

บทบาทของแก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) ในอาหารสัตว์ Kaentawan (Jerusalem artichoke) in Animal Feeds

เยาวมาลย์ คำเจริญ^{1/} ศรีสุดา ศิริเหล่าไพศาล^{2/} และพัฒพงษ์ อิศงค์^{2/}
Jowaman Khajarern^{1/} Srisuda Siriloaphaisan^{2/} and Patthanapong Thisong^{2/}

Abstract

Kaentawan or Jerusalem artichoke (JA, *Helianthus tuberosus* L.) is a tuberous annual crop of which tubers are rich in fructo-oligosaccharide (FOS) carbohydrates in the forms of inulin and fructans. The FOS are not digestible by the animal digestive enzymes but are readily digested by the beneficial microbes in GI tract. Feeding FOS to animals suppresses growth and proliferation of the GI pathogenic bacteria but stimulates growth of health-promoting microbials with beneficial implications for host health. Feeding FOS from JA to animals helped improve gut health by balancing microbial population, lowering intestinal pH and stimulating development of gut wall resulting in improved absorption. Feeding JA powder at 1% of diets to post-weaning, growing-finishing pigs improved body weight when compared to the controls and improved efficiency of feed conversion ratio (FCR) by 21.8% ($P<0.05$). Supplementing FOS and inulin at 1% of layer diets reduced yolk total cholesterol and yolk cholesterol concentration ($P<0.05$). Supplementing short-chained FOS at 0.10% of diets increased egg weight, egg mass and improved FCR when compared to the controls ($P<0.01$). JA could be used as growth promoting supplement in animal feeds in place of antibiotic growth promoters. Its growth promoting effects are accomplished by suppressing pathogenic microbes, balancing gut microflora and gut environment leading to better gut health, nutrient digestion, absorption and ultimately to better performance.

Keywords : Gut microbes, Jerusalem Artichoke, Fructo-oligosaccharide, Animal feed, Productive performance

^{1/} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
Associate Professor, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

^{2/} นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
Doctor of Philosophy student, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

บทคัดย่อ

แก่นตะวัน (เยรูซาเล็ม อาร์ตชีค) เป็นพืชหัวประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ โดยมีอินนูลินเป็นโครงสร้างพื้นฐานซึ่งไม่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร คาร์โบไฮเดรตประเภทนี้จะเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารและส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ โดยช่วยดูดซับสารพิษในทางเดินอาหาร กระตุ้นและพัฒนาให้ผนังลำไส้มีการดูดซึมที่ดีขึ้น ปรับสภาพ pH ในระบบทางเดินอาหารให้เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ทำให้ย่อยอาหารได้มากขึ้น เมื่อเสริมแก่นตะวันผงในระดับ 1% ในอาหารลูกสุกรหย่านม และหรือสุกรรุ่น-ขุน จะมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่า 21.8% ($P < 0.05$) การเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์และหรืออินนูลินในอาหารไก่ไข่ 1% สามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่ และไข่แดง ($P < 0.05$) การเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์สายสั้น 0.1% มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหาร มวลไข่และน้ำหนักไข่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P < 0.01$) ดังนั้นแก่นตะวันจึงน่าจะเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ของไทยเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ยับยั้งเชื้อที่ก่อโรคและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะ

คำสำคัญ : จุลินทรีย์, แก่นตะวัน, ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์, อาหารสัตว์, ประสิทธิภาพการผลิต

1. บทนำ

การใช้วัตถุเติมในอาหารสัตว์มีมานานหลายสิบปีแล้ว มีทั้งยา (drugs) และสารปฏิชีวนะ (antibiotic) เพื่อวัตถุประสงค์กระตุ้นการเจริญเติบโต ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหาร สุขภาพของสัตว์ที่ดี เพื่อให้สัตว์ให้ผลผลิตสูงขึ้น และลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ปัจจุบันได้เพิ่มจำนวนมากมายหลายชนิด และจากการที่วัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ประเภทยาบางชนิดส่งผลตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์สัตว์ และมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นในปี พ.ศ. 2549 ประเทศผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รายใหญ่จากไทย เช่น ประเทศญี่ปุ่น และกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) มีการควบคุมการใช้ปฏิชีวนะสารในอาหารสัตว์อย่างเข้มงวด ทำให้ประเทศผู้ผลิตเพื่อการส่งออกต้องควบคุมการใช้ปฏิชีวนะสารเพื่อเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต ส่งผลให้ในปัจจุบันมีการลดการใช้ปฏิชีวนะสารในอาหารสัตว์ลงอย่างชัดเจน แต่มีการนำสารทดแทนปฏิชีวนะสารต่าง ๆ มาใช้เพิ่มมากขึ้น อาทิ สารเสริมชีวิต (probiotic) อาหารเสริมชีวิต

