



การเสริมคุณค่าของอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสุกรด้วยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก  
ซึ่งทนร้อนเพื่อเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณสมบัติโปรไบโอติก

**Feed Supplementation with Thermo-Tolerant, Lactic Acid-Producing Bacteria  
as Probiotics for Swine Husbandry**

เสาวนิต ทองพิมพ์<sup>1</sup> เทอดศักดิ์ คำเหม็ง<sup>2</sup> ไพรัช เลื่อนไธสง<sup>3</sup> Kenji Sakai<sup>4</sup> และ ณัฐรยาน์ เปี้ยแดง<sup>5</sup>  
Saowanit Tongpim<sup>1</sup>, Terdsak Khammeng<sup>2</sup>, Pirat Luanthisong<sup>3</sup>, Kenji Sakai<sup>4</sup> and Nattayana Piadang<sup>5</sup>

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงความสามารถของแบคทีเรียทนร้อนที่ผลิตกรดแลคติกได้ (ไอโซเลท NF17) ซึ่งเก็บรักษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นมาใช้ในการทดลอง โดยซัสเพนชันของเชื้อไอโซเลท NF17 ถูกนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 1-5 kGy หลังจากนั้นทำการคัดเลือกเชื้อที่รอดชีวิตจากการฉายรังสีที่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose-Yeast extract-Peptone (GYP) ที่มี CaCO<sub>3</sub> ผสมอยู่ด้วย แล้วให้โคโลนีและโซนใสที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ได้จากเชื้อไอโซเลท NF17 ที่เป็นเชื้อดั้งเดิม จากการฉายรังสีเราสามารถแยกไอโซเลทเป้าหมายได้ 55 ไอโซเลท หลังจากนั้นได้เลือกไอโซเลทที่สามารถเจริญได้ดีและสร้างโซนใสขนาดใหญ่บนอาหารเลี้ยงเชื้อ GYP ที่มี CaCO<sub>3</sub> เมื่อเปรียบเทียบกับไอโซเลท NF17 เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไปได้แก่ไอโซเลท L5I2-14(5) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าไอโซเลท K14 จากการศึกษาจำแนกชนิดของเชื้อโดยอาศัยคุณลักษณะทางสรีรวิทยา ชีวเคมีและรูปร่างของเซลล์ พบว่าเป็นเชื้อ *Bacillus* sp. โดยพบว่าเชื้อนี้เจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 42.5°C, pH 6.5 และสามารถทนอุณหภูมิได้สูงถึง 59°C. จากการนำเอาเชื้อ K14 ไปใช้หมักเศษอาหารที่เก็บมาจากศูนย์อาหารและบริการของมหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าเชื้อสามารถใช้เศษอาหารในการเจริญและเพิ่มจำนวนได้ถึง 10<sup>7</sup> to 10<sup>8</sup> CFU/กรัมภายในเวลา 1-3 วัน เมื่อนำเศษอาหารที่ผ่านการหมักนี้ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเศษอาหารที่ไม่ผ่านการหมัก จากการนำเอาเชื้อ K14 นี้ไปผสมในอาหารที่ให้สุกรหย่านมบริโภคนในแต่ละวัน พบว่าเชื้อ *Bacillus* K14 ช่วยทำให้อัตราแลกเปลี่ยนอาหารดีขึ้นและลดอัตราการตายของลูกสุกร ส่วนในการทดสอบผลของเชื้อนี้ในสุกรรุ่นและสุกรเล็กพบว่าการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารในสุกรรุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

**คำสำคัญ:** การฉายรังสีแกมมา สุกร อาหารเสริม *Bacillus* K14 โปรไบโอติก กรดแลคติก การทนร้อน

<sup>1</sup> ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

<sup>2</sup> ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

<sup>3</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์

<sup>4</sup> Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Engineering, Oita University, Oita 870-1192, Japan

