0.19	0.26
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	86.82 <sup>b</sup>	88.75 <sup>a</sup>	85.30 <sup>b</sup>	1.04	0.02
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	2.47 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>	2.11 <sup>b</sup>	0.29	0.01
อัตราแลกน้ำหนัก	4.21	4.31	4.20	0.35	0.87
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.24	0.23	0.24	1.36	0.42
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/ก.ก.)	50.52 <sup>b</sup>	51.72 <sup>a</sup>	50.40 <sup>b</sup>	0.43	0.03

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

**ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะเล็ก-ขุน (น้ำหนักตัว 10-100 กิโลกรัม)** ที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมัก มาทดสอบเลี้ยงในสุกรระยะเล็ก-ขุน แบ่งชนิดอาหารเป็น 4 ระยะ คือ สุกรระยะเล็ก (นน.ตัว 20-50 กก.) สุกรระยะ รุ่น (นน.20-50 กก.) ระยะขุน 1 (นน.ตัว 50-80 กก.) และระยะขุน 2 (นน.ตัว 80-100 กก.) ใช้เลี้ยงสุกร 3 กลุ่ม คือ สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น ตามลำดับ ผลการทดลองตั้งแต่สุกรน้ำหนัก 10 กิโลกรัม จนถึง 100 กิโลกรัม ดังแสดงในตาราง 4.14 พบว่าการเพิ่มปริมาณอาหารหมักเหลว จาก 20 เป็น 30 และ 40 % ส่งผลต่อระยะเวลาการเลี้ยงที่นานขึ้น อันเนื่องมาจากปริมาณการกินได้เมื่อคิดเป็นอาหารแห้ง (air dry) ที่ ลดลง ( $p < 0.05$ ) แต่ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่ช่วยให้อัตราแลกน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น รวมทั้งต้นทุนค่าอาหารมีค่าต่ำสุด ( $p < 0.05$ ) เมื่อใช้อาหารหมักที่ระดับ 40% ผสมในอาหารชั้นเลี้ยงสุกรตลอดช่วง ระยะการเลี้ยงจนกระทั่งขุนขาย

ตาราง 4.14 ประสิทธิภาพการผลิตในสุกรระยะเล็ก-ขุน (น้ำหนักตัว 10-100 กิโลกรัม) ที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

ประสิทธิภาพการผลิต	อาหารหมักเหลว (%)			SEM	P-value
	20	30	40		
จำนวนสุกร (ตัว)	10	10	10	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	9.90	9.68	9.82	0.18	0.89
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	100.80	100.70	100.50	0.21	0.89
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	90.90	91.02	90.68	0.08	0.45
จำนวนวันทดลอง (วัน)	149.05 <sup>c</sup>	158.60 <sup>b</sup>	161.50 <sup>a</sup>	0.34	0.02
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน) (10 ตัว)	0.61	0.58	0.56	0.06	0.81
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	271.34 <sup>a</sup>	269.05 <sup>a</sup>	253.52 <sup>b</sup>	0.38	0.01
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	1.82 <sup>a</sup>	1.70 <sup>b</sup>	1.57 <sup>c</sup>	0.89	0.05
อัตราแลกน้ำหนัก	2.99 <sup>a</sup>	2.96 <sup>a</sup>	2.80 <sup>b</sup>	1.24	0.05
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.34 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.19	0.04
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/กก.)	41.05 <sup>a</sup>	40.64 <sup>a</sup>	38.44 <sup>b</sup>	0.68	0.01

<sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### การทดลองที่ 4.5.2 การศึกษาผลการใช้อาหารหมักต่อการย่อยได้ของโภชนะของระยะรุ่น

เลี้ยงสุกรรุ่นที่น้ำหนักตัว 40 กิโลกรัม บนกรงขังเดี่ยว โดยใช้สุกรลูกผสม ดุรอด x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) จำนวน 6 ตัว วางแผนการทดลองแบบสลับทรีทเมนต์ (Change Over Design) สุกรทั้ง 6 ได้รับอาหารทั้ง 3 ชนิด ดังต่อไปนี้ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารชั้น กลุ่มที่ 2 สุกรได้รับอาหารหมักเหลว 50% ผสมกับอาหารชั้น กลุ่มที่ 3 สุกรได้รับอาหารเหลว (อาหารชั้น : น้ำ 1: 2.5) สุ่มมูลสุกร เพื่อวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ *E.coli* และ *Salmonella* จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ ผลการทดลองดังแสดงในตารางตาราง 4.15 และผลของการย่อยได้ของโภชนะของสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ ดังแสดงในตาราง 4.16

ผลของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในมูลสุกร ที่กินอาหารหมักเหลวผสมกับอาหารชั้นระดับต่างๆ ดังตาราง 4.15 พบว่าการเพิ่มปริมาณอาหารหมักเหลวให้สุกรกิน ไม่มีผลช่วยลดปริมาณเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในมูลสุกรแต่อย่างใด ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างมูลสุกรที่ขับถ่ายออกมาภายนอกกระยะหนึ่งแล้ว อาจทำให้การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จนใกล้เคียงกัน การตรวจผลของอาหารหมักสามารถช่วยลดเชื้อ *Enterobacteriaceae* ตามที่มีรายงาน พบว่าช่วยลดจุลินทรีย์กลุ่มนี้ในระบบทางเดินอาหาร แต่ต้องตรวจสอบโดยการเก็บตัวอย่างในระบบทางเดินอาหารของสุกร (Van Winsen et.al., 2001)

