



วารสารเกษตร

ปีที่ 9

เล่มที่ 2

พฤษภาคม – สิงหาคม 2536

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แทนนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 84

3. สูตรเครื่องเทศที่เหมาะสมต่อการผลิตแทนนม

ไพโรจน์ วิริยจารี , ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ อำพิน กันธิยะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แทนนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 97

4. ผลของเครื่องเทศหลักต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์

ไพโรจน์ วิริยจารี , ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ พิณรียา รัตนวิชัย

ผลของความสั้นยาว-ยาวของวันต่อการให้ดอกของปทุมมา 118

อดิสร กระแสชัย

ผลการใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารเปิดไข่ 130

สุชน ตั้งทวีวิวัฒน์ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล

การใช้สารโปรไบโอติกเสริมในอาหารลูกสุกรหย่านม 144

วันดี เจียเจริญ

การใช้สารโปรไบโอติกเสริมในอาหารสุกรขุน-ขุน 152

วันดี เจียเจริญ และ ขวัญชาติ อุดมศรี

การใช้กากโลซินเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังในอาหารโค 162

เทอดชัย เวียรศิลป์ และ องอาจ อินทร์สังข์

การย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการติดตั้งท้องในโคนม 177

สัมพันธ์ สิงห์จันทร์, จุริย์รัตน์ เอี่ยมวิทยาการ และ กัลยา มิตรไพบุลย์

การยกระดับเลือดโคพันธุ์บาร์มันในโคพื้นเมืองของเกษตรกร 184

รายย่อยบนที่สูงโดยใช้ฮอร์โมนคุมสัดและเทคนิคผสมเทียม

เพทาย พงษ์เพียจันทร์, พีระ อรรถพินิจ และ อุดม ช่างสุพรรณ

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

ISSN : 0857-0841

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002
โทร. (053)221828 หรือ (053)221699
ต่อ 4009, 4013
แฟกซ์ (053)210000

Publisher

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50002, THAILAND
Tel. (053)221828 or (053) 221699
ext. 4009, 4013
Fax (053)210000

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

เพทาย พงษ์เพียรจันทร์

รองบรรณาธิการ

เทอดชัย เวียร์ศิลป์

กองบรรณาธิการ

เฉลิมพล แชมเพชร, นิรันดร์ โพธิกานนท์, ประสาทพร สมิตะมาน, ดุษฎี ณ ลำปาง, ปรัชชาล สุขุมลันนท์, สุพจน์ โตตะระกุล, ชวิชัย ไชยตระกูลทรัพย์, พิเชฐ ธานี, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, บัณฑิตา สมิตะมาน, พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์, อรุณี อภิชาติสร่างกูร, อารี วิบูลย์พงศ์, นิธิยา รัตนานนท์, ศุภศักดิ์ สิมปิติ, ภิรมทิพย์ อักษรทอง, ชุมพร ศิวะศิลป์, จิตติ ปิ่นทอง, นันทิยา วรรณะภุติ, วิโชติ พันธ์โร, นิตยา สุวรรณรัตน์, สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ, นันทนา สุวรรณธาดา

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องสงสาร, ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ, จินดา จันทร์อ่อน, มณี เชื้อวิโรจน์

กำหนดออก

เดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมตา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

Weeds of Soybean Fields in Thailand

ธวัชชัย รัตนชเลศ และ เจ. เอฟ แม็กเวลล์

1994. 408 หน้า ขนาด 8 x 11.5 นิ้ว หน้า 1.4 กิโลกรัม เขียนเป็นภาษาอังกฤษ ในประเทศไทยเล่มละ 600 บาท ค่าส่งฟรี

วัชพืชและพืชที่มีตามธรรมชาติ ปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะนอกจากจะมีความสำคัญในแง่ที่เป็นศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจแล้ว ยังมีความสำคัญทั้งในแง่ที่เป็นพืชสมุนไพร และพืชที่ใช้เป็นแหล่งสารกำจัดศัตรูพืช

หนังสือเล่มนี้ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้สนใจในวิทยาการวัชพืชได้เป็นอย่างดี แต่ก็มีประโยชน์กับผู้ต้องการรักษาพืช รวมทั้งนักวิชาการทางด้านเกษตรทั่วไป ในการที่จะรู้จักชนิดของวัชพืช ก็จะเป็นหนังสืออ้างอิงที่สำคัญของนักพฤกษศาสตร์และนักนิเวศวิทยาที่สนใจพันธุ์ไม้ในประเทศไทย ตลอดจนถึงผู้ที่กำลังแสวงหาพันธุ์พืชสมุนไพร และพืชที่ใช้เป็นแหล่งสารกำจัดศัตรูพืช โดยได้ให้ข้อมูลวัชพืชจำนวน 177 ชนิด ซึ่งได้สำรวจจากแหล่งปลูกถั่วเหลืองที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย 7 จังหวัด รวม 33 หมู่บ้าน เป็นวัชพืชทั้งที่สำคัญพบบ่อยกว้างขวางในพืชเศรษฐกิจและหาได้ยากในประเทศไทย แต่ละชนิดประกอบด้วยคำบรรยายที่ให้รายละเอียดมากกว่าเอกสารใด ๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย พร้อมทั้งภาพวาดที่สวยงาม ถูกต้อง และชัดเจนตามหลักวิชาทางพฤกษศาสตร์ ในเล่ม ได้เรียบทความระบบการปลูกถั่วเหลือง เพื่อสร้างความเข้าใจและความสัมพันธ์กับชนิดวัชพืชที่พบได้ชัดเจน นอกจากนั้นยังมีรูปวิธานสำหรับการจำแนกชนิดวัชพืช (key to species) ของพืชทั้ง 177 ชนิด พร้อมคำอธิบายศัพท์ (glossary) ที่เข้าใจได้ง่าย สำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยต่อศัพท์ทางพฤกษศาสตร์

หนังสือเล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงจึงได้จัดพิมพ์ด้วยกระดาษอย่างดี เพื่อให้หนังสือมีความคงทนตลอดระยะเวลาการใช้งาน

การสั่งซื้อ กรุณากรอกข้อความลงในแบบฟอร์มและส่งพร้อมกับธนาคัตหรือตัวแลกเงินไปรษณีย์ส่งมายัง

นางสาวสมจิต จินะ

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50200

โทร (053) 221275 โทรสาร (053) 210000

Weeds of Soybean Fields in Thailand

แบบสั่งซื้อ

ชื่อผู้สั่งซื้อ.....

ที่อยู่.....

วันเดือนปี.....

จำนวนเล่มที่สั่งซื้อ.....

เล่ม เป็นเงินรวม.....

บาท

วารสารเกษตร 9(2) : 84-96 (2536)

Journal of Agriculture 9(2) : 84-96 (1993)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อ
บริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

3. สูตรเครื่องเทศที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนม

ไพโรจน์ วิริยจารี¹, ลักขณา รุจนะไกรกานต์¹ และ อำพิน กันธิยะ¹

NHAM PRODUCT DEVELOPMENT USING MIXED
BACTERIAL STARTER CULTURES

3. SUITABLE SPICES FORMULATION FOR
NHAM PRODUCTION

Pairote Wiriyaicharee¹, Lakkana Rujanakraikarn¹ and Ampin Kuntiya¹

ABSTRACT : For Nham formulation development, the use of different types of spices together with mixed bacterial starter cultures was established to investigate the rate of acid production and consumer acceptability. In this experiment, there were 6 types of spices used in Nham formulation such as white pepper powder, cinnamon, licorice, fresh white turmeric, coriander seed powder, and fresh ginger. It was found that the use of fresh white turmeric (4.0 %) with minced garlic and bird chilli (4.0 % and 2.0 % respectively) was suitable for acid development in Nham. Because of this, the total acidity in the product increased upto 1.3533 ± 0.025 % after 48 hours of fermentation consequently, the pH decreased to 4.30 ± 0.01 . On account of the increase in acidity, the reducing sugars were totally used of 92.28%. Accordingly, the system was more acid after production, residual nitrite was rapidly changed to develop the pink colour. There were 123.4100 ± 0.6928 ppm after production and 20.6167 ± 0.8372 ppm after 48 hours of fermentation.

The Panelists did not accept and did not prefer to the product used cinnamon as spice in formulation for all attributes. Nevertheless, the use of other spices in Nham formulation was more acceptable and preferable.

¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

บทคัดย่อ : ในการพัฒนาสูตรการผลิตหมัก การใช้ชนิดของเครื่องเทศที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ถูกกำหนดขึ้นเพื่อศึกษาถึงอัตราเร็วในการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษาครั้งนี้เครื่องเทศ 6 ชนิด เช่น พริกไทยป่น อบเชย ชะเอม ขมิ้นขาว เม็ดผักชี และขิงสด จะถูกใช้ในสูตรการผลิต และพบว่าการใช้ขมิ้นขาวสกร้อยละ 4.0 ร่วมกับเครื่องเทศหลักคือ กระเทียมสกร้อยละ 4.0 และพริกขี้หนูบดละเอียดสกร้อยละ 2.0 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตกรดแลคติกในหมัก ซึ่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดทั้งหมักคิดเทียบกรดแลคติกคิดเป็นร้อยละ 1.3533 ± 0.0252 หลังจากหมักได้ 48 ชั่วโมง และมีค่าความเป็นกรดเป็นค่าเท่ากับ 4.30 ± 0.01 โดยที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ถูกใช้ไปถึงร้อยละ 92.28 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสภาพเป็นกรดมากขึ้นเมื่อเสร็จจากการผลิต มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วเพื่อพัฒนาสีที่ปรากฏ มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ลดลงต่ำกว่าปกติคือ มีเหลืออยู่ประมาณ 123.4100 ± 0.6928 ส่วนในล้านส่วน และเมื่อหมักได้ 48 ชั่วโมง คงเหลือปริมาณ ไนโตรเจนประมาณ 20.6167 ± 0.8372 ส่วนในล้านส่วนในผลิตภัณฑ์ ในด้านการทดสอบชิม ผู้บริโภคไม่ยอมรับและไม่ชอบผลิตภัณฑ์หมักที่ใส่อบเชยในสูตรการผลิต แต่ถ้าหากมีการใช้เครื่องเทศอื่น ๆ จะมีการยอมรับและชอบผลิตภัณฑ์ในลักษณะรวมมากกว่า.

คำนำ

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมักโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนั้น เชื้อแบคทีเรียที่เติมลงไปในสูตรจะใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตในการผลิตกรดแลคติก ส่วนเครื่องเทศที่เติมนอกจากจะเป็นส่วนประกอบที่ให้รสชาติและกลิ่นตามธรรมชาติแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว ยังพบว่าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการผลิตกรดแลคติก โดยเฉพาะกระเทียมสด (Wriyacharee, 1990) เครื่องเทศธรรมชาติที่ใช้ในสูตรการผลิต ได้กรอกหมักอย่างเหมาะสม จะมีผลโดยตรงต่ออัตราเร็วของการหมัก โดยจะเป็นตัวกระตุ้นให้เชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดได้มีการสร้างกรดอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingolf and Skjelkvale, 1982) จากการสังเกตของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เครื่องเทศที่มีผลต่อการกระตุ้นการผลิตได้แก่ พริกไทยดำ พริกไทยขาว มีสาคด กระเทียมผง เครื่องเทศชนิดที่มีกลิ่นอบเชย จันทน์ และกานพลู ถูกจำหน่ายในรูปของผงจันทน์เทศ อบเชย และพริกไทยแดง เป็นต้น (Bacus, 1984) อย่างไรก็ตามอัตราการผลิตกรดก็ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเครื่องเทศที่ใช้ และชนิดของเครื่องเทศ คลอดจนชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปเชื้อแบคทีเรียประเภท *Lactobacilli* มักจะถูกกระตุ้นให้มีการผลิตกรดโดยเครื่องเทศมากกว่าเชื้อแบคทีเรียประเภท *Pediococci* (Bacus, 1984) การใช้เครื่องเทศผสมหลาย ๆ ชนิด จะทำให้อัตราเร็วของการหมักสั้นกว่าการใช้เครื่องเทศชนิดเดียวในสูตรการผลิต นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดก็ยังขึ้นกับพื้นที่ปลูกเครื่องเทศนั้น ๆ และส่วนประกอบในเครื่องเทศดังกล่าว.

ได้มีการจำแนกส่วนประกอบในเครื่องเทศ โดยเฉพาะแมงกานีส มาใช้ศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิตกรดพบว่า แมงกานีสเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดในระหว่างการหมัก (Zaika and Kissinger; 1979, 1984) แมงกานีสเป็นปัจจัยร่วมที่เชื้อแบค-

ที่เรียกผลิตกรดแลกติกได้ต้องการเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของเอ็นไซม์ในวิถีทางการเจริญเติบโตและการสร้างกรด รวมถึงเอ็นไซม์หลักในวิถีทางไกลโคไลซิส (Glycolysis) และ Fructose 1-6 diphosphate aldolase การผลิตกรดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นถ้า หากมีการเพิ่มความเข้มข้นของแมงกานีส อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ได้กรอกหมักที่ปราศจากเครื่องเทศในสูตร แต่มีการเติมแมงกานีสแทนในระดับ 10^{-5} M จะมีประสิทธิภาพในการผลิตกรดคล้าย ๆ กับการผลิตได้กรอกหมักที่ใช้เฉพาะเครื่องเทศอย่างเดียว (Bacus, 1984).

นอกจากนี้เครื่องเทศธรรมชาติบางชนิดมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย โดยเฉพาะการใช้สิ่งสกัดที่ได้จากเครื่องเทศ เช่น พริกไทย แต่บางการทดลองแนะนำว่า ถ้าหากมีการใช้ระดับของเครื่องเทศที่ปกติในสูตรการผลิตได้กรอกหมัก จะไม่มีผลเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ถ้าหากเครื่องเทศดังกล่าวไม่ถูกนำไปใช้ในลักษณะน้ำมันหอมระเหย (Salzer *et al.*, 1977) การเติมน้ำมันหอมระเหยประเภท Oleoresin ที่ปราศจากแมงกานีสจะไม่ผลต่อการหมัก แต่ถ้าหากน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในเครื่องเทศธรรมชาติจะมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโต และการสร้างกรดของเชื้อแบคทีเรียเริ่มต้นที่ใช้ในทางการค้า (Ingolf and Skjelkvale, 1982) อย่างไรก็ตามการนำเครื่องเทศมาใช้ในสูตรการผลิตได้กรอกหมัก นอกจากจะเป็นการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคสามารถยอมรับได้.

การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่า การใช้เครื่องเทศที่น่าจะเป็นไปได้ในสูตรการผลิตแทนมโคใช้เชื้อวิธีเริ่มต้นผสมประเภทใด จะมีความเหมาะสมมากที่สุดต่อการยอมรับของผู้บริโภค และมีประสิทธิภาพที่ดีต่อการผลิตกรดแลกติกโดยเชื้อวิธีเริ่มต้นผสมที่ใช้ในกระบวนการผลิต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมเครื่องเทศและสิ่งทดลอง

เครื่องเทศที่ใช้ในสูตรการผลิตหลักได้แก่ กระเทียมสด และพริกชี้หนู ซึ่งเครื่องเทศทั้งสองจะถูกเตรียมโดยการปอกเปลือก หรือเคี้ยวพริก และนำมาบดแยกเก็บไว้ก่อนการผลิต ส่วนเครื่องเทศที่จะเติมลงไปรวมในสูตรเพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการใช้ร่วมกัน ทั้งในแง่การยอมรับของผู้บริโภค และประสิทธิภาพในการผลิตกรดนั้น ถูกจำแนกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นของสด เช่น ขิงสด ขมิ้นขาว ส่วนกลุ่มที่สองเป็นของแห้ง เช่น พริกไทย อบเชย ชะเอม เม็ดผักชี เป็นต้น ถ้าเป็นของสดจะนำมาล้างและซูดเอาเปลือกออก จะนำไปบดก่อนการผลิต ส่วนของแห้งจะนำมาบดให้มีลักษณะผงก่อนนำมาผลิต การทดลองครั้งนี้จะแบ่งสิ่งทดลองเป็น 6 สิ่งทดลอง ดังนี้ :

สิ่งทดลองที่ 1	ใช้พริกไทยผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 2	ใช้ใบเชยผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 3	ใช้ชะเอมผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 4	ใช้ขมิ้นขาวบดละเอียด	ร้อยละ 4.0
สิ่งทดลองที่ 5	ใช้เม็ดผักชีผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 6	ใช้ขิงสับบดละเอียด	ร้อยละ 4.0

โดยเครื่องเทศที่ใช้ดังกล่าวข้างต้นนี้จะผสมรวมกับส่วนประกอบของเครื่องผสมในการผลิตแหนม โดยมีสัดส่วนดังตารางที่ 1.

Table 1. Ingredients and quantity for nham production made with mixed bacterial starter cultures (Spices as the main studied factors).

Ingredients	Quantity
Meat system :	
Ground lean pork (%)	80
Sliced pork skin (%)	20
Curing agents :	% of meat system
Sodium chloride (NaCl)	3
Sodium nitrate (NaNO_3)	0.03
Sodium nitrite (NaNO_2)	0.02
Sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)	0.3
Sodium erythobate	0.05
Starter cultures :	cfu/g of meat system
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10^3
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	10^6
<i>Micrococcus varians</i>	10^3
Carbohydrate source :	% of meat system
Glucose	0.5
Cooked rice	3
Sticky rice	1
Seasonings :	% of meat system
Minced garlic	4
Minced bird chilli	2
MSG	0.2
White pepper, cinnamon, licorice coriander seed	0.2 *
White turmeric, fresh ginger	4.0 *

* Factors for study

กระบวนการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชิอบริสุทธิเริ่มต้นผสม : นำเนื้อหมูมาละเอียดอ่อนหมูออกให้มากที่สุด ล้างด้วยน้ำสะอาดและสะเด็ดน้ำเช็ดด้วยผ้าแห้งสะอาด นำมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อและนำไปเก็บในท้องเย็นอุณหภูมิต่ำ (5 องศาเซลเซียส) ส่วนหนังหมูนำมาละเอียดอ่อนมันออกให้มากที่สุด นำมาต้มและหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 0.1 x 2-4 เซนติเมตร เก็บในท้องเย็นเช่นกัน ทำการเตรียมกระเทียมสับคุด พริกขี้หนูบด กุ้งโคส ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว เกลือแกง โซเดียมไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ โซเดียมไตรฟอสเฟต โซเดียมฮิสโทเบท และ สัตส่วนเครื่องเทศที่แตกต่างกันในสิ่งทดลองต่าง ๆ (ตารางที่ 1).

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 1 นาที จึงเติมเชิอบริสุทธิเริ่มต้นผสมที่เตรียมขึ้นในปริมาณที่แสดงในตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมความเร็ว 40 รอบต่อนาที ประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง Stuffer และอัดส่วนผสมเข้าสู่ถุงพลาสติกรูปทรงกระบอก รัดปลายให้แน่นด้วยยางหรือ Cilp เหล็ก นำไปบ่มเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.

การเตรียมเชิอบริสุทธิเริ่มต้นผสม : *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* ถูกเตรียมขึ้นเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS โดยเก็บบ่มในตู้เย็นเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ส่วน *Micrococcus varians* ได้เตรียมเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI (Brain Heart Infusion Broth) โดยเก็บบ่มเพาะเชื้อในตู้เย็น 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง.

ก่อนที่จะนำไปเติมในกระบวนการผลิตแหนมเชิอบริสุทธิเริ่มต้นข้างต้น จะถูกนำมาเจือจางในสัดส่วนที่เหมาะสม และตรวจนับจำนวนในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar สำหรับเชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้ และในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar สำหรับเชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้ อย่างไรก็ตามเชื้อเริ่มต้นทั้งสามประเภทจะถูกเตรียมขึ้นก่อนการผลิตแหนม ตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนดข้างต้นเสมอ เพื่อให้เชื่อมั่นกิจกรรมที่ดีจึงจะนำไปเติมในกระบวนการ ตามสัดส่วนที่กำหนดในตารางที่ 1.

การวิเคราะห์ทางเคมี : แหนมที่เตรียมได้จากสิ่งทดลองต่าง ๆ ข้างต้น จะถูกเก็บไว้ในตู้เย็น (Incubator) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส การเก็บตัวอย่างแหนมมาวิเคราะห์ทางด้านเคมี ทำใน 2 ช่วงเวลาคือ หลังจากเสร็จการผลิต (0 วัน) และหลังจากผ่านการหมักไป 48 ชั่วโมง (2 วัน) โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางด้านเคมี คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก (Total acidity as lactic acid) ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugars) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ (Residual nitrite) ตามวิธีของ AOAC (1984), Miller (1959), Pearson (1976), Winyacharee (1990) และ วิธียจารี กับ หันพงศ์กิตติกุล (2533, 2535).

การทดสอบทางค่านประสาทสัมผัส : ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการหมักมาแล้ว 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะนำมาทดสอบทางค่านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อศึกษาความชอบต่อลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น ในด้านสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ (Colour) ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความเปรี้ยว (Sourness) ความมีกลิ่นเครื่องเทศ (Spiciness) และ การยอมรับรวม (Overall acceptability) โดยนำตัวอย่างทั้งหมดทั้ง 6 สิ่งทดสอบมาทำการทดสอบชิม โดยการให้คะแนนตามความชอบในลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวของแต่ละท่าน โดยสเกลการให้คะแนนจะใช้แบบ 5-point hedonic scaling method ซึ่งการทดสอบชิมครั้งนี้จะใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 16 ท่าน ทำการทดสอบและประเมินค่าดังกล่าว (Larmond, 1977 ; Gatchalian, 1981 ; Institute of Food Technologists, 1981 และ วิริยจารี, 2535).

การวิเคราะห์และแปรผล : ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการวิเคราะห์ทางสถิติ Analysis of variance โดยใช้ Stat-Packets Package (Walonick, 1987).

ผลการทดลองและวิจารณ์

สูตรการผลิตหมกโดยใช้เทคโนโลยีเชิอบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนม และการเติมแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมคือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ลงไปในสูตรรวมกับการเติมเกลือลงไปด้วย เพื่อให้เชิอบริสุทธิ์ที่เติมลงไปสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และผลิตรกคแตคคิ และรติวสในแตรทไปเป็นไนโตรท์ เพื่อให้หมกมีคุณภาพทางค่านความแน่นเนื้อและสีที่ปรากฏที่ดี (Wriyacharee, 1990) อย่างไรก็ตามการเติมเครื่องเทศลงไปสูตร นอกจากจะมีผลต่อการยอมรับในแง่กลิ่นรสชาติแล้ว ยังมีส่วนในการกระตุ้นให้มีการผลิตรกคแตคคิอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย (Bacus, 1984) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่า จากการให้เครื่องเทศที่แตกต่างกันในสูตรหมก ทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นหลังการผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ โดยการใช้เครื่องเทศประเภทอบเชย และขมิ้นขาว มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ค่อนข้างมาก คิดเป็นร้อยละ 0.9449-0.9731 (ตารางที่ 2) อีกทั้งพบว่าถ้ามีการใช้ขิงสดจะทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.8056 ซึ่งค่าสุดในกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ การเกิดความแตกต่างอย่างรวดเร็วทั้ง ๆ ที่เพิ่งเสร็จสิ้นการผลิตนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องเทศที่เติมลงไป แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการกระตุ้นการผลิตรกคคันทิที่แตกต่างกันนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยรวมของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.8921 ± 0.0627 ซึ่งหลังจากทำการหมักไปได้ 48 ชั่วโมง ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์จะลดลงลงเหลือเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.1882 ± 0.1334 และพบว่าการใช้เครื่องเทศที่เป็นขมิ้นขาวคงเหลือน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.3700 ± 0.0194 และ 0.3494 ± 0.0099 ตามลำดับ และคงเหลือค่อนข้างมากที่สุดในกลุ่ม

ทดลอง (ตารางที่ 2) ถ้าพิจารณาถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ถูกใช้ไปในระหว่างการหมัก พบว่า การใช้ขมิ้นขาวจะทำให้เชื้อแบคทีเรียในน้ำตาลรีดิวซ์ไปได้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 97.28 และ รองลงมาคือการใช้ขิงสดในสูตร มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ไปคิดเป็นร้อยละ 89.40 สาเหตุเช่นนี้อาจ เนื่องมาจากความเข้มข้นที่ค่อนข้างมาก (ร้อยละ 4) ถูกเติมลงไปในสูตร อีกทั้งเป็นเครื่องเทศธรรมชาติที่สุด ซึ่งอาจมีผลต่อการกระตุ้นการผลิตกรดที่ต่ำกว่าเครื่องเทศที่เป็นของแห้ง.

Table 2. Reduction sugars content after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Reducing sugars (%)+Standard deviation		Used reducing sugars (%)
	after production	after 48 hours of fermentation	
1	0.9013±0.0111 ^a	0.3700±0.0194 ^a	58.95
2	0.9731±0.0223 ^b	0.3494±0.0099 ^a	64.09
3	0.8378±0.0320 ^c	0.1445±0.0089 ^b	82.75
4	0.9449±0.0096 ^b	0.0257±0.0445 ^c	92.28
5	0.8899±0.0138 ^a	0.1540±0.0096 ^b	82.69
6	0.8056±0.0410 ^c	0.0854±0.0034 ^d	89.40
Total	0.8921±0.0627	0.1882±0.1334	78.90

Note : Mean within column (except column of used reducing sugars) with different superscripts differ significantly at P<0.05.

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดเนื่องมาจากการสลายคาร์โบไฮเดรตคือ ข้าวเจ้า และ ข้าวเหนียว ซึ่งเป็นพวก Polysaccharides ให้กลายเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวคือ น้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่หลังจากผลิตเสร็จมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.1461±0.3030 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แต่หลังจากทำการหมักไปได้นาน 2 วัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีการลดลง และพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ขะเอนในสูตรการผลิตคงเหลือปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 คิดเป็นร้อยละ 1.7867±0.0681 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่น้ำตาลรีดิวซ์ถูกใช้ไปถึงร้อยละ 82.75 (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามสิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวและขิงสด มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีประสิทธิภาพ และคงเหลือปริมาณคาร์โบไฮเดรตคิดเป็นร้อยละ 2.2700±2.2833 (ตารางที่ 3) ในสูตรการผลิต ซึ่งปริมาณดังกล่าวก็ค่อนข้างต่ำเช่นกัน.

Table 3. Carbohydrate content after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Carbohydrate content (%)±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	3.2867±0.0379	2.4133±0.0802 ^a
2	3.4567±0.0513	2.2367±0.0635 ^b
3	3.1500±0.2623	1.7867±0.0681 ^c
4	3.1433±0.3522	2.2700±0.0557 ^b
5	3.0933±0.4043	2.3267±0.0153 ^{ab}
6	2.7467±0.0462	2.2833±0.0404 ^b
Total	3.1461±0.3030	2.2194±0.2128

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

น้ำตาลรีควิสต์ที่ถูกเปลี่ยนมาจากคาร์โบไฮเดรตจะถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตกรดแลกติก มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลง จากเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 6.10 ± 0.05 ลงเหลือ 4.47 ± 0.11 หลังจากทำการหมักได้ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) และพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวในสูตรการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตกรดแลกติก ทำให้ pH ลดลงมากที่สุด ($pH = 4.30\pm0.01$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ อีกทั้งพบว่า การใช้ขิงสดมีประสิทธิภาพรองลงมา ($pH = 4.36\pm0.01$) และการใช้ชะเอมมีประสิทธิภาพเป็นอันดับสาม คือ มี pH เท่ากับ 4.49 ± 0.01 (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีควิสต์ที่ถูกใช้ไปหลังจากการหมักได้ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) ที่สิ่งทดลองมีการใช้น้ำตาลรีควิสต์คิดเป็นร้อยละ 92.28, 89.40 และ 82.75 ตามลำดับ.

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดทั้งหมด ซึ่งจากการทดลองผลิตภัณฑ์หมักที่มีการใช้เครื่องเทศที่แตกต่างกันก็มีผลต่อปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลกติกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ หลังจากการผลิต (ดังตารางที่ 5) กล่าวคือ สิ่งทดลองที่ใช้ขิงสดทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 0.6467 ± 0.0289 สูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และสิ่งทดลองที่ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดรองลงมาก็คือ สิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวและเม็ดผักชีในสูตรการผลิต ทำให้มีค่าความเป็นกรดคิดเทียบกรดแลกติกคิดเป็นร้อยละ 0.6300 ± 0.0000 (ตารางที่ 5) หลังจากทำการ

Table 4. pH value after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	pH±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	6.17±0.02 ^a	4.58±0.01 ^a
2	6.11±0.03 ^a	4.59±0.01 ^a
3	6.13±0.02 ^a	4.49±0.01 ^b
4	6.07±0.03 ^{abc}	4.30±0.01 ^c
5	6.09±0.05 ^{abc}	4.51±0.01 ^a
6	6.04±0.04 ^c	4.36±0.04 ^c
Total	6.10±0.05	4.47±0.11

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

Table 5. Total acidity as lactic acid after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Total acidity (% as lactic acid)±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	0.6167±0.0231 ^a	1.1200±0.0173 ^a
2	0.6033±0.0231 ^a	1.1467±0.0252 ^a
3	0.5567±0.0289 ^b	1.1900±0.0265 ^a
4	0.6300±0.0000 ^a	1.3533±0.0252 ^b
5	0.6300±0.0000 ^a	1.1433±0.0902 ^a
6	0.6467±0.0289 ^c	1.2900±0.0200 ^b
Total	0.6139±0.0347	1.2072±0.0949

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

หมักไปได้ 48 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.2072 ± 0.0949 และพบว่าสิ่งทดลองที่มีการใช้หมักขาวและขิงสดในสูตรการผลิต ทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ มีค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก ร้อยละ 1.3533 ± 0.0252 และ 1.2900 ± 0.0200 ตามลำดับ (ตารางที่ 5).

Table 6. Residual nitrite after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Residual nitrite (ppm) $\pm$ Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	154.4033 ± 2.4150^a	19.9700 ± 1.0088^a
2	181.7700 ± 2.7886^b	22.5433 ± 0.4850^b
3	191.4300 ± 2.7886^c	21.7400 ± 0.5854^b
4	123.4100 ± 0.6928^d	20.6167 ± 0.8372^{ab}
5	161.6467 ± 2.4150^c	23.0267 ± 0.8372^b
6	114.9600 ± 1.8429^f	20.8533 ± 0.6407^{ab}
Total	154.6033 ± 28.8278	21.4583 ± 1.2779

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$.

การใช้ในแครอทและในไคโรท์ในสูตรการผลิตก็เพื่อให้เกิดการพัฒนาสีที่ปรากฏที่ดีของผลิตภัณฑ์ และจากการทดลองพบว่าการใช้เครื่องเทศแตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณไนไคโรท์ที่เหลือในผลิตภัณฑ์หลังจากผลิตเสร็จมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ โดยที่การใช้หมักขาว และขิงสด มีปริมาณไนไคโรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ มีปริมาณไนไคโรท์ที่เหลือคิดเป็น 123.4100 ± 0.6928 และ 114.9600 ± 1.8429 ส่วนในด้านอื่น ตามลำดับ (ตารางที่ 6) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่ใช้เครื่องเทศทั้งสองชนิดดังกล่าวมีผลทำให้ pH หรือความเป็นกรดทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงหลังการผลิตเสร็จ (ตารางที่ 4 และ 5) ทำให้ไนไคโรท์มีการเปลี่ยนแปลงเป็นไนไคโรท์ออกไซด์ และรวมตัวกับโมโนโกลบินของเนื้ออย่างรวดเร็ว ซึ่งสภาพเช่นนี้มักเกิดในสภาวะที่เป็นกรด (Winyacharee, 1990 ; Bacus, 1984) จากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงทำให้ปริมาณไนไคโรท์ที่เหลืออยู่ลดลงค่อนข้างมากและรวดเร็วกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ แต่เมื่อทำการหมักไปได้ 48 ชั่วโมง ปริมาณไนไคโรท์ที่เหลือก็ลดลง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ในระหว่างสิ่งทดลองและสิ่งทดลองที่ใช้หมักขาวและขิงสด มีปริมาณไนไคโรท์

เหลืออยู่น้อยกว่าสิ่งทดสอบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือ มีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่คิดเป็น 20.6167 ± 0.8372 และ 20.8533 ± 0.6407 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ยกเว้นสิ่งทดสอบที่ใช้พริกไทยในสูตรการผลิต ที่มีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่ต่ำสุดคือ 19.9700 ± 1.0088 ส่วนในล้านส่วน.

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สิ่งทดสอบ นำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อหาความชอบในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่า ในด้านสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสิ่งทดสอบทั้งหมดที่ทดสอบ กล่าวคือ มีสเกลความชอบในด้านสีที่ปรากฏเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 ± 0.82 (ตารางที่ 7).

สิ่งทดสอบที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิตพบว่า มีความชอบในด้านความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบในความแน่นเนื้อเท่ากับ 2.69 ± 0.87 แต่สิ่งทดสอบที่ใช้พริกไทย ชะเอม เม็ดผักชี และขิงสด มีสเกลความชอบในด้านนี้มากที่สุดคือ 3.50 ± 0.52 ถึง 3.44 ± 0.51 ส่วนการใช้ขมิ้นขาว และขิงสดในสูตรผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคมีความชอบในด้านความแน่นเนื้อปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.06 ± 0.77 และ 3.44 ± 0.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

Table 7. Sensory evaluation of nham made with mixed bacterial starter cultures and different types of spices.

Treatment	Colour	Firmness	Sourness	Spiciness	Overall acceptability
1	$3.62 \pm 0.81^*$	3.44 ± 0.51^a	3.75 ± 0.68^a	3.25 ± 0.86^a	3.38 ± 0.50^a
2	3.50 ± 0.73	2.69 ± 0.87^b	2.31 ± 0.70^b	1.44 ± 0.51^b	1.81 ± 0.66^b
3	3.06 ± 0.93	3.50 ± 0.52^a	3.56 ± 0.63^a	2.94 ± 0.57^a	3.69 ± 0.70^a
4	3.38 ± 0.96	3.06 ± 0.77^c	3.69 ± 0.70^a	3.19 ± 0.40^a	3.38 ± 0.88^a
5	3.75 ± 0.45	3.44 ± 0.51^a	3.38 ± 0.81^a	3.44 ± 1.81^{ac}	3.31 ± 1.01^a
6	3.44 ± 0.89	3.25 ± 0.68^{ac}	3.06 ± 0.77^{ac}	2.94 ± 0.85^a	3.19 ± 1.05^a
Total	3.46 ± 0.82	3.23 ± 0.70	3.29 ± 0.86	2.86 ± 0.95	3.12 ± 1.01

Note : * mean+standard deviation

1 use 16 general panelists

2 mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$

3 large score means better attribute than small score.

สิ่งทดลองที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิต ผู้บริโภคมีความชอบในด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (มีสเกลความชอบเท่ากับ 2.31 ± 0.70) แต่สิ่งทดลองอื่น ๆ ผู้บริโภคมีความชอบในด้านนี้ค่อนข้างสูงคือ มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.06 ± 0.77 ถึง 3.75 ± 0.68 แต่สิ่งทดลองที่ใช้ซึ่งสกลในสูตรผู้บริโภคมีความชอบทางด้านความเปรี้ยวค่อนข้างต่ำคือ มีสเกล 3.06 ± 0.77 (ตารางที่ 7).

ผู้บริโภคทำการทดสอบชิมในแง่ความชอบทางด้านกลิ่นของเครื่องเทศแล้ว มีความชอบของสูตรที่ใช้เมล็ดผักชีเป็นเครื่องเทศมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.44 ± 0.81) ส่วนสูตรอื่น ๆ ยกเว้นสูตรที่ใช้อบเชยเป็นเครื่องเทศ ผู้บริโภคมีความชอบปานกลางคือ มีสเกลระหว่าง 2.94 ± 0.57 ถึง 3.25 ± 0.86 และผู้บริโภคไม่ชอบกลิ่นอบเชยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบกลิ่นเครื่องเทศเท่ากับ 1.44 ± 0.51 (ตารางที่ 7).

ในด้านการยอมรับรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตจากการใช้เครื่องเทศที่แตกต่างกันพบว่า ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องเทศต่าง ๆ ยกเว้นอบเชยในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ คือ มีสเกลการยอมรับรวมเท่ากับ 1.81 ± 0.66 (ตารางที่ 7).