<sup>5</sup> สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

## Abstract

This research work had an objective to employ the thermotolerant, lactic acid-producing bacteria, *Bacillus coagulans* strain NF17 as feed additive for swine raising. The bacterial isolate NF17, kept in the culture collection of Khon Kaen University that could tolerate high temperature and produce lactic acid, was employed in this experiment. Cell suspension of isolate NF17 was exposed to gamma irradiation at various doses (1-5 KGy). The isolated survivors were screened on the basis of forming larger colonies and clear zones than the parent strain NF17 when grown on Glucose-Yeast extract-Peptone (GYE) containing CaCO<sub>3</sub>. We obtained 55 effective isolates which the isolate L512-14(5), designated as K14 was chosen for further experiments. Isolate K14 together with the parent strain were characterized using morphological, physiological and biochemical tests. They were all identified as *Bacillus coagulans*. All isolates had optimal growth pH of 6.5 and grew best at 42.5°C. The strain K14 could tolerate the temperature as high as 59°C and was then employed in the fermentation of food waste that collected from the university cafeteria. It was found that food waste could support growth of *Bacillus* K14 and produce about 10<sup>7</sup> to 10<sup>8</sup> CFU/g food waste within 1-3 days. Nutritional value of the fermented food waste in the form of protein was also increased. When mixing this selected bacterium as feed additive in daily pig rations, it was found that *Bacillus* K14 helped increase feed conversion ratio and reduced the mortality in weaned piglets. Experiments were also performed with the growing pigs. It showed that *Bacillus Sp. K14* significantly improved the feed conversion ratio.

**Keywords:** gamma irradiation, swine, feed supplement, *Bacillus Sp. K14*, probiotic, lactic acid, thermotolerant

## คำนำ

สุกรเป็นเนื้อสัตว์ที่นิยมบริโภคมากในประเทศไทยเป็นอันดับสองรองจากเนื้อไก่ โดยตามหมู่บ้านในชนบทเกษตรกรนิยมเลี้ยงหมูไว้บริโภคเองในครัวเรือน บางแห่งก็เลี้ยงเป็นฟาร์มขนาดเล็ก จากสภาพที่เกิดขึ้นในหมู่บ้านตามชนบท พบว่ามีการใช้เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภคมาใช้เลี้ยงสุกร หนึ่งคณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงสายพันธุ์แบคทีเรียกรดแลคติก *Bacillus* NF17 ให้สามารถทนร้อนได้ดีและผลิตกรดแลคติกให้ได้ในปริมาณสูง จึงได้มีแนวคิดนำไปใช้ประโยชน์โดยนำไปเพาะเลี้ยงในเศษอาหารเหลือทิ้งที่จะนำไปใช้เลี้ยงสุกรก่อนนำไปให้สุกรบริโภคโดยการหาวิธีเพาะเลี้ยงที่เกษตรกรทำได้ไม่ยาก ซึ่งไม่ต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อ เนื่องจากเชื้อ *Bacillus* sp. สายพันธุ์ NF17 สามารถทนร้อนได้ดีในขณะที่จุลินทรีย์ต่างๆ ไปจะไม่สามารถทนอุณหภูมิ 50°C. ได้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้ออาหารก่อนการเพาะเลี้ยงเชื้อ เกษตรกรที่เลี้ยงสุกรไม่กีดตัวก็อาจใช้วิธีบ่มกลางแดด ส่วนฟาร์มสุกรขนาดเล็กอาจลงทุนจัดหาตู้อบที่ 50°C. แทน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเชื้อ *Bacillus coagulans* ยังมีคุณสมบัติในแง่เป็นเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกสำหรับสัตว์ โดยมีรายงานถึงการใช้ได้ผลดีเมื่อผสมในอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสุกร (Adami and Cavazzoni, 1999; Adami et. al., 1997; Hong et. al., 2005; Yang, et. al., 2006) ซึ่งจะช่วยลดการฟุ้งกระจายของเชื้อหรือสารเร่งการเจริญเติบโต

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการนำเชื้อ *Bacillus* NF17 ซึ่งเก็บรักษาอยู่ที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## เศษอาหารเหลือที่นำมาใช้ในการหมัก

เศษอาหารที่นำมาใช้ในการหมักได้จากอาหารที่เหลือจากการบริโภคจากศูนย์อาหารและบริการของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

## การทดสอบอุณหภูมิของเศษอาหารเมื่อตั้งไว้กลางแจ้ง

นำเศษอาหารใส่ภาชนะปิด นำไปตั้งไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 1 วัน ทำการบันทึกอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของวัน

## การทดลองหมักเศษอาหารเหลือบริโภคด้วยเชื้อ *Bacillus K14*

นำเศษอาหารเหลือทิ้งจากศูนย์อาหารและบริการในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมาตีป่นในโถปั่น จากนั้นแบ่งเป็น 2 ชุด การทดลองที่เติมและไม่เติม crude glucoamylase (200 ppm) บ่มที่ 50°C. เป็นเวลา 1 วัน แล้วจึงไปทำการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอล หลังจากนั้นก็เติม inoculum ของเชื้อ K14 ลงไป ก่อนที่จะนำไปบ่มที่อุณหภูมิกลางแจ้งและที่ 42.5°C. เป็นเวลา 3 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกวันเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า pH ปริมาณกรดแลคติก ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเชื้อ K14

## การวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกด้วยวิธีไตเตรชันกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (Waters) โดยใช้ chiral ligand-exchange column, MCI GEL CRS10 W และ UV detector (254 nm) และ 2mM CuSO<sub>4</sub> เป็น mobile phase (Sakai et. al., 2000)

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ด้วยวิธี phenol-sulfuric acid method (Taylor, 1995)

## การทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus K14* ในสุกรหย่านม-สุกรเล็ก

- ใช้ลูกสุกรหย่านมสามสายเลือด 80 ตัว อายุ 28-30 วัน น้ำหนักใกล้เคียงกัน เลี้ยงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ให้โปรไบโอติก K14 กับกลุ่มที่ไม่ให้ K14 ทำการทดลอง 4 ซ้ำๆละ 10 ตัว รวม 8 คอก
- การเสริม K14 โดยการใส่เชื้อลงในนมมูเอชที่ชนิดหวานไขมันต่ำ แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 48 ชั่วโมง แล้วขยายเชื้อต่อส่วนมกล่องชนิดเดียวกัน โดยใช้นมที่เป็นหัวเชื้อ 15 มิลลิลิตร บ่มที่ 48 ชั่วโมง แล้วนำไปสเปรย์ในอาหารลูกสุกรอัดเม็ด อัตรา 250 มิลลิลิตรต่ออาหาร 10 กิโลกรัม ส่วนอาหารควบคุมใช้นมชนิดเดียวกันแต่ไม่ใส่เชื้อ K14 แล้วนำอาหารเลี้ยงสุกรทันที
- ชั่งน้ำหนักสุกรทุกสัปดาห์เพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารหรืออัตราแลกเนื้อ
- ทำการทดลอง 8 สัปดาห์ โดย 4 สัปดาห์แรก ถือเป็นสุกรหย่านมในเล้าอนุบาล และ 4 สัปดาห์หลังถือเป็นสุกรเล็ก
- สถานที่ทำการทดลอง แผนกสุกร สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตกาฬสินธุ์
- วันที่ทำการทดลอง ระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน ถึง 30 กรกฎาคม 2549

## การทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus K14* ในสุกรเล็ก-สุกรรุ่น

- ลูกสุกรสามสายเลือดอายุ 4 สัปดาห์จำนวน 48 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 13.64 กิโลกรัม/ตัว
- คอกทดลองขนาด 1.5x1.5 เมตร สำหรับลูกสุกรเล็ก จำนวน 16 คอกๆละ 3 ตัว
- คอกทดลองขนาด 3x5 เมตร สำหรับสุกรรุ่น จำนวน 8 คอก ๆละ 6 ตัว
- แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 4 ทรีทเมนต์ 4 ซ้ำ ในสุกรเล็ก และ 4 ทรีทเมนต์ 2 ซ้ำ ในสุกรรุ่น

- T1 = อาหารสำเร็จรูป (control)
- T2 = อาหารสำเร็จรูป + K14 เพาะเลี้ยงนาน 1 วัน
- T3 = อาหารสำเร็จรูป + K14 เพาะเลี้ยงนาน 2 วัน
- T4 = อาหารสำเร็จรูป + อาหารเลี้ยงเชื้อ

โดยคุณค่าทางโภชนาของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงสุกรแสดงอยู่ในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาในสูตรอาหารสำหรับสุกร**

ชนิดอาหาร	คุณค่าทางโภชนา (เปอร์เซ็นต์)			
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	กาก
อาหารสุกรเล็ก	9.15	25.21	6.79	2.06
อาหารสุกรรุ่น1	9.67	16.46	6.17	3.91
อาหารสุกรรุ่น2	9.73	16.38	6.04	6.10

- การให้อาหารอย่างเต็มที่วันละ 2 ครั้ง โดยอาหารกลุ่มทดลองจะสเปรย์เชื้อในอาหารทุกวัน ซึ่งเชื้อ *Bacillus* K14 ที่ใช้ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose-Yeast extract-Peptone (GYP) broth ในถังหมักที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 42.5°C. pH 7.0 กวนด้วยความเร็วรอบ 200 rpm เป็นเวลานาน 1 และ 2 วัน
- ชั่งน้ำหนักสุกรและปริมาณอาหารที่กินทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณสมรรถนะการผลิตของสุกร
- วิเคราะห์โภชนาในอาหาร โดยวิธี proximate analysis (เขาวมาลย์, 2523)
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (SAS, 1985)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การกลายพันธุ์เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท 3A ด้วยรังสีแกมมา

จากการนำเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* NF17 ไปทำการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาที่ปริมาณ 1 2 3 4 และ 5 kGy ทำการคัดเลือกเชื้อที่เจริญและสร้างโชนในสับอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose-Yeast extract-Peptone ที่มี CaCO<sub>3</sub> ผสมอยู่ด้วย (GYP-Ca) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อดั้งเดิมคือไอโซเลท NF17 และได้เลือกเชื้อที่มีประสิทธิภาพดีมา 1 ไอโซเลทที่ได้จากการฉายรังสีที่ปริมาณ 2 kGy ได้แก่ไอโซเลท L512-14(5) ซึ่งต่อไปจะขอเรียกให้กระชับว่า K14

### การศึกษาจำแนกชนิดเชื้อและสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ

จากการศึกษาจำแนกชนิดของเชื้อตาม Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Holt, 1994) พบว่าไอโซเลท NF17 และไอโซเลท K14 มีคุณสมบัติตรงกับเชื้อ *Bacillus* sp. และเมื่อศึกษาสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Bacillus* K14 พบว่าเชื้อเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 27-59 องศาเซลเซียส โดยมี optimum growth temperature อยู่ที่ 42.5°C. ส่วนสภาพความเป็นกรด-ด่างพบว่าเชื้อเจริญได้ในช่วง pH 5.5-7.5 โดยมี optimum growth pH อยู่ที่ 6.5

### การหมักเศษอาหารเหลือบริโภคด้วยเชื้อ *B. coagulans* K14

จากการนำเศษอาหารเหลือบริโภคมาหมักด้วยเชื้อ *Bacillus* K14 ที่อุณหภูมิกลางแจ้งและที่ 42.5°C. เป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการตรวจวิเคราะห์หาค่า pH ปริมาณกรดแลกติก ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเชื้อ K14 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การหมักเศษอาหารเหลือทิ้ง (Food waste) ด้วยเชื้อ *Bacillus* K14 ที่อุณหภูมิ 42.5°ซ.

วันที่	Food waste				Food waste + glucoamylase			
	pH	Total sugar (g/l)	Lactic acid (g/l)	เชื้อ K14 (CFU/g)	pH	Total sugar (g/l)	Lactic acid (g/l)	เชื้อ K14 (CFU/g)
0	7.0	41.30	9.2	4.5x10 <sup>2</sup>	7.0	43.29	8.88	8.0x10 <sup>3</sup>
1	4.9	33.27	13.53	5.3x10 <sup>7</sup>	4.9	32.04	14.11	3.9x10 <sup>7</sup>
2	4.7	30.59	18.9	3.3x10 <sup>7</sup>	4.7	28.39	22.13	4.5x10 <sup>7</sup>
3	5.2	28.41	24.65	1.1x10 <sup>8</sup>	4.9	24.95	29.93	3.7x10 <sup>8</sup>

ตารางที่ 3 การหมักเศษอาหารเหลือทิ้ง (Food waste) ด้วยเชื้อ *Bacillus* K14 ที่อุณหภูมิกลางแจ้ง