ตาราง 4.15 ผลการหาปริมาณเชื้อปนเปื้อนในมูลสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารผสมอาหารหมักที่ระดับต่างๆ

กลุ่มทดลอง	สัปดาห์ที่	<i>E.coli</i>	<i>Salmonella</i>
สุกรได้รับอาหารชั้น	1	$1.04 \times 10^6$	$6.08 \times 10^5$
	2	$4.12 \times 10^7$	$8.50 \times 10^5$
	3	$4.35 \times 10^7$	$1.13 \times 10^6$
สุกรได้รับอาหารผสม อาหารหมักเหลว 50%	1	$2.22 \times 10^6$	$6.63 \times 10^5$
	2	$2.18 \times 10^7$	$1.41 \times 10^6$
	3	$2.49 \times 10^8$	$3.71 \times 10^6$
สุกรได้รับอาหาร เหลว	1	$3.89 \times 10^6$	$2.15 \times 10^5$
	2	$6.96 \times 10^7$	$2.52 \times 10^6$
	3	$4.04 \times 10^7$	$5.82 \times 10^6$

ตาราง 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ในมูล (fecal digestibility) ของโคชนะในอาหารทดลองสุกรน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ที่ได้อาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)

โคชนะในอาหาร	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	P-value	SEM
วัตถุแห้ง	70.29 <sup>b</sup>	71.90 <sup>a</sup>	72.13 <sup>a</sup>	0.04	0.33
โปรตีนรวม	73.63	75.27	73.52	0.13	0.44
เยื่อใยรวม	21.66	29.28	26.46	0.08	1.67
ไขมันรวม	62.28	64.67	68.47	0.07	1.30

<sup>a, b</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
กลุ่ม 1 อาหารชั้น กลุ่ม 2 อาหารชั้น 50 % + อาหารหมัก 50 % กลุ่ม 3 อาหารชั้นผสมน้ำ

การศึกษาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโคชนะจากอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร ได้แสดงไว้ในตาราง 4.16 พบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในสุกรกลุ่ม 3 ที่ได้รับอาหารชั้นผสมน้ำในสัดส่วน 1:2.5 มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 72.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม หรือกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นผสมอาหารหมัก ( $P > 0.05$ ) ในขณะที่ เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน เยื่อใยรวม และไขมัน ของทั้งสามกลุ่มทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น ผสมกับอาหารหมัก จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน และเยื่อใยรวมมากกว่ากลุ่มอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Canibe and Jensen, (2003); Pedersen and Lindberg (2003) ที่ทำการศึกษากาหมักในห้องปฏิบัติการ พบว่าช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของสารอินทรีย์วัตถุ และโปรตีน รวมทั้งยังให้ส่งผลดีกว่าอาหารที่ผ่านการทำให้สุกด้วยความร้อน นอกจากนี้การที่ pH ในอาหารต่ำ จะช่วยกระตุ้นการย่อยโปรตีน เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์เปปซิน จะทำงาน

ได้ดีที่สภาพ pH ในกระเพาะต่ำ การเคลื่อนที่ของอาหารในกระเพาะจะช้าลง ทำให้เอนไซม์สามารถทำการย่อยได้นานขึ้น (Russell et al., 1996; Scholten et al., 1999; Van Winsen et al., 2001)

#### 4.6 ผลการทดลองโดยสรุปของประสิทธิภาพการผลิตของสุกรตั้งแต่ระยะเล็ก-ขุน

##### (1) สุกรระยะเล็ก (น้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัม)

การใช้อาหารหมักเหลือในสุกรระยะเล็ก ในระดับการใช้ 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น พบว่าระดับการผสมอาหารหมักเหลือดังกล่าวสามารถใช้ได้ถึง 40% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต ในขณะที่เดียวกันที่ระดับการให้อาหารหมัก 40% ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด

##### (2) สุกรระยะรุ่น (น้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม)

การใช้อาหารหมักเหลือในสุกรระยะรุ่น ในระดับการใช้ 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น พบว่าระดับการผสมอาหารหมักเหลือดังกล่าวสามารถใช้ได้ถึง 40% ถึงแม้จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงเมื่อเทียบกับเมื่อให้อาหารหมักที่ 20% แต่การผสมอาหารหมัก 40% ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรสูงสุด ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด

##### (3) สุกรระยะขุน 1 (น้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม)

การใช้อาหารหมักเหลือในสุกรระยะขุน 1 ในระดับการใช้ 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น พบว่าระดับการผสมอาหารหมักเหลือดังกล่าวสามารถใช้ได้ถึง 40% ถึงแม้จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงเมื่อเทียบกับเมื่อให้อาหารหมักที่ 20% แต่การผสมอาหารหมัก 40% ทำให้อัตราแลกน้ำหนักดีที่สุดและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด

##### (4) สุกรระยะขุน 2 (น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม)

การใช้อาหารหมักเหลือในสุกรระยะขุน 2 ในระดับการใช้ 20, 30 และ 40 % ผสมกับอาหารชั้น พบว่าระดับการผสมอาหารหมักเหลือดังกล่าวสามารถใช้ได้ถึง 40% โดยให้ผลด้านการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับอาหารหมักที่ 20 และ 30 % แต่การผสมอาหารหมัก 40% ถึงแม้จะส่งผลให้การกินได้ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเมื่อให้อาหารหมักที่ 20 และ 30 % แต่ผลด้านอัตราแลกน้ำหนักและประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่ต่างกัน และยังทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด ดังนั้นในสุกรขุน 2 น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม สามารถให้อาหารหมักผสมในอาหารชั้นได้ถึง 40%