ดังนั้น จากการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตจากการใช้เครื่องเทศต่างกันั้นเครื่องเทศที่เป็นอบเชยในสูตรการผลิตไม่เหมาะสมต่อการผลิต ผู้บริโภคไม่ยอมรับและไม่ชอบกลิ่นอบเชยอย่างมาก แต่การใช้เครื่องเทศอื่น ๆ ในการทดลองครั้งนี้มีการยอมรับและความชอบในลักษณะดี ความแน่นเนื้อ ความเปรี้ยว และกลิ่นเครื่องเทศ ที่ดีพอสมควรต่อการให้ผลิตเพื่อให้ผู้บริโภคมีการยอมรับได้.

สรุปผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตโดยใช้เครื่องเทศสด โดยเฉพาะการใช้ขมิ้นขาวในสูตรการผลิตรวมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในกระบวนการผลิต ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการยอมรับที่ดี ผู้บริโภคมีความชอบต่อลักษณะต่าง ๆ โดยทั่วไปที่ค่อนข้างดี และการใช้ขมิ้นขาวสดมีผลต่อการกระตุ้นการผลิตกรดแลคติก โดยเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และ pH ลดต่ำลงเช่นกัน ซึ่งมีผลต่อการสร้างสภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการหมักให้มีสภาพกรดอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้เกิดการพัฒนาสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ด้วย.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้ด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- วริยจารี, ไพโรจน์. (2535). การวางแผนและการวิเคราะห์ทางค่านประสาธสัมพันธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วริยจารี, ไพโรจน์. และ หันพงศ์กิตติกุล, อริย. (2533, 2535). ปฏิบัติการอุตสาหกรรมการหมัก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. (1984). Official methods of Analysis (13th ed.) Association of Official Analyticalists, Washington D.C., USA.
- Bacus, J. (1984). Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press. Ltd., England.
- Gatchalian, M.M. (1981). Sensory Evaluation Methods with Statistical Analysis. Collage of Home Economics, University of the Philippines, Philippines.
- Ingolf, F.N., and Skjelkvale, R. (1982). Effect of natural spices and oleoresins on *Lactobacillus plantarum* in fermentation of dry sausage. J. Food Sci. 47: 1618-1621 and 1625.
- Institute of Food Technologists. (1981). Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Technology 35(11): 50-58.
- Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Publication 1637, Food Research Institute, Ottawa, Ont.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. Analytical Chemistry 31: 426-428.
- Pearson, D. (1975). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Salzer, U.J., Broeker, U., Klie, H.F. and Liepe, H.U. (1977). Effect of pepper and pepper constituents on the microflora of sausage products. Fleischwirtschaft 57(11): 2011-2014.
- Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.
- Wriyacharee, P. (1990). The Systematic Development of a Controlled Fermentation Process Using Mixed Bacterial Starter Cultures for Nham, a Thai Semi-dry Sausage. Ph.D. Thesis in Product Development in Food Fermentation, Massey University, New Zealand.
- Zaika, L.L., and Kissinger, J.C. (1979). Effect of some spices and acid production by starter cultures. J. Food Protect. 42: 572-576.
- Zaika, L.L., and Kissinger, J.C. (1984). Fermentation enhancement by spices: Identification of active component. J. Food Sci., 49: 5-9.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยใช้เทคโนโลยี

เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

4. ผลของเครื่องเทศหลักต่อการผลิตกรด แลกติกในผลิตภัณฑ์

ไพโรจน์ วิริยจารี¹ ลักขณา รุจนะไกรกานต์¹ และ พินริยา รัตนวิชัย¹

NHAM PRODUCT DEVELOPMENT USING MIXED BACTERIAL STARTER CULTURES

4. EFFECT OF MAIN SPICES ON LACTIC ACID PRODUCTION

*Pairote Wiriycharee¹, Lakkana Rujanakraikarn¹ and
Pinriya Ratanavichai¹*

ABSTRACT : The main spices for Nham production made with mixed bacterial starter cultures technology were minced garlic, white pepper powder and minced bird chilli. They were used at three different levels in formulation. For this experiment, it was found that minced garlic and white pepper powder significantly affected of a decrease in carbohydrate content ($P<0.05$) during Nham fermentation. Additionally, they also significantly affected of an increase in reducing sugars ($P<0.05$). The reducing sugars were used by starter cultures to produce lactic acid. Because of those, the pH was dropped and total acidity significantly increased ($P<0.05$).

¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

From sensory evaluation and chemical analysis, it can be seen that the use of minced garlic (4.00 %), white pepper powder (0.05 %) and minced bird chilli (1.00 %) as spices in Nham formulation made with mixed bacterial starter cultures efficiently resulted in acid production i.e. acidity of the product was 1.00 and pH was 4.95 at 18 hours of fermentation. Owing to those, the good quality of Nham with many attributes were found and good acceptability was also found by panelists with the mean ideal ratio score of 0.96 ± 0.05 at 48 hours of Nham fermentation.

บทคัดย่อ : เครื่องเทศหลักที่ใช้ในการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในการทดลองครั้งนี้ คือ กระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น และพริกขี้หนูสดบดละเอียด ในระดับที่แตกต่างกันอย่างละ 3 ระดับ จากการทดลอง พบว่า กระเทียมสดบดละเอียดกับพริกไทยป่น มีผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ซึ่งปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก - มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกันที่ $P < 0.05$ และสอดคล้องกับการลดลงของความเป็นกรดเป็นค่าด้วย จากการวิเคราะห์ทางค่านประสาธน์สัมผัส และการพิจารณาค่าทางเคมี จะเห็นได้ว่าการใช้กระเทียมสดบดละเอียดร้อยละ 4.00 และพริกไทยป่นร้อยละ 0.05 ร่วมกับพริกขี้หนูสดบดละเอียดร้อยละ 1.00 ในสูตรการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม จะมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกได้สามารถใช้น้ำตาลรีดิวซ์เปลี่ยนเป็นกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควร มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกคิดเป็นร้อยละ 1.00 และค่าความเป็นกรดเป็นค่ามีค่าเท่ากับ 4.95 หลังจาก 18 ชั่วโมงของการหมัก มีผลทำให้คุณภาพแหนมที่ได้มีลักษณะต่าง ๆ ที่ดี และมีการยอมรับที่ดีคือ มีค่า Mean ideal ratio score เท่ากับ 0.96 ± 0.05 ใน 48 ชั่วโมงของการหมัก.

คำนำ

การผลิตกรดแลคติกโดยเชื้อจุลินทรีย์ประเภทที่สร้างกรดแลคติกได้นั้น นอกจากเชื้อจุลินทรีย์จะใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตเพื่อผลิตเป็นกรดโดยตรงแล้ว ยังพบว่าเครื่องเทศที่ใช้ในสูตรการผลิตก็ยังมีผลต่อการผลิตกรดเช่นกัน จากการทดลองของ วริยจาวี และคณะ (2536a) พบว่าการใช้ข้าวเจ้าร้อยละ 3 ร่วมกับข้าวเหนียวร้อยละ 1 มีผลที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดแลคติกในการผลิตแหนม นอกจากนี้ผู้วิจัยคณะดังกล่าวยังได้ทำการศึกษาเครื่องเทศที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นการผลิตกรด พบว่า ขมิ้นขาวสดร้อยละ 4.0 ร่วมกับกระเทียมสด และพริกขี้หนูสดร้อยละ 4 และ 2 ตามลำดับ มีผลต่อการผลิตกรดแลคติกโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมอย่างมีประสิทธิภาพ (วริยจาวี และคณะ, 2536b) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเบื้องต้นโดยวิธีการกลั่นกรอง Packett Burman เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะของแหนม พบว่า กระเทียมร้อยละ 3-7 และพริกไทยร้อยละ 0-0.05 ไม่มีผลต่อลักษณะของแหนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกระเทียมที่ระดับดังกล่าว มีผลต่อเฉพาะการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ (Wriyacharee, 1990) แต่ดูเหมือนว่ากระเทียมสดมีผลต่อการผลิตกรดและการลดลงของความเป็นกรดเป็นค่า มีผลให้ลักษณะแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ที่วัดค่าเป็นแรงกด (Compression force and energy) มีค่าเพิ่มขึ้น ตลอดจนมี

ผลกระทบต่อลักษณะสีที่ปรากฏที่วัดค่าเป็นค่า Tristimulus values (x, y, z) เพิ่มขึ้นเช่นกัน อีกทั้งมีผลต่อการชักการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย.

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ขมิ้นขาวสดร่วมกับกระเทียมและพริกขี้หนูมีผลต่อการผลิตกรดอย่างมีประสิทธิภาพ แต่การวิจัยครั้งนี้จะนำพริกไทยป่นมาทดแทนการใช้ขมิ้นขาวสด เพื่อเป็นปัจจัยต่อการทดลอง ทั้งนี้เนื่องมาจากขมิ้นขาวสดเป็นเครื่องเทศที่หาได้ค่อนข้างยาก อีกทั้งมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพริกไทยป่น และจากการทดลองพริกไทยป่นก็เป็นเครื่องเทศที่มีผลต่อการผลิตกรดแลคติกอย่างมีประสิทธิภาพชนิดหนึ่งเช่นกัน ดังนั้นจึงเลือกพริกไทยป่นที่ราคาไม่สูง หาง่าย มาเป็นเครื่องเทศหลัก ร่วมกับกระเทียมสด และพริกขี้หนูสดเป็นปัจจัยต่อการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดของผลของเครื่องเทศหลักที่มีผลต่อการผลิตแลคติก โดยใช้เทคโนโลยีเช็อบริสุทธิเริ่มต้นผสมในครั้งนี.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง : การวิจัยครั้งนี้ได้มีการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial design โดยมีกระเทียม พริกไทย และพริกขี้หนู เป็นปัจจัยหลักในการศึกษาดังนี้ :

ปัจจัย A = กระเทียมสดบดละเอียด
(Minced garlic ; G)

a_1 = ร้อยละ 4 (ระดับสูง)

a_2 = ร้อยละ 2 (ระดับต่ำ)

ปัจจัย B = พริกไทยขาวป่น
(White pepper powder ; P)

b_1 = ร้อยละ 0.1 (ระดับสูง)

b_2 = ร้อยละ 0.05 (ระดับต่ำ)

ปัจจัย C = พริกขี้หนูสดบดละเอียด
(Minced bird chilli ; B)

c_1 = ร้อยละ 3 (ระดับสูง)

c_2 = ร้อยละ 1 (ระดับต่ำ)

โดยการทดลองครั้งนี้จะกำหนดสิ่งทดลอง ณ จุดกึ่งกลางของระดับของปัจจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาเป็นสิ่งทดลองรวมกับการออกแบบข้างต้น ดังนั้นการทดลองรวมจึงเป็นการทดลองแบบ 2^3 Factorial design + 2 centerpoints (ทำการทดลองจุดกึ่งกลางระดับของปัจจัยต่าง ๆ 2 จุด) ซึ่งทำให้การทดลอง มีสิ่งทดลองทั้งหมดเป็น 10 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1.

Table 1. 2^3 Factorial design and 2 centerpoints with three main spices at three different levels.

Treatment	Coded level	Factors for study		
		Minced garlic (%)	White pepper powder (%)	Minced bird chilli (%)
	+	4	0.1	3
	0	3	0.075	2
	-	2	0.05	1
(1)		-	-	-
a		+	-	-
b		-	+	-
ab		+	+	-
c		-	-	+
ac		+	-	+
bc		-	+	+
abc		+	+	+
cp ₁		0	0	0
cp ₂		0	0	0

a = minced garlic ; b = white pepper ; c = minced bird chilli
 (1) = control ; cp = centerpoint
 + = high level of factor
 - = low level of factor
 0 = medium level of factor

กระบวนการผลิตแหมมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : เนื้อหมูแดงจะถูกนำมาเลาะเอาไขมันออกให้มากที่สุด แล้วทำความสะอาดและสะเด็ดน้ำออกให้มากที่สุด เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด นำมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อ และนำไปเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการผลิต ส่วนหนังหมูจะนำมาต้มและเลาะเอาส่วนไขมันหมูออก เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นเจลาติน จากนั้นจะหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 0.1 x 2-4 เซนติเมตร เก็บไว้ในห้องเย็นเช่นกันเพื่อรอการผลิต ทำการเตรียมข้าวเหนียว ข้าวเจ้า (โดยการบดแหล่งคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวด้วย) กลูโคส โซเดียมไนไตรท์ โซเดียมไนเตรท โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และโซเดียมอีอีโอบเท ตลอคจนเกลียวแกง ผงชูรส ในสัดส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ส่วนเครื่องเทศเช่น กระเทียมสดบดละเอียด พริกไทย และพริกชี้หนูสดบดละเอียด จะถูกเตรียมขึ้นเป็นปัจจัยศึกษาในสูตรการผลิต ดังแสดงสัดส่วนในตารางที่ 1.

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 1 นาที จึงเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่เตรียมขึ้นในสัดส่วนดังตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ความเร็วรอบเท่าเดิม นาน 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง Stuffer และอัดเข้าสู่ถุงพลาสติกรูปทรงกระบอก รัดปลายให้แน่นด้วยยาง หรือ Clips เล็ก นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.

การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* ถูกเตรียมขึ้นเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS โดยบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่ม 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ส่วน *Micrococcus varians* ได้เตรียมเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI (Brain Heart Infusion Broth) โดยบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่ม 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง.

ก่อนที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการผลิตแหมม สิ่งที่ต้องทำเป็นอันดับแรกคือ การตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าวเพื่อต้องการทราบจำนวน และสามารถนำไปคำนวณว่าควรจะต้องเติมลงในระบบเท่าใดจึงจะเป็นไปตามสัดส่วนที่ต้องการ โดยเชื้อที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ส่วนเชื้อที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้ จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar เมื่อทราบจำนวนคิดเป็น cfu/ml แล้ว จะนำมาคำนวณดังนี้.

ตัวอย่างแหมมต้องการ *P. cerevisiae* 10^6 cfu/g ดังนั้น 1 กิโลกรัมของแหมมต้องการ เชื้อถึง 10^9 cfu แต่ใน Stock culture ของ *P. cerevisiae* มี 10^{10} cfu/ml ดังนั้นใน 0.1 ml ของ Stock culture จะมีเชื้อ *P. cerevisiae* 10^9 cfu เป็นต้น อย่างไรก็ตาม 0.1 ml ของ Stock culture ยากต่อการเติมและผสมผสานให้เข้ากันในกระบวนการ ดังนั้นจึงเติมน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปอีกประมาณ 2 ml ก่อนเติมลงในกระบวนการผลิต.

Table 2. Ingredients and quantity for nham production made with mixed bacterial starter cultures for this experiment.

Ingredients	Quantity
Meat system :	
Ground leand pork (%)	80
Sliced pork skin (%)	20
Curing agents :	
	% of meat system
Sodium chloride (NaCl)	3
Sodium nitrate (NaNO_3)	0.03
Sodium nitrite (NaNO_2)	0.02
Sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)	0.3
Sodium erythobate	0.05
Starter cultures :	
	cfu/g of meat system
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10^3
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	10^6
<i>Micrococcus varians</i>	10^3
Carbohydrate source :	
	% of meat system
Glucose	0.5
Sticky rice	1
Cooked rice	3
Seasonings :	
	% of meat system
Minced garlic	2-4
White pepper powder	0.05-0.1
Minced bird chilli	1-3
MSG	0.2

การวิเคราะห์ทางด้านเคมี : หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตแหนมแล้ว ผลิตภัณฑ์ของทุกสิ่งทุกอย่างจะถูกเก็บบ่มในตู้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ทางเคมี ดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity as lactic acid) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugars) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ตามวิธีของ AOAC (1984), Miller (1959), Pearson (1976), Wriyacharee (1990) และ วิริยจาวี กับหนังสือคัมภีร์ (2533, 2535) ในช่วงเวลาที่ทำการบ่มไว้นาน 0, 6, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง.

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส : การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจะใช้ผู้บริโภครวมไป จำนวน 8 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ (Colour) ลักษณะเนื้อที่ปรากฏ (Visual texture) ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความนุ่มเนื้อ (Juiciness) ความเนียนเนื้อ (Smoothness) ความเปรี้ยว (Sourness) ความเค็ม (Saltiness) กลิ่นเครื่องเทศ (Spiciness) และการยอมรับรวมต่อผลิตภัณฑ์ (Overall acceptability) โดยใช้ตัวอย่างที่ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เป็นตัวอย่างทดสอบชิม ซึ่งใช้วิธีการประเมินแบบ Ideal ratio profile ในสิ่งทดลองต่าง ๆ (Wriyacharee, 1990 และ วิริยจาวี, 2535).

การวิเคราะห์และแปรผล : ข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้นจะนำมาวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เช่น Analysis of variance และ Stepwise regression analysis โดยใช้ Stat-Packets Package (Waltonick, 1987) ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ Stepwise regression analysis จะทำการ Coding ดังนี้ ปัจจัยที่มีระดับต่ำ กลาง และสูง ให้รหัสค่า -1, 0 และ +1 ตามลำดับ อีกทั้งข้อมูลในระหว่างการหมักต่าง ๆ จะถูกนำมาสร้างกราฟเพื่อศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในสิ่งทดลองต่าง ๆ.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชิ้อบริสุทธิเริ่มต้นผสม โดยใช้เครื่องเทศหลัก เช่น กระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น และพริกขี้หนูสดบดละเอียด มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความเป็นกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในสูตรการผลิตถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ และเครื่องเทศ สามารถที่จะกระตุ้นให้เชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกได้เปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้กลายเป็นกรดแลคติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wriyacharee, 1990; Gibbs, 1987; Gilliland, 1985; Bacus, 1984; Liepe, 1983).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์ขนมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง โดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 3 สายพันธุ์ คือ *L. plantarum*, *P. cerevisiae* และ *M. varians* ในปริมาณ 10^3 , 10^5 และ 10^7 cfu/g ตามลำดับ พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ของการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 3.36-3.81 เมื่อการหมักดำเนินไปได้ 6 ชั่วโมง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตก่อนข้างคงที่คิดเป็น ร้อยละ 3.30-3.95 และจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจาก 6 ชั่วโมง จนถึง 12 ชั่วโมงของการหมักคิดเป็นร้อยละ 2.00-2.96 และจะลดลงค่อนข้างช้าใน 18 ชั่วโมงของการหมัก และลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึง 48 ชั่วโมง ซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 1.20-1.84 (ดังภาพที่ 1) ซึ่งจากการทดลองปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลงเรื่อย ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ตามเวลาของการหมักที่เพิ่มขึ้นใน 48 ชั่วโมง อีกทั้งพบว่ากระเทียมสดบดละเอียด และปัจจัยร่วมระหว่างเครื่องเทศหลักทั้งสามชนิดที่ใช้เป็นปัจจัยศึกษา (GPB) มีผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ดังแสดงในสมการ (Coding equation) ดังนี้ :

$$\begin{aligned} \text{Log (carbohydrate \%)} &= 0.6565 - 0.0703 (\text{Time} + 1)^{1/2} \\ &\quad - 0.0234 (\text{minced garlic}) \\ &\quad - 0.0200 (\text{minced garlic} \times \text{white pepper} \\ &\quad \quad \text{powder} \times \text{minced bird chilli}) \\ R^2 &= 0.8838 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่ากระเทียมสดบดละเอียดมีผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตตลอดระยะเวลา 48 ชั่วโมงของการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ อีกทั้งพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างเครื่องเทศทั้งสาม (GPB) มีผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตตลอด 48 ชั่วโมงของการหมักเช่นกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ อย่างไรก็ตาม ในช่วงการหมัก 18 ชั่วโมง พริกไทยป่น และกระเทียมสดบดละเอียดต่างเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ แต่ดูเหมือนว่าพริกขี้หนูสดบดละเอียดจะหน่วงเหนี่ยวการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงท้ายของการหมักในช่วง 24-48 ชั่วโมง (ตารางที่ 3).

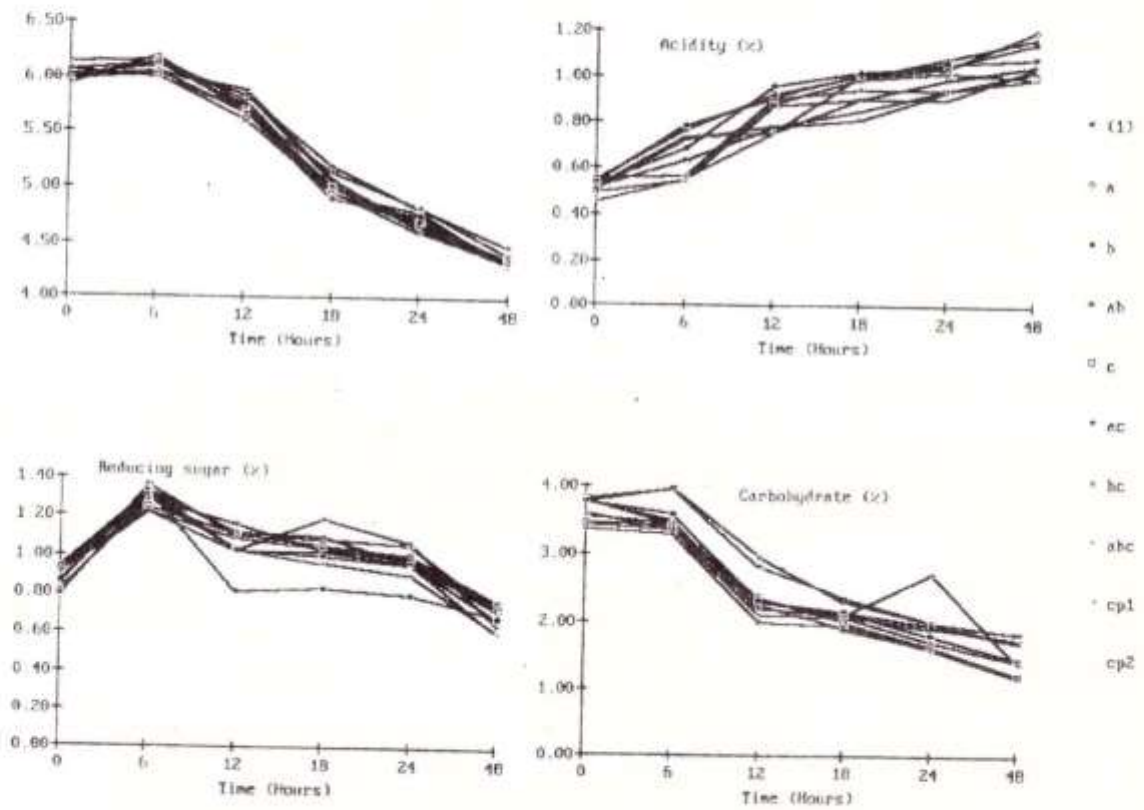


Figure 1. Chemical values change during 48 hours of Nham fermentation with different spices by use of mixed bacterial starter cultures.

Table 3. Coded equation of carbohydrate (%) during 48 hours of Nham fermentation with different spices.

Response variable	Coded equation	R ²
CHO (6 hours)	= 3.4967 - 0.1475 (G) - 0.0975 (GPB)	0.7429
CHO (12 hours)	= 2.2400 - 0.2088 (G) + 0.0963 (PB) - 0.2088 (GPB) + 0.1313 (G ²)	0.9499
CHO (18 hours)	= 2.1108 - 0.0712 (G) - 0.0337 (P) + 0.0538 (B) + 0.0412 (GP) + 0.0662 (PB) - 0.0838 (GPB)	0.9790
CHO (24 hours)	= 1.9450 - 0.0925 (G) - 0.0400 (B) + 0.0225 (GP) + 0.0650 (PB) - 0.0725 (GPB) - 0.1750 (G ²)	0.9824
CHO (48 hours)	= 1.7250 - 0.1263 (G) - 0.0663 (B) + 0.1138 (PB) - 0.1088 (GPB) - 0.2938 (G ²)	0.9289

CHO = Residual carbohydrate; G = Minced garlic; P = White pepper powder;
B = Minced bird chilli

จากภาพที่ 2 เป็นการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก อันเนื่องมาจากกระเทียมสดบดละเอียด และพริกไทยป่น จากการทดลองจะเห็นได้ว่าตัวอย่างขนมที่ใช้กระเทียมสดบดละเอียด และพริกไทยป่น ในระดับที่ต่ำคือร้อยละ 2 และ 0.05 ตามลำดับ จะทำให้คงเหลือปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ค่อนข้างสูง แต่ถ้าใช้กระเทียมสดบดละเอียดที่ระดับสูง (ร้อยละ 4.00) จะมีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ระดับใกล้เคียงกับการใช้พริกไทยป่นที่ระดับสูง (ร้อยละ 0.1) ร่วมการใช้กระเทียมสดบดละเอียดที่ระดับสูง (ร้อยละ 4.00) กล่าวคือ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเหลืออยู่ร้อยละ 1.95-2.00 ซึ่งจะเห็นว่ากระเทียมสดบดละเอียด และพริกไทยป่นที่ระดับสูง ร่วมกับพริกขี้หนูสดบดละเอียดที่ระดับต่ำจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก (ดังแสดงในภาพที่ 2).

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงข้างต้น เนื่องมาจากถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลรีดิวซ์มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 0.869-1.034 จะเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.342-1.496 ในช่วง 6 ชั่วโมงของการหมัก หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วใน 12 ชั่วโมงแรกของการหมัก และค่อนข้างคงที่ในช่วง 12-24 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่ง 48 ชั่วโมง คิดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 0.660-0.847 (ดังภาพที่ 1).

จากการวิเคราะห์โดยใช้ Stepwise regression analysis พบว่าเมื่อเวลาการหมักเปลี่ยนไป ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ดังสมการ :

$$\frac{1}{\text{Reducing sugars (\%)}} = 0.7949 + 0.0091 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.4690$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าสมการดังกล่าวมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซ์ได้จากสมการเพียงร้อยละ 46.90 เท่านั้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่อง จากข้อมูลใน 6 ชั่วโมงแรก มีการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลรีดิวซ์ แทนที่จะเป็นการลดลงของน้ำตาลรีดิวซ์ดังกล่าว มีผลให้การ Fit สมการเกิดจากการเฉลี่ยค่าทั้งหมด มีผลทำให้ค่า R^2 ค่อนข้างต่ำนั่นเอง.

อย่างไรก็ตามในช่วง 6 ชั่วโมงของการหมัก กระเทียมสดบดละเอียด และพริกชี้หนูสดบดละเอียด จะเป็นปัจจัยในการเพิ่มน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ แต่พริกไทยป่นมีผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ อีกทั้งพบว่าปัจจัยร่วมของเครื่องเทศหลักทั้งสาม (GPB) ก็มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ เช่นกัน (ตารางที่ 4).

หลังจาก 12 ชั่วโมง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงเรื่อย ๆ มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างกระเทียมสดบดละเอียดกับพริกไทยป่น และกระเทียมสดบดละเอียดกับพริกชี้หนูสดบดละเอียด และพริกไทยป่นกับพริกชี้หนูสดบดละเอียด ตลอดจนมีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างเครื่องเทศทั้งสามเช่นกัน โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการหมักทั้งกระเทียมสดบดละเอียด และพริกชี้หนูสดบดละเอียด มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ และเป็นนัยสำคัญกว่าในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก ปัจจัยหลักทั้งสามคือ กระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น และพริกชี้หนูสดบดละเอียดมีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ซึ่งจะเห็นว่าสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งการใช้กระเทียมสดบดละเอียดและพริกไทยป่นที่ระดับสูง (ร้อยละ 4.00 กับร้อยละ 0.1 ตามลำดับ) มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก กล่าวคือ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในปริมาณร้อยละ 1.155 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการใช้กระเทียมสดบดละเอียดที่ระดับสูง (ร้อยละ 4.00) ร่วมกับเครื่องเทศหลักอีก 2 ชนิดที่ระดับต่ำ คือ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.199 ในช่วงชั่วโมงที่ 18 ของการหมัก ดังแสดงในตารางที่ 2.

Table 4. Coded equation of reducing sugars (%) during 48 hours of Nham fermentation with different spices.

Response variable	Coded equation	R ²
RS (6 hours)	= 1.3420 + 0.0014 (G) - 0.0124 (P) + 0.0069 (B) - 0.0151 (GP) + 0.0316 (GPB) + 0.0976 (G ²)	0.9862
RS (12 hours)	= 1.1724 + 0.0371 (GP) - 0.0454 (GB) + 0.0839 (PB) - 0.0619 (GPB)	0.8667
RS (18 hours)	= 1.1339 + 0.0206 (G) + 0.0124 (P) + 0.0344 (B) + 0.0151 (GP) - 0.0564 (GB) + 0.0784 (PB) - 0.0289 (GPB)	0.9950
RS (24 hours)	= 1.0661 - 0.0591 (GB) + 0.0591 (PB) - 0.0261 (GPB)	0.9345
RS (48 hours)	= 0.8030 - 0.0536 (B) - 0.0509 (G ²)	0.7515

RS = Reducing sugars; G = Minced garlic; P = White pepper powder; B = Minced bird chili

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลงเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดแลกติกได้สามารถใช้ น้ำตาลรีดิวซ์ดังกล่าวในการผลิตกรด มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลงจากภาพที่ 1 จะเห็นว่าค่า pH เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 5.93-6.13 และจะคงที่ในช่วง 6 ชั่วโมงแรกของการหมัก ต่อจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วหลัง 6 ชั่วโมง จนกระทั่งถึง 18 ชั่วโมงของการหมัก มีผลทำให้ pH ลดลงถึง 4.95-5.19 และจะลดลงเรื่อยๆ จนถึง 48 ชั่วโมงซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 4.32-4.49 ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เมื่อเวลาการหมักเปลี่ยนไป มีผลทำให้ pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ดังแสดงในสมการ (Coding equation) ดังนี้ :

$$\frac{1}{\text{pH}} = 0.1642 + 0.0015 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.8758$$

การลดลงของ pH ยังขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเทศหลักที่ใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ของการหมัก (ตารางที่ 5) โดยที่การลดลงของ pH ขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมของเครื่องเทศทั้งสาม (GPB) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก อย่างไรก็ตาม กระเทียมสดบดละเอียด และพริกไทยป่น เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการลดลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ใน 18 ชั่วโมงของการหมัก และจะมีผลต่อการลดลงของ pH เรื่อย ๆ จนกระทั่งถึง 48 ชั่วโมงของการหมัก (ดังตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของ pH ที่รวดเร็วที่สุดจนกระทั่งถึง 18 ชั่วโมง ดังภาพที่ 1 แล้วนั้น เมื่อพิจารณาในรายละเอียดจากภาพที่ 2 ถึงการเปลี่ยนแปลง pH อันเนื่องมาจากการใช้กระเทียมสดบดละเอียด และพริกไทยป่น ในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก พบว่าถ้าหากมีการใช้กระเทียมสดบดละเอียดในระดับสูง (ร้อยละ 4.00) หรือการใช้พริกไทยป่นในระดับสูง (ร้อยละ 0.1) ร่วมกับเครื่องเทศที่เหลือในระดับต่ำ จะมีผลต่อการลดลงของ pH ในช่วง 18 ชั่วโมง กล่าวคือ มี pH เท่ากับ 4.95 และ 4.90 ตามลำดับ (ดังแสดงในภาพที่ 3).

Table 5. Coded equation of pH during 48 hours of Nham fermentation with different spices.

Response variable	Coded equation	R ²
pH (6 hours)	$= 6.0450 + 0.0350 (G) + 0.0225 (B)$ $+ 0.0175 (GB) + 0.0125 (PB)$ $- 0.0425 (GPB) + 0.0500 (G^2)$	0.9872
pH (12 hours)	$= 5.8700 + 0.0350 (GP) + 0.0600 (PB)$ $- 0.0375 (GPB) - 0.1750 (G^2)$	0.9651
pH (18 hours)	$= 5.0750 - 0.0437 (P) + 0.0162 (GP)$ $+ 0.0338 (GB) + 0.0138 (PB)$ $- 0.0712 (GPB) - 0.0588 (G^2)$	0.9971
pH (24 hours)	$= 4.6450 - 0.0387 (P) - 0.0338 (B)$ $- 0.0263 (GP) - 0.0362 (GPB)$ $+ 0.0962 (G^2)$	0.9773
pH (48 hours)	$= 4.3650 - 0.0225 (G) - 0.0275 (P)$ $+ 0.0200 (GB) - 0.0300 (GPB)$	0.8233

G = Minced garlic ; P = White pepper powder ; B = Minced bird chilli

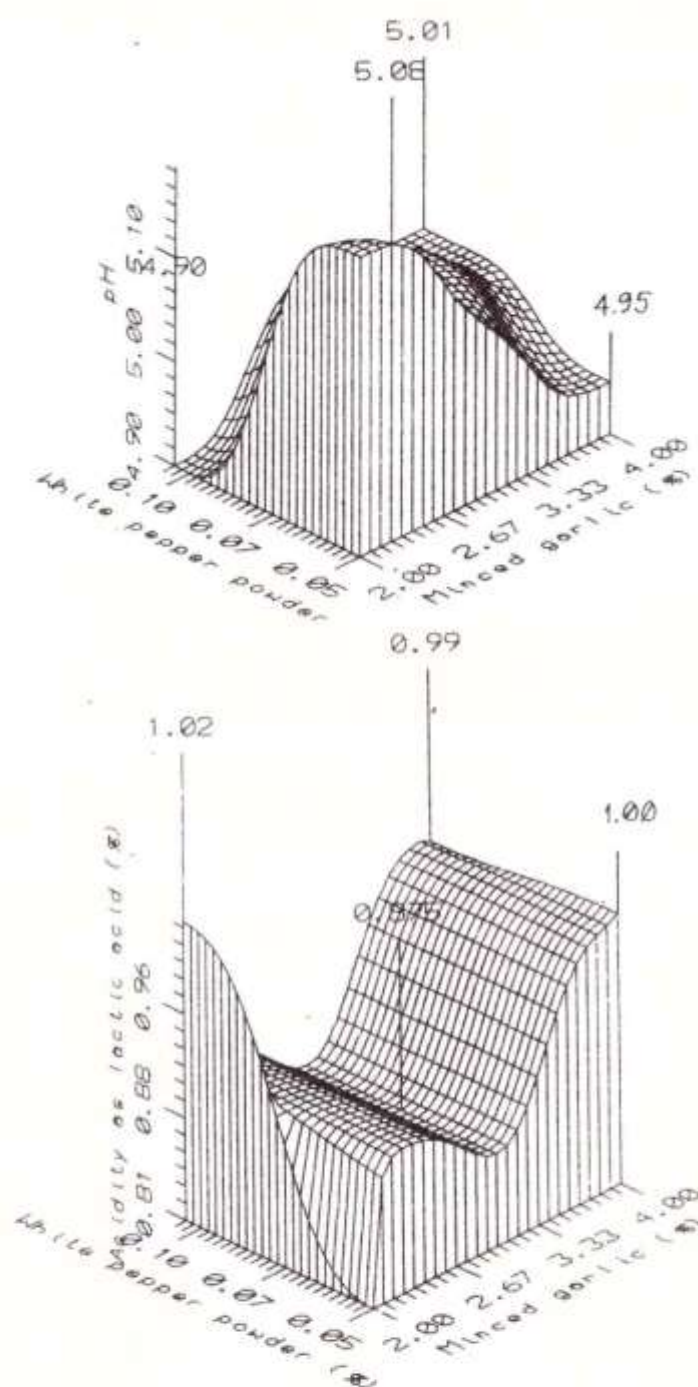


Figure 3. pH and acidity as lactic acid change at 18 hours of Nham fermentation with different levels of two main spices.

การลดลงของ pH ของผลิตภัณฑ์แทนมโคมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความเป็นกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (ดังแสดงในภาพที่ 1) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นจากค่าร้อยละ 0.45-0.55 ในผลิตภัณฑ์แรกเริ่มเป็นร้อยละ 0.75-0.92 หลังจากหมักได้ 12 ชั่วโมง และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ก่อนข้างคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 18 คิดเป็นร้อยละ 0.81-1.02 และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงชั่วโมงที่ 48 คิดเป็นร้อยละ 0.99-1.20 จากการวิเคราะห์ทางค่านสถิติ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาการหมักเปลี่ยนแปลงไป ค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ อีกทั้งพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างเครื่องเทศทั้งสาม มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ดังแสดงในสมการ (Coding equation) ดังนี้ :

$$\frac{1}{\text{Acidity (\%)}} = 1.9928 - 0.6665 \text{ Log (Time + 1)} \\ - 0.0527 (\text{Minced garlic} \times \text{White pepper powder} \\ \times \text{Minced bird chilli}) \\ R^2 = 0.8749$$

นอกจากนี้เครื่องเทศหลัก เช่น กระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น และพริกชี้หูสดบด ละเอียด มีผลต่อการลดลงของความเป็นกรดทั้งหมดในช่วงแรกของการหมัก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเครื่องเทศหลักดังกล่าวมีส่วนในการทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการหมักมากกว่าการกระตุ้นให้ จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดได้ใช้น้ำตาลรีดิวส์เปลี่ยนเป็นกรด จึงมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดดูเหมือนว่าจะลดลง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เครื่องเทศดังกล่าวจะหน่วงเหนี่ยวการสร้างกรดในช่วงแรกของการหมัก อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นกระเทียมสดบดละเอียดและพริกไทยป่น มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ (ตารางที่ 6) และปัจจัยร่วมของเครื่องเทศทั้งสาม มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมดเช่นกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$.

เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก พบว่า สอดคล้องกับการลดลงของ pH ในช่วงเวลาดังกล่าวคือ ถ้าหากมีการใช้กระเทียมสดบดละเอียดที่ระดับสูง (ร้อยละ 4.00) หรือการใช้พริกไทยป่นที่ระดับสูง (ร้อยละ 0.1) ร่วมกับเครื่องเทศที่เหลือในระดับต่ำ จะมีผลทำให้ความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นในช่วง 18 ชั่วโมงของการหมัก กล่าวคือ มีค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก ร้อยละ 1.00 และ 1.02 ตามลำดับ (ดังแสดงในภาพที่ 3).

Table 6. Coded equation of acidity as lactic acid (%) during 48 hours of Nham fermentation with different spices.

Reponse variable	Coded equation	R ²
Acidity (6 hours)	= 0.7250 - 0.0275 (G) - 0.0525 (P) - 0.0225 (B) - 0.0250 (GB) + 0.0625 (GPB) - 0.0950 (G ²)	0.9882
Acidity (12 hours)	= 0.7650 - 0.0412 (GP) - 0.0237 (GB) - 0.0412 (PB) + 0.1062 (G ²)	0.9273
Acidity (18 hours)	= 0.8750 + 0.0237 (G) - 0.0132 (PB) + 0.0488 (GPB) + 0.0837 (G ²)	0.8644
Acidity (24 hours)	= 0.9200 + 0.0200 (P) + 0.4255 (GPB) + 0.0950 (G ²)	0.9135
Acidity (48 hours)	= 1.0300 + 0.0150 (G) + 0.0100 (P) - 0.0225 (GP) + 0.0200 (PB) + 0.0675 (GPB) + 0.0525 (G ²)	0.9917

G = Minced garlic; P = White pepper powder; B = Minced bird chilli

การประเมินคุณภาพทางค่านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนม ที่มีเครื่องเทศหลักระดับแตกต่างกันโดยใช้เทคโนโลยีเช็อบริสุทธ์เริ่มต้นผสมนั้น พบว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์แหนมทางค่าน Visual texture, Juiciness และทางค่าน Smoothness ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) แต่ลักษณะที่แตกต่างกันมีดังนี้ :

ลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์แหนมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ เมื่อมีระดับของเครื่องเทศหลักที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7) และตัวอย่างที่มีกระเทียมสดบดละเอียดในระดับ ที่สูง (ร้อยละ 4) จะมีลักษณะสีที่ปรากฏที่สูงกว่าค่า Ideal คือ 1.00 กล่าวคือ มีค่า Mean ideal ratio score เท่ากับ 1.11-1.17 ส่วนผลิตภัณฑ์ตัวอย่างแหนมที่มีพริกขี้หนูสดบดละเอียดในระดับสูง (ร้อยละ 3) ค่า Mean ideal ratio score จะมีค่าค่อนข้างต่ำ คือ 0.76 (ตารางที่ 7).

ลักษณะความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้เครื่องเทศหลักในระดับที่ต่างกัน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยมีค่า Mean ideal ratio score ของตัวอย่างต่าง ๆ ระหว่างค่า 0.92-1.11 จะเห็นว่าค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงค่า Ideal มาก ยกเว้นสิ่งทดสอบที่ 9 ซึ่งมีปริมาณเครื่องเทศหลักทุกชนิดในระดับต่ำมีค่า Mean ideal ratio score ต่ำสุด คือ 0.92 แต่ก็ยังมีค่าใกล้เคียงค่า Ideal ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 7).

ผลิตภัณฑ์แหนมที่มีการใช้เครื่องเทศหลักในระดับที่ต่างกันจะมีผลทำให้ความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ โดยพบว่าตัวอย่างที่มีระดับเครื่องเทศหลักในระดับต่ำทั้งหมดคือ ตัวอย่างควบคุมจะมีความเปรี้ยวก่อนข้างต่ำคือ มีค่า Mean ideal ratio score เท่ากับ 0.78 ในขณะที่ตัวอย่างที่มีการใช้กระเทียมสดบดละเอียดในระดับสูง (ร้อยละ 4) มีค่า Mean ideal ratio score ก่อนข้างสูง คือ 0.86-0.97 ส่วนตัวอย่างที่นิพริกไทยป่นเป็นองค์ประกอบในระดับสูงจะมีลักษณะผลิตภัณฑ์ในแง่ความเปรี้ยวที่รองลงมา (ตารางที่ 7).

Table 7. Mean ideal ratio score of Nham after 48 hours of fermentation with different levels of main spices.

Treatment	Colour*	Visual Texture*	Firmness*	Juiciness*
(1)	0.97±0.07 ^b	0.94±0.12	0.96±0.05 ^{ab}	0.90±0.09
a	1.10±0.12 ^a	0.95±0.09	1.01±0.07 ^{ab}	0.90±0.14
b	0.85±0.07 ^{bc}	0.97±0.14	0.99±0.09 ^{ab}	0.93±0.08
ab	1.17±0.21 ^a	0.92±0.09	1.11±0.08 ^a	0.90±0.12
c	0.76±0.10 ^c	0.92±0.14	1.02±0.08 ^a	0.91±0.13
ac	1.14±0.06 ^a	0.92±0.13	1.00±0.12 ^{ab}	0.91±0.07
bc	0.95±0.12 ^b	0.90±0.10	1.01±0.10 ^{ab}	0.88±0.15
abc	1.11±0.08 ^a	0.91±0.04	1.00±0.13 ^{ab}	0.91±0.12
cp ₁	0.94±0.08 ^b	0.95±0.07	0.92±0.14 ^c	0.96±0.09
cp ₂	0.96±0.06 ^b	0.86±0.15	1.01±0.09 ^{ab}	0.89±0.11

Note * mean±standard deviation; (1) Control; a = High level of minced garlic; b = High level of minced garlic; b = High level of white pepper powder; c = High level of minced bird chilli;
; cp = Centre point

1 Use 8 general panelists

2 Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$

3 Ideal ratio score for Ideal product is 1.00

Table 8. Mean ideal ratio score of Nham after 48 hours of fermentation with different levels of main spices.

Treatment	Smoothnesst*	Sournesst*	Saltinesst*	Spicinesst*	Overall* acceptability
(1)	0.88±0.12	0.78±0.09 ^d	0.94±0.09 ^c	0.81±0.11 ^c	0.76±0.06 ^{cd}
a	0.93±0.10	0.94±0.06 ^a	1.00±0.11 ^{ab}	0.96±0.09 ^{ab}	0.96±0.05 ^a
b	0.94±0.10	0.85±0.04 ^{ac}	1.03±0.06 ^a	0.93±0.10 ^{ab}	0.79±0.10 ^{bc}
ab	0.88±0.12	0.87±0.12 ^{ab}	1.06±0.09 ^a	0.93±0.12 ^{ab}	0.92±0.06 ^{ab}
c	0.98±0.12	0.86±0.09 ^{ab}	1.11±0.10 ^a	1.06±0.11 ^a	0.80±0.08 ^{bc}
ac	0.87±0.13	0.97±0.09 ^a	1.07±0.11 ^a	1.01±0.09 ^a	0.92±0.11 ^a
bc	0.88±0.14	0.86±0.12 ^{ab}	1.03±0.18 ^a	0.88±0.18 ^{bc}	0.81±0.12 ^{bc}
abc	0.92±0.14	0.90±0.15 ^a	0.86±0.09 ^c	0.99±0.09 ^a	0.89±0.07 ^a
cp ₁	0.98±0.06	0.84±0.10 ^{ac}	1.00±0.13 ^{ab}	1.00±0.09 ^a	0.86±0.06 ^{ab}
cp ₂	0.93±0.11	0.89±0.07 ^a	0.96±0.16 ^c	0.98±0.06 ^a	0.84±0.05 ^{ab}

Note : See table 7.

ความเค็มของผลิตภัณฑ์แหนมที่มีการใช้เครื่องเทศหลักในระดับที่แตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยมีค่า Mean ideal ratio score ของตัวอย่างต่าง ๆ ระหว่างค่า 0.94-1.11 ซึ่งทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่า Ideal มาก โดยที่ตัวอย่างแหนมที่มีพริกชี้หนูombokละเอียดเป็นองค์ประกอบในระดับสูง (ร้อยละ 3) มีความเค็มค่อนข้างสูงจากค่า Ideal คือ มีค่าเท่ากับ 1.11 แต่ถ้าตัวอย่างแหนมที่มีกระเทียมombokละเอียดเป็นองค์ประกอบในระดับสูง (ร้อยละ 4) มีค่าใกล้เคียงเท่ากับค่า Ideal (1.00) ดังแสดงในตารางที่ 8.

ผลิตภัณฑ์แหนมที่มีการใช้เครื่องเทศหลักในระดับที่แตกต่างกันจะมีกลิ่นเครื่องเทศที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และพบว่าถ้าหากมีการใช้เครื่องเทศหลักทั้งหมดในระดับสูง (abc) และระดับกลาง จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า Mean ideal ratio score ของกลิ่นเครื่องเทศใกล้เคียงกับค่า Ideal มาก คือ 0.98-1.00 อีกทั้งพบว่าความยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์แหนมในการทดลองครั้งนี้ยังขึ้น กับค่ากลิ่นของเครื่องเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ อีกด้วย.

อย่างไรก็ตามการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ขนมทดลองนี้ พบว่า ตัวอย่างขนมที่มีการใช้กระเทียมสดบดละเอียดเป็นองค์ประกอบในสูตรการผลิตที่ระดับสูง (ร้อยละ 4) จะมีการยอมรับที่ค่อนข้างสูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ที่ใช้กระเทียมสดบดละเอียดในระดับกลางและระดับต่ำ (ร้อยละ 3 และ 2 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ Mean ideal ratio score เท่ากับ 0.87-0.96 (ตารางที่ 8).

สรุปผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ขนมที่ใช้เครื่องเทศหลักเป็นองค์ประกอบในสูตรการผลิตในระดับที่แตกต่างกันโดยใช้เทคโนโลยีเชื่อมวัสดุเริ่มต้นผสมในกระบวนการผลิต มีผลต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ การใช้กระเทียมสดบดละเอียดร้อยละ 4.00 และพริกไทยป่นร้อยละ 0.05 ร่วมกับการใช้พริกขี้หนูสดบดละเอียดร้อยละ 1.0 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต และการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลรีดิวซ์ และกระตุ้นให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดได้สามารถใช้น้ำตาลดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว มีผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้น และมีการยอมรับที่ดีต่อผลิตภัณฑ์.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้ด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- วริยจari, ไพโรจน์, จุฑาภรณ์, สักกรณา, และ ศุภชะวดี, ปานจิตต์. (2536a). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื่อมวัสดุเริ่มต้นผสม 2. ผลของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์. วารสารเกษตร 9(1) : 61-74.
- วริยจari, ไพโรจน์, จุฑาภรณ์, สักกรณา, และ กันธิยะ, อัมรินทร์. (2536b). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื่อมวัสดุเริ่มต้นผสม 3. สูตรเครื่องเทศที่เหมาะสมต่อการผลิตขนม. วารสารเกษตร 9(1) : 84-96.
- วริยจari, ไพโรจน์. (2536). การวางแผนและการวิเคราะห์ทางค่านิเวศศาสตร์ผลิตภัณฑ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วริยจารี, ไพโรจน์ และ หันพงษ์ศศิกุล, อรุณ. (2533, 2535). ปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหารหมัก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis (13rd ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Bacus, J. (1984). Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.
- Gibbs, P.A. (1987). Novel uses for lactic acid fermentation in food preservation. J. Appl. Bacteriol. Symposium Supplement, 51S-58S.
- Gilliland, S.E. (1985). Bacterial Starter Cultures for Foods. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Liepe, H.-U. (1983). Starter cultures in meat production. p. 401-424. In Biotechnology a Comprehensive Treatise in 8 Volumes : Volume 5 Food and Feed Production with Microorganisms. Edited by Rehm, H.-J., and Reed, G., Verlag Chemie, Weinheim, Florida.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry, 31 : 426-428.
- Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Waltonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Waltonick Associates Inc., Minneapolis, MN.
- Wriyacharee, P. (1990). The Systematic Development of a Controlled Fermentation Process Using Mixed Bacterial Starter Cultures for Nham, a Thai Semi-dry Sausage. Ph.D. Thesis in Product Development in Food Fermentation, Massey University, New Zealand.
-

ผลของความสั้น-ยาวของวันต่อการให้ดอกของปทุมมา

อดิศร กระแสชัย¹

DAYLENGTH EFFECT ON THE FLOWERING OF *CURCUMA SPARGANIFOLIA*

Adisorn Krasaechai¹

ABSTRACT : The studies on the effect of daylength on the flowering of *Curcuma sparganifolia* show that shortdays condition inhibit flowering while longdays treatment promote flowering. Plants receiving longdays are taller and have more sprouts than those under shortdays. However plants under both longdays and shortdays have similar leaf number.

บทคัดย่อ : การศึกษาการตอบสนองของวันสั้นและวันยาวที่มีต่อการเกิดดอกของต้นปทุมมา *Curcuma sparganifolia* พบว่า วันสั้นจะยับยั้งการเกิดดอก ในขณะที่วันยาวจะส่งเสริมการเกิดดอก ต้นที่ได้รับวันยาวจะมีความสูง และจำนวนหน่อมากกว่าต้นที่ได้รับสภาพวันสั้น พบว่าต้นที่ได้รับวันสั้นและวันยาวมีจำนวนใบที่ไม่แตกต่างกัน.

คำนำ

ในบรรดาไม้ดอกประเภทหัวในประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เป็นพันธุ์ไม้ที่นำเข้ามาในระยะหลัง โดยมีจุดประสงค์เพื่อทดแทนการนำเข้า กลุ่มที่ 2 เป็นพันธุ์ไม้ที่นำเข้ามานานแล้ว ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 และมีการปลูกเลี้ยงทั่ว ๆ ไป และกลุ่มที่ 3 เป็นพันธุ์ไม้ไทย ซึ่งมีอนาคตที่ค่อนข้างไกลมากในแง่ของการส่งออก ซึ่งมีปทุมมาอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย (พิศิษฐ์ 2534) ปทุมมาเป็นพืชที่อยู่ใน Family Zingiberaceae, Genus *Curcuma* มีชื่อ

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

วิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma sparganifolia* เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุยืนหลายปี เนื่องจากมลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า โดยที่ส่วนที่ให้ความสวยงาม นอกจากจะเป็นดอกเล็ก ๆ ซึ่งทยอยบานแล้ว ยังได้แก่ส่วนของกาบรองดอกที่รองรับดอกดังกล่าว โดยกาบรองดอกที่เกิดอยู่ส่วนปลายของช่อดอกจะมีสีชมพู และที่อยู่ส่วนโคนจะมีสีเขียว (อติศร, 2533).

การเจริญของพืชชนิดนี้โดยธรรมชาติพอจะกล่าวได้ว่าเกิดขึ้นเมื่อ Rhizome ที่พักตัวอยู่ในดินในช่วงฤดูแล้งได้รับน้ำฝน และจะให้ช่อดอกในระหว่างฤดูฝน ยังไม่มีรายงานถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดช่อดอกในช่วงเวลาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตของเกษตรกรผู้ผลิตไม้หัวชนิดนี้เพื่อส่งไปขายที่ประเทศญี่ปุ่น (อุตร คำหอมหวาน ; ศิขิคุ้มสวนตัว) พบว่า ต้นปทุมมาที่ปลูกอยู่ใกล้กับแปลงผลิตดอกเบญจมาศ และได้รับแสงจากแปลงดังกล่าว เพื่อชักนำให้ต้นเบญจมาศมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่พอเพียงก่อนที่จะปักไฟเพื่อให้ได้รับวันสั้นตามธรรมชาตินั้นจะไม่ยวบตัว ซึ่งต่างจากต้นปทุมมาที่อยู่ห่างออกไปที่จะยวบตัวเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาว จึงเป็นจุดสนใจที่จะหาคำตอบในประเด็นดังกล่าว.

ทางด้านการตอบสนองของพืชต่อช่วงแสง เพื่อการออกดอก (Photoperiodism) ที่สามารถจะแบ่งพืชออกได้อย่างกว้าง ๆ เป็นกลุ่มพืชวันสั้น กลุ่มพืชวันยาว และกลุ่มพืชที่ไม่ตอบสนองต่อความยาวของวันแล้ว ยังมีปัจจัยร่วมอื่น ๆ ที่ละเอียดอ่อนที่มีผลต่อการออกดอกของพืชนอกเหนือจากความยาวของช่วงแสง เช่น ความเข้มของแสง หรือความต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) และอื่น ๆ อีกด้วย (Wareing and Phillips, 1981) ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะผลการเปรียบเทียบระหว่างความยาวของวันตามธรรมชาติ กับ ความยาวของวันที่ถูกทำให้เพิ่มขึ้น ตามความสามารถที่จะจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองได้เท่านั้น.

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกเหง้าปทุมมาขนาดเล็กที่มีความกว้างเฉลี่ย 1.26 ซม. ยาวเฉลี่ย 1.82 ซม. ในแปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อ 10 มิถุนายน 2535 และขุดย้ายต้นที่ออกดอกปลูกในถุง ขนาด 6x9 นิ้ว เพื่อความสม่ำเสมอของต้นทดลองเมื่อ 26 สิงหาคม 2535 จำนวน 120 ถุง ซึ่งต่อมาถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 60 ต้น เมื่อ 11 กันยายน 2535 โดยกลุ่มที่ 1 มีจำนวน 60 ต้น ให้ได้รับความยาวของวันตามธรรมชาติ โดยที่ความยาวของกลางวันจะสั้นลงตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1 (ศูนย์พยากรณ์อากาศภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา) ส่วนกลุ่มที่ 2 จำนวน 60 ต้น ให้ได้รับวันยาวโดยการเปิดไฟจากหลอดทั้งสแกน ต่อจากความยาวของวันตามธรรมชาติ ตั้งแต่ 19.00-24.00 น. โดยต้นได้รับความเข้มของแสงประมาณ 100 ลักซ์ เพื่อศึกษาถึงการตอบสนองต่อความยาวของวัน จึงทำการย้ายต้นปทุมมาจากกลุ่มที่ได้รับวันยาวตามธรรมชาติ ครั้งละ 5 ต้น ทุก ๆ

CHIANG MAI Lat. 18-47-24 N Long. 98-58-37 E

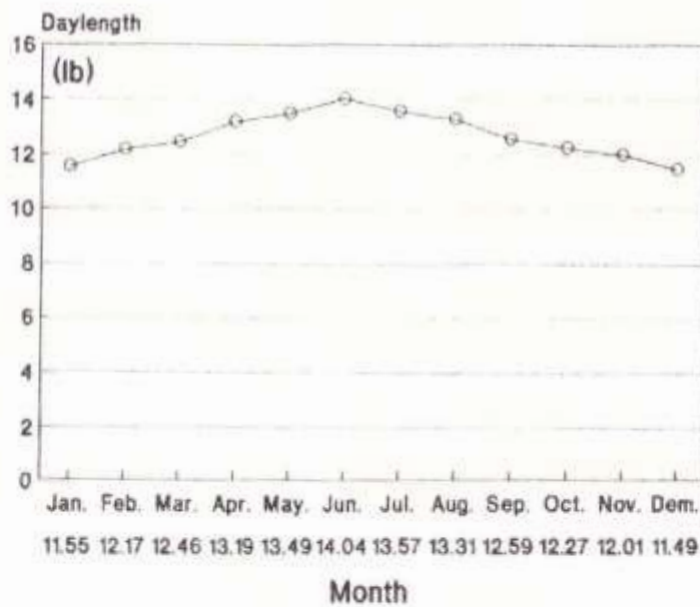
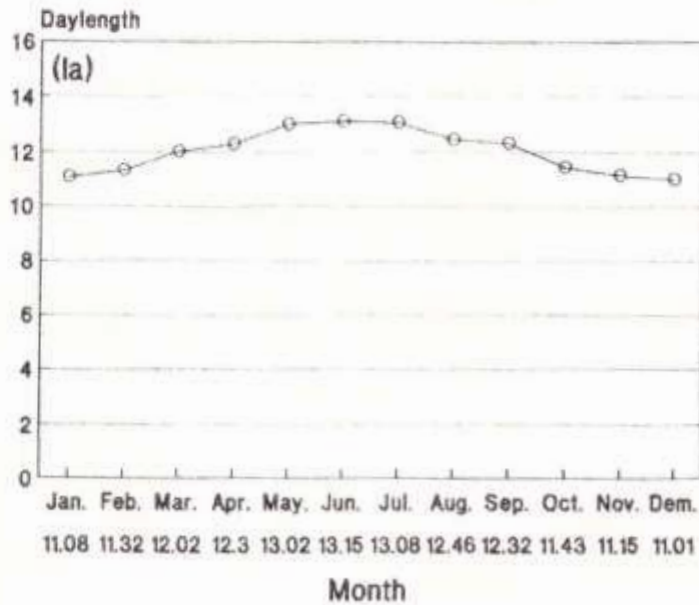


Figure 1. (1a.) Length of days from sunrise to sunset. (1b.) from civil vegins to twilight ends of each month at Muang District, Chiang Mai Province Latitude 18° 47' 24" North, Longitude 98° 58' 37" East.

อาทิตย์ ไปให้ได้รับสภาพวันยาว 2 คืน และให้ได้รับสภาพวันตามธรรมชาติเดิม 3 คืน และในขณะเดียวกันก็ย้ายต้นปทุมมาจากกลุ่มที่ได้รับสภาพวันยาวครั้งละ 5 คืน ทุก ๆ อาทิตย์เช่นกันไปให้ได้รับสภาพวันสั้น 3 คืน และให้ได้รับสภาพวันยาวเดิม 2 คืน โดยเริ่มทำการย้ายครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 11 กันยายน 2535 และย้ายครั้งสุดท้าย เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2535 รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง สิ้นสุดการทดลองเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2535.

ทำการบันทึกความสูง จำนวนหน่อ วันดอกบาน และจำนวนใบ เดือนละ 1 ครั้ง.

ในการศึกษาครั้งนี้ เหม่งปทุมมาเริ่มออกตั้งแต่วันที่ 5 กรกฎาคม 2535 และมีจำนวนต้นที่ออกสูงสุดคงที่ตั้งแต่วันที่ 25 กรกฎาคม 2535 จึงได้กำหนดให้วันที่ 15 กรกฎาคม 2535 เป็นตัวแทนของวันออกของเหง้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความยาวของช่วงแสง

การบานดอก

การย้ายต้นจากกลุ่มวันสั้นไปให้ได้รับสภาพวันยาวและให้ได้รับสภาพวันสั้นเช่นเดิมต่อไป :

ผลการศึกษาการย้ายต้นจากกลุ่มวันสั้น ไปให้ได้รับสภาพวันยาวและสภาพวันสั้นเช่นเดิม โดยย้ายห่างกันครั้งละ 1 อาทิตย์ เพื่อศึกษาการเกิดดอกแสดงในตารางที่ 1.

จากการย้ายต้นที่ได้รับสภาพวันสั้นตั้งแต่วันเริ่มการทดลองไปให้ได้รับสภาพวันยาว แสดงให้เห็นว่า ต้นที่ได้รับวันสั้นประมาณ 58 วัน คือ จากวันออกจนถึงวันย้ายต้นจากวันสั้นไปวันยาว (15 ก.ค. 35 - 11 ก.ย. 35) 65 วัน (15 ก.ค. 35 - 18 ก.ย. 35) และ 72 วัน (15 ก.ค. 35 - 25 ก.ย. 35) สามารถให้ดอกได้ แต่ต้นที่ได้รับการย้ายครั้งต่อ ๆ ไป จากวันที่ 2 ตุลาคม - 27 พฤศจิกายน 2535 ที่ไม่มีต้นใดให้ดอก ถึงแม้ว่าจะได้รับสภาพวันยาวก็ตาม ทั้งนี้คงเป็นผลเนื่องมาจากการที่ต้นดังกล่าวได้รับวันสั้นเป็นเวลานานมากในระดับหนึ่งคือเป็นเวลานานถึงตั้งแต่ 79 วัน (15 ก.ค. 35 - ค.ค. 35) ขึ้นไป เมื่อได้รับการย้ายมาให้ได้รับสภาพวันยาวใน ระยะเวลาต่อมา ก็ไม่สามารถที่จะชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของส่วนยอดเพื่อให้เกิดเป็นตาดอกขึ้นได้อีกต่อไป.

Table 1. The flowering behavior of *Curcuma sparganifolia* plants as a result of the manipulation of the daylength.

From shortday to longday					From shortday to shortday		
Shifting date	Replication	No. of flowering plants	No. of* * shortday received	No. of longday required for the flower induction	Replication	No. of flowering plants	No. of* shortday received
11 Sep. 92	2	1 ^{***}	58	59	3	0	58
18 Sep. 92	2	2	65	58	3	0	65
25 Sep. 92	2	1 ^{***}	72	59	3	0	72
2 Oct. 92	2	0	79	-	3	0	79
9 Oct. 92	2	0	86	-	3	0	86
16 Oct. 92	2	0	93	-	3	0	93
23 Oct. 92	2	0	100	-	3	0	100
30 Oct. 92	2	0	107	-	3	0	107
6 Nov. 92	2	0	114	-	3	0	114
13 Nov. 92	2	0	121	-	3	0	121
20 Nov. 92	2	0	128	-	3	0	128
27 Nov. 92	2	0	135	-	3	0	135

* Shortday in this experiment is the natural daylength.

** Plants expose to natural daylength from the sprouting for 58 days before receiving daylength treatment.

*** The remaining flower after the end of the experiment

ส่วนการย้ายต้นจากสภาพวันสั้นไปให้ได้รับสภาพวันสั้นเช่นเดิมต่อไปนั้น พบว่าไม่มีต้นทดลองต้นใดเกิดดอกในทุกรุ่นของการย้าย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสภาพความยาวของวันตามธรรมชาติในเดือนกันยายน (12.59 ชั่วโมง) ไม่เหมาะต่อการชักนำให้ต้นปทุมมาเกิดดอกขึ้น.

การย้ายต้นจากกลุ่มวันยาวไปให้ได้รับสภาพวันสั้นและไปให้รับสภาพวันยาวเช่นเดิมต่อไป :

ผลการศึกษาการย้ายต้นทดลองจากกลุ่มที่อยู่สภาพวันยาว ไปให้ได้รับสภาพวันสั้น และสภาพวันยาวเช่นเดิมต่อไป เพื่อสังเกตการเกิดดอกนั้น แสดงในตารางที่ 2.

Table 2. The flowering behavior of *Curcuma sparganifolia* plants as a result of the manipulation of the daylength.*

Shifting date	From longday to shortday					From longday to longday		
	Replication	No. of Flowering plants	No. of longday received (Naturally + artificially) before shortday	No. of shortday received	Flowering date	Replication	No. of flowering plants	No. of longday received (Naturally + artificially)
11 Sep. 92	3	0	59+0	58**		2	2	58+80
18 Sep. 92	3	0	58	68		2	2	58+80
25 Sep. 92	3	0	58+14	72		2	2	58+80
2 Oct. 92	3	0	58+21	79		2	1	58+80
9 Oct. 92	3	1	58+28	86	30 Oct. 92	2	2	58+80
16 Oct. 92	3	1	58+35	93	1 Nov. 92	2	2	58+80
23 Oct. 92	3	3	58+42	100	31 Oct. 92, 1 Nov. 92, 18 Nov. 92	2	2	58+80

Table 2. (Continued)

From longday to shortday						From longday to longday		
Shifting date	Replication	No. of Flowering plants	No. of longday received (Naturally + artificially) before shortday	No. of shortday received	Flowering date	Replication	No. of flowering plants	No. of longday received (Naturally + artificially)
30 Oct. 92	3	3	58+49	107	19 Oct. 92, 26 Oct. 92, 1 Nov. 92	2	1	58+80
6 Nov. 92	3	2	58+56	114	19 Oct. 92, 1 Nov. 92	2	1	58+80
13 Nov. 92	3	1	58+62	121	22 Oct. 92	2	2	58+80
20 Nov. 92	3	2	58+70	128	11 Oct. 92, 20 Oct. 92	2	1	58+80
27 Nov. 92	3	2	58+77	135	2 Nov. 92, 24 Nov. 92	2	1	58+80

* Shortday in this experiment is the natural daylength.

** Plants expose to natural daylength since the sprouting for 58 days before receiving daylength treatment.

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในช่วง 4 อาทิตย์แรก การย้ายต้นจากกลุ่มวันยาวไปให้ได้รับสภาพวันสั้นจะไม่สามารถเกิดดอกได้ แต่อย่างไรก็ตาม ในระยะเวลาต่อมาคือตั้งแต่การย้ายวันวันที่ 9 ตุลาคม 2535 ต้นที่ได้รับวันสั้นกลับสามารถให้ดอกได้ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วไม่ควรจะมีต้นใดให้ดอกเลย ทั้งนี้สามารถให้เหตุผลได้ว่า ต้นที่สามารถให้ดอกได้ภายใต้สภาพวันสั้นนั้น ล้วนแต่ได้รับวันยาวมาระยะหนึ่ง ก่อนการย้ายไปให้ได้รับวันสั้นแล้วทั้งสิ้น ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ยาวนานพอแก่การชักนำให้เกิดดอกขึ้นได้ ถึงแม้จะได้รับสภาพวันสั้นในระยะเวลาต่อมาก็ตาม ซึ่งแสดงให้เห็นถึง Carry over effect ของ Flower stimulus ที่เกิดขึ้นภายใต้สภาพวันยาว ส่วนวันที่ย้ายในตอนท้าย ๆ ของการทดลองนั้น ต้นที่ให้ดอกล้วนแต่เกิดดอกภายในสภาพวันยาวก่อนที่จะถูกย้ายไปให้ได้รับสภาพวันสั้นทั้งสิ้น.

สำหรับการย้ายต้นจากกลุ่มวันยาวไปให้ได้รับสภาพวันยาวเช่นเดิมต่อไปนั้น พบว่าต้นที่ได้รับสภาพวันยาวอย่างต่อเนื่องทุกต้นสามารถเกิดดอกได้ ส่วนการที่ต้นในบางวันมีการเกิดดอกไม่ครบทุกต้นนั้น คาดว่าเป็นผลเนื่องมาจากขนาดของเหง้าที่ใช้ทดลอง ซึ่งค่อนข้างจะมีขนาดเล็ก อันอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นดังกล่าวไม่มีการเจริญเติบโตเพียงพอ เพื่อการเกิดดอก ซึ่งเป็นลักษณะของไม้ตัดดอกประเภทหัวทัว ๆ ไป แต่หน่อที่เจริญต่อ ๆ มาจะให้ดอกได้เนื่องจากมีความสมบูรณ์ของต้นมากขึ้น.

ผลการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าสามารถที่จะชักนำให้ต้นปทุมมาเกิดดอกนอกฤดูการผลิตดอกตามธรรมชาติได้ โดยการให้ต้นที่ปลูกได้รับสภาพวันยาว โดยการเพิ่มความยาวของวันจากหลอดไฟชนิดหลอดทั้งสแตน ซึ่งสามารถที่จะยืดระยะเวลาการให้ดอกตามธรรมชาติออกไปได้อีกหลายเดือน (ภาพที่ 2).

ความสูงของต้นและจำนวนหน่อ

ในการศึกษาความสูงของต้นได้กำหนดให้ความสูงจากผิวดิน จนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด จากข้อมูลที่บ้านฟักได้ 3 ครั้งคือ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง ภายหลังจากวันเริ่มการทดลองแล้ว 4 อาทิตย์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองคือ 10 อาทิตย์หลังจากวันเริ่มการทดลอง แสดงให้เห็นว่าต้นที่ได้รับวันยาวจะมีความสูงมากกว่าต้นที่ได้รับวันสั้น ส่วนความสูงเฉลี่ยของต้นที่ได้รับวันสั้นก่อนแล้วจึงได้รับวันยาว จะมีความสูงมากกว่าต้นที่ได้รับวันสั้นตลอด และความสูงของต้นที่ได้รับวันยาวก่อน แล้วจึงได้รับวันสั้นในระยะต่อมานั้น ก็จะมีความสูงน้อยกว่าต้นที่ได้รับวันยาวอย่างต่อเนื่อง.

ส่วนการศึกษาจำนวนหน่อนั้น กระทำไปพร้อมกับการวัดความสูง โดยนับจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นทั้งหมด ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ต้นปทุมมาที่ได้รับวันยาวจะให้จำนวนหน่อมากกว่าต้นที่ได้รับสภาพวันสั้น ส่วนการที่ต้นที่ได้รับสภาพวันยาวก่อนแล้วจึงได้รับสภาพวันสั้น

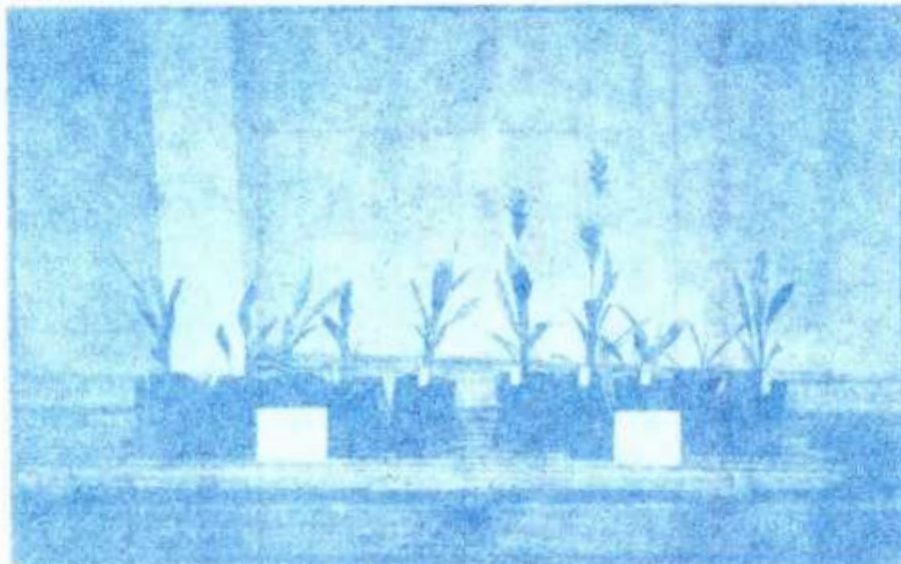


Figure 2. Daylength effect on the flowering of *Curcuma sparganifolia* 4.5 months after germinating (Left, under shortdays, right, under longdays).

Table 3. Plant height and number of sprouts of *Curcuma sparganifolia* under different daylength.

Recorded date	Height (cm.)				No. of sprout		
	continuous shortday	shortday → longday	continuous longday	longday → shortday	continuous shortday	shortday → longday	continuous longday
Start	10.6 [*]	14.0 [#]	18.5 [#]	14.2 [*]	1 [*]	1 [*]	2 [#]
4 Weeks	22.9 ^{**}	24.5 ^{##}	26.5 ^{##}	23.3 ^{**}	1.5 ^{**}	1.5 ^{**}	2.1 ^{##}
10 Weeks	25.8 ^{***}	28.5 ^{###}	28.5 ^{###}	28.3 ^{***}	1.9 ^{***}	2.4 ^{***}	2.4 ^{###}

mean of 2 plants
mean of 12 plants
mean of 18 plants

* mean of 3 plants
** mean of 18 plants
*** mean of 27 plants

ในตอนหลัง ให้จำนวนหน่อไค้มากนั้นก็ด้วยเหตุผลดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในท้ายตารางที่ 2 ข้อมูลของทุกหัวข้อที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 3.

จำนวนใบ

การศึกษาค่าเฉลี่ยของจำนวนใบเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ต้นที่ได้รับสภาพแสงต่าง ๆ กันมีจำนวนใบที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.

Table 4. Average leaf number of *Curcuma sparganifolia* under different daylength at the end of the experiment.