วันที่	Food waste				Food waste + glucoamylase			
	pH	Total sugar (g/l)	Lactic acid (g/l)	เชื้อ K14 (CFU/g)	pH	Total sugar (g/l)	Lactic acid (g/l)	เชื้อ K14 (CFU/g)
0	7.0	41.60	9.13	2.4x10 <sup>3</sup>	7.0	43.5	8.95	1.2x10 <sup>3</sup>
1	5.5	36.27	11.1	8.2x10 <sup>6</sup>	5.3	38.04	12.5	4.4x10 <sup>7</sup>
2	5.2	34.59	16.4	1.2x10 <sup>7</sup>	4.9	32.39	18.7	7.3x10 <sup>7</sup>
3	5.1	30.2	18.65	7.7x10 <sup>7</sup>	5.0	28.95	22.93	1.3x10 <sup>8</sup>

หลังจากหมักเศษอาหารด้วยเชื้อ *Bacillus* K14 เป็นเวลา 3 วัน ได้ส่งไปวิเคราะห์โภชนะในอาหารด้วยวิธี proximate analysis (เขาวมาลัย, 2523) เปรียบเทียบกับเศษอาหารก่อนการหมักเชื้อ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณโปรตีนและไขมันในเศษอาหารเหลือทิ้งก่อนและหลังการหมักด้วยเชื้อ *Bacillus* K14 เป็นเวลา 3 วัน

ปริมาณสาร (%)	ก่อนเติมเชื้อ K14		หลังเติมเชื้อ K14 แล้วบ่มเป็นเวลา 3 วัน			
	FW	FW+G	FW บ่มกลางแจ้ง	FW บ่มที่ 42°ซ.	FW+G บ่มกลางแจ้ง	FW+G บ่มที่ 42°ซ.
โปรตีน	15.73	16.86	19.93	25.88	22.33	29.23
ไขมัน	10.03	10.01	10.15	10.25	7.51	7.61

หมายเหตุ: FW: เศษอาหารเหลือทิ้ง (Food waste) FW+G: เศษอาหารเหลือทิ้ง (Food waste) ที่มีการเติม crude glucoamylase

#### การทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus* K14 ในสุกรหย่านม-สุกรเล็ก

จากการเพาะเลี้ยงเชื้อ *Bacillus* K14 ในน้ำนมยูเอชทีชนิดหวานแล้วนำไปผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรหย่านมและสุกรเล็กเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกสุกร พบว่าลูกสุกรกลุ่มควบคุม (T0) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 616 กรัม/ตัว/วัน และอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.502 ส่วนกลุ่มทดลอง (T1) มีอัตราเจริญเติบโตเฉลี่ย 651 กรัม/ตัว/วัน และอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.332 มีความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนอาหารอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการผลิตอาหารของสุกรหย่านมที่ได้รับเชื้อ *Bacillus* K14 และไม่ได้รับเชื้อ**

ลูกสุกรชุดที่	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>
	(กลุ่มควบคุม)	(รับเชื้อ <i>Bacillus</i> K14)
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)		
(1)	560	592
(2)	590	624
(3)	646	698
(4)	668	692
ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต	616 ± 24.86	651.5 ± 25.98*
อัตราเปลี่ยนอาหาร		
(1)	1.53	1.32
(2)	1.55	1.39
(3)	1.44	1.32
(4)	1.49	1.30
ค่าเฉลี่ยอัตราเปลี่ยนอาหาร	1.50 ± 0.02*	1.33 ± 0.02

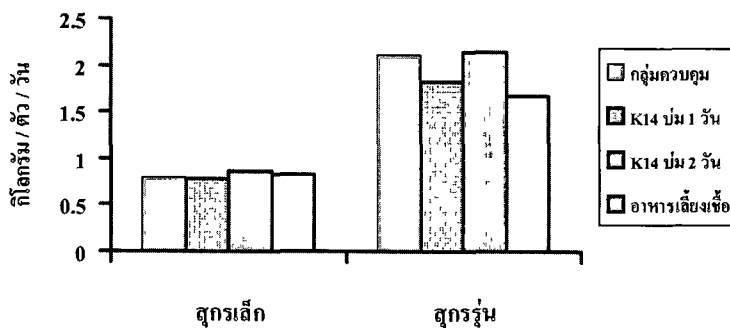
\*ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

**การทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus* K14 ในสุกรเล็ก-สุกรรุ่น**

จากการเพาะเลี้ยงเชื้อ *Bacillus* K14 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ GYP แล้วนำไปผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรเล็ก-สุกรรุ่น เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกสุกร พบว่าการเสริมแบคทีเรียและอาหารเลี้ยงเชื้อลงในอาหารสุกรเล็กและสุกรรุ่นมีผลต่อปริมาณอาหารที่กินลดลง โดยไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร แต่ส่งผลให้อัตราแลกเนื้อดีขึ้นในสุกรรุ่น ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 1

**ตารางที่ 6 ผลการเสริม K14 ในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของสุกรเล็กและสุกรรุ่น**

ระยะสุกร	สมรรถนะการผลิต	กลุ่มควบคุม	เสริม K14 บ่ม	เสริม K14 บ่ม	อาหารเลี้ยงเชื้อ ไม่มี K14
			1 วัน	2 วัน	
สุกรเล็ก	จำนวนสุกร (ตัว)	12	12	12	12
	น้ำหนักหย่านม (กก./ตัว)	12.12	13.58	14.95	13.93
	น้ำหนัก 8 สัปดาห์ (กก./ตัว)	26.15	26.07	26.17	24.58
	ปริมาณอาหารที่กิน (ก/ตัว/วัน)	800.00	768.75	861.61	820.24
	อัตราการเจริญเติบโต (ก/ตัว/วัน)	500.75	505.75	503.00	494.50
	อัตราแลกเนื้อ	1.602	1.512	1.725	1.672
สุกรรุ่น	จำนวนสุกร (ตัว)	12	12	11	12
	น้ำหนัก 12 สัปดาห์ (กก./ตัว)	46.50	46.91	48.36	43.25
	ปริมาณอาหารที่กิน (ก/ตัว/วัน)	2107.64	1815.97	2145.21	1673.61
	อัตราการเจริญเติบโต (ก/ตัว/วัน)	727.00	751.00	799.00	710.00
	อัตราแลกเนื้อ	2.480	2.185	2.025	2.017



**รูปที่ 1 ปริมาณอาหารที่ถูกบริโภคโดยสุกรระยะเล็กและสุกรรุ่น (กิโลกรัม/ตัว/วัน)**

จากการทดลองเลี้ยงสุกรชุดแรกที่มีการเสริมโปรไบโอติก K14 ให้ลูกสุกรหย่านมและสุกรเล็กพบว่ามียาผลในเชิงบวกทั้งด้านอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 4 ซ้ำ และในสุกรทุกอายุตลอดการทดลอง และยังพบว่ามียาแนวโน้มที่สุกรกลุ่มทดลองมียาอัตราการตายของลูกสุกรในเล้าอนุบาลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองในช่วงฤดูฝนสุกรในเล้าอนุบาลมียาอัตราการตายสูงจากสาเหตุท้องร่วงและโรคจากระบบทางเดินหายใจ ในการทดลองครั้งนี้สุกรในกลุ่มควบคุมตายจำนวน 5 ตัว ขณะที่สุกรที่ใส่โปรไบโอติก K14 ตายเพียง 1 ตัว ซึ่งสุกรที่ตายทั้งหมดตายในสัปดาห์ที่ 1 ของการทดลอง ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่าสุกรที่ตายทั้งหมดเกิดจากสาเหตุท้องร่วงอย่างรุนแรงและ 2 ตัวมีอาการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจร่วมด้วย เชื้อโปรไบโอติก K14 น่าจะมีผลต่อการลดความรุนแรงหรือช่วยป้องกันการท้องร่วงในลูกสุกรซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อของสุกร การใส่โปรไบโอติก K14 น่าจะเกิดผลดีต่อการเลี้ยงสุกรรายย่อยที่การจัดการดูแลและการสุขาภิบาลที่ไม่ดีพอ ซึ่งได้มีรายงานวิจัยอื่นๆ ที่ให้ผลทำนองนี้เช่นกัน (Adami et. al., 1997; Adami and Cazzoni, 1999; Pollmann et. al., 1980)