##### (5) ประสิทธิภาพการผลิตสุกรตลอดช่วงการทดลอง น้ำหนักตัว 20-100 กิโลกรัม

การใช้อาหารหมักเหลือในสุกรระยะเล็ก-ขุน ที่ระดับการใช้ 40 % ผสมกับอาหารชั้น พบว่าให้ผลดีต่อประสิทธิภาพการผลิตในทุกๆ ด้าน รวมทั้งต้นทุนค่าอาหารที่ถูกที่สุด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาถึงกระบวนการหมักอาหารชั้นเหลวสำหรับสุกรตลอดจนการนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการเลี้ยงสุกร ผลการทดลองสรุปได้ว่า

#### 5.1 อาหารสุกรระยะเล็ก สำหรับสุกรน้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัม

อาหารชั้นสำหรับสุกรระยะอนุบาล-น้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม ควรหมักอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1:2.5 เติมกรดซิตริกในระดับ 1.1% ระยะเวลาการหมัก ที่ 48 ชั่วโมง มีความเหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงสุกร การใช้อาหารหมักเหลวในสุกรระยะนี้ได้ ไม่ควรเกิน 40% และไม่ควรให้สุกรกินในสัปดาห์แรกหลังหย่านม แต่ควรเพิ่มปริมาณให้ทีละน้อยเพื่อให้สุกรปรับตัวกับอาหารหมัก

#### 5.2 อาหารสุกรระยะรุ่น สำหรับสุกรน้ำหนักตัว 20-50 กิโลกรัม

อาหารที่ไม่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสมได้ตั้งแต่ 1:2 หรือ 1:2.5 และระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง ถ้าเป็นอาหารที่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสม คือ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง แต่สามารถนำอาหารชั้นอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 48 ชั่วโมง เป็นต้นไป ผสมอาหารหมักเหลวกับอาหารชั้นได้ถึง 40% ถึงแม้จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงเมื่อเทียบกับเมื่อใช้อาหารหมักที่ 20% แต่การผสมอาหารหมัก 40% ให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรสูงสุด ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด

#### 5.3 อาหารสุกรระยะขุน 1 สำหรับสุกรน้ำหนักตัว 50-80 กิโลกรัม

อาหารที่ไม่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสมได้ตั้งแต่ 1:2.5 หรือ 1:3 และระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง ถ้าเป็นอาหารที่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสม คือ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง สามารถใช้อาหารชั้นอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 48 ชั่วโมง ในสุกรระยะขุนได้ถึง 40%

#### 5.4 อาหารสุกรระยะขุน 2 สำหรับสุกรน้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม

อาหารที่ไม่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสมได้ตั้งแต่ 1:2, 1:2.5 หรือ 1:3 และระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง ถ้าเป็นอาหารที่รวมแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง อัตราส่วนอาหารต่อน้ำที่เหมาะสม คือ 1:2.5 ระยะเวลาการหมักที่ 48 หรือ 72 ชั่วโมง เมื่อนำอาหารชั้นอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1:2.5 ระยะเวลาการหมัก ที่ 48 ชั่วโมง เป็นต้นไป ถึง 72 ชั่วโมง สามารถใช้อาหารหมักผสมในอาหารชั้นในสุกรระยะขุน 2 ได้ถึง 40%

## 5.6 ข้อเสนอแนะการนำไปใช้ประโยชน์

- 1) การเตรียมอาหารหมักในถังฝาปิดตามอัตราส่วนของน้ำที่แนะนำ หมักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงเป็นต้นไป ควรวัดค่า pH ของอาหารเพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าอาหารหมักมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ pH ต้องต่ำกว่า 4.5 มีกลิ่นหมัก ไม่มีกลิ่นบูด เน่าเสีย
- 2) การให้อาหารในทางปฏิบัติ ควรเพิ่มอาหารหมักในอาหารปกติที่สุกรกินทีละน้อย เพื่อให้สุกรสามารถปรับตัวกับอาหารหมักได้เสียก่อน จึงให้สุกรกินจนถึงปริมาณที่เหมาะสม
- 3) ควรมีการออกแบบถังหมักและถังอาหารผสมและระบบท่อส่งอาหารเหลวเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสุกรที่เหมาะสม ถ้านำไปประยุกต์ใช้เลี้ยงสุกรจำนวนมาก