Daylength				
	Continuous shortday	Shortday → longday	Continuous longday	Longday → shortday
Leaf No.	5.5	5.8	5.7	6.2

จากการศึกษาการตอบสนองต่อความยาวของช่วงแสงของปทุมมาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าพืชชนิดนี้ต้องการวันยาวเพื่อการออกดอก โดยที่ธรรมชาติปทุมมาเป็นไม้ดอกที่มีเหง้าที่มีการเจริญเติบโตทางด้าน Vegetative เมื่อได้รับน้ำฝน ซึ่งเป็นระยะที่ปทุมมาเริ่มพัฒนาระยะพักตัว และมีการเจริญทางด้าน Vegetative ซึ่งตรงกับช่วงวันยาวตามสภาพของแสงตามธรรมชาติ และในขณะเดียวกันเหง้าดังกล่าวก็จะสร้างเหง้าใหม่ และสร้างต่อไปเรื่อย ๆ อีกหลายเหง้า ซึ่งแต่ละเหง้าก็สามารถให้ดอกที่มีคุณภาพที่ดีได้เช่นเดียวกับเหง้าเริ่มต้น (กระแสนิชย์, 2533) หลังจากนั้นต้นก็จะเข้าสู่ระยะพักตัวในช่วงฤดูหนาวและเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่า ในสภาพวันยาว ต้นจะมีความสูงและจำนวนหน่อมากกว่าเมื่อได้รับสภาพวันสั้น ส่วนจำนวนใบเมื่อออกดอกนั้นใกล้เคียงกันมากทั้งในสภาพวันสั้นและวันยาว.

ดังนั้น ถ้าหากมีข้อมูลทางด้านการพักตัวของเหง้าพืชชนิดนี้ที่เพียงพอแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการลดระยะเวลาพักตัวตามธรรมชาติ หรือการควบคุมไม่ให้หัวที่พัฒนาระยะพักตัวแล้วออก ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาในสภาพควบคุมวิธีใดวิธีหนึ่งก็ตาม ดังที่ได้มีรายงานเบื้องต้นแล้วโดย วรอุไร และคณะ (2536) ที่พบว่า ห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 2-5° ซ. จะช่วยให้สามารถเก็บรักษาหัวพันธุ์ปทุมมาไว้ได้นานถึง 14 สัปดาห์ ก็สมารถที่จะทำให้พืชชนิดนี้ผลิตดอกได้

ในเวลาที่ต้องการ ที่ไม่ใช่ฤดูกาลให้ดอกตามธรรมชาติ โดยการให้สภาพวันยาวที่ทำได้โดยไม่ยากนัก ซึ่งจะช่วยให้ไม้ตัดดอกชนิดนี้มีคุณค่าในการนำมาใช้มากยิ่งขึ้น แทนที่จะเป็นเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งของปี และยังมีประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืช ที่เปิดโอกาสให้มีระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้นอีกด้วย.

แนวทางการศึกษาต่อไป นอกเหนือจากการศึกษาเกี่ยวกับการพักรอดตามธรรมชาติ การศึกษาการย่นระยะเวลาพักรอด หรือการควบคุมการงอกแล้ว ยังมีรายละเอียดที่ต้องศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิ เช่น อุณหภูมิในฤดูหนาวว่าจะมีผลต่อการให้ดอกของพืชชนิดนี้หรือไม่ ถึงแม้ว่าจะสามารถชักนำให้เกิดวันยาวในช่วงเวลาดังกล่าวได้ก็ตาม ทางด้านการให้วันยาวนั้นก็จะต้องศึกษาถึงระดับความเข้มของแสง และจำนวนชั่วโมงเหมาะสมที่พืชต้องการ และวิธีการให้แสงแก่พืช ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มความยาวของวันเปรียบเทียบกับการให้เพียงช่วงสั้น ๆ ช่วงหนึ่งในตอนกลางของช่วงมืด ดังมีการปฏิบัติกับเบญจมาศได้หรือไม่.

ข้อมูลที่จะได้จากการศึกษาทางด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น จะมีประโยชน์ต่อการผลิตพืชชนิดนี้ในเชิงการค้ามากยิ่งขึ้น.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณอุตุร คำหอมหวาน ที่ให้เจ้าปทุมมาเพื่อการทดลองครั้งนี้ โดยไม่คิดมูลค่า ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนโครงพลาสติก สำหรับงานทดลอง และขอขอบคุณ โครงการหลวง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อการเพิ่มความยาวของวันให้กับพืช ซึ่งทำให้สามารถทำการทดลองนี้ได้.

เอกสารอ้างอิง

- วรอุไร, ศศิษฐ์. (2534). เทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ไม้ดอกประเภทหัว. หนังสือเทคโนโลยีการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ จัดพิมพ์โดยสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 51-53.
- วรอุไร, ศศิษฐ์., สุวรรณธาดา, ฉันทนา. และ อาภาวัชรคม, คิมพะใจ. (2536). โครงการบังคับไม้ดอกประเภทหัวบางชนิดให้ออกนอกฤดูกาล. จดหมายข่าว สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 1(3) : 6.
- ศูนย์พยากรณ์อากาศภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา. ข้อมูลความยาวของวันในรอบปี อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. กระแสชัย, อิศร. (2533). การศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ปทุมมา (*Curcuma sparganifolia*) โดยการใช้รังสีแกมมา. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24 : 125-135.
- Wareing, P.E., and Phillips, I.D.J. (1981). Growth & Differentiation in Plants. Pergamon Press. 343 pp.

ผลการใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารเป็ดไข่

สุชน ตั้งทวีพัฒน์¹ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล¹

EFFECT OF HIGH LEVELS OF SUNFLOWER SEED OR MEAL IN LAYING DUCK DIETS

Suchon Tangtaweewipat¹ and Boonlom Cheva-Isarakul¹

ABSTRACT : The use of sunflower seed (SFS) or sunflower meal (SFM) as protein and/or energy source in laying duck diets has been carried out using Khaki Campbell Crossbred laying ducks raised in floor pens each of 2 x 5 sqm. The experiment was divided into 2 trials. In the first trial which lasted 3 months, 120 heads of 52 week-old laying ducks were divided into 4 groups, each with 3 replicates. They were fed with rations containing 0, 15, 30 and 45 % SFS which were equal to the substituted level for soybean meal (SBM) at 0, 31, 62 and 93 %. In the second trial which lasted 6 months, 180 heads of 26 week-old laying ducks were divided into 5 groups, each with 3 replicates. They were fed with rations containing 23 % SFS or 10, 15, 20 % SFM which were equivalent to the substitution level for SBM at 50 % or 50, 75 and 100 % respectively. The result revealed that egg production, feed intake and egg weight decreased significantly ($P < 0.05$) with the increasing level of SFS. The use of SFS at 23 % in young laying ducks (Exp. 2) had no adverse effect on egg production, although egg size decreased. On the other hand, the partial use or total use of SFM had no deteriorious effect on either egg production or egg quality.

บทคัดย่อ : การใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีนและ/หรือพลังงานในอาหารเป็ดไข่ ได้ทำการทดลองโดยใช้เป็ดลูกผสมกาน้ำแคมป์เบลล์ ที่เลี้ยงในคอกย่อยขนาด 2 x 5 ตารางเมตร มีถึงสี่น้ำให้เปิดได้กิน เติมน้ำ และรุมหัวคอกละใบ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ใช้เป็ดไข่ที่มีอายุ 52 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ให้ได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวัน

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

ในสูตรอาหารระดับ 0, 15, 30 และ 45 % หรือเทียบกับแทนที่กากถั่วเหลือง 0, 31, 62 และ 93 % ทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้บิกโซสาวอายุ 26 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ข้ำ ให้ได้รับอาหารที่มีเมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันในสูตรอาหารระดับ 23 หรือ 10, 15 และ 20 % ซึ่งเทียบกับแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 50 หรือ 50, 75 และ 100 % ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่มีการใช้ทั้งเมล็ดและกากเมล็ดทานตะวัน ทดลองเป็นเวลา 6 เดือน ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักไข่เฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตามการเพิ่มระดับเมล็ดทานตะวันในอาหาร โดยการใช้เมล็ดทานตะวันที่ระดับ 23 % ในอาหารเบ็ดสาว (การทดลองที่ 2) ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ แต่ทำให้ไขฟองเล็กลง ส่วนการใช้กากเมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองบางส่วนหรือทั้งหมด ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่.

คำนำ

เปิด

เป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย ที่เลี้ยงในลักษณะกึ่งอาชีพเพื่อเสริมรายได้ ปัจจุบันเปิดที่เลี้ยงกันมีประมาณ 17.9 ล้านตัว (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2534) ส่วนใหญ่ยังเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยฝูง มีการเลี้ยงแบบขังคอก เฉพาะบางช่วง อาหารที่ให้เปิดจึงมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น หนอง รวมทั้งหนองน้ำ ตามริมถนน คลอง บึง และทุ่งนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว เป็นต้น อาหารอีกส่วนได้จากการให้เสริม ซึ่งในการเลี้ยงเปิดรายย่อยมักให้อาหารหยาบมากกว่าอาหารข้น เช่น ใช้รำหยาบจำนวนมากผสมกับปลายข้าวหรือรำละเอียด ส่วนกรณีฟาร์มเปิดขนาดใหญ่ มักให้อาหารข้นที่มีคุณค่าพอเพียงตามที่เปิดต้องการ อย่างไรก็ตามอาหารเปิดมีความแตกต่างจากอาหารสัตว์ปีกประเภทอื่นตรงที่มีปริมาณเยื่อใยสูงในสูตรอาหาร เนื่องจากเป็นที่ทราบกันว่า เปิดมักจะให้ผลผลิตน้อยเมื่อให้อาหารที่มีเยื่อใยต่ำ แต่ระดับเยื่อใยที่พอเหมาะในสูตรอาหารเปิดยังไม่สามารถชี้ชัดลงไปได้ ประกอบกับระดับพลังงานในสูตรอาหารของผู้เลี้ยงเปิดรายย่อยที่นิยมใช้รำหยาบเป็นส่วนผสมหลัก อาจเป็นตัวจำกัดการให้ผลผลิต เพราะมีพลังงานและโปรตีนต่ำเกินไป ซึ่งจากรายงานของ Shen (1985) แนะนำว่าเปิดไขคววได้รับอาหาร ที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) 2,850 กิโลแคลอรี/กก. ส่วนระดับโปรตีนในอาหารที่แนะนำไว้ยังแตกต่างกัน เช่น Pan *et al.* (1981) และ Shen (1985) แนะนำไว้ที่ระดับ 19 % ในขณะที่ Dean (1985) บ่งว่าที่ระดับ 16% ก็เพียงพอ โดยในช่วงระหว่างไขเปิดควรรได้รับ ME และโปรตีนต่อวัน 387-433 กิโลแคลอรี และ 24.8-27.8 กรัม ตามลำดับ (Tan *et al.*, 1988) ด้วยเหตุนี้จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเลี้ยงเปิดของเกษตรกรรายย่อยไม่ประสบผลสำเร็จ.

การใช้วัตถุดิบชนิดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีเยื่อใยสูงด้วย เช่น เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวัน (Sunflower seed or meal ; *Helianthus annuus*) ซึ่งมีเยื่อใยประมาณครึ่งหนึ่งของรำหยาบ แต่มีโปรตีน และ ME สูงกว่ามาก (เยื่อใย 14-22 vs 37 % โปรตีน 19-36 vs 5% และ ME 2.23-3.86 vs 0.66 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ ; ตารางที่ 1) เมื่อนำไปเทียบกับกากถั่วเหลือง พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของกากเมล็ดทานตะวันต่ำกว่าของกากถั่วเหลืองเล็กน้อย กล่าวคือมีโปรตีนประมาณ 75% ของกากถั่ว ส่วนเมล็ดทานตะวันมีโปรตีนครึ่งหนึ่งแต่มีไขมันสูงกว่า จึงน่าจะเป็นข้อดีสำหรับการนำเมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันมาใช้ในลักษณะของการทดแทนกากถั่วเหลืองซึ่งมีราคาแพง และทดแทนรำละเอียดบางส่วนเพื่อลดระดับเยื่อใยในสูตรอาหารลง อย่างไรก็ตามก็ควรระวังการคอสมิโนที่จำเป็นชนิดไลซีน (Lysine) ในเมล็ดและกากเมล็ดทานตะวันมีปริมาณต่ำมาก โดยมีเพียง 1/3 ของกากถั่วเหลือง (0.62-1.00 vs 2.93 % ตามลำดับ) จึงควรมีการเสริมไลซีนให้พอเพียง ซึ่งจากผลการศึกษาในเป็ดสาวและเป็ดแก่ในครั้งนี้ อาจทำให้ทราบถึงระดับที่เหมาะสมของการใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันในช่วงระยะแรก หรือระยะท้ายของการให้ไข่อีกด้วย.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองเพื่อใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารเป็ดไข่ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 : ใช้เมล็ดทานตะวันในช่วงท้ายของการไข่

ไข่เป็ดไข่ถูกผสมกาก็แคมป์เบลล์ (80 % Khaki Campbell) จำนวน 120 ตัว อายุเริ่มทดลอง 52 สัปดาห์ (หรือไขมาแล้ว 32 สัปดาห์ โดยมีไข่เฉลี่ยในฝูง 60 %) ผ่านการทำวัคซีนตามโปรแกรมของภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แบ่งเป็ดออกตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกแบบปล่อยพื้นขนาดคอกละ 2 x 5 ตารางเมตร มีภาชนะให้อาหารและถังใส่น้ำเพื่อให้เป็ดได้กินอย่างเต็มที่ตลอดเวลาคอกละใบ โดยให้ได้รับแสงสว่างวันละ 17 ชั่วโมง อาหารที่เป็ดได้รับเป็นอาหารแบบผง (Mash form) ผสมเอง มีส่วนผสมของเมล็ดทานตะวันบด (Sunflower seed) ระดับร้อยละ 0, 15, 30 และ 45 อาหาร ทดลองทุกสูตรมีโปรตีน 16 % ส่วนพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) และเยื่อใย (Crude fiber, CF) ปล่อยให้ลอยตัวสูงขึ้นตามการเพิ่มระดับเมล็ดทานตะวันในอาหาร ดังปรากฏในตารางที่ 2 ซึ่งค่า ME ของเมล็ดทานตะวันคำนวณที่ 3,868 กิโลแคลอรี/กก. (ชีวะอิสระกุล และตั้งทวีวัฒน์, 2533 ; ตารางที่ 1).

Table 1. Chemical composition (% as fed basis) of the sunflower seed and meal compared to soybean meal and rough rice bran.

	Sunflower ¹		Soybean	Rough
	seed ²	meal	meal ³	rice bran ¹
Dry matter	94.9	91.7	89.0	91.7
Crude protein, CP	19.7	36.3	44.0	4.9
Ether extract, EE	38.6	2.3	0.8	2.3
Crude fiber, CF	14.3	22.7	7.3	37.0
Nitrogen free extract	18.2	23.7	29.1	30.0
Ash	4.1	6.7	7.8	17.5
Metabolizable energy, ME (kcal/kg)	3.86	2.23 ³	2.23	0.66
Essential amino acids :				
Lysine	0.62	1.00 ³	2.93	NA ⁴
Methionine	0.50	0.50	0.65	NA
Cystine	0.35	0.50	0.69	NA
Threonine	0.52	1.05	1.81	NA
Tryptophan	NA	0.45	0.62	NA
Isoleucine	0.62	1.00	2.39	NA
Leucine	0.87	1.60	3.52	NA
Phenylalanine	0.56	1.15	2.27	NA
Tyrosine	NA	NA	1.28	NA
Valine	0.76	1.60	2.34	NA

¹ Values investigated in these experiments

² ชีวเคมีสัตว์และ คีตวิทยาพืช (๒๕๓๓)

³ NRC (1984)

⁴ NA = Data not available

Table 2. Composition and nutrient contents of laying duck rations (Experiment 1).

Ingredients	% SFS				
	In ration	0	15	30	45
	Substitute SBM	0	31	62	93
Broken rice (7.5 % CP)	41.32	35.60	30.00	24.34	
Fine rice bran (12.0 % CP)	15.00	10.00	5.00	-	
Rough rice bran (4.9 % CP)	15.00	15.00	15.00	15.00	
Soybean meal, SBM (44.0 % CP)	14.00	9.66	5.24	0.88	
Sunflower seed, SFS (19.7 % CP)	-	15.00	30.00	45.00	
Fish meal (55.0 % CP)	8.00	8.00	8.00	8.00	
Oyster shell	6.00	6.00	6.00	6.00	
Dicalcium Phosphate	0.05	0.05	0.05	0.05	
DL-Methionine	0.13	0.13	0.13	0.13	
L-Lysine	-	0.06	0.08	0.10	
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	
Premix (M.V.Mix ^R) ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	
Calculated chemical composition, (% air dry basis):					
CP	16.14	16.15	16.15	16.16	
ME (kcal/kg)	2450	2600	2750	2900	
CF	9.16	10.25	11.35	12.45	
EE	3.52	8.50	13.50	18.50	
Calcium	2.96	3.00	3.07	3.13	
Available phosphorus	0.35	0.35	0.36	0.37	
Methionine	0.35	0.39	0.44	0.49	
Lysine	0.70	0.70	0.70	0.70	

¹ Vitamin and mineral premix provided in milligrams per kilogram of diet (except as noted) : Vit. A 12,000 IU; vit D₃ 3,000 IU; Vit. E₅₀ 12; Vit K₃ 2; Vit B₁ 1.5; Vit B₂ 5.5; Vit B₆ 1.5; Vit B₁₂ 1.25 ug; Nicotinic acid 30; Pantothenic acid 11; Folic acid 0.6; Choline chloride 400; Iron 45; Copper 7.5; Manganese 75; Zinc 65; Cobalt 0.2; Iodine 1.1; Selenium 0.1 and Antioxidant 50.

การทดลองที่ 2 : ใช้เมล็ด/กากเมล็ดทานตะวันในช่วงแรกของการใช้

ใช้พันธุ์เปิด แผนการทดลอง ตลอดจนการจัดการเลี้ยงดู และคอกสำหรับทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1. แต่จำนวนเป็ดที่ใช้มีจำนวน 180 ตัว อายุเริ่มทดลอง 26 สัปดาห์ (หรือไขมาแล้ว 5 สัปดาห์ มีไข่เฉลี่ยในฝูง 80%) เปิดถูกแบ่งออกโดยสุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ (รวม 36 ตัว/กลุ่ม) อาหารที่ให้เป็ดมีส่วนผสมของเมล็ดทานตะวันในสูตรอาหารระดับ 23% (กลุ่มที่ 2) และมีกากเมล็ดทานตะวันในอาหารระดับ 10, 15, และ 20% (กลุ่มที่ 3, 4 และ 5) หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 50 หรือ 50, 75 และ 100% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่มีการใช้ทั้งเมล็ดและกากเมล็ดทานตะวัน (กลุ่มที่ 1) อาหารทุกสูตรมีโปรตีนและ ME เท่ากัน (16% และ 2,450 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ) โดย ME ของกากเมล็ดทานตะวันคำนวณให้เท่ากับกากถั่วเหลืองคือ 2,230 กิโลแคลอรี/กก. (NRC, 1984) ยกเว้นกลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวัน ซึ่งจะมี ME สูงกว่าสูตรอื่น ๆ (2,670 vs 2,450 กิโลแคลอรี/กก.) ส่วนโปรตีนเท่ากัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.

งานทั้งสองการทดลองกระทำที่ฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การทดลองที่ 1 ใช้เวลา 3 ช่วงการทดลอง (periods) ช่วงละ 28 วัน เริ่มจากเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2534 รวมเป็นเวลา 84 วัน ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้เวลา 6 ช่วง เริ่มจากเดือนธันวาคม 2534 ถึงมิถุนายน 2535 รวมเป็นเวลา 168 วัน การบันทึกข้อมูลของทั้งสองการทดลองคำนวณผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ใช้ค่าเฉลี่ยจากแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักไข่เฉลี่ย และจำนวนไข่ในแต่ละขนาด น้ำหนัก (เกร็ด) บันทึกจากจำนวนไข่ทุกฟองของแต่ละซ้ำใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง ส่วนน้ำหนักตัวเปิดซึ่งทุกตัวเมื่อเริ่มต้นทดลองและทุก ๆ 3 ช่วง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1960).

ผลการทดลอง

การศึกษาในเบื้องต้น (การทดลองที่ 1) :

เมื่อมีการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารเปิดช่วงท้ายของการใช้ระดับ 0-45% ผลแสดงในตารางที่ 4 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ และปริมาณอาหารที่กินได้ลดลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของเมล็ดทานตะวันในอาหาร โดยประสิทธิภาพการใช้อาหาร (คอกการผลิดไข่ 1 โหล หรือ 1 กก.) และน้ำหนักตัวเพิ่มของเป็ดทุกกลุ่มไม่ต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารมีผลทำให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไข่ที่มีขนาดฟองใดมีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 5).

Table 3. Composition and nutrient contents of laying duck rations (Experiment 2).

Ingredients	In ration Substitute SBM	% SFS		% SFM	
		Control	23		
				10	15 20
			50	50	75 100
Broken rice		41.32	30.46	43.61	46.96 50.11
Fine rice bran		15.00	10.00	10.00	5.00 -
Rough rice bran		15.00	15.00	15.00	15.00 15.00
Soybean meal, SBM		14.00	7.00	7.00	3.50 -
Sunflower seed, SFS (19.7 % CP)		-	22.8	-	- -
Sunflower seed meal, SFM (36.3 % CP)		-	-	9.60	14.70 20.00
Fish meal		8.00	8.00	8.00	8.00 8.00
Oyster shell		6.00	6.00	6.00	6.00 6.00
Dicalcium phosphate		0.05	0.05	0.05	0.05 0.05
DL-Methionine		0.13	0.13	0.13	0.13 0.13
L-Lysine		-	0.06	0.11	0.16 0.21
Salt		0.25	0.25	0.25	0.25 0.25
Premix ¹		0.25	0.25	0.25	0.25 0.25
Total		100.00	100.00	100.00	100.00 100.00
Calculated chemical composition, (% air dry basis) :					
CP		16.14	16.14	16.11	16.07 16.09
ME (kcal/kg)		2450	2670	2450	2450 2450
CF		9.16	11.04	10.42	10.90 11.44
EE		3.52	11.45	3.06	2.54 2.00
Calcium		2.96	3.05	2.98	2.99 3.00
Available phosphorus		0.35	0.36	0.36	0.37 0.38
Methionine		0.35	0.42	0.35	0.35 0.35
Lysine		0.70	0.70	0.70	0.70 0.70

¹ See Table 2

การศึกษาในเป็ดสาว (การทดลองที่ 2) :

การใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารเป็ดสาวช่วงแรกของการไข่ระดับ 23 % หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองครึ่งหนึ่ง ไม่มีผลเสียต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักตัวเพิ่ม (ตารางที่ 4) ยกเว้นน้ำหนักไข่เฉลี่ยซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (66.06 vs 69.30 กรัม ตามลำดับ, ตารางที่ 5).

ส่วนกรณีการใช้กากเมล็ดทานตะวันในสูตรอาหารระดับ 10-20 % หรือเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 50-100 % กลับไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต (ตารางที่ 4 และ 5).

Table 4. Production performance of laying ducks fed diets containing varying levels of sunflower seed (SFS) or meal (SFM) in Experiment 1 and 2.

%SFS in diet	%SFM in diet	%SFS or SFM substitute SBM	Egg production (%)	Feed intake (g/bird/day)	Feed used per doz. eggs (kg)	Feed used per egg (g)	Liveweight gain (g)
Experiment 1 ¹		(84 days)					
0	-	0	68.77 ^a	135.6 ^a	2.44 ^a	2.77 ^a	81.7 ^a
15	-	31	62.74 ^{ab}	131.4 ^{ab}	2.55 ^a	3.00 ^a	98.3 ^a
30	-	62	62.22 ^{ab}	122.9 ^{bc}	2.47 ^a	3.04 ^a	92.7 ^a
45	-	93	56.51 ^b	117.7 ^c	2.56 ^a	3.25 ^a	68.3 ^a
Experiment 2 ²		(168 days)					
0	0	0	84.56 ^a	159.6 ^a	2.31 ^a	2.77 ^a	62.0 ^a
23	-	50	82.12 ^a	155.4 ^a	2.33 ^a	2.94 ^a	-84.7 ^a
-	10	50	81.41 ^a	162.5 ^a	2.43 ^a	2.93 ^a	-49.0 ^a
-	15	75	81.19 ^a	166.1 ^a	2.50 ^a	3.01 ^a	-9.0 ^a
-	20	100	83.05 ^a	164.4 ^a	2.43 ^a	2.95 ^a	-55.0 ^a

^{a-c} Means within columns and experiments with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹ n = Fifty two week-old of 30 laying ducks per treatment.

² n = Twenty six week-old of 36 laying ducks per treatment.

Table 5. Egg weight and percentage of eggs in each grade from laying ducks fed diets containing various levels of sunflower seed (SFS) or meal (SFM) in Experiment 1 and 2.

%SFS in diets	%SFM in diet	%SFS or SFM substitute SBM	Mean egg weight (g)	% of eggs in grade			
				A	B	C	D
Experiment 1 ¹ (84 days)							
0	-	0	73.45 ^a	81.8 ^a	11.8 ^b	6.0 ^b	0.4 ^b
15	-	31	69.07 ^b	44.2 ^b	34.6 ^a	16.4 ^b	4.8 ^{ab}
30	-	62	68.05 ^{bc}	35.1 ^{bc}	39.0 ^a	22.9 ^{ab}	3.0 ^{ab}
45	-	93	65.60 ^c	20.9 ^c	22.1 ^{ab}	38.6 ^a	18.4 ^a
Experiment 2 ² (168 days)							
0	0	0	69.30 ^a	39.0 ^a	44.8 ^a	14.6 ^b	1.6 ^b
23	-	50	66.06 ^b	21.0 ^a	40.1 ^a	29.2 ^a	9.7 ^a
-	10	50	69.14 ^a	40.9 ^a	35.4 ^a	20.8 ^{ab}	2.9 ^b
-	15	75	69.07 ^a	42.0 ^a	38.8 ^a	14.0 ^b	5.2 ^b
-	20	100	68.58 ^a	35.9 ^a	43.3 ^a	15.8	5.0 ^b

a-c Means within columns and experiments with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

^{1,2} See table 4

³ Grade A = Egg weight > 70 g. B = Egg weight 66-70 g.
C = Egg weight 61-65 g. D = Egg weight < 61 g.

สำหรับในเรื่องของอัตราการตายของเป็ดทั้งสองการทดลองพบว่า ไม่มีการตายเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง เป็นการชี้ให้เห็นว่าเมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันไม่มีสารที่เป็นพิษจนทำให้เป็ดเกิดการตายได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาในสัตว์ปีกชนิดอื่นอีกหลายรายงานทั้งในและต่างประเทศที่มีได้บ่งถึงผลเสียด้านการตาย (คังทววิวัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2533 (ก, ข) และ 2534 ; Uwayjan *et al.*, 1983 ; Kashani and Carlson, 1988 ; Lee and Moss, 1989).

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่ผลผลิตไข่ของเป็ดลดลงเมื่อมีการใช้เมล็ดทานตะวันในสูตรอาหารนั้น น่าจะมีผลเนื่องมาจากความสามารถในการกินอาหารไข่ของเป็ดกลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันมีปริมาณลดลง กล่าวคือ ปริมาณอาหารที่กินต่อวันลดลงจาก 135.6 กรัม เหลือเพียง 117.7 กรัม เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 45 % ในการ ทดลองที่ 1 (เปิดแก) และกินลดลง 4 กรัม/วัน ในการทดลองที่ 2 (เปิดสาว ; ตารางที่ 4) การที่เป็ดกินอาหารได้ลดลงนี้ อาจมีสาเหตุมาจากระดับเยื่อใยที่สูงเกินไป โดยในกลุ่มที่มีการใช้เมล็ดทานตะวันมีเยื่อใยในอาหารระดับ 10.3-12.5 % ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีเยื่อใย 9.2% จึงทำให้อาหารมีความฟาม เป็ดกินอาหารได้น้อยลง (Mayer and Cheeke, 1975) และอาจมีสาเหตุเนื่องจากระดับ ME ของกลุ่มที่มีการใช้เมล็ดทานตะวันมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมมาก (2600-2900 vs 2450 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ) ซึ่งโดยทั่วไปสัตว์ปีกจะกินอาหารตามปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการเมื่อได้รับพลังงานตามความต้องการแล้วสัตว์จะหยุดกินอาหาร (Scott, 1982) สอดคล้องกับผลการทดลองที่ปรากฏว่า ME ที่เป็ดได้รับต่อวันมีปริมาณใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม ด้วยเหตุนี้ปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีนที่เป็ดได้รับต่อวันจึงมีปริมาณลดลงตามจำนวนอาหารที่กินได้ (ตารางที่ 6) ซึ่ง Tan *et al.* (1988) รายงานว่า การให้ผลผลิตไข่ของ เป็ดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของ โปรตีน และ ME ที่ได้รับ เมื่อลดปริมาณโปรตีนในอาหารลงทำให้เป็ดไข่น้อยลง (Pan *et al.*, 1981 ; Solnsteve, 1988) แต่อย่างไรก็ดี เมื่อมีการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารเปิดสาวระดับ 23 % หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองครึ่งหนึ่ง พบว่า ผลผลิตไข่และปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม.

จากผลการทดลองที่ปรากฏว่าปริมาณการใช้อาหารเพื่อเปลี่ยนเป็นผลผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. ของทุกกลุ่มให้ผลไม่ต่างกัน แม้ว่าจะใช้เมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองเกือบทั้งหมด (แทนที่ 93 %) หรือใช้ระดับ 45 % ในสูตรอาหารก็ตาม ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากเป็ดกินอาหารได้น้อย ในขณะที่เดียวกันการให้ไข่ก็ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเมล็ดทานตะวันในอาหาร เมื่อคำนวณเป็นสัดส่วนจึงให้ผลไม่ต่างกัน ซึ่งขัดแย้งกับผลการใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูง (แทนที่กากถั่วเหลือง 75 หรือ 100 %) ในอาหารไก่ไข่ที่ปรากฏว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารค่อยลง (ตั้งทวีวิวัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2534) ทั้งนี้เป็นเพราะไก่ให้ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมาก (19 %) แต่อาหารที่กินได้ลดลงเพียงเล็กน้อย ต่างจากผลการศึกษาในเป็ดไข่ครั้งนี้ที่ผลผลิตไข่ลดลงเล็กน้อย (12 %) ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินได้ลดลงอย่างมาก ทั้ง ๆ ที่ระดับเยื่อใย และ ME ในสูตรอาหารเปิดไข่และไก่ไข่น้อยให้ลอยตัวสูงขึ้นตามการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน.

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลการใช้เมล็ดทานตะวันในการทดลองแรก จะพบว่า โปรตีน และ ME ที่เป็ดได้รับต่อวันมีปริมาณต่ำกว่าการทดลองที่สอง ทั้งนี้อาจมีผลมาจากอายุของเป็ดที่ใช้ทดลองต่างกัน กล่าวคือ การทดลองแรกใช้เป็ดอายุมาก (52 สัปดาห์) ในขณะที่การทดลองที่สองเป็นเป็ดสาวที่เริ่มไข่ใหม่ ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็ดสาวให้ผลผลิตไข่สูงกว่าเป็ดแก่มาก (82-84 vs 56-68%, ตารางที่ 4) เป็ดสาวกินอาหารได้สูงกว่า (155-159 vs 117-135 กรัม/วัน, ตามลำดับ) โดยกินได้ในปริมาณที่มากกว่ารายงานของ Tan *et al.* (1988 ; 149-155 กรัม/วัน) เล็กน้อย.

สำหรับการใช้กากเมล็ดทานตะวันระดับต่าง ๆ (10-20 %) เพื่อแทนที่กากถั่วเหลืองบางส่วนหรือทั้งหมดในสูตรอาหารเป็ดไข่ในช่วงแรกของการให้ไข่ (การทดลองที่ 2) ไม่ปรากฏผลแตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องจากความสามารถในการกินอาหารได้ของเป็ดทุกกลุ่มมีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่งผลให้เป็ดได้รับโภชนาการต่าง ๆ (เช่น โปรตีน ME ไลซีน หรือเมทไธโอนีน) ไม่ต่างกัน โดย Tan *et al.* (1988) บ่งว่าเป็ดในช่วงระหว่างให้ไข่ควรได้รับปริมาณโปรตีน และ ME ต่อวันเท่ากับ 24.8-27.8 กรัม และ 387-423 กิโลแคลอรี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่ปรากฏว่า เป็ดได้รับปริมาณโปรตีน และ ME ต่อวันอยู่ในช่วง 25.8-26.8 กรัม และ 391-407 กิโลแคลอรี.

การใช้เมล็ดทานตะวันในสูตรอาหารเป็ดไข่ทั้งเป็ดสาวหรือเป็ดแก่ ซึ่งมีผลทำให้ค่า ME ในสูตรอาหารสูงขึ้น เนื่องจากเมล็ดทานตะวันมีปริมาณไขมันมาก (38 %) นั้น ปรากฏว่าเป็ดให้ไข่ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับรายงานของ Pan *et al.* (1981) ที่อ้างว่าอาหารเป็ดที่มี ME ต่ำ ทำให้ได้ไข่ฟองโตกว่าอาหารที่มี ME สูง โดยระดับ ME ในสูตรอาหารที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ผลผลิตไข่ต่างกัน ยกเว้นกรณีระดับโปรตีนในอาหารเท่านั้นที่มีผลต่อผลผลิตไข่ อย่างไรก็ตามการให้ไข่ฟองเล็กลงเมื่อมีการใช้เมล็ดทานตะวันในการศึกษา นี้ให้ผลต่างจากการศึกษาในไก่ไข่ตามรายงานของ Karunajeewa *et al.* (1987) และตั้งทฤษฎีพัฒนา และชีวะอิสระกุล (2534) ที่พบว่า แม่ไก่ให้ไข่ฟองโตขึ้นตามการเพิ่มระดับการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหาร ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าไข่เป็ดเกรดเอ (น้ำหนักไข่เฉลี่ย 70 กรัมขึ้นไป) เมื่อมีการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่ม ควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 5) สำหรับการใส่กากเมล็ดทานตะวันที่ไม่ปรากฏผลแตกต่างทางด้านน้ำหนักไข่ นั้น น่าจะมีผลมาจากระดับ ME ในสูตรอาหารทดลองมีปริมาณไม่ต่างกัน ประกอบกับเป็ดที่กินอาหารได้ในจำนวนใกล้เคียงกัน ปริมาณโภชนาการที่จำเป็นที่เป็ดได้รับจึงไม่ต่างกัน (ตารางที่ 6) ดังที่กล่าวมาแล้ว.

Table 6. Nutrient intake of laying ducks fed diets containing various levels of sunflower seed (SFS) or meal (SFM) in Experiment 1 and 2.

%SFS in diets	%SFM in diet	%SFS or SFM substitute SBM	Nutrient intake per head/day				
			CP (g)	ME (kcal)	CF (g)	Lys. (g)	Meth. (g)
Experiment 1 ¹ (84 days)							
0	-	0	21.9	332	12.4	0.95	0.47
15	-	31	21.2	342	13.5	0.92	0.51
30	-	62	19.8	338	13.9	0.86	0.54
45	-	93	19.0	341	14.7	0.82	0.58
Experiment 2 ² (168 days)							
0	0	0	25.8	391	14.6	1.12	0.56
23	-	50	25.1	415	17.2	1.09	0.65
-	10	50	26.2	398	16.4	1.14	0.57
-	15	75	26.8	407	17.2	1.16	0.58
-	20	100	26.5	403	17.6	1.15	0.58

^{1,2} see Table 4

ผลของการเพิ่มน้ำหนักตัวของเป็ดทุกกลุ่มการทดลองทั้งในเป็ดสาวและเป็ดแก่ ไม่พบความแตกต่างกัน ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาในไก่ไข่ของตั้งทวีรพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2534) แต่อย่างไรก็ตามข้อสังเกตตรงการเพิ่มน้ำหนักตัวของเป็ดสาว ซึ่งพบว่าเป็ดสูญเสียน้ำหนักตัวไปเมื่อมีการใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดคานตะวันในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเป็ดให้ผลผลิตไข่ค่อนข้างสูง ทั้ง ๆ ที่เป็นการเลี้ยงแบบขังคอกที่กำหนดให้มีถ้ำน้ำสำหรับให้เป็ดไว้กิน เดินหรือจุ่มหัวทำความสะอาดตัวตามพฤติกรรมโดยทั่วไปเพียงใบเดียวเท่านั้น ต่างจากการให้ผลผลิตของเป็ดแก่ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ไข่ไม่สูงนัก เป็ดจึงไม่มีการสูญเสียน้ำหนักตัว.