ส่วนในการทดลองชุดที่ 2 ที่ใช้สุกรเล็กและสุกรรุ่นนั้น พบว่าการใช้แบคทีเรีย K14 เพาะเลี้ยงนาน 1 และ 2 วัน ในห้องปฏิบัติการให้ผลต่อสมรรถนะการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ สุกรที่ได้รับ K14 เพาะเลี้ยง 2 วัน มีแนวโน้มจะให้สมรรถนะการผลิตดีกว่าสุกรที่ได้รับ K14 บ่ม 1 วัน และการเสริม K14 ในอาหารสุกรเล็กไม่มีผลแตกต่างกันของสมรรถนะการผลิต ส่วนในระยะสุกรรุ่นมีการเพิ่มจำนวนสัตว์ต่อคอก และมีการเคลื่อนย้ายสัตว์ทำให้สัตว์เกิดความเครียดและมีผลต่อปริมาณอาหารที่กินของสุกรลดลง อัตราแลกเนื้อดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรรุ่น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสุกรรุ่นลดลง แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะได้ศึกษาวิจัยถึงผลกระทบที่มีต่อต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในสุกรรุ่นขุนที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัมถึงส่งตลาด

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใช้รังสีแกมมาในการปรับปรุงพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* NF17 เพื่อเพิ่มความสามารถในการเจริญและผลิตกรดแลคติกที่อุณหภูมิสูง โดยใช้ปริมาณรังสีระหว่าง 1-5 kGy นั้น พบว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1-2 kGy โดยสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือไอโซเลท L5I2-14(5) ซึ่งได้จากการฉายรังสีที่ 2 kGy เมื่อทำการศึกษาคูณสมบัติของเชื้อและจำแนกชนิดเชื้อ พบว่าได้แก่เชื้อ *Bacillus* sp. และเรียกไอโซเลทนี้ว่า K14 โดยเชื้อนี้สามารถทนร้อนได้ถึง 59°C. ซึ่งเมื่อนำไปใช้หมักเศษอาหารเหลือทิ้งสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในเศษอาหารหมักที่จะนำไปใช้เลี้ยงสุกรได้

จากการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก *Bacillus* K14 เพื่อปรับปรุงสมรรถนะการผลิตสุกรหย่านม สุกรเล็ก และสุกรรุ่นพบว่าในลูกสุกรหย่านม เชื้อ K14 ช่วยลดปัญหาการเกิดท้องร่วงและการตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ส่วนสุกรเล็กที่เลี้ยงดูอย่างดีให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสุกรรุ่นที่ได้รับความเครียดมีอัตราการกินอาหารลดลง ช่วยปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่ได้เอื้อเฟื้องบประมาณสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และ Oita University ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และบุคลากร

## เอกสารอ้างอิง

- เขาวมาลย์ คำเจริญ. 2523. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Adami, A., A. Sandrucci and V. Cavazzoni. 1997. Piglets fed from birth with the probiotic *Bacillus coagulans* as additive: zootechnical and microbiological aspects. *Ann. Microbiol. Enzymol.* 47: 139-149.
- Adami, A. and V. Cavazzoni. 1999. Occurrence of selected bacterial groups in the feces of piglets fed with *Bacillus coagulans* as probiotic. *J. Basic Microbiol.* 39: 3-9.
- Holt, J.G. 1994. *Bergey's Manual of determinative bacteriology*. 9<sup>th</sup> ed. Williams & Wilkins, Baltimore.
- Hong, H.A.; L.H. Duc and S.M. Cutting. 2005. The use of bacterial spores formers as probiotics. *FEMS Microbiology Review.* 29: 813-835.
- Pollman, D.S., D.M. Danielson and E.R. Peo, Jr. 1980. Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 51: 577-581.
- Sakai, K., Y. Murata, Y. Tau, M. Mori, M. Moriguchi and Y. Shirai. 2000. Selective proliferation of lactic acid bacteria and accumulation of lactic acid during open fermentation of kitchen refuse with intermitten pH adjustment. *Food Sci. Technol. Res.* 6: 140-145.
- SAS Institue Inc. 1985. *SAS user's guide basic*. 5<sup>th</sup> Ed. SAS Institue Inc., Copy, NC; U.S.A.
- Yang, S.Y., K.S. Ji, Y.H. Baik, W.S. Kwak and T.A. McCaskey. 2006. Lactic acid fermentation of food waste for swine feed. *Bioresource Technol.* 97: 1858-1864.