### บรรณานุกรม

- อรุณี โยธี วันดี ทาตระกูล ทินกร ทาตระกูล ณิชูมา เฉลิมแสน และกุลยาภัทร์ วุฒิจารี. 2552. การทดแทนรำละเอียด ในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุนด้วยเศษผักและหยวกกล้วยหมัก. เอกสารการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6, 8-9 ธันวาคม 2552 หน้า 257-266.
- Boesen, H.T., T.K., Jensen, A.S., Schmidt, B.B., Jensen, S.M., Jensen, and K. M. Moller. 2004. The influence of diet on *Lawsonia intracellularis* colonization in pigs upon experimental challenge. *Vet. Microbiol.* 103: 35-45.
- Brooks, P.H., J.D. Beal and S. Niven. 2003a. Liquid feeding of pigs I. Potential for reducing environmental impact and for improving productivity. *Animal Science Papers and Reports* vol. 21 (2003) supplement 1: 7.
- Brooks, P.H., J.D. Beal, S. Niven, and V. Demeckova. 2003b. Liquid feeding of pigs II. Potential for improving pig health and food safety. *Animal Science Papers and Reports* vol. 21 (2003) supplement 1: 23
- Canibe, N., and B.B. Jensen. 2003. Fermented and non-fermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *J. Anim. Sci.* 81: 2019-2031
- Canibe, N, O. Hojberg, J.H. Badsberg, and B.B. Jensen. 2007. Effect of feeding fermented liquid feed and fermented grain on gastrointestinal ecology and growth performance in piglets. *J. Anim. Sci.* 85: 2959-2771.
- Demeckova, V., D. Kelly, A.G.P. Coutts, P.H. Brooks, and A. Champbell. 2002. The effect of fermented liquid feeding on the faecal microbiology and colostrums quality of farrowing sows. *Int. J. Food Microbiol.* 79: 85-97.
- Kim, J.H., K.N. Heo, J. Odle, I.K. Han, and R.J. Harrel. 2001. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and effects are maintained to market weight. *J. Anim. Sci.* 79: 427-434.
- Lindecrona, R.H., T.K. Jensen, B.B. Jensen, T.D. Leser, W. Jiufeng, and K. Moller. 2003. The influence of diet on the development of swine dysentery upon experimental infection. *Anim. Sci.* 76: 81-87.
- Lyberg, K., A. Simonsson, and J.E. Lindberg 2005. Influence of phosphorus level and soaking of food on phosphorus availability and performance in growing-finishing pigs. *Anim. Sci.* 81: 375-381.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensean. 1997. Effect of fermented liquid feed (FLF) on growth performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of weaned piglets. Pp: 639-642. *In* J.P. Laplace, C. Fevrier, A. Barbeau (Eds). *Digestive physiology in Pigs*. EAAP publication No. 88.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensean. 1998. Performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of piglets fed fermented liquid feed at weaning. *J. Anim. Feed Sci.* 7: 211-215.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensean. 2001. Feeding liquid to pigs. Pp 379-398. *In* J. Wiseman, P.C. Gansworthy (Eds). *Recent developments in pig nutrition 3*. Nottingham University Press, Manor Farm, Thrumpton, UK.

- Moran, C.A., R.H.J. Scholten, J.M. Tricarico, P.H. Brooks, and M.W.A. Verstegen. 2006. Fermentation of wheat: Effects of backslopping different proportions of pre-fermented wheat on the microbial and chemical composition. *Arch. Anim. Nutr.* 60: 158-169.
- Nguyen, N.X.D., L.H. Manh, and B. Ogle. 2005. Effects of fermented liquid feed on the performance, digestibility, nitrogen retention and plasma urea nitrogen (PUN) of growing-finishing pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9): 1-8.
- Pederson, C., and J.E. Lindberg. 2003. Effect of fermentation in a liquid diet on nitrogen metabolism in growing pigs. Pp: 641-644., E.A.A.P. publication No. 109.
- Pluske, J.R. 2001. Morphological and functional changes in the small intestine of newly weaned pig. pp: 1-27. *In* A. Piva, K.E. Bach Knudsen, K.E. Lindberg (eds). *In Gut environment of pigs*, Nottingham University Press, Manor Farm, Thrumpton, UK.
- Russell, P.J., Geary, T.M., Brooks, P.H., and A. Campbell. 1996. Performance, water use and effluent output of weaner pig fed *ad libitum* with either dry pellets or liquid feed and the role microbial activity in the liquid feed. *J. Sci. Food Agric.* 72: 8-16.
- Scholten, R.H.J., C.M.C. van der Peet-Schwering, L.A. den Hartog, M. Balk, J.W. Schrama, and M.W.A. Verstegen. 2002. Fermented wheat in liquid diets: effects on gastrointestinal characteristics in weanling piglets. *J. Anim. Sci.* 80: 1179-1186.
- Scholten, R.H.J., C.M.C. van der Peet-Schwering, M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, J.W. Schrama, and P.C. Vesseur. 1999. Fermented co-products and fermented compound diets for pigs: a review. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 82: 1-19.
- Van der Wolf, P., J.H. Bongers, A.R.W. Elbers, F.M.M.C. Franssen, W. A. Hunneman, M.J.M. van Exsel, and M.J.M. Tielen. 1999. Salmonella infections in finishing pigs in the Netherlands: Bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection. *Vet. Microbiol.* 67: 263-275.
- Van Winsen, R.L., B.A.P. Urlings, L.J.A. Lipman, J.M.A. Snijders, D. Keuzenkamp, J.H.M. Verheijden, and F. van Knapen. 2001. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. *Appl. and Environ. Microbiol.* 67(7): 3071-3076.
- Van Winsen, R.L., L.J.A. Lipman, S. Biesterveld, B.A.P., Urlings, J.M.A. Snijders, and F. van Knapen. 2001. Mechanism of Salmonella reduction in fermented pig feed. *J. Sci. Food Agric.* 81: 342-346.