เนื่องจากผลการศึกษาในครั้งนี้ได้คำนวณสูตรอาหารให้มีโปรตีนระดับ 16% ซึ่งถือว่าเป็นระดับ ที่แนะนำให้ใช้กันทั่วไปสำหรับการเลี้ยงเป็ดไข่ในเมืองไทย โดยเป็นระดับเดียวกับที่แนะนำโดย Dean (1985) แต่ต่ำกว่าระดับที่รายงานไว้โดย Pan *et al.* (1981) และ Shen (1985) ส่วน ME ในสูตรอาหารทดลองคำนวณไว้ที่ระดับ 2450 กิโลแคลอรี/กก. (ยกเว้นกลุ่มที่ใช้เมล็ดคานตะวันจะมี ME สูงขึ้นตามการใช้เมล็ดคานตะวันในอาหาร) จัดว่าเป็นระดับที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับระดับที่แนะนำไว้โดย Shen (1985, 2850 กิโลแคลอรี/กก.) และ Dean

(1985, 2800 กิโลแคลอรี/กก.) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของโปรตีน และ ME (CP ratio) ตามการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับ Shen (1985) คือ 1:153 vs 1:150 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าการรายงานของ Dean (1985) คือ 1:175 ค่อนข้างมาก.

สรุปผลการทดลอง

การใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีน และ/หรือพลังงานในอาหารเป็ดไข่ในช่วงแรกของการให้ไข่ (เปิดสาว) หรือช่วงท้ายของระยะให้ไข่ (เปิดแก่) เป็นเวลา 6 และ 3 เดือน ตามลำดับ โดยใช้เมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองระดับต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 31-93 % หรือเทียบเท่ากับใช้ในสูตรอาหารระดับ 15-45 % ส่วนกากเมล็ดทานตะวันใช้ในสูตรอาหารระดับ 10-20 % หรือเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50-100 % ผลสรุปได้ว่า

1. เมล็ดทานตะวันสามารถใช้เป็นอาหารเปิดสาวได้ในระดับ 23 % หรือเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50 % โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ แต่จะได้ไข่ฟองเล็กลง.
2. ไม่ควรใช้เมล็ดทานตะวันเป็นอาหารเปิดแก่ ตั้งแต่ระดับ 15 % ขึ้นไป เพราะมีผลทำให้ผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่น้อยลง.
3. กากเมล็ดทานตะวันสามารถใช้แทนที่กากถั่วเหลืองทั้งหมดในอาหารเปิดสาวได้ โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่.

ข้อเสนอแนะจากผลการทดลอง

เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ประกอบในสูตรอาหารเปิดทดลองครั้งนี้ ไม่มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ที่จะใช้ได้อย่างดี จึงได้ใช้ค่า ME จากของไก่มาคำนวณ ซึ่ง Schubert *et al.* (1982) รายงานว่าเป็ดมีความสามารถที่จะย่อยเยื่อได้มากกว่าไก่ แต่ย่อยไขมันได้ต่ำกว่าในทำนองเดียวกัน Shen (1991) ก็ได้อ้างว่า วัตถุดิบที่มีเยื่อสูงเมื่อนำไปใช้กับเป็ด ค่า ME ที่นำไปคำนวณ ควรใช้สูงกว่าค่าที่ใช้ในไก่ประมาณ 4-7 % ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงขอเสนอแนะให้มีการหาค่า ME ของวัตถุดิบประเภทที่มีเยื่อสูง ๆ เช่น รำหยาบ รำละเอียด เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น เพื่อความแม่นยำของการใช้ค่า ME ในสูตรอาหารต่อไป.

เอกสารอ้างอิง

- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. และ คังทวิวิวัฒน์, สุชน. (2533). คุณค่าทางอาหารของเมล็ดทานตะวันในอาหารสัตว์ปีก. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28 สาขาสัตวศาสตร์, หน้า 61-72, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คังทวิวิวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2533ก). การใช้เมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์ปีก. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28 สาขาสัตวศาสตร์, หน้า 47-60, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คังทวิวิวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2533ข). ผลการใช้เมล็ดทานตะวันระดับต่าง ๆ ในอาหารไก่เนื้อ. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24(4) : 439-456.
- คังทวิวิวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2534). การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารไก่ไข่. ว.เกษตร. 7(3): 275-286.
- ศูนย์สถิติการเกษตร. (2534). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2533-2534. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- Dean, W.F. (1985). Nutrient requirements of meat-type ducks. In : Duck Production Science and World Practice. Proc. of a workshop at CIPANAS, Bogor, Indonesia. Farrell, D.J. and Stapleton, P. (eds.), Univ. of New England, Armidale, Australia. pp. 31-57.
- Karunajeewa, H., Abu-Serewa, S., Tham, S.H. and Eason, P. (1987). The effects of dietary level of sunflower seeds and lysine on egg quality and laying performance of White Leghorn hens. J. Sci. Food and Agric. 41(4) : 325-333.
- Kashani, A. and Carlson, C.W. (1988). Use of sunflower seeds in grower diets for pullets and subsequent performance as affected by aureomycin and pelleting. Poultry Sci. 67 : 445-451.
- Lee, K. and Moss, C.W. (1989). Performance of laying chickens fed diets containing confectionary-type sunflower seeds. Poultry Sci. 68 : 84.
- Mayer, R.O., and Cheeke, P.R. (1975). Utilization of alfalfa meal and alfalfa protein concentrate by rats. J. Anim. Sci. 40 : 500-508.
- NRC. (National Research Council). (1984). Nutrient Requirements of Poultry, 8th Ed. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Pan, C.M., Lin, C.I., and Chen, P.C. (1981). Studies on Laying duck nutrition. 2. Protein and energy requirements of Tsaiya (*Anas platyrhynchos* var. domestica). J. Taiwan Livestock Res. 14(1) : 39-44.
- Schubert, R., Richter, G. and Gruhn, K. (1982). Comparative studies of digestion in Muscovy and Pekin ducks and in laying hens. Archiv fuer Tierernaehrung 32(7/8) : 531-537.
- Scott, M.L. (1982). Nutrient requirement of poultry. Feedstuffs Year Book Issue. 50(30) : 57-58.
- Shen, T.F. (1985). Nutrient requirements of egg-laying ducks. In : Duck Production Science and World Practice. Proc. of a workshop at CIPANAS, Bogor, Indonesia. Farrell, D.J. and Stapleton, P. (eds.), Univ. of New England, Armidale, Australia. pp. 16-30.
- Shen, T.F. (1991). Mule duck production in Taiwan. II. Nutrient requirements of mule ducks. Food and Fertilizer Technology, Extension Bulletin No 328, Taiwan.
- Sointsev, M.K. (1988). Egg yield of ducks in relation to the amount of protein and bacitracin in the feed mixture. In : Biologicheski aktivnye veshchestva v zhivotnovodstve. Gorki, USSR.
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. (1960). Principles and procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, USA.
- Tan, J.Z., Chen, H. and Zeng, A.Q. (1988). Energy and protein requirements of Putian laying ducks. Chinese J. Anim. Sci. 6 : 3-8.
- Uwayjan, M.G., Azar, E.J. and Daghir, N.J. (1983). Sunflower seed in laying hen rations. Poultry Sci. 62 : 1247-1253.

การใช้สารโปรไบโอติกเสริมในอาหารลูกสุกรหย่านม

วันดี เจียรเจริญ ¹

SUPPLEMENTATION OF PROBIOTIC IN WEANED PIG DIETS

Wandee Jearcharearn ¹

ABSTRACT : Use of probiotic Composed of *B. toyoi* 1×10^9 spore per gram in weaned-pig diets were evaluated. Forty early weaned piglets (Large White & Landrace) aged 4 weeks were divided into 5 groups of 8 animals each containing an equal number of males and females. Each group of the animal was randomly fed one of the experimental diets as following, 20 percent diet, 18 percent diet, 18 percent diets protein supplemented with 0.05, 0.1 and 0.2 percent of probiotic. The animals were kept individually where feed and water were provided *ad libitum*. Average daily gain of the piglet above diets were, 0.531, 0.534, 0.502, 0.535 and 0.562 kg respectively. Although the different were not statistically significant, the piglets fed 18 % protein supplement with 0.2 % probiotic tended to have the highest growth rate. Feed conversion ratios of the piglets were 1.80, 1.95, 1.95, 1.93 and 1.84 respectively. The piglets fed 18 percent protein diet supplemented with 0.2 % of probiotic tended to have feed conversion ratio comparable to those 20 % protein diet. Scouring was reduced in pigs fed all levels of probiotic in the piglets fed 18 % protein supplement.

The cost of production of piglets which were fed 18 percent protein diet supplemented with 0.2 % probiotic product was lower than any other but higher than the piglets which were fed 20 percent protein diet in this study.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของการใช้โปรไบโอติก ซึ่งประกอบด้วยสปอร์ของบาซิลลัส โตโยอี 1×10^9 สปอร์ต่อกรัมในอาหารลูกสุกรหย่านม โดยใช้ลูกสุกรพันธุ์ดาร์จไวท์ x แลนด์เรซ อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ 20 ตัว เพศเมีย 20 ตัว) สุ่มลูกสุกรแต่ละเพศให้ได้รับอาหารทดลองสูตรต่างๆ ดังนี้ สูตรอาหาร

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 50200.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai university, Chiang Mai, 50200.

20 เปอร์เซ็นต์โปรตีน สูตรอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน สูตรอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเสริมด้วยโปรไบโอติกในระดับ 0.05, 0.1, 0.2 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ตามลำดับ ลูกสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตดังนี้คือ 0.531, 0.534, 0.502, 0.535 และ 0.562 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 1.80, 1.95, 1.95, 1.93 และ 1.84 ตามลำดับ โดยที่ลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมโปรไบโอติกในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ แต่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ใช้อาหารโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์.

ผลของการใช้โปรไบโอติกต่อสุขภาพของลูกสุกรพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์เสริมด้วยโปรไบโอติก ความรุนแรงของอาการซีดของลูกสุกรน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมโปรไบโอติก แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์.

การใช้โปรไบโอติกเสริมในสูตรอาหารเป็นผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากถึงแม้จะลดระดับโปรตีนลงเหลือ 18 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีการปรับระดับของกรดอะมิโนให้ใกล้เคียงกันทุกสูตร และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระดับที่เสริมโปรไบโอติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด แต่ก็ยังคงสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ได้เสริมสารโปรไบโอติก.

กํานํา

การผลิตสุกรในปัจจุบันได้มีการวิวัฒนาการในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านพันธุกรรม การจัดการ และทางด้านอาหารสัตว์ ในส่วนทางด้านอาหารสุกรนั้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนามากขึ้น ในการที่จะพยายามจัดหาอาหารที่มีคุณค่าครบถ้วนตามความต้องการของสุกรในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต สภาพแวดล้อม และการจัดการเลี้ยงดู เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด จากปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้สุกรเกิดความเครียดมากขึ้น โดยเฉพาะในลูกสุกรหย่านม ซึ่งมีหย่านแอมและเกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่าย ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมาก จึงได้มีการนำเอาสารต่าง ๆ มาเสริมในสูตรอาหาร เช่น ยาปฏิชีวนะต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต ลดความเครียด และป้องกันการเกิดโรค ซึ่งสารปฏิชีวนะเหล่านี้อาจเป็นผลเสียคือ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ได้ นอกจากนี้หากใช้เป็นระยะเวลานาน ๆ จะมีผลในเรื่องการดื้อยาในตัวสัตว์ได้ ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงได้มีการพยายามหาสิ่งมาทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ โดยสิ่งที่จะมาทดแทนจะต้องมีคุณสมบัติในการควบคุมยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในระบบทางเดินอาหาร และไม่ก่อผลตกค้างที่จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งหนทางหนึ่งในปัจจุบันก็คือ การใช้สารโปรไบโอติก Males and Johnson (1990) ได้ให้ความหมายของโปรไบโอติก คือ เป็นการสนับสนุนส่งเสริมสิ่งมีชีวิตโดยใช้จุลินทรีย์มีชีวิต พร้อมทั้งได้ชี้ให้เห็นถึงการใช้อย่างมีประสิทธิภาพจากจุลินทรีย์ในทางอาหารสัตว์ มีจุดประสงค์ 3 ประการคือ 1) เพื่อถนอมอาหาร 2) เพื่อปรับสภาพสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารในสภาพที่สัตว์เกิดความเครียด 3) เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากอาหาร

ซึ่ง Pollman (1986) ได้แบ่งชนิดของโปรไบโอติกเป็น 2 พวก คือ 1) เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และ 2) ผลผลิตที่ได้จากการหมักเชื้อจุลินทรีย์ Males and Johnson (1990) ได้จัดกลุ่มจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ใช้เป็นสารโปรไบโอติกว่า ประกอบด้วยแบคทีเรีย (*Lactobacillus* spp., *Bacillus* spp., และ *Streptococcus* spp.) กลุ่มของเชื้อราและยีสต์ แต่อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของสารโปรไบโอติกที่ดีก็คือ ไม่ทำให้เกิดโรค ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งทนต่อน้ำดีซึ่งเป็นตัวขับสารตกค้างในร่างกาย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ได้ดี และสามารถเก็บไว้นาน โดยมีการสูญเสียน้อย.

ในลูกสุกรหย่านมซึ่งมักอ่อนแอและมีโอกาสที่จะติดเชืโรคและเกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่าย ซึ่งอาการหนึ่งที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียลูกสุกรหย่านมคือ อาการลูกสุกรซีโหล เนื่องจากความสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเสียไปเนื่องจากความเครียดจากการหย่านม ปริมาณ *E. coli* ในระบบทางเดินอาหารเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น การใช้สารโปรไบโอติกจึงเป็นจุดประสงค์ในการช่วยปรับสภาพของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารให้สมดุล เพื่อให้ลูกสุกรมีสุขภาพแข็งแรงและมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีต่อไป.

อย่างไรก็ตาม ผลึกภัณฑ์ที่เป็นสารประเภทโปรไบโอติกมีหลายชนิด และมีจุลินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบแตกต่างกันออกไป เมื่อมีการค้นคว้าผลึกภัณฑ์ที่เป็นสารประเภทโปรไบโอติก จึงควรมีการทดลองเพื่อทดลองประสิทธิภาพว่าสามารถใช้ได้ และได้ผลตามวัตถุประสงค์ตามสภาพการเลี้ยงในบ้านเราในปัจจุบันหรือไม่ ดังนั้น รายงานการทดลองฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้เลี้ยงสุกรว่า มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงไรที่จะใช้สารประเภทโปรไบโอติกเสริมในอาหารลูกสุกรหย่านม ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ :

1. เพื่อศึกษาถึงผลของการเสริมสารโปรไบโอติกในอาหารสุกรที่มีโปรตีนต่ำกว่าปกติ ที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของลูกสุกรหย่านม
2. เพื่อศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมของการใช้สารโปรไบโอติกในอาหารลูกสุกรหย่านม ที่มีต่อสุขภาพของสุกรและความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ.

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง : ใช้ลูกสุกรพันธุ์ดาร์จไวท์ & แลนด์เรซอายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ 20 ตัว เพศเมีย 20 ตัว) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว โดยมีเพศผู้และเพศเมียในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่า ๆ กัน และให้ได้รับอาหารทดลอง โดยอาหารทดลองเป็นอาหารลูกสุกรหย่านมดังต่อไปนี้ :

สูตรที่ 1	อาหาร	20	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	
สูตรที่ 2	อาหาร	18	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	
สูตรที่ 3	อาหาร	18	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	เสริมโปรไบโอติก 0.05 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
สูตรที่ 4	อาหาร	18	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	เสริมโปรไบโอติก 0.1 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
สูตรที่ 5	อาหาร	18	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	เสริมโปรไบโอติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร

โดยที่อาหารทุกสูตรทำการปรับระดับของกรดอะมิโนให้เป็นใกล้เคียงกัน โดยมีระดับกรดอะมิโนไลซีนในสูตรอาหารทุกสูตร 1.20 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร และสารโปรไบโอติกที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อทางการค้าว่า โคโยเชอริน ซึ่งประกอบด้วยตัวสปอร์ของเชื้อบาซิลลัสโคโยอี (*Bacillus toyoi*) จำนวน 1×10^9 สปอร์/กรัม ซึ่งรายละเอียดส่วนประกอบอาหารตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.

การวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design สุ่มลูกสุกรแต่ละเพศให้ได้รับอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ลูกสุกรแต่ละตัวจะถูกเลี้ยงในกรงขังเดี่ยว มีการให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ทำการบันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลอง น้ำหนักเพิ่มทุก ๆ สัปดาห์ จนกระทั่งอายุได้ 10 สัปดาห์ และบันทึกปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง นอกจากนี้ยังบันทึกสุขภาพของลูกสุกร โดยเฉพาะอาการท้องเสียของลูกสุกร โดยดูจากลักษณะความเหลวของอุจจาระของลูกสุกรที่มีอาการท้องเสีย และจัดลำดับคะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 = ค่อนข้างแข็ง 5 = เหลวเป็นน้ำ).

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ฯลฯ วิเคราะห์โดยหาความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Treatment) โดยวิธี Duncan's new multiple range test) โดยวิธีการของ SAS (1985).

ทำการเลี้ยงสัตว์ทดลองที่ฟาร์มสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเริ่มทดลองเมื่อ 9 ธันวาคม 2535 ถึง 20 มกราคม 2536.

Table 1. Composition of the experimental diets for weaned pigs (4-9 weeks).

Ingredients	Diets				
	1	2	3	4	5
Broken rice	55.23	61.02	60.96	60.90	60.78
Fine rice bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Soybean meal, 44.0 % CP	22.62	16.62	16.63	16.64	16.66
Fish meal, 55.0 % CP	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Dicalcium phosphate	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
L-Lysine	0.1	0.30	0.30	0.30	0.30
DL-Methionine	-	0.01	0.01	0.01	0.01
Sugar (Sucrose)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Premixes ¹	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Probiotic (Toyocerin)	0	0	0.05	0.10	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition (% as fed basis) :					
Crude protein	20.00	18.00	18.00	18.00	18.00
ME, kcal/kg	3214	3258	3256	3255	3251
Crude fibre	3.27	2.91	2.91	2.91	2.91
Calcium	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02
Phosphorus-avail	0.64	0.60	0.60	0.60	0.60
Lysine	1.20	1.21	1.21	1.21	1.21
Methionine + Cystine	0.64	0.60	0.60	0.60	0.60
Tryptophan	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21
Threonine	0.80	0.71	0.71	0.71	0.71

¹ ROVIMIX - F. Hoffman - La Roche & Co., Ltd. Basel/Switzerland.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การที่ลูกสุกรได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 20, 18 เปอร์เซ็นต์ และ 18 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยสารโปรไบโอติก 0.05, 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 35 วัน ผลแสดงไว้ในตารางที่ 2 ปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ได้รับอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์เสริมด้วยสารโปรไบโอติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ (0.562 เปรียบเทียบกับ 0.531, 0.534, 0.502 และ 0.535) และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการเสริมสารโปรไบโอติก (1.84 เปรียบเทียบกับ 1.80) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พารักษาและคณะ (2535) ซึ่งใช้โปรไบโอติกควบคู่กับเอ็นไซม์ในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน สมรรถภาพการผลิติดีกว่าระดับอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์โปรตีน จากผลการทดลองซึ่งความแตกต่างของสมรรถภาพการผลิตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากอาหารทดลองทุกสูตรมีการปรับระดับกรดอะมิโนที่จำเป็นในอาหารให้ใกล้เคียงกันทุกสูตร (ตารางที่ 1) ถึงแม้ว่าจะลดระดับของโปรตีนลงเหลือ 18 เปอร์เซ็นต์ ก็ตาม ดังนั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทางด้านสมรรถภาพการผลิตของลูกสุกรหย่านม จะเห็นได้ว่าถ้าในอาหารมีระดับของโปรตีนต่ำกว่าปกติ และมีการลดอะมิโนเพียงพอกับความต้องการของลูกสุกรหย่านม คือ โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และไลซีน 1.20 เปอร์เซ็นต์ การเสริมสารโปรไบโอติกในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลต่อสมรรถภาพการผลิตเทียบเท่ากับสุกรที่ได้รับอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์โปรตีน

สำหรับผลทางด้านสุขภาพของลูกสุกรพบว่า อาการการเกิดสุกรซีโหลลดลงในทุก ระดับของการเสริมสารโปรไบโอติก โดยมีดัชนีอาการซีโหล (Scour index) เท่ากับ 4.5, 2.0, 2.2 และ 2.3 ของกลุ่มที่ได้รับอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน และ 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน เสริมด้วยสารโปรไบโอติก 0.05, 0.1 และ 0.2 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Hale and Newton (1979) ซึ่งใช้ *Non-viable lactobacillus species fermentation product* (LEP) เสริมในอาหารลูกสุกรหย่านม อาการซีโหลลดลงในทุก ๆ กลุ่มที่มีการเสริม แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบ Scour index กับกลุ่มที่ได้รับอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์โปรตีน กับกลุ่มที่เสริมสารโปรไบโอติกพบว่า แตกต่างกันไม่มากนัก (2.4 เปรียบเทียบกับ 2.0, 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในสภาพการเลี้ยงที่มีการดูแลและจัดการอย่างดี มีการให้อาหารที่มีโภชนาการครบตามความต้องการของสุกร การเสริมสารโปรไบโอติกก็ให้ผลไม่เด่นชัดเท่าที่ควร.

Table 2. Performance of weaned pigs (4-9 weeks) fed on five different diets.

	CP level (%)				
% Probiotic (Toyocerin) Supplement	20	18	18	18	18
	0	0	0.05	0.1	0.2
Number of pigs	8	8	8	8	8
Initial weight, kg	7.44	8.00	7.48	7.38	7.64
Final weight, kg	26.03	26.73	23.79	26.12	27.29
Weight gain, kg	18.59	18.73	16.31	18.74	19.65
Running day, d	35	35	35	35	35
Avg. daily gain, kg/d	0.531	0.534	0.502	0.535	0.562
Total feed intake, kg	33.28	36.19	33.91	36.08	36.06
Avg. daily feed intake, kg/d	0.95	1.03	0.97	1.03	1.03
Feed conversion ratio	1.80	1.95	1.95	1.93	1.84
Feed cost, Bht/kg of feed	7.32	7.05	7.15	7.25	7.45
Total feed cost, Bht/1 kg of weight gain	13.18	13.75	13.94	13.99	13.41
Scour index ¹	2.4	4.5	2.0	2.2	2.3

¹ Scour index is an average of degree of scouring recorded daily during 35 days of the trial where 5 = severe scouring and 0 = none.

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักของสุกร 1 กิโลกรัม พบว่า กลุ่มที่ไม่มีการเสริมโปรไบโอติกและอาหารมีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนต่ำสุด (13.18 บาท) ในขณะที่ถ้ามีการเสริมสารโปรไบโอติกในสูตรอาหาร 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเสริมในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด (13.41 บาท) เมื่อเปรียบเทียบกับ 13.75, 13.94 และ 13.99 บาท) (เมื่อคิดราคาของโปรไบโอติกในราคา 200 บาทต่อกิโลกรัม).

ดังนั้น ในการเสริมสารโปรไบโอติกในอาหารสุกรหย่านมควรพิจารณาในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารที่เพิ่มขึ้น ซึ่งถ้าในสภาพการเลี้ยงที่มีการจัดการดูแลอย่างดี สุกรได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน และไม่มีปัจจัยที่ทำให้สุกรเกิดความเครียด เช่น สภาพแวดล้อม และอื่น ๆ แล้ว ทั้งเช่นการทดลองนี้ การเสริมสารโปรไบโอติกก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แต่ถ้าต้องการเสริมสารโปรไบโอติกเนื่องจากไม่สามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้อย่างเต็มที่ การเสริมในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ก็เป็นระดับที่เหมาะสมต่อ

สมรรถภาพการผลิต ทั้งอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมทั้งสุขภาพของสุกร และต้นทุนการผลิต คงได้กล่าวไปแล้ว.

สรุปผลการทดลอง

1. การเสริมสารโปรไบโอติกในอาหารสุกรหย่านมที่มีโปรตีนต่ำกว่าปกติ 18 เปอร์เซ็นต์ ในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมสารโปรไบโอติก และกลุ่มที่เสริมในระดับ 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งต้นทุนการผลิตต่ำกว่าอีกด้วย.

2. อาหารสุกรหย่านมที่มีระดับโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มีระดับกรดอะมิโนไลซีน 1.20 เปอร์เซ็นต์ มีการจัดการเลี้ยงดูอย่างดี ไม่มีปัญหาเนื่องจากสภาพแวดล้อม การไม่เสริมสารโปรไบโอติกก็ยังสามารถมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีได้ และสุขภาพของสุกรไม่มีปัญหาแต่อย่างใด รวมทั้งต้นทุนการผลิตก็ยังต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมสารโปรไบโอติกอีกด้วย.

3. การเสริมสารโปรไบโอติกในอาหารสุกรหย่านมที่มีโปรตีนต่ำกว่าปกติ (18 เปอร์เซ็นต์) ช่วยลดการเกิดอาการซีโหลในลูกสุกรได้ในทุกระดับของการเสริม (0.05, 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์).

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ บริษัท ชนะพันธุ์อุตสาหกรรม จำกัด ในการอนุเคราะห์สารโปรไบโอติก (โคโยเชอริน) สำหรับการทดลอง.

เอกสารอ้างอิง

- พารักษา, นวลจันทร์, คันโอ, อุทัย, นาคะสิงห์, ชะห์ดีร์ และ สุชนณี เนรมิต. (2533). การใช้ส่วนผสมจุลินทรีย์ประเภทโปรไบโอติก และกลุ่มเอ็นไซม์เสริมในอาหารลูกสุกรหย่านม. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Hale, O.M. and Newton, G.L. (1979). Effects of a non-viable *Lactobacillus* species fermentation product on performance of pigs. J. Anim. Sci. 48: 770-775.
- Males, R.J. and Johnson, D. (1990). Probiotic-what are they? What do they do? J. Anim. Sci. 68: 504-505. (Abstr.).
- Pollmann, D.S. (1985). Probiotics in pig diets. pp. 193-205. In : Haresign, W. and Cole, D.J.A. Recent Advances in Animal Nutrition. University Press, Cambridge.
- SAS. (1985). SAS/STAT™ Guide for Personal Computer, Version 6 Edition, Cary, NC : 381 p.

การใช้สารโปรไบโอติกเสริมในอาหารสุกรรุ่น-ขุน

วันดี เจียรเจริญ¹ และ ขวัญชาติ อุคมนตรี¹

SUPPLEMENTATION OF PROBIOTIC IN GROWING-FINISHING PIG DIETS

Wandee Jearcharearn¹ and Khaunchat Udomsri¹

ABSTRACT : Use of probiotic (Toyocerin) Composed of *B. tyoi* 1×10^9 spore/gram in growing-finishing pigs (Largewhite x Landrace) aged 9 weeks for growing and 16 weeks for finishing were divided into 5 groups of 8 animals each containing an equal number of males and females. Each group of the animal was randomly fed one of the experimental diets as followed : 16 percent diet, 14 percent diet, 14 percent diets protein supplemented with 0.05, 0.1 and 0.2 percent of probiotic in growing pig and 14 percent diet, 12 percent diet, 12 percent diets protein supplemented with 0.03, 0.05 and 0.1 percent of probiotic in finishing pig diet. The animals were kept individually where feed and water were provide *ad libitum*.

The results of this study, growing pigs : Average daily gain and feed conversion ratio of pigs with experimental diets were 0.659, 0.657, 0.650, 0.646 and 0.618 respectively and 2.92, 2.94, 2.93, 2.67 and 3.08 respectively. Although the differences were not statistically significant, the pigs fed 14 % protein supplemented with 0.1 % probiotic tended to have the better of feed conversion ratio than any other and cost of production was lower than any other diets in this study.

Finishing Pig : Average daily gain and feed conversion ratio of pigs above diets were 0.800, 0.774, 0.742, 0.765 and 0.718 respectively and 3.19, 3.23, 3.14, 3.15 and 3.28 respectively but the different were not statistically significant. Finishing pig which fed the diet 12 % protein supplemented with 0.03 and 0.05 % of probiotic tended to have feed conversion ratio comparable to those fed 14 % protein diet but the cost of production of pigs which fed 12 percent protein diet supplemented with 0.03 % probiotic product was lower than any other diets in this study.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลการใช้สารโปรไบโอติก (โคโยเชอริน) ซึ่งประกอบด้วยบาซิลลัส โคโยชิ 1×10^9 สปอร์/กรัม ในอาหารสุกรรุ่น-ขุน โดยให้สุกรลูกผสม 2 สายเลือด (ดาร์จไวท์ x แลนคัสเชอร์) จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ 20 ตัว เพศเมีย 20 ตัว) ทดลองในระยะสุกรรุ่นอายุ 9-16 สัปดาห์ ระยะสุกรขุน 16-21 สัปดาห์ แบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว ประกอบด้วยเพศผู้ 4 ตัว เพศเมีย 4 ตัว โดยการสุ่มให้สุกรแต่ละกลุ่มให้อาหารทดลองสูตรต่าง ๆ ดังนี้ :

ระยะสุกรรุ่น : ประกอบด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร คือ อาหารที่มีระดับโปรตีน 16, 14% และ 14% เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.05, 0.1 และ 0.2% อาหารทุกสูตรทำการปรับระดับของกรดอะมิโนจำเป็นใกล้เคียงกัน ผลการทดลองปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เท่ากับ 0.659, 0.657, 0.650, 646 และ 0.618 กก./วัน ตามลำดับ และ 2.92, 2.94, 2.93, 2.67 และ 3.08 ตามลำดับ โดยที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมโปรไบโอติก 0.1% มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่น แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเสริมในระดับ 0.1% ไม่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. แต่อย่างใด แต่ถ้าเสริมในระดับ 0.05 และ 0.2% ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น.

ระยะสุกรขุน : ประกอบด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร คือ อาหารที่มีระดับโปรตีน 14% ไสซึน 0.70% และอาหารที่มีโปรตีน 12% ไสซึน 0.56% และอาหารโปรตีน 12% ไสซึน 0.56% เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.03, 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เท่ากับ 0.8000, 0.774, 0.742, 0.765 และ 0.718 กก./วัน ตามลำดับ และประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 3.19, 3.23, 3.14, 3.15 และ 3.28 ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักนั้น สุกรที่ได้รับอาหาร 12% โปรตีน เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.03% มีต้นทุนต่ำสุดในการทดลองนี้.

กํานำ

การใช้สารเสริมโปรไบโอติกเสริมในอาหารสุกรรุ่น-ขุน ก็เพื่อจุดประสงค์เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมถึงเพื่อปรับสภาพของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารให้อยู่ในสภาพที่สมดุลเพื่อให้สุกรมีสุขภาพที่ดี ซึ่งโดยทั่วไปมักมีการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อเป็นสารควบคุมหรือกำจัดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษให้ลดลง ทำให้สัตว์สุขภาพดีขึ้น เป็นผลให้มีการใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากขึ้น อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น แต่ทั้งนี้การใช้ยาปฏิชีวนะโดยเฉพาะในระยะสุกรรุ่น-ขุน ในทุกวัตถุประสงค์จำเป็นจะต้องมีการใช้อย่างระมัดระวัง เพราะจะก่อให้เกิดผลตกค้างมาถึงผู้บริโภค นอกเหนือจากทำให้สัตว์เกิดอาการดื้อยา ถ้าหากใช้ในสัตว์เป็นระยะเวลานาน วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาในเรื่องนี้ก็คือ การใช้สารโปรไบโอติก ซึ่งจะส่งผลช่วยทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นโทษให้ลดลง โดยไม่มีผลตกค้างถึงผู้บริโภค ซึ่งในสถานะที่การใช้โปรไบโอติกให้ได้ผลดีตามที่ พารักษา (2533) รายงานไว้คือ ช่วงหย่านแม่สุกรเปลี่ยนคอกหรือเคลื่อนย้ายสัตว์ ช่วงที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างมาก การเปลี่ยนแปลงอาหาร และภายหลังการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นเวลานาน โปรไบโอติก จะช่วยปรับสภาวะของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารให้มีปริมาณมากขึ้น

Mitchell and Kenworthy (1976) ได้รวบรวมลักษณะการทำงานของจุลินทรีย์ ที่ใช้เป็นสารโปรไบโอติกดังนี้ : (1) จุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกจะทำให้เกิดภาวะความเป็น กรด มากขึ้นในระบบทางเดินอาหารโดยเฉพาะที่ลำไส้เล็ก ทำให้แบคทีเรียที่เป็นโทษลดจำนวน ลง (2) เข้าเกาะเคลือบผนังภายในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะป้องกันแบคทีเรียที่เป็นโทษเข้าเกาะ ทำลายผนังระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้การทำงานในการย่อยและดูดซึมอาหารเป็นไปตาม ปกติ (3) จุลินทรีย์บางตัว เช่น *Bacillus subtilis* จะยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียที่เป็นโทษ เช่น *E. coli*, *Salmonella* spp. โดยตรง (4) ช่วยส่งเสริมเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ (5) ป้องกันการสังเคราะห์สารพิษประเภท Amines.

สำหรับโปรไบโอติกที่มีชื่อทางการค้าว่า โคโยเชอริน ซึ่งประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus toyoi* จำนวน 1×10^9 สปอร์/กรัม ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการสร้างสปอร์ ไม่เป็นโทษไม่ก่อให้เกิดโรคสามารถอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารสัตว์ได้ชั่วคราว หลังจากอยู่ใน ลำไส้ได้ระยะเวลาหนึ่งก็จะถูกขับออกมากับอุจจาระ ไม่ถูกทำลายโดยน้ำย่อยในกระเพาะซึ่งมีฤทธิ์ เป็นกรด เมื่อเข้าสู่ลำไส้สปอร์จะแตกตัวเป็นแบคทีเรียมีชีวิต (นิรนาม, 2535) ซึ่งตามที่ คำเจริญ และคำเจริญ (2535) รายงานการใช้สารโปรไบโอติก (โคโยเชอริน) ในอาหารสุกรรุ่นในระดับ 0.05 % ส่วนในระยะสุกรขุนเสริมในระดับ 0.025 % เป็นผลทำให้น้ำหนักขึ้น 5-6 % และการ เปลี่ยนอาหารดีขึ้น 5-6 % เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการเสริมโปรไบโอติก ดังนั้น การทดลองนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์คือ :

1. เพื่อศึกษาถึงผลการใช้จุลินทรีย์ประเภทโปรไบโอติกต่อสมรรถภาพการผลิตสุกร ในระยะรุ่นและขุน เมื่อใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่าปกติ.
2. เพื่อศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมในการใช้สารโปรไบโอติกเป็นอาหารสุกรรุ่นและขุน รวมทั้งความเหมาะสมต่อต้นทุนการผลิตในการที่จะเลือกใช้สารโปรไบโอติกเป็นสารเสริมในอาหาร สุกรระยะรุ่น-ขุน.

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง : ใช้สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ 20 ตัว, เพศเมีย 20 ตัว) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว โดยมีเพศผู้และเพศเมียในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่าๆ กัน และให้ได้รับอาหารทดลอง โดยอาหารทดลองเป็นอาหารสูตรรุ่นและขุน ดังต่อไปนี้ :

- สูตรที่ 1 อาหาร 16 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรรุ่น และ 14 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรขุน
- สูตรที่ 2 อาหาร 14 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรรุ่น และ 12 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรขุน
- สูตรที่ 3 อาหาร 14 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรรุ่น เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.05 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
อาหาร 12 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรขุน เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.03 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
- สูตรที่ 4 อาหาร 14 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรรุ่น เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.1 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
อาหาร 12 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรขุน เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.5 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
- สูตรที่ 5 อาหาร 14 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรรุ่น เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร
อาหาร 12 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในระยะสูตรขุน เสริมด้วยโปรไบโอติก 0.1 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร

โดยในระยะสูตรรุ่น สูตรอาหารทุกสูตรทำการปรับระดับของกรดอะมิโนให้เป็นใกล้เคียงกัน โดยมีระดับของกรดอะมิโนไลซีนในอาหารทุกสูตร 0.80 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ส่วนในระยะสูตรขุน อาหารสูตรที่ลดระดับโปรตีนลงเหลือ 12 เปอร์เซ็นต์ มีระดับไลซีนต่ำกว่าสูตรอาหารที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ คือ 0.56 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 0.70 เปอร์เซ็นต์ และสารโปรไบโอติกที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อทางการค้าว่า โคโยเซอริน ซึ่งประกอบด้วยสปอร์ของเชื้อบาซิลลัส โคโยอี (*Bacillus toyoi*) จำนวน 1×10^9 สปอร์/กรัม ซึ่งรายละเอียดส่วนประกอบของสูตรอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2

Table 1. Composition of the experimental diets for growing pig (9-16 wks).