## ภาคผนวก

**ภาคผนวกที่ 1 :การวิเคราะห์หาไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO<sub>2</sub>)ตามวิธีการของ Brandt et al., (1983)**

## 1. อุปกรณ์

- |     |                               |     |                           |
|-----|-------------------------------|-----|---------------------------|
| 1.1 | เครื่องย่อยโปรตีน             | 1.4 | หลอดทดลอง                 |
| 1.2 | Volumetric flask ขนาด 500 มล. | 1.5 | ปิเปต                     |
| 1.3 | ขวดแก้ว                       | 1.6 | เครื่อง Spectrophotometer |

## 2. สารเคมี

- 2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- 2.2 Catalyst ที่ประกอบด้วย K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% และ Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5%
- 2.3 35 % Hydrogen peroxide (medical extra grade)

## 3. วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 2.0 กรัม ลงในหลอดย่อยโปรตีน เติม Catalyst 10 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยในเครื่องย่อยโปรตีน โดยในชั่วโมงแรกใช้ไฟปานกลาง หลังจากนั้นย่อยด้วยไฟแรงจนกระทั่งสารในหลอดใส ถ้าหากมีเศษอาหารหรือมีสีดำที่ขอบหลอดย่อยให้รอให้เย็นแล้วใช้น้ำกลั่นฉีดลงไป ทำการย่อยต่อจนสารในหลอดใส

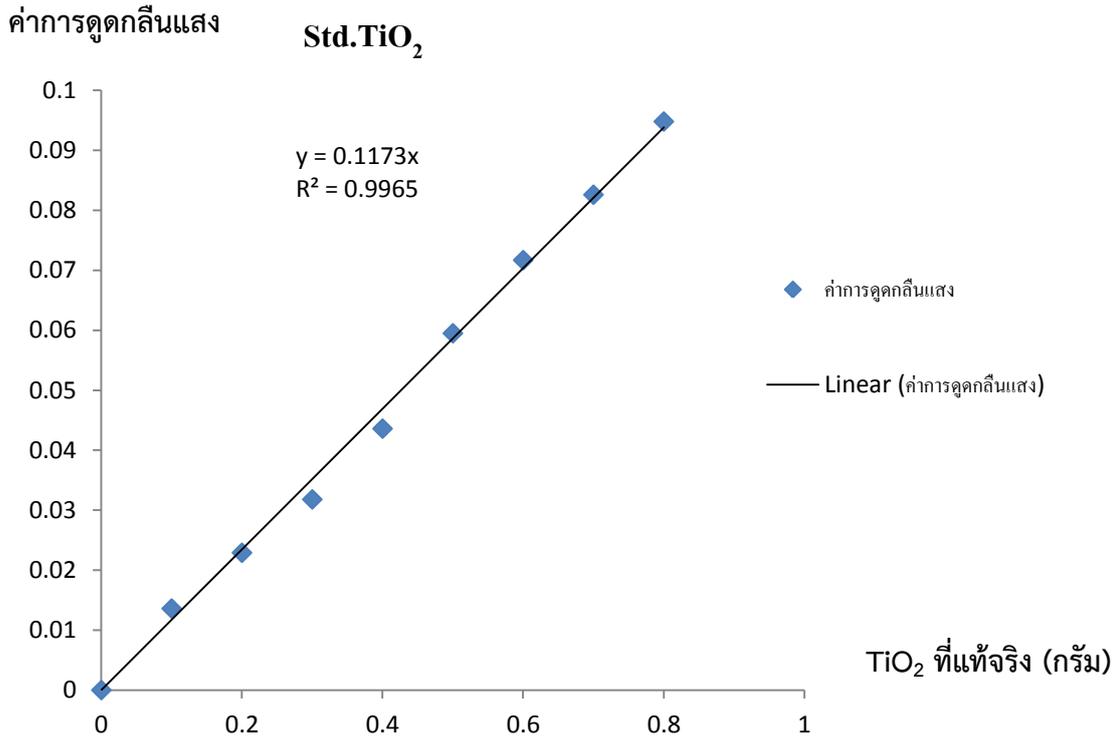
3.2 เมื่อสารในหลอดใสแล้วปิดไฟตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เจือจางสารละลายในหลอดด้วยน้ำกลั่นประมาณ 100 – 200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และปรับปริมาณด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งให้ได้ 500 มิลลิลิตร (สามารถแบ่งสารละลายในส่วนนี้ 100 มิลลิลิตร ไปกลั่นวิเคราะห์หาโปรตีนรวมในตัวอย่างได้ และสารละลายส่วนที่เหลือใช้วิเคราะห์หา TiO<sub>2</sub>ต่อไป)

3.3 นำสารละลายใสขวดแก้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการตกตะกอนประมาณ 3 วัน

3.4 ดูดสารละลายใส 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง และเติม Hydrogen peroxide 0.1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง

3.5 นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 410 นาโนเมตร

3.6 ทำสารละลายมาตรฐานตามวิธีเดียวกับตัวอย่าง และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปทำกราฟมาตรฐาน และคำนวณหาปริมาณ TiO<sub>2</sub> ในตัวอย่างต่อไป



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานและปริมาณของไทเทเนียมไดออกไซด์

**ภาคผนวกที่ 2: การวิเคราะห์ Proximate analysis**

**1.วิธีการวิเคราะห์หาความชื้น และวัตถุแห้ง**

1. หลักการ

ความชื้นหรือน้ำเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งจะมีปริมาณผกผันกับปริมาณของวัตถุแห้ง (Dry matter) วัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและปัจจัยต่างๆ

2. อุปกรณ์

- 2.1 เตาอบแห้ง (drying oven)
- 2.2 จานอลูมิเนียม (aluminium pan)
- 2.3 โถดูดความชื้น (dessicator)
- 2.4 คีมสำหรับจับจานอลูมิเนียม (tong)
- 2.5 เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3. วิธีการหาความชื้นโดยการอบแห้ง

- 3.1 หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยหาความชื้นโดยนำถ้วยหาความชื้นที่สะอาดเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100-200 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วเอาใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นนาน 30 นาที
- 3.2 ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 2-5 กรัม ใส่ลงในถ้วยหาความชื้น
- 3.3 นำถ้วยหาความชื้น อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100-102 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 หรือ 12 ชั่วโมง
- 3.4 นำถ้วยหาความชื้น ออกจากตู้อบ ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

4. การคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\text{สมการที่ 8}$$

$$\% \text{ วัตถุแห้ง} = \frac{(X-Y)}{W} \times 100 \quad \dots\dots\text{สมการที่ 9}$$

- A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ  
 B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ  
 X = น้ำหนักถั่วยหาความชื้น + ตัวอย่างหลังอบ  
 Y = น้ำหนักถั่วยหาความชื้น (ถั่วยเปล่า)  
 W = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

## 2.การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

### 1. หลักการ

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ (Organic matter) ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (Water insoluble) แต่ละลายได้ดีใน organic solvent เช่น benzene, ether, chloroform, dichloromethane และอื่นๆ ไขมันในอาหารสัตว์ที่ได้จากการสกัดด้วยสาร organic solvent ประกอบไปด้วยไขมันแท้ (true fat) และ สารคล้ายไขมัน (fat like substances) เช่น wax, volatile acids, alcohol และ pigments ต่างๆ

### 2. การหาค่าไขมันโดยคำนวณจากน้ำหนักอาหารที่หายไป

2.1 ชั่งน้ำหนักอาหาร 2 กรัม ใส่กระดาษกรอง (ห่อกระดาษให้แน่นเพื่อไม่ให้อาหารหลุดออกมา ในขณะที่สกัดไขมัน) นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

2.2 นำห่อตัวอย่างใส่ใน soxhlet tube แล้วต่อเข้ากับ condenser และ extraction flask

2.3 เติม Petroleum ether ในฟลาสประมาณ 2/3 ของฟลาส

2.4 ทำการกลั่นโดยควบคุมให้มีการควบแน่นของสารเคมี 5-6 หยดต่ออนาทีเป็นเวลา 10-16 ชั่วโมง

2.5 นำห่อตัวอย่างออกจาก soxhlet tube และนำเข้าไปในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือจนกว่าตัวอย่างแห้ง

2.6 ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ ether extract หรือ crude fat)

### 3. การคำนวณ

$$\% \text{Ether extract} = \frac{(X-Y) \times 100}{W} \quad \dots \text{สมการที่ 10}$$

X = น้ำหนักกระดาษกรอง + ตัวอย่างอาหาร (หลังอบในตู้อบ 2 ชั่วโมง)

Y = น้ำหนักกระดาษกรอง + ตัวอย่างอาหาร (หลังจากสกัดไขมัน)

W = น้ำหนักตัวอย่าง

## 3.การวิเคราะห์โปรตีน โดยใช้วิธี Kjeldahl Method

### 1. หลักการ

ไนโตรเจนส่วนใหญ่ในอาหารสัตว์คือโปรตีน โดยปกติโปรตีนจะมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน แล้วคูณด้วย 6.25 จะได้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง

### 2. วิธีการ

ใช้วิธีKjeldahl Method ซึ่งเป็นวิธีหาไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การย่อย เป็นการเปลี่ยนสารไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  โดยใช้กรดกำมะถันเข้มข้น

2.2 การกลั่น เป็นการกลั่นเพื่อนไล่อะมโมเนียออกมาโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ และเก็บไว้ในสารละลายกรดบอริก

2.3 การไตเตรท เพื่อหาปริมาณสารละลายกรดมาตรฐานที่ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย

### 3. อุปกรณ์

- |     |  |     |                       |
|-----|--|-----|-----------------------|
| 3.1 | เตาย่อยตัวอย่างพร้อมเครื่องตุ๋นไอกรด             | 3.6 | หลอดย่อยสำหรับเตาย่อย |
| 3.2 | เครื่องกลั่นโปรตีน พร้อม cooling bath circulator | 3.7 | ชิ้นตัดกสาร           |
| 3.3 | กระบอกตวงขนาด 20 มล., 25 มล.                     | 3.8 | เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง |
| 3.4 | ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.                          | 3.9 | บิวเรต พร้อม Stand    |
| 3.5 | ปิเกตอร์ ขนาด 250 มล., 100 มล.                   |     |                       |

### 4. สารเคมี

- 4.1 Catalyst mixture (ประกอบด้วย โปตัสเซียมซัลเฟต 100 กรัม + คอปเปอร์ซัลเฟต 7 กรัม)
- 4.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- 4.3 สารละลาย NaOH 40 %
- 4.4 สารละลาย NaOH 20 %
- 4.5 สารละลายมาตรฐาน  $H_2SO_4$  0.1 N
- 4.6 สารละลายกรดบอริก 4 %
- 4.7 Mix indicator