Ingredients	Diets				
	1	2	3	4	5
Corn	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Broken rice	39.41	44.44	44.37	44.31	44.19
Fine rice bran	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Soybean meal, 44.0 % CP	15.79	11.31	11.33	11.34	11.36
Fish meal, 55.0 % CP	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Dicalcium phosphate	1.20	1.50	1.50	1.50	1.50
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
L-Lysine	0.00	0.15	0.15	0.15	0.15
Premixes ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Probiotic (Toyocerin)	0.00	0.00	0.05	0.10	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition (% as fed basis) :					
Crude protein	16.00	14.00	14.00	14.00	14.00
ME, kcal/kg	3132	3160	3159	3157	3153
Crude fibre	4.93	4.66	4.66	4.66	4.66
Calcium	0.64	0.63	0.63	0.63	0.63
Phosphorus-avail	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51
Lysine	0.84	0.81	0.81	0.81	0.81
Methionine + Cystine	0.56	0.51	0.51	0.51	0.51
Tryptophan	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16
Threonine	0.63	0.63	0.55	0.55	0.55

¹ ROVIMIX - F. Hoffman - La Roche & Co., Ltd. Basel/Switzerland.

Table 2. Composition of the experimental diets for finishing pig (16-21 weeks).

Ingredients	Diets				
	1	2	3	4	5
Corn	20	20	20	20	20
Broken rice	34,17	39,73	39,70	39,68	39,63
Fine rice bran	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Soybean meal, 44,0 % CP	11,63	6,07	6,07	6,07	6,07
Fish meal, 55,0 % CP	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Dicalcium phosphate	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Salt	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premixes ¹	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Probiotic (Toyocerin)	0	0	0,03	0,05	0,1
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Calculated chemical composition (% as fed basis) :					
Crude protein	14,00	12,00	12,00	12,00	12,00
ME, kcal/kg	3057	3100	3100	3100	3100
Crude fibre	4,83	4,49	4,49	4,49	4,49
Calcium	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65
Phosphorus-avail	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52
Lysine	0,70	0,56	0,56	0,56	0,56
Methionine + Cystine	0,52	0,46	0,46	0,46	0,46
Tryptophan	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13
Threonine	0,55	0,47	0,47	0,47	0,47

¹ ROVIMIX - F. Hoffman - La Roche & Co., Ltd. Basel/Switzerland.

การวางแผนทดลองแบบ Completely randomized design สุ่มสุกรแต่ละเพศให้ได้รับอาหารทดลองแต่ละสูตรต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น โดยในระยะสุกรรุ่นเริ่มทดลองที่สุกรอายุ 9 สัปดาห์ จนกระทั่งอายุ 16 สัปดาห์ และในระยะสุกรขุนที่อายุ 16 ถึง 21 สัปดาห์สุกรแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีการให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ทำการบันทึกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลอง น้ำหนักเพิ่มทุก ๆ สัปดาห์ และบันทึกปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง.

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลต่าง ๆ เช่น อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร วิเคราะห์โดยหาความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Treatment) โดยวิธี Duncan's new multiple rang test โดยวิธีของ SAS (1985).

สถานที่ทำการทดลอง ณ ฟาร์มสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเริ่มทดลองวันที่ 16 พฤศจิกายน 2535 และสิ้นสุดการทดลองวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2536.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการเสริมโปรไบโอติกในอาหารสุกรระยะรุ่น เริ่มทดลองเมื่อสุกรอายุ 9 สัปดาห์ น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 28-29 กก. เลี้ยงเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ โดยใช้อาหารทดลอง 5 สูตร คือ อาหารที่มีระดับโปรตีน 16, 14 และ 14% เสริมด้วยโปรไบโอติกที่มีชื่อทางการค้าว่า โตโยเชอริน (ประกอบด้วย *Bacillus toyoi* 1×10^9 สปอร์/กรัม) ในระดับ 0.05, 0.1 และ 0.2% ซึ่งผลดังแสดงในตารางที่ 3 ปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเสริมที่ระดับ 0.1% มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ (2.67 เปรียบเทียบกับ 2.92, 2.94, 2.93 และ 3.08 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาทางต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ก็เป็นกลุ่มที่ต้นทุนต่ำที่สุดอีกด้วย (15.19 บาท เปรียบเทียบกับ 16.59, 16.17, 16.37 และ 18.14 บาท ตามลำดับ) จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ถึงแม้จะลดระดับโปรตีนลงเหลือ 12% แต่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากระดับของกรดอะมิโนในอาหารยังคงมีเท่ากับในอาหารที่มีโปรตีน 14% และเมื่อเสริมสารโปรไบโอติกในอาหาร จึงไม่แสดงผลให้เห็นเด่นชัดนัก แต่อย่างไรก็ตามการเสริมในระดับ 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการเสริมสารโปรไบโอติกในระยะสุกรขุน (16-21 สัปดาห์) ในสูตรอาหารโปรตีนต่ำ (12 เปอร์เซ็นต์) ในระดับ 0.03, 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการปรับระดับของกรดอะมิโนไลซีนให้เท่ากับอาหารที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างใด จากผลการทดลองเมื่อทดลอง

Table 3. Performance of growing pigs (9-16 weeks) fed on five different diets.

% Probiotic (Toyocerin) Supplement	CP Level (%)				
	16	14	14	14	14
	0	0	0.05	0.10	0.20
Number of pigs	8	8	8	8	8
Initial weight, kg	29.37	29.25	28.77	28.77	28.92
Final weight, kg	61.68	61.47	60.66	60.77	59.23
Weight gain, kg	32.31	32.22	31.89	31.65	30.31
Running day, d	49	49	49	49	49
Avg. daily gain, kg/d	0.659	0.657	0.650	0.646	0.618
Total feed intake, kg	94.40	94.88	92.99	93.72	93.28
Avg. daily feed intake, kg/d	1.91	1.93	1.89	1.91	1.90
Feed conversion ratio	2.92	2.94	2.93	2.67	3.08
Feed cost, Bht/kg of feed	5.68	5.50	5.59	5.69	5.89
Total feed cost	16.59	16.17	16.37	15.19	18.14
Bht/1 kg of weight gain					

Table 4. Performance of finish pigs (16-21 weeks) fed on five different diets.

% Probiotic (Toyocerin) Supplement	CP Level (%)				
	14	12	12	12	12
	0	0	0.03	0.05	0.1
Number of pigs	8	8	8	8	8
Initial weight, kg	61.69	61.48	60.66	60.44	59.24
Final weight, kg	89.69	88.56	86.63	87.44	84.38
Weight gain, kg	28.00	27.08	25.97	27.00	25.14
Running day, d	35	35	35	35	35
Avg. daily gain, kg/d	0.800	0.774	0.742	0.765	0.718
Total feed intake, kg	89.25	87.38	83.00	84.00	82.34
Avg. daily feed intake, kg/d	2.55	2.49	2.37	2.40	2.35
Feed conversion ratio	3.19	3.23	3.14	3.15	3.28
Feed cost, Bht/kg of feed	5.49	5.22	5.27	5.32	5.42
Total feed cost	17.51	16.86	16.55	16.76	17.78
Bht/1 kg of weight gain					

เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเสริมในระดับ 0.03 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองดังกล่าวยังไม่สามารถสรุปได้ว่า เป็นผลจากการเสริมโปรไบโอติกในอาหารเพราะเมื่อเสริมในระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทั้งอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารก็ยังคงไม่ดีขึ้นแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมสารโปรไบโอติก (718 กรัม/วัน เปรียบเทียบกับ 774 กรัม/วัน และ 3.28 เปรียบเทียบกับ 3.23) และเมื่อพิจารณาทางด้านต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมแล้ว การเสริมสารโปรไบโอติก 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ในการทดลองนี้ (16.55 บาท เปรียบเทียบกับ 17.51, 16.86, 16.76 และ 17.78) (เมื่อคิดราคาของโคโยเซอริน 200 บาท/กก.).

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผลทางด้านสมรรถภาพการผลิตเนื่องจากการเสริมสารโปรไบโอติกในสุกรรุ่น-ขุนไม่เด่นชัดนัก ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ คำเจริญ และคำเจริญ (2535) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพการทดลองแตกต่างกัน จากการทดลองนี้ ซึ่งสุกรในคอกเดี่ยว มีการจัดการเป็นอย่างดี ดังนั้น ปัจจัยที่จะทำให้สุกรเกิดสภาวะเครียดมีน้อยมาก ซึ่งเช่นเดียวกับรายงานของ Hale and Newton (1979) ที่ใช้ LEP (non-viable *Lactobacillus species* fermentation product) ซึ่งเป็นสารประเภทโปรไบโอติกเช่นกัน เสริมในอาหารสุกรรุ่น-ขุนก็ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตแต่อย่างใด.

สรุปผลการทดลอง

การเสริมสารโปรไบโอติกซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า โคโยเซอริน (Toyocerin) ซึ่งประกอบด้วย เชื้อ *Bacillus toyoi* จำนวน 1×10^9 สปอร์/กรัม ในอาหารสุกรรุ่นและขุนในระดับต่าง ๆ ในอาหารที่ลดระดับโปรตีนให้ต่ำกว่าปกติ ผลการทดลองสรุปได้ว่า :

1. ในระยะสุกรรุ่น การเสริมโปรไบโอติกในอาหารที่มีโปรตีน 14 % ในระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่นๆ ถึงแม้จะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ในระยะสุกรขุน การเสริมโปรไบโอติกในอาหารที่มีโปรตีน 12 % ในระดับ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้จะไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มอื่น แต่ก็ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร 14 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการเสริมสารโปรไบโอติก.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ชนะพันธ์อุตสาหกรรม จำกัด ในการอนุเคราะห์สารโปรไบโอติก ที่มีชื่อทางการค้าว่า โตโยเซอร์ริน (Toyocerin) เพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- คำเจริญ, ไชวมาลย์ และ คำเจริญ, สโรช. (2535). ผลของโตโยเซอร์รินในการเร่งการเจริญเติบโตในสุกร. รายงานการวิจัยเสนอต่อ บริษัท ชนะพันธ์อุตสาหกรรม จำกัด.
- พารักษา, นวลจันทร์. (2533). สารละลายเกี่ยวกับโปรไบโอติก. สุนทรสาสน์ 16(53) : 6-13.
- นิรนาม. (2535). โตโยเซอร์รินเพาเคอร์. บริษัท ชนะพันธ์อุตสาหกรรม จำกัด. กรุงเทพฯ.
- Hale, O.M. and Newton, G.L. (1979). Effects of a non-viable *Lactobacillus species* fermentation product on performance of pigs. J. Anim. Sci. 48:770-775.
- Mitchell, L. de G. and Kenworthy, R. (1976). Investigations on a metabolite from *Lactobacillus bulgaricus* which neutralized the effect of enterotoxin from *Escherichia coli* pathogenic for pig. J. Appl. Bacteriol. 41 : 163-174.
- SAS. (1985). SAS/STATM Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. Cary, NC : 111 pp.
-

การใช้กากไลซีนเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังในอาหารโค

เทอดชัย เวียรศิลป์¹ และ องอาจ อินทร์สังข์²

ENRICHED CASSAVA PROTEIN BY EFFLUENT DRY POWDER "L" IN CATTLE DIETS

Therdchai Vearasilp¹ and Ong-arge Insung²

ABSTRACT : The result of chemical analysis showed that Effluent Dry Powder "L" (EFP "L") contained dry matter, crude protein, true protein, ether extract, crude fibre, ash, salt and gross energy 93.34, 94.06, 14.76, 7.88, 1.35, 8.70, 0.60 percent and 2542 kcal/kg (DM) respectively. Mixed ground cassava chip and EFP "L" at 8, 9.5, 11.0 and 12.5 % protein content were fed to 4 groups of 16 White Lumpum cattle. The results indicated that the highest feed intake obtained from the cattle fed mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5 % protein. Thus, mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5 % protein was used to substitute maize at levels of 0, 50, 75 and 100 % in concentrate diet. It was found that average daily gains were 556.16^b, 813.34^a, 773.11^a and 750.74^a g/d/h respectively ($P<0.05$). The cost of feed and cost per weight gain decreased as the level of mixed ground cassava chip and EFP "L" in concentrate diet increased. There was no difference in carcass characteristic and carcass yield.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

² ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (สอใหญ่) นครศรีธรรมราช 80110.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

² Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Rajamonkol Institute of Technology, Sai-Yai, Nakhonsrithammarat 80110.

บทคัดย่อ : ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกากไลซีน ปรากฏว่าประกอบด้วยวัตถุแห้ง โปรตีนรวม โปรตีนที่แท้จริง ไขมัน เยื่อใย เถ้า เกสีย และพลังงานรวม 93.34, 94.06, 14.76, 2.88, 1.35, 8.70, 0.60 เปอร์เซ็นต์ และ 2,542 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (วัตถุแห้ง) ตามลำดับ ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 8.0, 9.5, 11.0 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารชั้นทดลองเลี้ยงโคขาวลำพูนจำนวน 16 ตัว ที่แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ปรากฏว่า โคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มปริมาณการกินอาหารได้สูงสุด จึงได้ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดคอกในระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่า มีอัตราการเจริญเติบโต 556.16^a , 813.34^b , 773.11^b และ 750.74^b กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ($P < 0.05$) และพบว่า ต้นทุนการผลิตค่อนำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น หรือต้นทุนการผลิตค่านอาหารสัตว์จะลดลงตามอัตราส่วนของการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่เพิ่มขึ้น โคทดลองทุกกลุ่มมีลักษณะของซากและคุณภาพซากที่ใกล้เคียงกัน.

กํานํ้า

กากไลซีนเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโนสังเคราะห์ แอล-ไลซีน (L-Lysine) มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล ประกอบด้วยส่วนที่เหลือจากขบวนการหมักของจุลินทรีย์ ได้แก่ เซลล์ของจุลินทรีย์ และสารประกอบบางชนิดในขบวนการผลิต โดยมีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ โปรตีนสูงถึง 96.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non protein nitrogen : NPN) ประมาณ 77.15 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด (Ajinomoto, 1991) ในขณะที่มันสำปะหลังเป็นวัสดุอาหารสัตว์ที่มีเนื้อมีอยู่สูงถึง 87.78 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนต่ำเพียง 3.11 เปอร์เซ็นต์ (สถาปนศิริ และคณะ, 2535) และจากการที่มันสำปะหลังผลิตได้ภายในประเทศเป็นจำนวนมาก ประกอบกับมีแนวโน้มที่จะส่งเป็นสินค้าออกได้น้อยลง ทำให้มันสำปะหลังมีราคาค่าต่ำกว่าวัสดุอาหารสัตว์หลักชนิดอื่น เช่น ข้าวโพดที่มีปริมาณการผลิตที่ไม่เพิ่มขึ้นแต่มีความต้องการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์สูงขึ้น ทำให้ข้าวโพดมีราคาสูงตามไปด้วย ด้วยเหตุดังกล่าว จึงสมควรที่จะนำกากไลซีนมาเป็นแหล่งของไนโตรเจน เพื่อใช้ในการเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังที่มีอยู่น้อยให้เพิ่มสูงขึ้นอยู่ในระดับที่พอเพียงสำหรับการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคขุน และยังเป็นการนำเอาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งสามารถจะลดต้นทุนการผลิตในค่านต้นทุนค่าอาหารสัตว์ และต้นทุนการผลิตค่อนำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นให้ลดต่ำลงได้อีกทางหนึ่งด้วย.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยแบ่งการทดลองทั้งหมดออกเป็น 4 การทดลอง ดังต่อไปนี้ :

การทดลองที่ 1 : การศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ของกากไลซีนเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโค

วิธีการทดลอง : กากไลซีนที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นกากไลซีนแห้ง ที่ทำมาจากการระเหยน้ำของกากไลซีนเหลว จากถังบรรจุถึงเดียวกัน เพื่อให้ได้กากไลซีนแห้งที่มีความสม่ำเสมอในด้านส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ มากที่สุด

ทำการสุ่มตัวอย่างกากไลซีนจากถังบรรจุสูงละ 100 กรัม นำไปบดผ่านตะแกรง 2 มม. และ 1 มม. ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ โดยวิธีการของ A.O.A.C. (1980) วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่แท้จริง (Barnstein, 1980) เกลือ (จุจนะไกรภานต์ และ รัตนปณิธ, 2533) และวิเคราะห์หาพลังงาน โดย Adiabatic Bomb Calorimeter

การทดลองที่ 2 : การศึกษาการใช้มันสำปะหลังผสมกากไลซีนในระดับโปรตีนต่าง ๆ กัน ในอาหารโค ที่ทำให้โคกินอาหารได้สูงสุด

สัตว์ทดลอง : โคขาวลำพูนเพศผู้ จำนวน 16 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 144.19 กก. มีอายุเฉลี่ย 1.75 ปี โคทดลองทุกตัวคัดเลือกมาจากฝูงโคของหมวดโคเนื้อ ซึ่งเป็นโคที่เกิดจากพ่อพันธุ์ตัวเดียวกัน เพื่อให้มีความสม่ำเสมอทางด้านกรรมพันธุ์มากที่สุด

อาหารทดลอง : ใช้มันสำปะหลังเส้นแบบผสมกากไลซีนในระดับโปรตีนที่ต่างกัน 4 ระดับ โดย มีกากน้ำตาลเป็นสารช่วยลดการเป็นฝุ่นของมันสำปะหลัง และเพิ่มความน่ากินของอาหารให้ดีขึ้น และใช้แร่ธาตุ และวิตามินพรีมิกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยมีฟางข้าวสับเป็นอาหารหยาบ.

การจัดการทดลอง : เนื่องจากโคทดลองเป็นโคที่เลี้ยงโดยการปล่อยฝูงและเล็มหญ้าในแปลงหญ้า จึงต้องนำโคทั้งหมดนี้มาปรับตัวให้เคยชินกับสภาพการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยนำมาเลี้ยงในโรงเรือนคอกละ 5 ตัว จำนวน 4 คอก รวมทั้งสิ้น 20 ตัว ให้โคได้รับอาหารชั้นที่มีส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นมันสำปะหลังเส้นบดที่มีโปรตีนรวมประมาณ 15.50 เปอร์เซ็นต์ และให้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ ทั้งนี้เพื่อให้มีการปรับตัวของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนให้เคยชินกับอาหารทดลองที่มีวัตถุดิบใกล้เคียงกันกับอาหารทดลอง และคุุผลกระทบที่อาจจะเกิดจากการเจริญเติบโตทดแทน (Compensatory growth) ของโคที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนอาหารจากอาหารหยาบคุณภาพเดิมมาเป็นอาหารชั้นคุณภาพดี นอกจากนี้ทำการกำจัดพยาธิภายนอก และพยาธิภายใน ฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม และฉีดวิตามิน AD₃E ให้แก่โคทุกตัว

Table 1. Feed and Chemical composition of mixed ground cassava chip and EFP "L" at different levels of protein (%DM)

Items (%)	Mixed ground cassava chip and EFP "L"			
	% Crude protein			
	8.0	9.5	11.0	12.5
Ground cassava chip	87.95	86.42	84.88	83.35
EFP "L"	6.05	7.58	9.12	10.65
Molasses	4.00	4.00	4.00	4.00
Mixed vitamins and minerals	2.00	2.00	2.00	2.00
Analysed chemical composition :				
Dry matter	88.83	88.89	88.95	89.02
Organic matter	94.04	93.97	93.91	93.84
Crude protein	8.01	9.92	10.83	12.24
Crude fibre	3.68	3.54	3.48	3.43
Ether extract	0.78	0.76	0.75	0.74
Ash	5.96	6.03	6.09	6.16
Nitrogen free extract	81.57	80.25	78.85	77.43
Gross energy (kcal/kg)	3,895	3,856	3,834	3,808

ในช่วงระยะเวลาการทดลองให้อาหารโควันละ 2 ครั้ง เวลา 8.30 น. และ 14.30 น. ของทุกวัน โดยให้โคได้รับอาหารข้น และอาหารหยาบอย่างเต็มที่ (*ad lib.*) ทำการบันทึกข้อมูล ปริมาณอาหารที่โคกินได้ในแต่ละวัน หลังจากให้เวลาโคในการปรับตัวให้เคยชินกับอาหารทดลองไปแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักโคในเวลา 8.00 น. ก่อนที่โคจะได้รับอาหารเป็นเวลาทุก 2 สัปดาห์ จนครบกำหนดระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design : CRD) ในโค ทดลอง 4 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Terrie, 1981).

การทดลองที่ 3 : การศึกษาการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไถนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดในระดับต่าง ๆ กัน เพื่อใช้เป็นอาหารโค

สัตว์ทดลอง : ใช้โคขาวลำพูนเพศผู้จากการทดลองที่ 2 ร่วมกับโคที่ไม่ได้ถูกคัดเลือกเข้าการทดลองที่ 2 จำนวนทั้งหมด 20 ตัว นำมาปรับสภาวะอิทธิพลตกค้าง (Residual effect) จากการทดลองครั้งที่ 2 ด้วยอาหารที่ใช้ในการปรับสภาพโคในการทดลองที่ 2 เป็นเวลา 20 วัน หลังจากนั้นฉีดวิตามิน AD_3E และสุ่มคัดเลือกโคจำนวน 16 ตัว เข้าทดลองตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้

อาหารทดลอง : ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไถนในระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดในระดับต่าง ๆ กัน ตามตารางที่ 2 และให้ฟางข้าวสับเป็นอาหารหยาบ.

การจัดการทดลอง : กำหนดให้โคทดลองได้รับอาหารทั้งหมดในระดับ 3 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งเป็นอาหารข้น และอาหารหยาบ 60 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณอาหารที่กินต่อวันตามลำดับ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 8.30 น. และ 14.30 น.

บันทึกปริมาณอาหารข้นและอาหารหยาบที่กินได้ในแต่ละวัน ทำการชั่งน้ำหนักโค ทุกระยะเวลา 2 สัปดาห์ ในเวลา 8.00 น. ก่อนการให้อาหารของทุกครั้งจนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง 136 วัน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 2.

การทดลองที่ 4 : การศึกษาลักษณะและคุณภาพของซากโคทดลองที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไถนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดในระดับต่าง ๆ กัน ในการทดลองที่ 3 จากผลของการตกแต่งซากแบบสากล (คันธพนิต, 2525) โดยวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 2 และ 3.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 : การศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ของกากไถนเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโค

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่แสดงถึงส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ในกากไถน และฟางข้าวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 3.

จากผลวิเคราะห์ทางเคมีแสดงให้เห็นว่ากากไถนมีโปรตีนรวมสูงมากถึง 94.06 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนที่แท้จริงอยู่เพียง 14.76 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แสดงว่ามีสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non-protein nitrogen) อยู่สูงถึง 79.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Ajinomoto (1991) และกองเกษตรเคมี (2534) รายงานว่ามีแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) อยู่ในกากไถน

Table 2. Feed and chemical composition of maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" at different levels (%DM).

Items (%)	Level of maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" (%)			
	0	50	75	100
Mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5 % protein	0	42	63	84
Maize	84	42	21	0
Peanut meal	8	8	8	8
Soybean meal	4	4	4	4
Molasses	2	2	2	2
Mixed vitamins minerals	2	2	2	2
Analysed chemical composition :				
Dry matter	87.78	88.28	88.53	88.79
Organic matter	96.30	94.98	94.33	93.66
Crude protein	14.96	14.79	14.70	14.61
Crude fibre	3.83	4.20	4.38	4.56
Ether extract	4.43	2.76	1.92	1.08
Ash	3.70	5.02	5.67	6.34
Nitrogen free extract	73.08	73.23	73.33	73.41
Gross energy (kcal/kg)	4,451	4,066	4,035	3,937

อยู่สูงถึง 79.25 เปอร์เซ็นต์ และ 77.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าส่วนประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของกากไลซีนได้แก่ สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) แต่ก็มีโปรตีนที่แท้จริงเป็นส่วนประกอบอยู่มากพอสมควร และอาจจะอยู่ในสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งของ NPN อื่นๆ เช่น ยูเรีย เป็นต้น เป็นผลทำให้การนำเอากากไลซีนไปใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง น่าจะมีคุณค่าทางอาหารและเป็นประโยชน์แก่สัตว์มากกว่าแหล่งของ NPN อื่นๆ ที่มีเฉพาะ NPN แต่เพียงอย่างเดียว.

Table 3. Chemical analysis of EFP "L" and rice straw (%DM).

Items (%)	EFP "L"	Rice straw
Dry matter	93.34	85.38
Organic matter	91.30	81.71
Crude protein	94.06	4.36
True protein	14.76	-
Crude fibre	1.35	41.43
Ether extract	2.88	1.59
Ash	8.70	18.23
Nitrogen free extract	-	34.39
Salt	0.60	-
Gross energy (kcal/kg)	2,542	4,042

ลักษณะทางกายภาพของกากไลซีนประการหนึ่ง ได้แก่ การที่มีคุณสมบัติที่สามารถดูดความชื้นจากอากาศได้ (Hygroscopic) ทำให้กากไลซีนจะจับตัวกันเป็นก้อนแข็งหลังจากเก็บไว้เป็นระยะเวลาหนึ่ง ภายใต้สภาพที่มีความชื้นสูง ในลักษณะนี้การนำกากไลซีนไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ควรจะเก็บไว้ในที่แห้ง และถ้าจับตัวเป็นก้อนแข็งจะต้องทำการบดให้ละเอียดก่อนนำไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำการผสมได้อย่างทั่วถึง คลุกเคล้ากันได้ดี และป้องกันผลเสียบางประการที่อาจจะเกิดขึ้นได้.

การทดลองที่ 2 : การศึกษาการใช้มัลลัสปะหลังผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีนต่าง ๆ กัน ในอาหารโคที่ทำให้โคกินอาหารได้สูงสุด ผลการทดลองที่ 2 แสดงไว้ในตารางที่ 4.

ผลของการใช้มัลลัสปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 8.5, 9.0, 11.0 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์เป็นอาหารโค ปรากฏว่า ที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่าโคทดลองจะกินอาหารข้นและอาหารโดยรวม (Total feed) ได้สูงสุด ในขณะที่ปริมาณการกินอาหารข้นจะลดน้อยลง แต่ปริมาณการกินอาหารหยาบจะเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณกากไลซีนที่โคทดลองทุกแทนแต่ละกลุ่มได้รับ ปรากฏว่า โคได้รับกากไลซีนในปริมาณ 176, 228, 229 และ 230 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งสามารถคำนวณเป็นปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนได้ 21, 27, 27 และ 27 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย 127, 173, 179 และ 180 มก./น.ตัว 1 กก. ตามลำดับ ซึ่งทำให้สามารถกล่าวได้ว่า ปริมาณ

Table 4. Feed intake (as DM, % BW), organic matter and crude protein intake of cattle fed mixed ground cassava chip and EFP "L" at different levels of protein (%DM).

Items	Mixed ground cassava chip and EFP "L"			
	% Crude protein			
	8.0	9.5	11.0	12.5
Feed intake (kg/h/d)				
Concentrate diet	2.91	3.01	2.51	2.16
Rice straw	1.60	1.54	1.68	2.12
Total feed	4.51	4.56	4.19	4.28
Feed intake (as %BW)				
Concentrate diet	1.79	1.94	1.68	1.44
Rice straw	1.01 ^b	1.03 ^b	1.12 ^b	1.44 ^a
Total feed	2.80	2.97	2.80	2.88
Feed intake of organic matter (kg/h/d)				
Concentrate diet	2.74	2.83	2.36	2.03
Rice straw	1.31	1.26	1.37	1.73
Total feed	4.05	4.09	3.73	3.76
Feed intake of crude protein (g/h/d)				
Concentrate diet	233	283	272	264
Rice straw	70	67	73	92
Total feed	303	350	345	356
Gross energy intake (kcal/h/d)				
Concentrate diet	11,325	11,603	9,624	8,215
Rice straw	6,447	6,234	6,770	8,558
Total feed	17,772	17,837	16,394	16,773

Values in the same row with different superscripts are different at ($P < 0.05$).

$\text{NH}_3\text{-N}$ ที่มีอยู่ในกากไลซีนที่ผสมอยู่ในอาหารจะเป็นตัวจำกัดปริมาณการกินอาหารขึ้น โดยในการนี้อาจจะชี้ให้เห็นว่า ถ้าโคได้รับกากไลซีนสูงกว่า 228 กรัม/ตัว/วัน หรือ $\text{NH}_3\text{-N}$ 27 กรัม/ตัว/วัน หรือ 173 มก./น.น.ตัว 1 กก./วัน แล้ว จะทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ลดน้อยลง ดังเช่นที่ Van Soest (1982) ระบุว่า สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) เช่น ยูเรียจะเป็นตัวจำกัดปริมาณการกินอาหารของโค และ Helmer and Bartley (1971) ที่กล่าวว่า ถ้าปริมาณของโปรตีนและพลังงานภายในกระเพาะรูเมนไม่อยู่ในสภาพสมดุลแล้ว และถ้ามีแอมโมเนียในปริมาณที่มากเกินไป จะมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Ammonia toxicity) ได้.

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการกินอาหารหยาบที่เพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นแล้ว ปรากฏว่า ปริมาณการกินอาหารหยาบที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่สามารถทำให้ปริมาณการกินอาหารโดยรวมอาหารหยาบ และอาหารข้นเพิ่มขึ้นสูงกว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารข้นในระดับโปรตีนที่ต่ำกว่า และเนื่องจากอาหารหยาบมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าอาหารข้นอยู่แล้ว ในกรณีนี้ ปริมาณการกินอาหารหยาบที่เพิ่มขึ้นจึงไม่สามารถชดเชย หรือทดแทนคุณค่าทางอาหารที่ลดน้อยลงเนื่องจากปริมาณการกินอาหารข้นที่ลดน้อยลงได้.

ด้วยเหตุดังกล่าว จึงเห็นสมควรใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดในการทดลองที่ 3 ต่อไป.

การทดลองที่ 3 : การศึกษาการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพดในระดับต่าง ๆ กัน เพื่อใช้เป็นอาหารโค.

ปริมาณการกินอาหารของโคทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 5 และอัตราการเจริญเติบโตต้นทุนการผลิตคือน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์ แสดงไว้ในตารางที่ 6.

จากตารางที่ 5 ปรากฏว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดในอัตราส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่ามีปริมาณการกินอาหารข้นและอาหารทั้งหมดได้สูงสุด ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันในกลุ่มของโคทดลองที่ได้รับมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับการทดแทนต่าง ๆ กันก็ตาม แต่ก็สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเฉพาะข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียว โดยสูงกว่าทั้งในอาหารข้น ($P<0.5$) และอาหารทั้งหมด ($P<0.01$) เป็นผลทำให้ได้รับอินทรีย์วัตถุและโปรตีนในลักษณะเดียวกันด้วย.

Table 5. Feed intake (as DM, %BW) organic matter and crude protein intake of cattle fed maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5 % protein at different levels for 136 days (%DM).

Items	Level of maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" (%DM)			
	0	50	75	100
Feed intake (kg/h/d)				
Concentrate diet	2.51 ^b	3.77 ^a	3.44 ^a	3.50 ^a
Rice straw	1.98	2.45	2.46	2.38
Total feed	4.49 ^b	6.22 ^d	5.85 ^d	5.88 ^d
Concentrate : rice straw	56 : 44	61 : 39	59 : 41	60 : 40
Feed intake (as %BW)				
Concentrate diet	1.15 ^b	1.50 ^a	1.43 ^a	1.47 ^a
Rice straw	0.96	0.98	1.03	1.01
Total feed	2.11 ^b	2.48 ^d	2.46 ^d	2.48 ^d
Feed intake of organic matter (kg/h/d)				
Concentrate diet	2.42 ^b	3.58 ^a	3.25 ^a	3.27 ^a
Rice straw	1.62	2.01	1.96	1.94
Total feed	4.04 ^b	5.59 ^d	5.21 ^d	5.21 ^d
Feed intake of crude protein (g/h/d)				
Concentrate diet	375 ^b	558 ^a	506 ^a	511 ^a
Rice straw	74	94	90	89
Total feed	449 ^b	652 ^a	596 ^a	600 ^a
Gross energy intake (kcal/h/d)				
Concentrate diet	11,172	15,339	13,245	13,759
Rice straw	8,003	9,963	9,720	9,619
Total feed	19,175 ^e	25,302 ^d	23,065 ^{de}	23,378 ^{de}

Values in the same row with different superscripts are different at $P < 0.05$ (a,b) and $P < 0.01$ (d,e).

Table 6. Average daily gain, feed efficiency ratio and cost per gain in maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5% crude protein at different levels and fed to the experimental cattle for 136 days.

Items	Level of maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" (%DM)			
	0	50	75	100
Initial weight (kg)	178.75	202.50	187.50	192.00
Finishing weight (kg)	254.00 ^b	312.75 ^a	292.50 ^a	294.00 ^a
Average daily gain (g/h/d)	558 ^b	813 ^a	773 ^a	751 ^a
Feed efficiency ratio				
Concentrate diet	4.53	4.68	4.30	4.67
Rice straw	3.91	3.04	3.12	3.20
Total feed	8.44	7.72	7.42	7.87
Price of feed (Baht/kg) ¹				
Concentrate diet	4.50	4.15	3.97	3.79
Rice straw	0.70	0.70	0.70	0.70
Cost per gain (Baht/kg)				
Concentrate diet	20.37	19.40	17.66	17.70
Rice straw	2.59	2.13	2.18	2.24
Total feed	22.96	21.53	19.84	19.94

Values in the same row with different superscripts are different at $P < 0.05$.

¹ Feeding price of feedstuff at Amphur Moun, Chiang Mai on 15 October, 1991-4 March, 1992.

จากลักษณะปริมาณการกินอาหาร และการได้รับโภชนะที่สำคัญดังกล่าว โคทคลองกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่มีแนวโน้มว่าสูงสุด และใกล้เคียงกันในกลุ่มโคที่ได้รับมันสำปะหลังเส้นบดทดแทนข้าวโพดทุกระดับ (813, 773, 751 กรัม/ตัว/วัน ที่ระดับการทดแทน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่สูงกว่าโคทคลองที่ได้รับเฉพาะข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียว (556 กรัม/ตัว/วัน ที่ $P < 0.05$; ตารางที่ 6) ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดในอาหารโค เช่นเดียวกันกับที่ เวียร์คิลปี และ มหาวิจิตร (2535) ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากผงชูรสทดแทนข้าวโพดในอาหารโคขุน.

ในส่วนของแบ่งจากข้าวโพด และมันสำปะหลังที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคทคลองในครั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตที่มีแนวโน้มสูงสุดของโคกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มว่าอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อระดับการทดแทนมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนในข้าวโพดเพิ่มขึ้นเป็น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับนั้น เป็นผลเนื่องมาจากลักษณะการย่อยได้ของแบ่งจากข้าวโพดที่มีแบ่งอยู่ 63 เปอร์เซ็นต์ และมีการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน 56 เปอร์เซ็นต์ (เวียร์คิลปี, 2530) และแบ่งจากมันสำปะหลังที่มีแบ่ง 71.33 เปอร์เซ็นต์ และมีการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ (สถาปนศิริ และคณะ, 2533) ซึ่งความแตกต่างจากการย่อยได้ของแบ่งต่างชนิดกันนี้จะส่งผลต่อการนำแบ่งไปใช้ประโยชน์ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยอยู่ในรูปแบบของการจัดสัดส่วนของแบ่งจากพืชแต่ละชนิดที่มีการย่อยได้ในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารที่ต่างกัน ซึ่งจะให้ประโยชน์แก่ตัวสัตว์และจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันไปด้วย โดยแบ่งที่ถูกย่อยภายในกระเพาะรูเมนจะให้ผลผลิตเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid) ที่ส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายสัตว์เคี้ยวเอื้อง และอีกส่วนหนึ่งจุลินทรีย์จะนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ร่วมกับ N ในการเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ (Microbial protein synthesis) ให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง ในขณะที่การย่อยแบ่งที่ลำไส้เล็กจะเป็นการดูดซึมกลูโคส (Glucose) เข้าสู่ร่างกายโดยตรง ดังที่ เวียร์คิลปี และมหาวิจิตร (2535) และเวียร์คิลปี (2535) รายงานไว้.

เมื่อพิจารณาถึงการทดแทนข้าวโพดด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ที่ปรากฏว่า มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันกับการทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่มีแนวโน้มว่าให้อัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดในการทดลองนี้ เปรียบเทียบกับการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากผงชูรสทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าการทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้ว (เวียร์คิลปี และมหาวิจิตร, 2535) อาจกล่าวได้ว่า เนื่องจากกากไลซีนมีปริมาณ NPN เป็นส่วนประกอบอยู่สูงถึง 79.30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการมีโปรตีนแท้อยู่ 14.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับได้

ว่าสูงพอสมควร NPN ที่มีอยู่สูงนี้สามารถใช้เป็นแหล่งของ N ได้ดีภายในระยะเวลาอันสั้นหลังจากการกินอาหาร และอาจจะอยู่ในปริมาณที่มากพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในส่วนที่เป็นความต้องการ N ในขณะที่นั้นนอกเหนือไปจากโปรตีนจากแหล่งอาหารอื่น ซึ่งอาจจะให้ N ได้ช้ากว่า NPN ซึ่งในกรณีนี้นับได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ NPN จากกากไลซีนสามารถให้ N จำนวนมาก ร่วมกับ พลังงานจำนวนมากที่ได้จากแป้งของมันสำปะหลัง ซึ่งมีการย่อยได้ดีภายในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะให้พลังงานจากแป้งในปริมาณมากภายในระยะเวลาสั้นหลังจากที่โคได้รับอาหาร ทำให้พลังงานจากแป้งของมันสำปะหลังในขณะที่อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณ N จำนวนมากจาก NPN ของกากไลซีน หรืออาจกล่าวในอีกทางหนึ่งได้ว่า สัดส่วนระหว่างพลังงานและ N ในช่วงเวลาขณะนั้นอยู่ในสภาพสมดุลย์สำหรับความต้องการของจุลินทรีย์ ดังเช่น การเสริมยูเรียให้เป็นแหล่งของ N เพิ่มเติมร่วมกับการใช้วิธีการ Processing ที่ทำให้การย่อยได้ของแป้งภายในกระเพาะรูเมนเพิ่มสูงขึ้น จะมีผลทำให้กรดอะมิโน (Amino acid) ที่ได้จากจุลินทรีย์เข้าไปในลำไส้เล็กเพิ่มขึ้นด้วย (Papasolomontos and Wilkinson, 1976) ในขณะที่กากผงชูรสมี NPN อยู่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าจึงอาจจะให้ N ในปริมาณที่อาจจะไม่พอเพียงต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในขณะนั้น ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนอื่นที่มากพอเพียงก็ตาม แต่โปรตีนจากแหล่งอื่นนั้นอาจจะไม่สามารถให้ N ได้ในปริมาณที่มากพอสำหรับจุลินทรีย์ในเวลานั้น หรือจำนวน N ในช่วงเวลานั้นอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมกับพลังงานจากแป้งของมันสำปะหลัง ที่มีปริมาณสูงภายในระยะเวลาอันสั้นหลังจากกินอาหาร หรืออาจกล่าวได้ว่าสัดส่วนระหว่างพลังงานและ N ในช่วงเวลานั้นไม่อยู่ในสภาพสมดุลย์ที่จะเป็นประโยชน์สูงสุดต่อความต้องการของจุลินทรีย์ จึงทำให้การใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากผงชูรสทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าระดับการทดแทนที่ 50 เปอร์เซ็นต์.

ในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารปรากฏว่า ในส่วนของอาหารชั้นมีความใกล้เคียงกันทุกกลุ่มการทดลอง แต่ในส่วนของอาหารหยาบพบว่า กลุ่มที่ใช้เฉพาะข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียวจะมีแนวโน้ม ที่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีน มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยรวมมีแนวโน้มสูงตามไปด้วย ส่งผลไปถึงต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมอาหารหรือต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ที่ปรากฏว่ามีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่ออัตราส่วนของมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากราคามันสำปะหลังเส้นบดต่ำกว่าราคาข้าวโพด และถึงแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีผลทางสถิติก็ตาม แต่ในทางธุรกิจแล้วนับได้ว่ามีความสำคัญถึงผลตอบแทนที่จะได้รับ.

การทดลองที่ 4 : การศึกษาลักษณะและคุณภาพซาก

จากตารางที่ 7 ปรากฏว่าโคที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนมีลักษณะของซาก และคุณภาพซากใกล้เคียงกันในทุกส่วนของลักษณะสำคัญที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมกากไลซีนทดแทนข้าวโพดทุกระดับในการขุนโคเป็นเวลา 136 วัน ไม่มีผลต่อลักษณะซากและคุณภาพซากแต่ประการใด.

Table 7. Carcass yield and whole sale cut in maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" at 9.5% crude protein at different levels.

Items	Level of maize substituted by mixed ground cassava chip and EFP "L" (%DM)			
	0	50	75	100
Live weight (kg)	245.31	301.66	284.16	280.45
Hot carcass weight (kg)	141.50	175.50	161.75	162.75
Chilled carcass weight (kg)	138.38	172.13	158.25	160.00
Dressing percentage	56.41	57.06	55.69	57.05
Loin eye area (cm ²)	47.29	50.88	53.00	57.75
Back fat thickness (inch)	0.10	0.21	0.21	0.15
Fore quarter (%)				
Chuck	23.06	23.10	23.61	22.57
Rib	6.81	6.88	6.88	6.67
Plate	7.83	7.88	8.07	8.03
Brisket	6.35	6.31	6.22	6.43
Fore shank	7.35	7.41	7.18	7.83
Hind quarter (%)				
Round	23.25 ^a	21.92 ^b	22.56 ^a	22.79 ^a
Short loin	7.37	7.22	6.88	6.84
Sirloin	6.44	6.22	6.67	6.37
Flank	4.35	4.49	4.83	4.48
Kidney fat	4.01 ^b	5.81 ^d	3.85 ^c	4.71 ^{de}

Values in the same row with different superscripts are different at $P < 0.05$ (a,b) and $P < 0.01$ (d,e).

สรุปผลการทดลอง

กากไลซีนเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตไลซีน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้โดยใช้เป็นแหล่งของไนโตรเจนร่วมกับมึนสำปะหลังในระดับโปรตีน 9.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีส่วนประกอบของโภชนาใกล้เคียงกับวัสดุหลักอาหารอื่น เช่น ข้าวโพด ทำให้สามารถใช้ทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นสำหรับโคขุนได้สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างในด้านอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากแต่อย่างใด แต่สามารถลดต้นทุนในการผลิตในส่วนของคุณค่าอาหารได้ เนื่องจากมึนสำปะหลังมีราคาค่าต่ำกว่าข้าวโพด.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน และบริษัทอายโนโมโตะ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้จนเสร็จสิ้นลงด้วยดี.

เอกสารอ้างอิง

- กองเกษตรเคมี (2534). รายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 236 น.
- คันธพนิต, ชัยณรงค์. (2529). วิทยาศาสตร์เลี้ยงสัตว์. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ. 276 น.
- เวียรคิลปี, เทอคซีย์. (2530). ปริมาณและอัตราการย่อยได้ของแป้งข้าวโพดในวัวนมที่เลี้ยงด้วยเมล็ดข้าวโพดในส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหารของวัวนม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 3(1): 1-18.
- เวียรคิลปี, เทอคซีย์. (2535). แป้งในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วารสารอาหารสัตว์ 9(32): 77-93. -
- เวียรคิลปี, เทอคซีย์ และ มหาวิจิตร, วิเชียร. (2535). การเพิ่มโปรตีนของมึนสำปะหลังโดยใช้กากจากผงรูดเพื่อใช้เป็นอาหารโค. วารสารเกษตร. 8(2): 160-176.
- รุจนะไกรกานต์, ด็กธนา และรัตนานันท์, นิธิยา. (2535). หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี-การอาหาร. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 270 น.
- สถาปนศิริ, เกียรติศักดิ์, เวียรคิลปี, เทอคซีย์ และ วิชรพุก, ชานวีย์. (2533). การย่อยได้ของแป้งจากมึนสำปะหลังเส้นข้าวเปลือกเจ้าปกติ และปลายข้าวเจ้าในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารของวัวนม. วารสารเกษตร 6(4): 265-280.
- Ajinomoto Co. (Thailand). (1991). Analytical Report. Bangkok, Thailand. 1 p.
- AOAC. (1980). Official Method of Analysis. 13 ed., Association of official agricultural chemists, Washington, D.C. 1018 p.
- Helmer, L.G. and Bartley, E.E.. (1971). Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. J. Dairy Sci. 54: 25.
- Papasolomontos, S.A. and Wilkinson, J.I.D. (1976). Aspects of digestion of heat processed cereals by ruminants. In: Optimising the Utilization of Cereal Energy by Cattle and Pigs, US. Feed Grain Council, London p. 36-60.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1981). Principles and Procedures of Statistics : a Biometrical Approach. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company, Singapore. 633 p.
- Van Soest, D.J. (1982). Nutritional Ecology of the Ruminant. O+B Books, Inc. Oregon. 373 p.

การย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการติดตั้งท้องในโคนม

สัมพันธ์ สิงหจันทร์ ¹ , จุรีรัตน์ เอี่ยมวิทยาการ ¹ และ กัลยา มิตรไพบูลย์ ¹

FROZEN EMBRYO TRANSFERRING AND PREGNANCY RATE IN DAIRY CATTLE

Samphan Singhajan ¹ , Jureerat Uamvithayakarn ¹ and
Kalaya Mitphibhoon ¹

ABSTRACTS : The report on the pregnancy rate of frozen-thawed bovine embryos in 94 heads of recipient was 52.1%. There was a higher survival rate of cryopreserved embryos in a group of heifer compared to cows (72.9 VS 38.6). The success rate of transferring embryos in Morula stage was higher than Blastocyst and Expanded Blastocyst respectively (64.7, 50.0 and 31.2).

บทคัดย่อ : จากการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการติดตั้งท้องในโคนม จำนวน 94 ตัว พบว่ามีอัตราการติดตั้งท้องทั้งหมด 52.1% โดยมีอัตราการติดตั้งท้องในกลุ่มตัวรับซึ่งเป็นโคสาวพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนสูงกว่ากลุ่มโครับซึ่งเป็นแม่โคพันธุ์ผสม (72.9 VS 38.6) และพบว่าตัวอ่อนระยะ Morula มีอัตราการติดตั้งท้องดีกว่าระยะ Blastocyst และ Expanded Blastocyst (64.7, 50.0 และ 31.2) ตามลำดับ.

¹ ศูนย์ผสมเทียมปทุมธานี, ตำบลบางกระดี่, อำเภอเมือง, จังหวัดปทุมธานี 12000.

¹ Patumthani Artificial Insemination Research Center, Bang-ga-dee, Muang District, Pratumtani 12000, Thailand.

คำนำ

ความก้าวหน้าทางวิชาการใหม่ ๆ สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ หรือเพิ่มผลผลิตสัตว์ให้สูงขึ้นได้ เช่น การผสมเทียม ทำให้สามารถใช้พ่อพันธุ์ที่ขยายพันธุ์ได้มากกว่าการผสมตามธรรมชาติ สำหรับแม่พันธุ์ที่คิณั้น วิธีการที่จะช่วยทำให้แม่พันธุ์สามารถขยายพันธุ์ได้มากขึ้นกว่าปกติวิธีหนึ่งก็คือ การย้ายฝากตัวอ่อน โดยอาศัยหลักการง่าย ๆ คือ ทำให้แม่พันธุ์มีการตกไข่ครั้งละหลาย ๆ ฟองแล้วผสมด้วยน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่ดี ล้างเก็บตัวอ่อนแล้วนำไปถ่ายฝากให้กับสัตว์เพศเมียที่พันธุ์ไม่ดี หรืออาจจะทำการเก็บเป็นตัวอ่อนแช่เย็นจัด แล้วจึงนำไปใช้ถ่ายฝากในโอกาสต่อไป วิธีการดังกล่าวจะทำให้โคลูกที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีครั้งละหลายตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโค กระบือ ซึ่งปกติให้ลูกเพียงปีละตัวสามารถให้ลูกได้หลายตัวในหนึ่งปี ถึงแม้จะใช้หลักการที่ไม่สลับซับซ้อน แต่ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่รัดกุมจึงประสบผลสำเร็จ.

เทคโนโลยีของการย้ายฝากตัวอ่อนหรือการถ่ายฝากตัวอ่อน มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาปศุสัตว์สามารถลดระยะเวลาของการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์สัตว์ได้ อย่างไรก็ตามยังมิได้มีการพัฒนาอย่างจริงจังในประเทศไทย ถึงแม้จะได้มีการศึกษาขั้นตอนของการย้ายฝากตัวอ่อนไปบ้างแล้ว.

การที่รัฐบาลอนุญาตให้มีการสั่งซื้อนมผงจากต่างประเทศเข้ามาในขณะนี้ เป็นผลสะท้อนมาจากการที่มีจำนวนน้ำนมที่ผลิตขึ้นในประเทศยังไม่พอกับความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้มิใช่สาเหตุหนึ่งมาจากขีดความสามารถของโคพันธุ์พื้นเมืองของประเทศซึ่งให้ผลผลิตต่ำ.

ในแผนพัฒนาการปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมของกรมปศุสัตว์ เพื่อที่จะเพิ่มคุณภาพของโคนมในการผลิตน้ำนมได้สูง จึงได้นำพ่อโคพันธุ์ยุโรป อเมริกา Bos Taurus ซึ่งให้ผลผลิตน้ำนมสูงมาผสมกับแม่โคพื้นเมือง Bos Indicus ซึ่งทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี ทำให้โคลูกมีความต้านทานต่ออากาศร้อนและโรคต่าง ๆ ได้ดีกว่าโคพันธุ์ยุโรป อเมริกา และให้ผลผลิตสูงกว่าโคพื้นเมือง ในการนี้ได้มีการผลิตโคลูกผสมพันธุ์ต่างประเทศ 75 % เพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์ขึ้นก่อน ทำการเลี้ยงจนครบอายุที่สามารถจะใช้ทำการเก็บน้ำเชื้อพ่อพันธุ์เพื่อผสมพันธุ์ได้.

อย่างไรก็ดี จำนวนพ่อโคลูกผสมเหล่านี้ที่ให้น้ำเชื้อคุณภาพดีมีเพียง 30 % ของโคลูกผสมทั้งหมด ซึ่งนับว่าน้อยมาก และจากสถิติการผสมเทียมของประเทศในหลายปีที่ผ่านมา (กองผสมเทียม กรมปศุสัตว์) ก็นับว่ามีอัตราที่เหลือน้อยต้องทำการผสมหลายครั้ง เป็นผลให้มีการผลิตลูกโคนมขึ้นทดแทนฝูงน้อย เกิดการขาดแคลนแม่โคและเกี่ยวโยงไปถึงการผลิตนมโคน้อย ไม่พอกับความต้องการของประเทศ.

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและแผนพัฒนาการปศุสัตว์ของรัฐบาล อุตสาหกรรมโคนม ตลอดจนอุตสาหกรรมนมของประเทศ คณะผู้ทำการวิจัยจึงมีความเห็นว่า ควรที่จะพัฒนาเทคโนโลยีของการย้ายฝากตัวอ่อนและนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ในประเทศไทย เพื่อเร่งอัตราการเพิ่มปริมาณของโคนมและน้ำนมในประเทศ รวมทั้งขจัดปัญหา ของการผสมไม่ติดหรือผสมติดยาก อันเป็นการลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคนมที่มี ปัญหาเหล่านี้ เป็นการประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และต้นทุนการผลิตให้สามารถขยายแข่งกับ ตลาดต่างประเทศได้ จึงได้ทำการศึกษาเทคนิคและวิธีการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดให้มากขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการผลิตสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคนม เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นในอนาคต.

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสัตว์ทดลอง : ตัวอ่อนแช่เย็นจัดจากแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์เฟรเชียน จำนวน 94 ตัว ; โคตัวรับ รวมทั้งหมด จำนวน 176 ตัว

แบ่งเป็น : โคสาวพันธุ์โฮลสไตน์เฟรเชียน จำนวน 63 ตัว, แม่โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์เฟรเชียน จำนวน 113 ตัว

เรือนทดลอง : โรงเรือนตัวรับ มีลักษณะโปร่ง หลังคากระเบื้องพื้นซีเมนต์ มีบริเวณรอบ เติ้นได้รอบโรงเรือน ด้านหน้ามีรางอาหารตามแนวบริเวณคอกและรางน้ำซึ่งปิดเปิดน้ำโดยอัตโนมัติ

อาหารสัตว์ : อาหารหยาบ ใช้หญ้าสด, หญ้าหมักหรือฟาง, ต้นข้าวโพดหมัก ขึ้นอยู่กับ ฤดูกาล อาหาร ข้นใช้อาหารที่มีโปรตีนประมาณ 15-18 %

ฮอร์โมนที่ใช้ในการเหนี่ยวนำและควบคุมการเป็นสัด คือ : PGF₂ (Lutalyse, Upjohn)

อุปกรณ์ในการตรวจหาและประเมินคุณภาพตัวอ่อน : กล้องสเตอริโอโคป, Planstic petti dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม., กระดิกน้ำร้อน, เทอร์โมมิเตอร์, กระดิกน้ำเย็น, กรรไกรตัดหลอด, หลอดดูด ตัวอ่อน ใช้หลอดพลาสติกที่เก็บน้ำเชื้อผสมเทียมแบบแช่แข็ง (Straw) ขนาด 0.25 ลบ.ซม. ต่อเข้ากับเข็ม เบอร์ 16 ปลายัดคัตและกระบอกฉีดยาทูเบอร์คูลิน ขนาด 1 ลบ.ซม., ปากคืบ, ผ้าเช็ดมือและกระดาษทิชชู

น้ำยาที่ใช้ขณะประเมินคุณภาพและเก็บตัวอ่อนก่อนถ่ายฝากคือ : (1) 1.5 M Glycerol (2) Culture medium หรือ Holding medium (3) 1.0 M Sucrose

อุปกรณ์ในการย้ายฝากตัวอ่อน : Cassou Al gun, Sterile plastic sheath, หลอด พลาสติก ขนาด 0.25 ลบ.ซม., ยาชา (Xylocaine hydrochloride 2%), ยามาเชื้อ (Dettol), กระบอกฉีดยาขนาด 10 มล., เข็มเบอร์ # 18 ขนาดยาว 1 1/2 นิ้ว, Plastic rod (ใช้หุ้มพลาสติก ซิท), ถุงมือพลาสติก, รองเท้าบูทยางยาว

วิธีการ : ก่อนเริ่มการทดลอง โคตัวรับฝากจะได้รับการถ่ายพยาธิภายใน จีควักซินป้องกันโรคปากเท้าเปื่อย, โรคเฮโมเรจิกเซพติกซีเมีย ตรวจโรคแท้งติดต่อ

ขั้นตอนเตรียมตัวรับฝาก :

ที่จังหวัดเชียงใหม่ : เตรียมโคสาวพันธุ์แท้ อายุ 1 ปี 4 เดือน (ประมาณ) จำนวน 63 ตัว เหนียวน้ำให้เป็นสัดด้วยการฉีด PGF₂ ขนาด 25 มก. ต่อตัว จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 10 วัน

ที่จังหวัดสระบุรี : เตรียมแม่โคพันธุ์ต่าง ๆ ที่เป็นลูกผสม จำนวน 113 ตัว เหนียวน้ำให้เป็นสัดด้วยการฉีด PGF₂ จำนวน 2 ครั้งเช่นกัน สังเกตการเป็นสัดหลังฉีด PGF₂ ทุกวัน วันละ 4 ครั้ง ทุก 6 ชั่วโมง และเฝ้าดูอาการสัด

ตัวอ่อนที่ใช้ : เป็นตัวอ่อนจากโคนมพันธุ์แท้จากต่างประเทศ (โฮลสไตน์ฟริเซียน) ซึ่งทำเป็นตัวอ่อนแช่แข็งโดย 1-Step Glycerol ใช้ Glycerol เป็นสารป้องกันการแข็งตัว โดยใส่ให้กับตัวอ่อนครั้งเดียว โดยวิธีการดัดแปลงจาก Niemann (1985) โดย Freezing solution เป็น 1.5 M Glycerol ประกอบด้วย 10 มล. Glycerol, 79 มล. Culture media, 10 มล. FCS, 1 มล. Antibiotic เช่น DHS. ตัวอ่อนทั้งหมดมีอยู่ 94 ตัวอ่อน

การละลายตัวอ่อน (Thawing) : หลังจากเก็บตัวอ่อนไว้ในถังที่บรรจุไนโตรเจนเหลว นำตัวอ่อนมาละลายเกิดคาน้ำแข็ง โดยนำหลอดพลาสติกที่บรรจุตัวอ่อนมาแช่ในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 35° ซ. เป็นเวลานานประมาณ 30 วินาที

การดองสารป้องกันการแข็งตัวออกจากเซลล์ : ก่อนที่จะนำตัวอ่อนไปใช้ต้องทำการดองสารป้องกันการแข็งตัวออกจากเซลล์ ทั้งนี้เนื่องจากสารมีความเป็นพิษต่อเซลล์เมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน การดองสารป้องกันการแข็งตัวนี้แบ่งได้เป็นขั้น โดยมีการเตรียมสารละลายใช้ 3 Steps-1,2 และ 3 ที่ตัวอ่อนในแต่ละ step นานเป็นเวลา 5 นาที : Step 1 : 2.0 มล. 1.5 M Glycerol, 0.1 มล. PBS + Serum, 0.9 มล. 1.0 M Sucrose ; Step 2 : 1.0 มล. 1.5 M Glycerol, 1.1 มล. PBS + Serum, 0.9 มล. 1.0 M Sucrose ; Step 3 : 6.0 มล. 1.5 M Glycerol, 2.1 มล. PBS+Serum, 0.9 มล. 1.0 M Sucrose แล้วล้างตัวอ่อนโดย Culture Media หรือ Holding Media 5-6 ครั้ง.

การประเมินคุณภาพตัวอ่อน : เมื่อละลายตัวอ่อนแล้วต้องประเมินคุณภาพโดยมองผ่านกล้องสเตอริโอไมโครสโคปตามวิธีการของ Lindner และ Wright (1983) ซึ่งแบ่งคุณภาพของตัวอ่อนออกเป็น 4 ระดับ : 1. Excellent หรือ Good ได้แก่ ตัวอ่อนที่มีลักษณะกลม Blastomere มีลักษณะที่สีสม่ำเสมอ, 2. Fair ได้แก่ ตัวอ่อนที่มี Blastomere ยื่นออกมาเป็นถุง มีบางเซลล์ผิออกไป, 3. Poor ได้แก่ ตัวอ่อนที่มี Blastomere ยื่นออกมาเป็นจำนวนมาก บางเซลล์ผิออกไป ขนาดของเซลล์เปลี่ยนไปมาก มีถุงน้ำ (Vesicle) จำนวนมาก แต่ยังมีลักษณะ Viable appearing embryo mass อยู่, 4. Dead หรือ Degenerating ได้แก่ ตัวอ่อนที่มีสีค่อนข้างดำหรืออาจมีเซลล์เยียวผิออกไปหมด และตัวอ่อนเหล่านี้จัดแบ่งเป็นกลุ่มตามระยะการ

เจริญเติบโตของตัวอ่อน ตามวิธีการคือ : Unfertilized, 2- to 12 cell, Early Morula, Morula, Early Blastocyst, Blastocyst, Expanded Blastocyst, Hatched Blastocyst, Expanding Hatched Blastocyst, ตัวอ่อนทั้ง 94 ตัวอ่อนนี้เมื่อประเมินคุณภาพตัวอ่อนแล้ว เก็บไว้ในน้ำยา Culture media (PBS + 20 % FCS) จนกว่าจะถ่ายฝากให้กับโคตัวรับต่อไป.

การถ่ายฝากตัวอ่อน : นำตัวอ่อนไปถ่ายฝากให้กับโคตัวรับที่มีการเป็นสัดคล้องกับอายุของตัวอ่อน 6 และ 7 วัน โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Jillella (1982) ดังนี้ : คุกตัวอ่อนที่จะถ่ายฝากเข้าหลอดพลาสติก ขนาด 0.25 ลบ.ซม. โดยให้ตัวอ่อนอยู่ระหว่างฟองอากาศทั้งสองข้าง, บรรจุหลอดพลาสติกที่มีตัวอ่อนอยู่เข้ากับ ET Gun และหุ้มด้วย Plastic sheath, ล้างมูดยอกจากช่องทวารหนักโคตัวรับให้หมด ตรวจดูคอร์ปัสลูเทียมว่าอยู่ที่รังไข่ด้านใด, ใช้กระดากชำระบริเวณปากช่องคลอดให้สะอาด ให้ผู้ช่วยใช้มือเปิดปากช่องคลอด สอด AI Gun เข้าไปยังปีกมดลูกข้างที่มีคอร์ปัสลูเทียมอยู่ พยายามสอดให้เข้าลึกที่สุด โดยใช้มือที่ล้างอยู่ในช่องทวารหนัก วางตัวลูกอ่อนในพื้นที่เหมาะสมแล้วดึงออก.

ตรวจการตั้งครรภ์ในโคตัวรับ : ทำการตรวจท้องให้แก่โคตัวรับฝากทั้งหมดหลังจากครบ 2 เดือน ล้างตรวจทางทวารหนัก บันทึกการติดตั้งท้อง เปรียบเทียบอัตราการติดตั้งท้องในโคสาวและแม่โค.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการติดตั้งท้องในโคนม จากตัวอ่อนแช่แข็งทั้งหมด 94 ตัว แบ่งเป็นระยะ Morula จำนวน 34 ตัวอ่อน Blastocyst จำนวน 44 ตัวอ่อน และ Expanded Blastocyst จำนวน 16 ตัวอ่อน ตามตารางที่ 1.

พบว่ามียัตราการติดตั้งท้องในตัวรับที่เป็นโคสาวพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนสูงกว่าตัวรับแม่โคลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (72.9 vs 38.6) และเปอร์เซ็นต์การติดตั้งท้องจากตัวอ่อนระยะ Morula สูงสุดเมื่อเทียบกับระยะ Blastocyst และ Expanded Blastocyst โดยมีอัตราการติดตั้งท้อง 64.7, 50.0 และ 31.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 2).

สรุปผลจากการทำการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดในโคสาวและแม่โคทั้งหมด 94 ตัว มียัตราการติดตั้งท้องทั้งหมด 52.1 % นับว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับ Renard *et al.* (1983) ได้รายงานผลการติดตั้งท้องจากการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็ง 46.8 เปอร์เซ็นต์.

Table 1. Number and quality of embryos.

	Quality	Number
Morula	1	31
	2	2
	3	1
Total		34
Blastocyst	1	41
	2	3
Total		44
Expanded Blastocyst	1	7
	2	9
Total		16

รวมตัวอ่อนทั้งหมด 94 ตัวอ่อน

การเก็บตัวอ่อนในลักษณะแช่แข็ง มีเป้าหมายสำคัญคือ เพื่อเก็บรักษาพันธุ์สัตว์ที่มีคุณค่าทางพันธุกรรมสูงไว้ใช้ได้เป็นเวลานาน ๆ นอกจากนี้ยังประหยัดในการขนย้าย และสะดวกต่อการควบคุมโรคระบาดสัตว์ เทคนิคนี้ได้เริ่มพัฒนาขึ้นมาเป็นเวลานาน Whittingham *et al.* (1972) รายงานความสำเร็จในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งในหนูขาวเป็นรายแรกในโลก Wilmut and Rowson (1973) ได้รายงานความสำเร็จในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งในโค ได้มีการพัฒนาเทคนิคในการแช่แข็งตัวอ่อนขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงทุกวันนี้ การรอดชีวิตของตัวอ่อนที่ผ่านขั้นตอนการแช่เย็นจัดมีอัตราสูงขึ้นกว่าที่ผ่าน ๆ มา มาก (Mapletoft, 1987) พบว่า อัตราการติดตั้งท้องในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งมีประมาณ 50 % ของอัตราการติดตั้งท้องจากการย้ายฝากตัวอ่อนสด โดยคิดเป็นอัตราการติดตั้งท้องประมาณ 40-50 % อย่างไรก็ตามตัวเลขนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนบ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการในการทำการย้ายฝากแต่ละครั้ง.

Table 2. Pregnancy diagnosis of the dairy cows.

	Transferred			Pregnant	Non pregnant	Transferred			Pregnant	Non pregnant
Morula	1	19	16	3		12	5	7		
	2	-	-	-		2	0	2		
	3	-	1	0		-	-	-		
Blastocyst	1	12	8	4		29	11	18		
	2	-	-	-		3	3	0		
Expanded Blastocyst	1	1	0	1		6	2	4		
	2	4	2	2		5	1	4		
Total		36	27	10		57	22	35		

% Pregnancy rate of heifers 72.9%

% Pregnancy rate of cows 38.6%

% Pregnancy rate of morula 64.7%

% Pregnancy rate of blastocyst 50.0%

% Pregnancy rate of expanded blastocyst 31.2%

เอกสารอ้างอิง

- Jilliella, D. (1982). A monograph in embryo transfer technology and its application in developing countries. America's Development Foundation, Washington, D.C. Alexandria, V.A.
- Lindner, G.N. and Wright, R.W.Jr. (1983). Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology* 20 : 407-416.
- Mapletoft, R.J. (1987). The technology of embryo transfer. In : *International Embryo Movement Proceeding of a Symposium Montreal*, p. 2-39.
- Niemann, H. (1985). Sensitivity of pig morulae to DMSO/PVP or glycerol treatment and cooling to 10° c. *Theriogenology* 23 : 213.
- Renard, J.P., Y., Leymarie, P. and Plat, J.C. (1983). Sucrose dilution : A technique for field transfer of bovine embryo frozen in the straw. *Theriogenology* 19 : 145.
- Whittingham, D.G., Leibo, S.P. and Mazur, P. (1972). Survival of mouse embryos to -196 and -269° C. *Science* 178 : 411 - 414.
- Wilmut, I. and Rowson, L.E.A. (1973). Experiments on the low-temperature preservation of cow embryos. *Vet. Rec.* 92 : 686.

วารสารเกษตร 9(2) : 184 - 195 (2536)

Journal of Agriculture 9(2) : 184 - 195 (1993)

การยกระดับเลือดโคพันธุ์บราห์มันในโคพื้นเมืองของเกษตรกร รายย่อยบนที่สูงโดยใช้ฮอร์โมนคุมสัดและเทคนิคผสมเทียม

เพทาบ พงษ์เพียจันทร์ ¹ , พีระ อรรถพินิต ² และ อุดม ช่างสุพรรณ ²

UPGRADE BRAHMAN CATTLE BREED IN NATIVE COWS OF HIGHLAND SMALL FARMS THROUGH HORMONAL OESTRUS SYNCHRONIZATION AND ARTIFICIAL INSEMINATION TECHNIQUES

Petai Pongpiachan ¹ , Peera Atthapinit ² and Udom Changsuphan ²

ABSTRACT : This study aimed at upgrading native cattle, belonged to small farm holders in highland agricultural area, northern Thailand. Two methods of oestrus synchronization were used : (1) SMB consisting of a polymer filled with 3 mg progestogen, SC21009, for implantation under the skin at one ear and intramuscular (im) injection of 3 mg SC21009 plus 5 mg beta-estradiol 17-valerate (2) SMP is a combination of a silicone rubber tube filled with 18 mg progesterone (P4) for insertion subcutaneously at one ear and im injection of 3 mg P4 plus 5 mg beta-estradiol 17-valerate. Both groups were received 400 i.u. PMSG/cow. The results indicate that : (1) Oestrus has been successfully synchronized in cattle from village farms (2) Pregnancy rate of SMB and SMP groups were 6.7 and 13.3 % respectively (3) In SMP group, 33 % were diagnosed as suspected pregnancy which need confirmation later.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.

² ศูนย์วิจัยการผสมเทียม, ตำบลช้างเผือก, ถนนห้วยแก้ว, อำเภอเมือง, เชียงใหม่ 50200.

² Insemination Research Center, Department of Livestock Development, Huay-Kaew Road, Muang District, Chiang Mai, 50200.

บทคัดย่อ : การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มพันธุ์กรรมของโคพันธุ์บราห์มัน ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเข้าไปในฝูงโคพื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยบนที่สูง โดยใช้ฮอร์โมนคุมสัด (Oestrus synchronization) และเทคนิคการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อโคพันธุ์บราห์มัน โดยใช้ฮอร์โมนคุมสัด 2 วิธีคือ : (1) SMB คือ ซินโคร-เมท บี (SYNCRO-MATE B) ในรูปแท่งโพลีเมอร์ (Polymer) ที่มีฮอร์โมนโปรเจสเตอเจน (Progestogen) ชื่อ SC21009 3 มก. ผีงเข้าใต้ผิวหนัง ควบกับการฉีด 3 มก. SC21009 และ 5 มก. beta-estradiol 17-valerate คอตัวโดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อ (2) SMP ฮอร์โมนโปรเจสเตอเจนที่ใช้คือ โปรเจสเตอโรน (Progesterone, P4) ปริมาณ 18 มก. ฝังในหลอดยางซิลิโคน (Silicone rubber) ควบกับการฉีด 3 มก. โปรเจสเตอโรน และ 5 มก. beta-estradiol 17-valerate คอตัว โคทั้งสองกลุ่มได้รับการฉีด Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) เข้ากล้ามเนื้อ 400 i.u./ตัว ในวันถอนฮอร์โมนโปรเจสเตอเจนผลการทดลองพบว่า สามารถควบคุมการเป็นสัดของโคในหมู่บ้านของเกษตรกรรายย่อยบนที่สูงได้ดี ผลการผสมเทียมพบว่า กลุ่ม SMB และ SMP มีการผสมติดร้อยละ 6.7 และ 13.3 ตามลำดับ นอกจากนี้ในกลุ่ม SMP มีโค 33 เปอร์เซ็นต์ที่อาจจะตั้งท้อง.

คำนำ

ในปี 2534 ประเทศไทยมีโคประมาณ 6 ล้านตัว และจากการเฉลี่ยอัตราเพิ่มประชากรโค ระหว่างปี 2530-2534 มีอัตราเท่ากับ 2.6 เปอร์เซ็นต์ (Food and Agriculture Organization of the United Nation, FAO, 1992) และร้อยละ 90 ของประชากรโคอยู่ในมือของเกษตรกรรายย่อย (อัมมวงศ, 2534) มีการประมาณการว่า ความต้องการเนื้อโคสำหรับการบริโภคในประเทศระหว่างปี 2535-2539 เฉลี่ยประมาณ 8 แสนตัว/ปี โดยมีอัตราเพิ่มร้อยละ 2.03 (วารสารโคกระบือ, 2533) ทั้งนี้คำนวณจาก ปริมาณการบริโภคเนื้อของคนไทยประมาณ 3.8 กก./คน/ปี. โคพื้นเมืองไทย (*Bos indicus*) จัดเป็นโค ขนาดเล็กมีน้ำหนักตัวประมาณ 200-350 กก. (สิมารักษ์, ภัทรจินดา และ ยอดเศรษฐี, 2532) ในขณะที่แม่โคบราห์มันเมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 450 กก. (วารสารวัวควาย, 2534) ดังนั้น การผสมข้ามระหว่างโคพันธุ์บราห์มันกับโคพื้นเมืองจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพทางพันธุกรรมการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง.

บริเวณภาคเหนือตอนบนประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เป็นที่สูง ในปี 2533 ภาคเหนือตอนบนมีโคประมาณ 573,767 ตัว มีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 6 ปีประมาณ 223 กก. (Falvey, อ้างอิงโดย ชีวะอิสระกุล และชีวะอิสระกุล, 2534).