### 5. ขั้นตอนการวิเคราะห์โปรตีนด้วยเครื่องกึ่งอัตโนมัติ (VELP)

- 5.1 การเตรียมเครื่องตุ๋นไอกรด และปรับให้เป็นกลาง
  - 5.1.1 ใส่น้ำใสอ่างของเครื่องให้ได้ขีด Maximum
  - 5.1.2 ใส่ขวดพลาสติกบรรจุสารละลาย NaOH 20 % 1 ลิตร และขวดพลาสติกเปล่าที่ตัวเครื่อง
  - 5.1.3 เปิดสวิตซ์ให้เครื่องทำงาน
  - 5.1.4 กด set เพื่อเลือก menu ที่ DK6

#### 5.2 การเตรียมและย่อยตัวอย่าง

- 5.2.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 0.5-1.5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงในหลอดย่อย
- 5.2.2 เติม Catalyst mixture ลงไป 7-10 กรัม
- 5.2.3 เติมกรดกำมะถันเข้มข้น ประมาณ 20 มล. (ทำในตู้ดูดควัน)
- 5.2.4 ตั้งส่วนผสมที่อยู่ในหลอดบนเตาย่อย เปิดเตาให้ทำงานย่อย ที่อุณหภูมิ 420 องศา

เซลเซียส เปิดชุดดูดควันพร้อมย่อยจนกว่าส่วนผสมทั้งหมดใส เมื่อใสแล้วปิดเตาย่อย และทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 20 นาที) ขึ้นอยู่กับความร้อนที่สะสมในเตา)

#### 5.3 การกลั่น

5.3.1 นำหลอดที่ใส่ส่วนผสมที่ใส ซึ่งผ่านการย่อยแล้ว ไปต่อเข้าเครื่องกลั่น แล้วนำขวดรูปชมพู่ที่ใส่สารละลายบอริก จำนวน 50 มล. และ Mix indicator ประมาณ 3 หยด วางรองรับแอมโมเนียที่ได้จากการกลั่น ให้ปลายของคอนเดนเซอร์จุ่มอยู่ต่ำกว่าระดับของสารละลายกรดบอริก

5.3.2 ให้เครื่องกลั่นเติมน้ำกลั่นและสารละลาย NaOH 40 % ลงไป โดยตั้งโปรแกรมของเครื่องที่ program 01 (ตั้งเวลากลั่นไว้ 4 นาที) โดยการกด enter สังเกตการเปลี่ยนสีของหลอดย่อยจะเป็นสีฟ้าเขียว แสดงถึงแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะถูกจับไว้ด้วยสารละลายกรดบอริก 4 %

#### 5.4 การไตเตรท

นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรท กับสารละลายมาตรฐานกรดเกลือ หรือกรดกำมะถัน 0.1 N (สารละลายในขวดเปลี่ยนกลับเป็นสีเดิม)

#### 5.5 การคำนวณ

$$\% \text{ Nitrogen (N)} = \frac{(V2 - V1) \times N \times 1.4}{W} \quad \text{.....สมการที่ 11}$$

$$\% \text{ Crude Protein} = 6.25 \times \% \text{ Nitrogen}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0.1 \text{ N}$

V1= ปริมาตรของของสารละลายมาตรฐาน  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่ใช้ในการไตเตรท blank

V2= ปริมาตรของของสารละลายมาตรฐาน  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

W= น้ำหนักตัวอย่าง

#### 4.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

##### 1. หลักการ

เผาตัวอย่างอาหารด้วยความร้อนสูง (ประมาณ 550-600 องศาเซลเซียส) สารอินทรีย์จะสลายตัวกลายเป็นน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนที่เหลือคือเถ้า ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ ประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิด

##### 2. วิธีการ

2.1 หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยเผา (ล้างถ้วยเผาให้สะอาดนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักทำจนได้น้ำหนักคงที่)

2.2 ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียด ประมาณ 2-5 กรัม ใส่ลงในถ้วยเผา

2.3 นำไปเผาให้หมดควัน (ในตู้ดูดควัน) ด้วย hot plate

2.4 นำถ้วยเผาเข้าเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3-10 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้เถ้าที่สมบูรณ์ ไม่มีส่วนที่เป็นสีดำเหลืออยู่ (ระยะเวลาที่ใช้เผาขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของตัวอย่าง) หรือถ้าหลังจากเผาแล้วยังไม่เป็นสีขาวให้หยดน้ำกลั่นหรือแอมโมเนียคาร์บอนेटลงไปให้เถ้าเปียก ระเหยให้แห้งแล้วเผาต่อ

2.5 นำถ้วยเผาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

##### 3. การคำนวณ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{B - A}{W} \times 100 \quad \text{.....สมการที่ 12}$$

A = น้ำหนักกรูชิวีลเปล่า

B = น้ำหนักกรูชิวีล + ตัวอย่างหลังเผา

W= น้ำหนักตัวอย่าง

#### 5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย

##### 1. หลักการ

ทำให้สารที่ไม่ใช่พวกผนังเซลล์ของพืช อยู่ในรูปของสารละลายโดยใช้สารละลายกรด และด่าง คือ Sulfuric acid และ Potassium hydroxide หรือ Sodium hydroxide (สารเหล่านี้คือพวก สารประกอบภายในเซลล์เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ แป้ง น้ำตาลและโปรตีน เป็นต้น)

##### 2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย

2.2 ภาชนะใส่สารละลายกรดและด่างที่สามารถต้มได้

2.3 hotplate

2.5 เครื่องละเอียด

2.6 โถดูดความชื้น

2.7 hot air over

2.4 Filterหรือ sintered glass crucible

2.8 Muffle furnace

### 3. สารเคมี

3.1 Sulfuric acid 1.25 %

3.2 Potassium hydroxide หรือ Sodium hydroxide 1.25 %

3.3 N-octanolใช้เป็น Antifoam

3.4 Acetone

3.5 Celited

### 4. วิธีการวิเคราะห์

4.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 1 กรัม โดยทรานน้ำหนักที่แน่นอนใส่ลงใน Filter glass crucible แล้วใส่สารซีไลต์ลงใน glass crucible ให้มีความสูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร เพื่อช่วยในการกรอง (กรณีที่มีตัวอย่างเป็นอาหารชั้น)

4.2 วาง Filter glass crucible ที่มีตัวอย่างบนแป้นเครื่อง ในส่วนที่สกัดด้วยความร้อน แล้วโยกคั่นลอค

4.3 เติม Sulfuric acid 1.25 % 150 มล. หลังจากทำให้ร้อนเพื่อลดเวลาในการต้มให้เดือด

4.4 เติม N-octanol 3-5 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟอง

4.5 เปิดสวิตช์ไฟให้ความร้อนสูงสุด เพื่อต้มสารละลายที่มีตัวอย่างอยู่ให้เดือด หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ลดความร้อนลงประมาณครึ่งหนึ่ง แล้วต้มต่อไปอีก 30 นาที

4.6 เมื่อครบเวลา 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อระบาย Sulfuric acid ออก

4.7 ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้งๆ ละ 30 มล. ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ Pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐาน crucible ทำให้ส่วนผสมใน crucible คลุกเคล้าโดยตลอด

4.8 หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกจนหมดแล้วเติมสารละลาย Potassium hydroxide 12.5 % ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงไป 150 มล. พร้อมกับเติม N-octanol 3-5 หยด

4.9 ต้มให้เดือดนาน 30 นาที เช่นเดียวกับข้อ 5

4.10 ทำขั้นตอนที่ 6 และ 7 ซ้ำ

4.11 ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง แล้วล้างอีก 3 ครั้งด้วย Acetone ประมาณ 25 มล.

4.12 ทำให้แห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักซึ่งค่านี้น้ำหนักแห้งของ Filter glass crucible ที่มีเยื่อใยรวมกับน้ำหนักของแก้ว

4.13 นำ crucible ในข้อ 12 ไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักของแก้วบวกกับ Filter glass crucible เมื่อนำน้ำหนักที่ได้ ไปหักออกจากน้ำหนักในข้อ 12 จะได้น้ำหนักของเยื่อใย

**หมายเหตุ** ก่อนเปิดสวิตช์ให้เครื่องสกัดเยื่อใยทำงาน ต้องเปิดสวิตช์ บั้มที่ cooling bath circulator ซึ่งตั้งอุณหภูมิน้ำไว้ประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส เพื่อให้ น้ำเย็นไหลเข้าเครื่อง

### 5. การคำนวณ

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{(X - Y)}{W} \times 100 \quad \dots\dots \text{สมการที่ 13}$$

X = น้ำหนักของ Filter glass crucible ที่มีตัวอย่างหลังต้มด้วยเครื่องและอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

Y = น้ำหนักของ Filter glass crucible ที่มีตัวอย่างหลังเผาที่ อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส

W = น้ำหนักตัวอย่าง



ภาพที่ 2 กรงทดลองเลี้ยงสุกร



ภาพที่ 3 เครื่องผสมอาหาร



ภาพที่ 4 ถังหมักอาหารสำหรับการทดสอบอาหารหมักในสุกร



ภาพที่ 5 การให้อาหารสุกรทั้ง 3 กลุ่มวันละ 4 ครั้ง  
เวลาให้อาหาร 6.00, 10.00, 14.00 และ 18.00 น.ในการเลี้ยงระยะอนุบาล-เล็ก



คะแนนรูปร่าง/สี

รูปร่าง = 1 แข็ง เป็นก้อน

สี = 1 ดำ



คะแนนรูปร่าง/สี

รูปร่าง = 2 คงรูปดี เป็นพวง

สี = 2 ดำปนเทา



คะแนนรูปร่าง/สี

รูปร่าง = 3 คงรูปปานกลาง

สี = 3 เทา



คะแนนรูปร่าง/สี

รูปร่าง = 4 คงรูปไม่ดี ค่อนข้างเหลว

สี = 4 เทาปนเหลือง



คะแนนรูปร่าง/สี

รูปร่าง = 5 เหลวเป็นน้ำ

สี = 5 เหลือง

ภาพที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนรูปร่างและสีมูลสุกร



ภาพที่ 7 การเลี้ยงสุกรทดลองระยะเล็กบนกรงทดสอบอาหาร



ภาพที่ 8 การเลี้ยงสุกรรุ่น-ขุนในคอกทดลอง



ภาพที่ 9 วัด pH อาหารหมักก่อนนำไปผสมกับอาหารชั้น



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการเตรียมอาหารชั้น+อาหารหมักที่ผสมให้สุกรกิน