สภาพการเลี้ยงโคของเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่จะขาดแคลนพ่อโคพันธุ์ดี การใช้เทคนิคผสมเทียมจึงเป็นทางออกทางหนึ่ง และเพื่อความสะดวกแก่การทำงานของเจ้าหน้าที่ผสมเทียม จึงมีการใช้เทคนิคการคุมสัดด้วยฮอร์โมน (Oestrus synchronization) ควบไปด้วย เพื่อให้โคเป็นสัดพร้อมกันทีละหลาย ๆ ตัว ลดจำนวนครั้งในการเข้าหมู่บ้านของเจ้าหน้าที่ผสมเทียม การคุมสัดในโคพันธุ์แองกัส (Angus), เฮอร์ฟอร์ด (Hereford), และ ชอร์ทฮอร์น (Shorthorn) Wiltbank and Kasson (1968) ได้ใช้ฮอร์โมนโปรเจสโตเจน (Progestogen) ชนิด 16- α -17 dihydroxyprogesterone acetophenonide (DHPA) โดยให้ 2 วิธีคือ 400 มก.DHPA/ตัว/วัน ผสมในอาหาร หรือ 75 มก.DHPA/ตัว/วัน ละลายในน้ำมันงา (Sesame oil) ก่อนผสมในอาหารข้น (Concentrate) ทั้งสองวิธีให้โคกินติดต่อกัน 9 วัน และในวันที่ 2 ของการทดลอง ฉีด 5 มก. Estradiol valerate/ตัว ผลปรากฏว่าการให้ DHPA โดยวิธีผสมอาหารโดยตรง 95 เปอร์เซ็นต์ของโคทดลอง และเมื่อผสมเทียมหลังโคแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดได้ 12 ถึง 20 ชม. ผสมติดในครั้งแรก 52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ผสม DHPA ในน้ำมันงาก่อนผสมอาหาร โคแสดงพฤติกรรมการเป็นสัด 77 เปอร์เซ็นต์ และผสมติด 59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Wishart and Young (1974) ได้ใช้โปรเจสโตเจนชนิด 17- α -acetoxy-11- β -methyl-19-nor-preg-4-ene-20,dione (SC21009 หรือ Norgestomet, G.D. Searle & Co.) ทดลองกับโคพันธุ์ฟรีเซียน (Friesian) และฟรีเซียน x เฮอร์ฟอร์ด โดยการฉีด 0.2 มก. SC21009 ละลายในน้ำมันงา 2 มล. ที่มี Benzyl alcohol 10 เปอร์เซ็นต์ โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อทุกวัน นาน 21 วัน หรือฉีด 6.0 มก. SC21009 ที่จุในสารโพลีเมอร์ (Polymer) น้ำหนัก 0.125 กรัม ขนาด 3x18 มม. เข้าใต้ผิวหนังที่ใบหู ในกลุ่มที่ฉีดใต้ใบหูมีการฉีด 5.0 มก. Oestradiol valerate และ 3 มก. SC21009 ที่ละลายในน้ำมันงา มี Benzyl alcohol 10 เปอร์เซ็นต์ โดยฉีดในเวลาใกล้เคียงกับการฝังฮอร์โมนเข้าใต้ใบหู ในวันที่ 9 หลังถอนฮอร์โมนออกจากใบหู โคทั้งสองกลุ่มมีการตกไข่เหมือน ๆ กัน กลุ่มที่ฝังฮอร์โมนมีช่วงเวลาการเป็นสัด 17.8 ± 6.4 (SD) ชม. เปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงสุดเมื่อผสมเทียมหลังถอนฮอร์โมน 48 ชม. และผสมครั้งที่ 2 ในอีก 12 ชม. ต่อมา ผลปรากฏว่าผสมติด 65.2 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกัน Wiltbank and Gonzalez-Padilla (1975) ทำการคุมสัดด้วย SC21009 ตามวิธีข้างต้น โดยทำการทดสอบกับฟาร์มของเกษตรกร พบว่า 4 ใน 7 การทดลองมีอัตราการผสมติดไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม อีก 3 ใน 7 การทดลองมีอัตราการผสมติดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเพิ่มเติมจากการใช้ฮอร์โมนคุมสัด ได้มีการกระตุ้นการทำงานของรังไข่ (Ovaries) อีกทางหนึ่ง Chupin, Pelot and Thimonier (1975) ได้ให้ฮอร์โมน Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) 800 i.u./ตัว ด้วยวิธีฉีดเข้ากล้ามเนื้อในวันที่ถอนฮอร์โมนปรากฏว่าได้อัตราติดลูก (Calving rate) ร้อยละ 53 ในประเทศไทย วัฒนกุล (2534 ก.ข) ได้ใช้ฮอร์โมนซินโคร-เมทบี ในการคุมสัด และฉีด PMSG 500-600 i.u./ตัว โดยทดลองกับโคนมทางภาคอีสาน พบว่าคุมสัดได้ 95-100 เปอร์เซ็นต์.

วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้เพื่อเพิ่มเลือดโคพันธุ์บราห์มันในฝูงโคพื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยบนที่สูง โดยใช้เทคนิคคุมสัดด้วยฮอร์โมนโปรเจสโตเจนและการผสมเทียม.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง : เป็นโคพื้นเมือง และพื้นเมือง x บราห์มัน ในหมู่บ้านของเกษตรกรรายย่อย บนที่สูง บ้านโป่งจอก กิ่งอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ตัว เป็นโคที่อาศัยอาหารจากแปลงหญ้าธรรมชาติสภาพเกษตรที่สูง โดยค่อนโคเข้าป่าในตอนเช้า แล้วค่อนกลับในตอนเย็น โคทดลองประกอบด้วยโคพื้นเมืองทั่วไป 9 ตัว, ขาวลำพูน 9 ตัว และ พื้นเมือง x บราห์มัน 12 ตัว.

การจัดการ : ทำการตรวจท้องโคในหมู่บ้านทุกตัว โดยการคลำผ่านทวารหนัก (Rectum) โคที่ไม่ท้องทุกตัว จะถูกนำมาใช้เป็นสัตว์ทดลอง โดยไม่คำนึงว่าสภาพการทำงานของรังไข่จะเป็นอย่างไร ล้างมดลูกโคทุกตัวด้วยสารละลาย 3.33 กรัมเทอราไมซิน (Teramycin) ค่อน้ำ 1 ลิตรในอัตรา 30 มล./ตัว ฉีดไวตามินที่ประกอบด้วย เอ 50 000 i.u., ซี 10 000 i.u., บี 10 i.u., บี₁₂ 150 i.u., แคล 1.5 มก. และ ซี 25 มก./มล. ชื่อการค้าคือ Injectavit (VIRBAC) อัตราที่ใช้ 10 มล./ตัว ซึ่งนำหนักโคทุกตัวด้วยเครื่องไฟฟ้า (Ruddweigh KM-1 SYSTEM 1200, Ruddweigh Australia Pty. Ltd.).

การทดลอง : แบ่งโคทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 ตัว กลุ่มแรก คุมสัดด้วยการฝังฮอร์โมนซินโคร-เมท บี (ต่อไปนี้จะเรียกว่ากลุ่ม SMB) ประกอบด้วยแท่งโพสิเมอร์ที่มี SC21009 3 มก./แท่ง ฝังเข้าใต้ผิวหนังที่ใบหู พร้อมกันนั้นฉีดสารละลายที่มี SC21009 1.5 มก. และ beta-estradiol 17-valerate 2.5 มก./น้ำมัน 1 มล. 2 มล./ตัว โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อที่หัวไหล่ จากนั้น 9 วัน ถอนแท่งฮอร์โมนออก ทำการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อจากพ่อโคพันธุ์แท้อบราห์มันภายหลังการถอนฮอร์โมนไปแล้ว 48 และ 72 ชม. (รูปที่ 1). กลุ่มที่สอง (ต่อไปนี้จะเรียกว่ากลุ่ม SMP) เป็นการทำให้แท่งฮอร์โมนขึ้นมาใช้เองด้วยวัสดุยางซิลิโคน (Sili-cone rubber) (Dzuik and Cook, 1966) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก Dr. K. Taya, Laboratory of Veterinary Physiology, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183, Japan โปรเจสเตอโรนที่ใช้คือ โปรเจสเตอโรน (Progesterone, P4) บรรจุในหลอดยางซิลิโคนขนาดประมาณ 3 x 18 มม. ขนาดบรรจุ 18 มก./หลอด โดยฝังเข้าใต้ผิวหนังที่ใบหูเช่นเดียวกับกลุ่มแรก พร้อมกันนี้ฉีดสารละลายที่มี P4 1.5 มก. และ beta-estradiol 17-valerate 2.5 มก./น้ำมัน 1 มล. 2 มล./ตัว โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อที่หัวไหล่ จากนั้น 9 วัน ถอนแท่งฮอร์โมนออก ทำการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อจากพ่อโคพันธุ์แท้อบราห์มันภายหลังการถอนฮอร์โมนไปแล้ว 48 และ 72 ชม. เช่นเดียวกับกลุ่มแรก จะเขี่ยโคทุกตัว 10 มล./ตัว เมื่อ 48 ชม. และ 24 วัน หลังผสม โดยมี Ethyl-enediamine-tetra-acetic acid (EDTA) 2 มก./เลือด 1 มล.

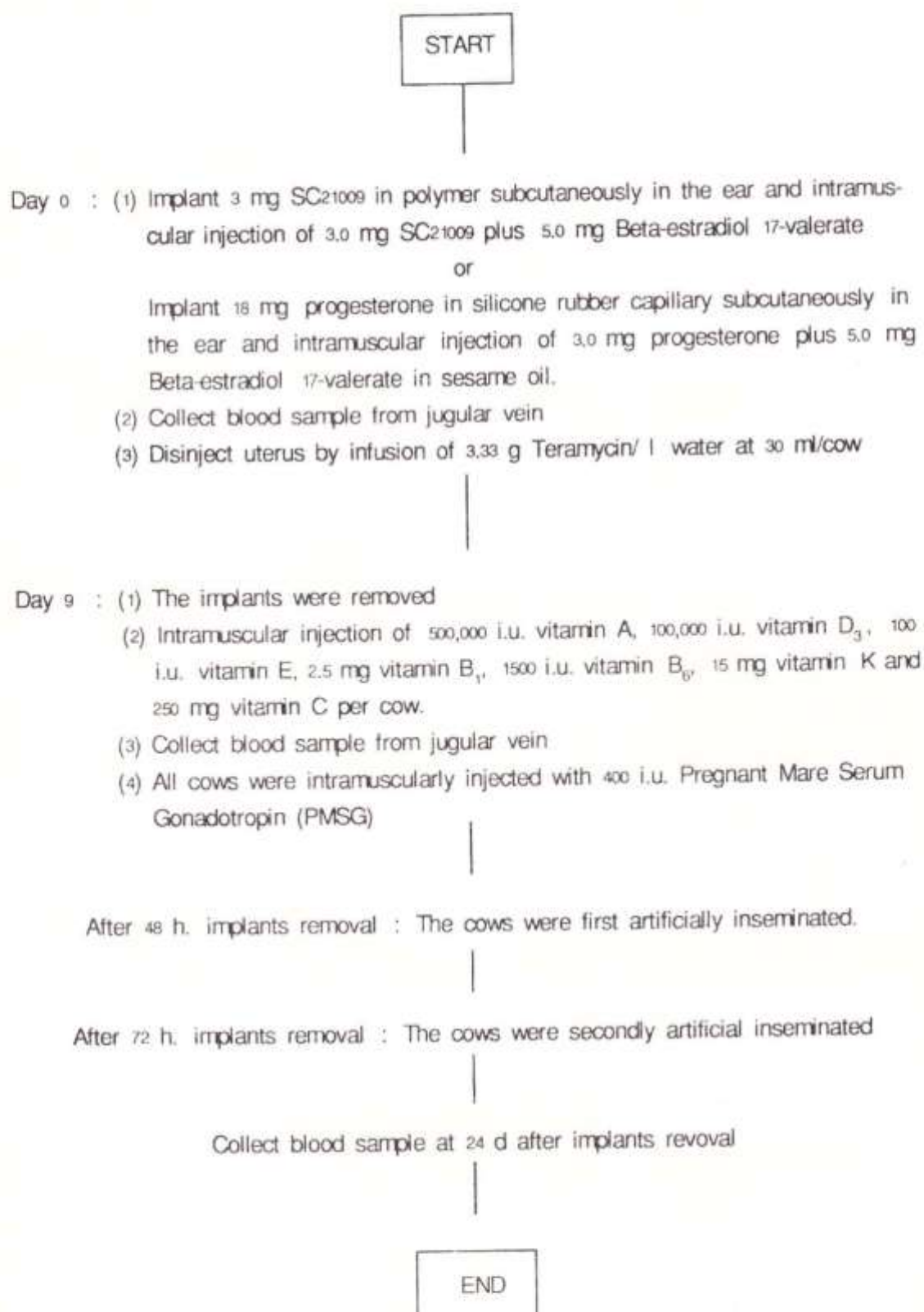


Figure 1. Depicted the protocol of oestrous synchronization and artificial insemination of cattle in village farms.

คะแนนการเป็นสัด : วัดจากคะแนนการตอบสนองของปีกมดลูก (Uterine horn condition score, UHCS) โดยการคลำผ่านทวาร การแข็งตัวของปีกมดลูก พร้อมกันนี้มีการคลำวัดขนาด, ความนิ่ม, และการแกว่งตัวของของเหลวในฟอลลิเคิล (Follicle) เป็นส่วนประกอบ ถ้าตอบสนองดีให้คะแนน แกมมา (Gamma) พอใช้ให้ เบตา (Beta).

คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (Body condition score, BCS) : ข้อมูลที่ใช้ประกอบการให้คะแนนประกอบด้วย : เปรียบเทียบขนาดตัวกับอายุ, เปรียบเทียบขนาดตัวเมื่อถึงวัยเป็นสาว (Puberty), สภาพอ้วนผอม, สภาพขนว่าฟูหรือไม่ถ้าฟูจะให้คะแนนค่า, และความมันของผิวหนัง โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 4.

การตรวจการตั้งท้อง : ใช้การวัดระดับของ P4 ในพลาสมาโดยวิธีเรดิโออิมมูโนโนแอสเซ (Radioimmunoassay, RIA) (พงษ์เพียรจันทร์ และอภิชาติสร่างกูร, 2533) ค่าที่ใช้ในการทำนายการตั้งท้องคือ 0.0-0.1 นาโนกรัม/มล. ถือว่าไม่ตั้งท้อง, 0.2-0.9 นาโนกรัม/มล. ถือว่าสงสัยว่าจะตั้งท้อง และ 1.0 นาโนกรัม/มล. ขึ้นไปถือว่าตั้งท้อง.

ผลการทดลองและวิจารณ์

น้ำหนักตัว : โคพันธุ์พื้นเมืองทั่วไป, ชาวดำพูน และพื้นเมือง x บราห์มัน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 206.2 ± 12.6 , 209.8 ± 13.7 และ 209.3 ± 9.6 กก. ($\pm$ SE) ตามลำดับ ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > .05$) ค่าที่ได้เป็นน้ำหนักตัวก่อนผสม เปรียบเทียบใกล้เคียงกับน้ำหนักเฉลี่ยโคพื้นเมืองทั่วไป (226 กก.) (Charan, 1984; อ้างอิงโดย รัตนธนาธิ, 2533).

คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (Body condition score, BCS) : ค่า BCS ของโคพื้นเมืองทั่วไป, ชาวดำพูน, และพื้นเมือง x บราห์มัน มีค่า 2.8 ± 0.4 , 2.8 ± 0.3 , และ 2.7 ± 0.2 คะแนน ($\pm$ SE) ตามลำดับ ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > .05$) ถือว่าความสมบูรณ์ของโคอยู่ในระดับค่อนข้างดี.

ผลต่อการคุมสัด : ค่า UHCS ของโคกลุ่ม SMB และ SMP เท่ากัน คือ 48 ซม. หลังการถอนฮอร์โมนให้ค่าคะแนนเป็นแกมมา 60 เปอร์เซ็นต์ และเบตา 40 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นคะแนนจะลดลงเท่ากันในชั่วโมงที่ 72 แกมมา และเบตาร้อยละ 13.3 และ 86.7 ตามลำดับ การไหลของเมือก (Mucus) ออกจาก Vulva ซึ่งเป็นอาการเป็นสัดอย่างหนึ่งของโคกลุ่ม SMB มีจำนวนโคที่มีเมือกไหลมากกว่ากลุ่ม SMP (53.3 vs 20.0 %) (รูปที่ 3.) แต่จำนวนโคที่รับเมือกในชั่วโมงที่ 78 ไม่แตกต่างกัน สีของ Vulva จากการจับกลุ่มสีเป็นซีด (Pale), ชมพู (Pink),

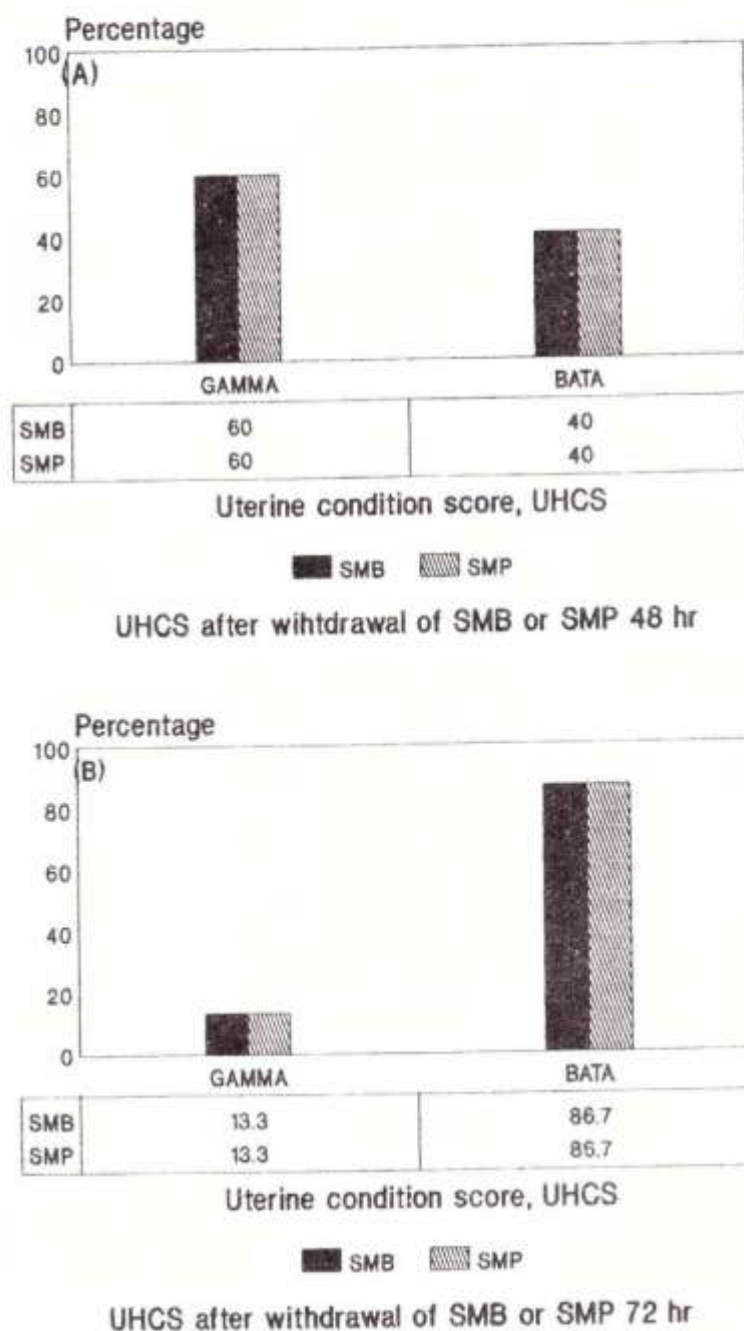
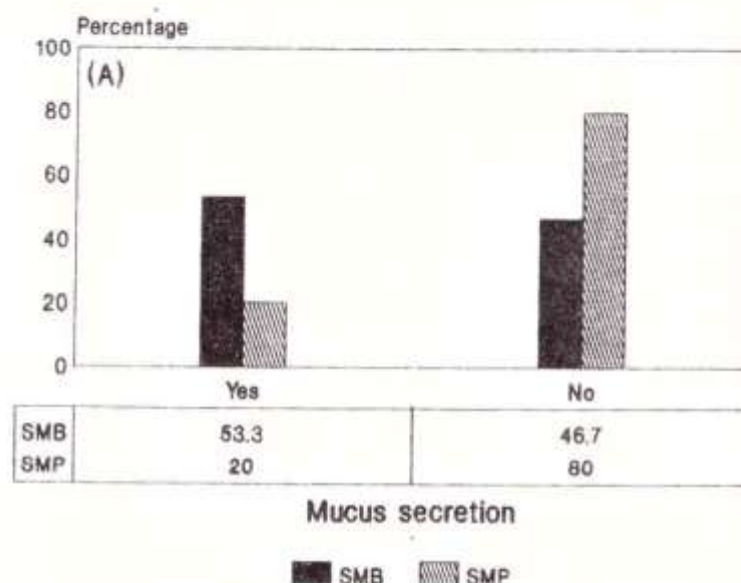
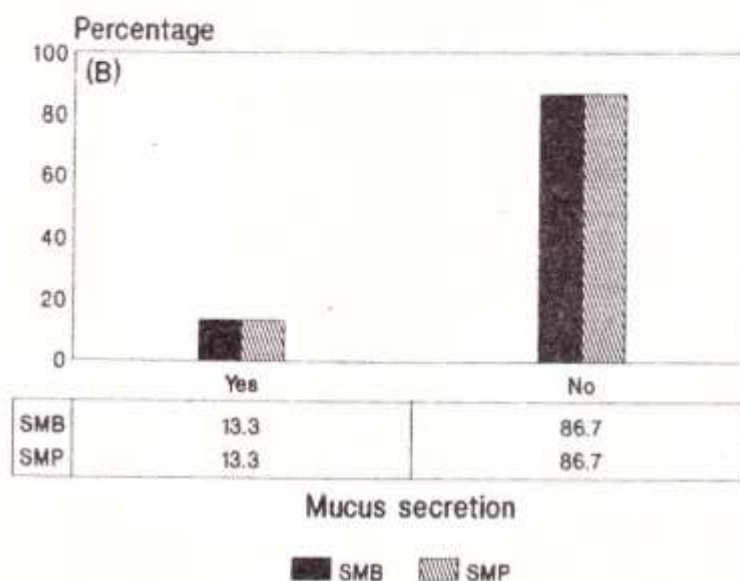


Figure 2. Depicted responses of uterine horn of cows after 48 (A) and 72 (B) h of implants removal.
(UHCS = Uterine horn condition score ; SMB = Syncro-Mate B ; SMP = Syncro-Mate P ; Gamma = good ; Beta = fair).



Mucus secretion after withdrawal of SMB or SMP 48 hr



Mucus secretion after withdrawal of SMB or SMP 72 hr

Figure 3. Percentage of cows exhibited mucus secretion 48 (A) and 72 (B) h after implants withdrawal (SMB = Syncro-Mate B ; SMP = Syncro-Mate P).

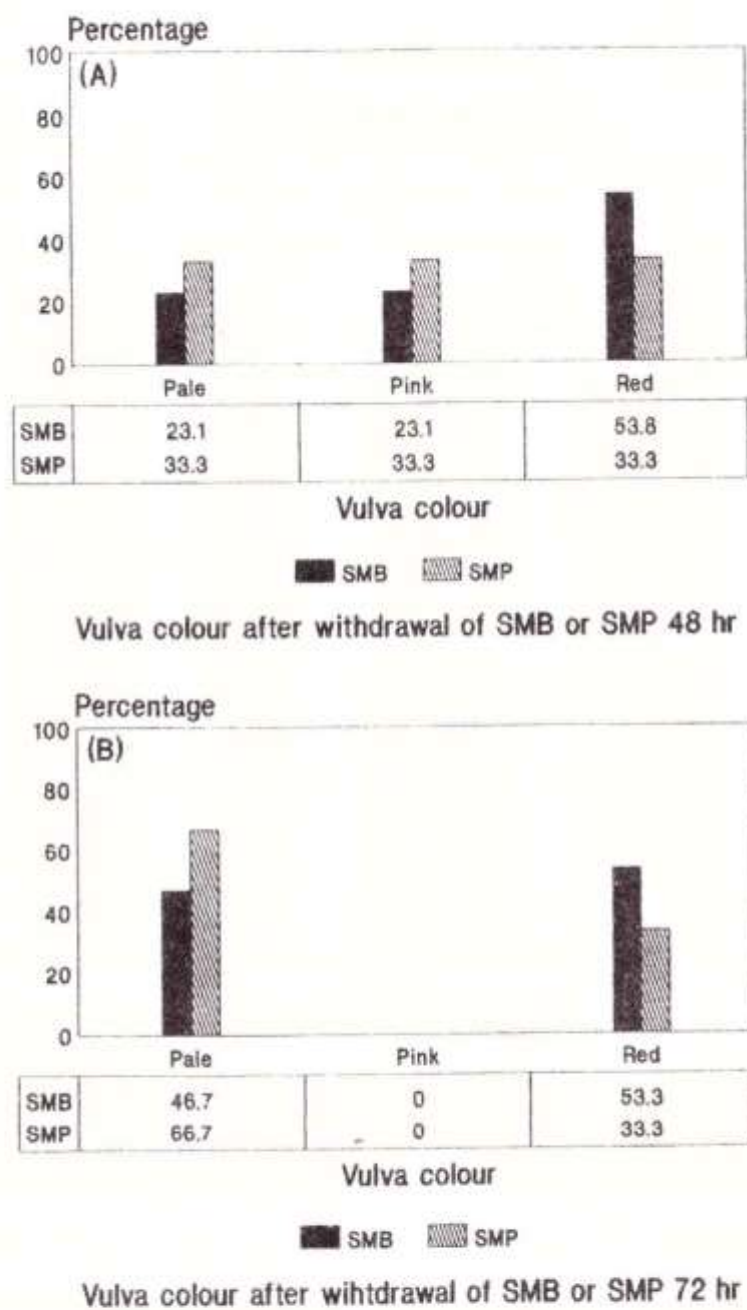


Figure 4. Colours of valva of cows after 48 (A) and 72 (B) h implants removal (SMB = Syncro-Mate B ; SMP = Syncro-Mate P).

Table 1. Plasma concentration of progesterone and pregnancy diagnosis of cows oestrus synchronized by Syncro-Mate B and Syncro-Mate P.

Syncro-Mate B			Syncro-Mate P		
Cow no.	P4* (ng/ml)	Pregnancy forecast	Cow no.	P4 (ng/ml)	Pregnancy forecast
340012	0.01	NP	300004	0.02	NP
340010	0.01	NP	330008	0.02	NP
340009	0.02	NP	330003	0.03	NP
340002	0.02	NP	330004	0.06	NP
340005	0.02	NP	330002	0.10	NP
300007	0.02	NP	280011	0.10	NP
340016	0.03	NP	330001	0.11	NP
340007	0.03	NP	330006	0.15	SP
310003	0.03	NP	330009	0.18	SP
340001	0.04	NP	300002	0.22	SP
340020	0.05	NP	330003	0.26	SP
300005	0.05	NP	330010	0.30	SP
330012	0.06	NP	330005	1.22	P
310004	0.10	NP	310002	3.20	P
320001	4.60	P	320007	4.60	P

*P4 = progesterone

NP = nonpregnant ; P = pregnant ; SP = suspected pregnant

และแดง (Red) กลุ่ม SMB มีจำนวนโคที่มี Vulva สีแดงมากกว่ากลุ่ม SMP (53.8 vs 33.3%) ในช่วงเวลาที่ 48 ความแตกต่างนี้ยังคงเป็นเช่นเดิมในช่วงเวลาที่ 78 (53.3 vs 33.3%) (รูปที่ 4).

ผลการตรวจท้อง : (ตารางที่ 1.) ปรากฏว่าโคในกลุ่ม SMB ตั้งท้อง 1 ตัว (เบอร์ 320001) ในขณะที่กลุ่ม SMP มีโคตั้งท้อง 3 ตัว (เบอร์ 330005, 310002, และ 320007) สำหรับเบอร์ 320007 จากการวิเคราะห์ระดับฮอร์โมน P4 ในพลาสมาพบว่าโคได้ตั้งท้องก่อนการทดลองไปแล้ว แต่เนื่องจากการเป็นารตั้งท้องในระยะแรกการคลำผ่านทวารไม่สามารถตรวจสอบได้ จึงมีโคตั้งท้องในกลุ่ม SMP 2 ตัว แต่ในกลุ่ม SMP มีโคอีก 5 ตัวที่อยู่ในข่ายสงสัยว่าจะตั้งท้อง อาจสรุปได้ว่าการคุมสัดด้วยวิธี SMB และ SMP ทำให้มีโคตั้งท้องร้อยละ 6.7 และ 13.3 ตามลำดับ และกลุ่ม SMP มีโคที่สงสัยว่าจะตั้งท้องร้อยละ 33.3 ซึ่งต้องรอการตรวจสอบต่อไป จากการทดลอง

นี้ชี้ว่าการคุมสัดด้วยฮอร์โมนต่างกันเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมเทียมอาจแตกต่างกัน จึงควรศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมเทียมของทั้งกลุ่ม SMB และกลุ่ม SMP ในโอกาสต่อไป และควรมีการเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่นด้วย เช่น ผสมครั้งแรกหลังถอนฮอร์โมน 48 ชั่วโมง และครั้งที่สอง 60 ชั่วโมง เป็นต้น (Wishart and Young, 1974) นอกจากนั้น การใช้ฮอร์โมน PMSG ในการทดลองครั้งนี้อาจไม่เพียงพอ (400 i.u./ตัว) เมื่อเทียบกับงานของ Chupin *et al.* (1975) ซึ่งใช้ PMSG 800 i.u./ตัว ประการสุดท้าย เพื่อส่งเสริมการกระตุ้นการตกไข่ในโคที่ถูกคุมสัด อาจทำได้ด้วยการให้ฮอร์โมน Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) ที่มีสูตรโครงสร้าง pGlu-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly-NH₂ ฉีดเข้ากล้ามเนื้อในระดับ 100 ไมโครกรัม/ตัว ในชั่วโมงที่ 28 ถึง 30 หลังถอนฮอร์โมนคุมสัด แล้วทำการผสมเทียมหลังจากนั้น 18 ถึง 24 ชั่วโมง จะได้อัตราการผสมติดดีขึ้น (Mauer, Webel and Brown, 1975).

เอกสารอ้างอิง

- ชีวะอิสระกุล, บุญเสริม, และ ชีวะอิสระกุล, บุญด้อม. (2534). การพัฒนาการเลี้ยงสัตว์บนที่สูง (ตอนที่ 1). วารสารโคกระบือ 14(4) : 25-35.
- พงษ์เพียรจันทร์, เพทหาย, และ ยภิชาติสว่างกูว, ทศนิย์. (2533). การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมโดยวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเซ. วารสารเกษตร 6(1) : 21-40.
- ยัมมงคล, สมิต. (2534). การพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อสำหรับเกษตรกรรายย่อย. วารสารโคกระบือ 14(3) : 18-27.
- รัตนธนาชาติ, สุวัฒน์. (2533). การอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์โคขาวลำพูน. สัมมนาเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์และพัฒนาแหล่งพันธุกรรมสัตว์ในประเทศไทย, 21-23 พฤศจิกายน 2533, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 11 หน้า.
- วารสารโคกระบือ. (2533). แนวทางพัฒนาการผลิตโคกระบือในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7. วารสารโคกระบือ 13(6) : 32-43.
- วัฒนกุล, นุตรา. (2534 ก). เร่งใช้ฮอร์โมนคุมสัดฝูงวัวนมรายย่อยในอีสาน. วัวควาย 4(45) : 68-70.
- วัฒนกุล, นุตรา. (2534 ข). สัมมนาอเมริกันบราห์มัน. ตอน 2 : การให้อาหารเพื่อให้ได้ลูกคอก. วารสารวัวควาย 4(46) : 63-67.
- วารสารวัวควาย. (2534). สัมมนาอเมริกันบราห์มัน. ตอน 2 : การให้อาหารเพื่อให้ได้ลูกคอก. วารสารวัวควาย 5(51) : 42-44.
- สิมวรักษ์, สุจินต์., ภักธรจินดา, วิโรจน์, และ ยศเศวต, สมจิตต์. (2532). ลักษณะทางการสืบพันธุ์ของโคพื้นเมืองไทย. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 22(6) : 357-373.
- Chupin, D., Pelot, J. and Thimonier, J. (1975). The control of reproduction in the nursing cow with a progestogen-short-term treatment. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 15(2) : 263-271.
- Dzuik, P.J. and Cook, B. (1966). Passage of steroids through silicone rubber. Endocrinology 78 : 208-211.

- Food and Agricultural Organization of the United Nation. (1992). Statistical profile of livestock development in asia-pacific region. RAPA Publication 1992/21. P.3.
- Mauer, R.E., Weibel, S.K. and Brown, M.D. (1975). Ovulation control in cattle with progesterone intravaginal device (PRID) and gonadotropin releasing hormone (GnRH). Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 15(2) : 291-296.
- Wiltbank, J.N. and Gonzales-Padilla, E. (1975). Synchronization and induction of estrus in heifers with a progestagen and estrogen. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 15(2) : 255-262.
- Wiltbank, J.N. and Kasson, C.W. (1968). Synchronization of estrus in cattle with an oral progestational agent and an injection of an estrogen. J. Anim. Sci. 27 : 113-116.
- Wishart, D.F. and Young, I.M. (1974). Artificial insemination of progestin (SC21009)-treated cattle at predetermined times. Vet. Rec. 95 : 503-508.
-

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่ เดือน พ.ศ.

ข้าพเจ้า

ที่อยู่ อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

โทรศัพท์ อาชีพ/ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

มีความต้องการสมัครเป็นสมาชิก "วารสารเกษตร" ตั้งแต่ ฉบับที่ ... ปีที่ เดือน

พ.ศ. เป็นต้นไป

เป็นจำนวน ฉบับ หรือ ปี

พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมาชิกจำนวน บาท (.....) มาโดยทาง

☐ ธนาณัติ

☐ เช็คไปรษณีย์

ส่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

ลงชื่อ ผู้สมัคร
(.....)

กรุณา ส่งแบบฟอร์มใบที่

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

หรือ คุณวิไลพร ธรรมตา

งานบริการงานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

อัตราค่าสมัครปีละ 120.- บาท ท่านจะได้รับ วารสารเกษตร ราย 4 เดือน รวม 3 ฉบับ
ค่าส่งทางไปรษณีย์ฟรี และท่านสามารถสมัครครั้งละกี่ปีก็ได้ เช่น 2 ปี 240 บาท 3 ปี
360 บาท เป็นต้น

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่รับตีพิมพ์

- 1.1 ผลงานวิจัย
- 1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

- 2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่เตรียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแผ่นบันทึกข้อมูลบรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 65 ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัด โดยพิมพ์เว้นบรรทัดห่างและพิมพ์หน้าเดียว พร้อมกับพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 อย่างละ 1 ชุด

- 2.2 บทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2.3 คำย่อ (Key word) ของชื่อเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน ภาพถ่าย (ขาวดำ) มีขนาด 9.00 x 13.5 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกสีด้านเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ ส่วนกราฟให้ส่งข้อมูลดิบแนบมาด้วย

- 2.6 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

- 2.6.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบนามสกุล และปี (พ.ศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า หรือ ... (สิทธิพรชัย, 2526) ในกรณีที่เป็นการอ้างอิงเอกสารที่เหมือนกัน ใช้นามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jones and Smith (1980) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ชื่อและคณะ หรือ *et al.* ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงใส่ชื่อหมดทุกคน

- 2.6.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่

- 1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.)

ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง : เสงสวัสดิ์, วิเชียร. (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด. ว. วิทย์. กษ. 14(4) : 193-196.

- 2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ชื่อผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. หรือ ค.ศ. สำหรับวารสารภาษาอังกฤษ) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์.

ตัวอย่าง : แชมเพชร, เฉล้มพล. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่.

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50200



JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 9 NO. 2

MAY - AUGUST 1993

- | | |
|---|-----|
| NHAM PRODUCT DEVELOPMENT USING MIXED BACTERIAL
STARTER CULTURES | 84 |
| 3. SUITABLE SPICES FORMULATION FOR NHAM PRODUCTION
<i>Pairote Wiriyacharee, Lakkana Rujanakraikarn and Ampin Kuntiya</i> | |
| NHAM PRODUCT DEVELOPMENT USING MIXED BACTERIAL
STARTER CULTURES | 97 |
| 4. EFFECT OF MAIN SPICES ON LACTIC ACID PRODUCTION
<i>Pairote Wiriyacharee, Lakkana Rujanakraikarn and Pinriya Ratanavichai</i> | |
| DAYLENGTH EFFECT ON THE FLOWERING OF CURCUMA
SPARGANIFOLIA | 118 |
| <i>Adisorn Krasaechai</i> | |
| EFFECT OF HIGH LEVELS OF SUNFLOWER SEED
OR MEAL IN LAYING DUCK DIETS | 130 |
| <i>Suchon Tangtaweewipat and Boonlom Cheva-Isarkul</i> | |
| SUPPLEMENTATION OF PROBIOTIC IN WEANED PIG DIETS | 144 |
| <i>Wandee Jearcharearn</i> | |
| SUPPLEMENTATION OF PROBIOTIC IN GROWING-FINISHING
PIG DIETS | 152 |
| <i>Wandee Jearcharearn and Khaunchat Udomsri</i> | |
| ENRICHED CASSAVA PROTEIN BY EFFLUENT DRY
POWDER "L" IN CATTLE DIETS | 162 |
| <i>Therdchai Vearasilp and Ong-arge Insung</i> | |
| FROZEN EMBRYO TRANSFERRING AND PREGNANCY RATE
IN DAIRY CATTLE | 177 |
| <i>Samphan Singhajan, Jureerat Uamvithayakarn and Kalaya Mitphibhoon</i> | |
| UPGRADE BRAHMAN CATTLE BREED IN NATIVE COWS
OF HIGHLAND SMALL FARMS THROUGH HORMONAL OESTRUS
SYNCHRONIZATION AND ARTIFICIAL INSEMINATION TECHNIQUES | 184 |
| <i>Petai Pongpiachan, Peera Attapinit and Udom Changsuphan</i> | |