(prebiotic) กรดอินทรีย์ (organic acids) เอนไซม์ (enzyme) ฮอร์โมนและสารคล้ายฮอร์โมน (hormone and hormone-like compounds) สมุนไพรและสารสกัดจากสมุนไพร (herbs and herbs extract) ซึ่งสารที่ใช้ทดแทนปฏิชีวนะสารเพื่อเร่งการเจริญเติบโตเหล่านี้ กลุ่มอาหารเสริมชีวิต เป็นกลุ่มที่นักโภชนาการให้ความสนใจอย่างมากอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งอาหารเสริมชีวิตนั้นช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ โดยเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และลดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในระบบทางเดินอาหาร ช่วยดูดซับสารพิษในทางเดินอาหาร กระตุ้นและพัฒนาให้ผนังลำไส้โดยเฉพาะส่วนวิลไล (villi) ที่ช่วยในการดูดซึมโภชนามีพื้นที่ในการดูดซึมมากขึ้น (วิลไลยาวขึ้น) และปรับ pH ในระบบทางเดินอาหารให้เหมาะสมกับการทำงานของน้ำย่อยได้ดีขึ้น ทำให้ย่อยอาหารได้มากขึ้น (สาโรช, 2547) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้ปฏิชีวนะสารในอาหารสัตว์

อาหารเสริมชีวิต หมายถึง ส่วนประกอบของอาหารที่ย่อยไม่ได้โดยเอนไซม์ของสัตว์ แต่เป็น

ประโยชน์ต่อสัตว์โดยการช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ซึ่งตั้งถิ่นฐานอยู่แล้วในลำไส้ใหญ่ (Gibson and Roberfroid, 1995 อ้างโดย สาริธ, 2547) โดยอาหารเสริมชีวณะในปัจจุบันที่นิยมนำมาใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ อาทิ ชิโครี (chicory) เยรูซาเล็มอาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) กระเทียม และกลัวย โดยพืชเหล่านี้จะมีคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide; FOS) เป็นส่วนประกอบและยังเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหาร เช่น บิฟิโดแบคทีเรีย (*bifidobacteria*) แลคโตบาซิลลัส (*lactobacillus*) และแบคทีเรียโรดิส (*bacteroides* spp.) ขณะเดียวกันก็ช่วยลดปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น ซัลโมเนลลา (*salmonella*) อีโคไล (*E. coli*) และโคลิฟอร์ม (*coliforms*) (Gibson et al., 1995) ในที่นี้จะให้ความสำคัญกับพืชเยรูซาเล็มอาร์ติโชคหรือแก่นตะวัน ซึ่งเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายอย่าง และสามารถปลูกได้ดีในประเทศไทย ในบทความนี้จะมุ่งประโยชน์ในส่วนของการนำมาใช้เป็นวัตถุเติมในอาหารสัตว์ (feed additive) เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการผลิตที่ดี

2. ความสำคัญของแก่นตะวัน

แก่นตะวันหรือเยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) เป็นพืชหัว (tuber) ได้ดินคล้ายมันฝรั่งที่อยู่ในตระกูลเดียวกันกับทานตะวัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* L. มีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกาเหนือ (Cosgrove et al., 1991) เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศแคนาดา โดยใช้บริโภคเป็นอาหารและต่อมาจึงใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ปัจจุบันได้มีผลิตภัณฑ์แบบชนิดผงจำหน่ายภายใต้

ชื่อการค้า อาทิ ซันโชค (sunchoke) และแล็บโชค (lambchoke) (Wyse and Wilfahrt, 1982)

ในปัจจุบันแก่นตะวันถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย จากคุณสมบัติการช่วยเจริญอาหาร กระตุ้นการหลั่งของน้ำดี ขับปัสสาวะ ใช้เป็นยาระบาย กระตุ้นการสร้างอสุจิ และใช้เป็นยาพื้นบ้านในการรักษาโรคเบาหวาน และไขข้ออักเสบ หรือใช้ส่วนหัวประกอบอาหาร ขนม และผลิตไวน์ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของพลังงานเชื้อเพลิงประเภทแอลกอฮอล์ (Cosgrove et al., 1991) อะซิโตน (acetone) บิวทานอล (butanol) และเอทานอล (ethanol) ได้อีกด้วย (Denoroy, 1996) ส่วนลำต้นใช้ทำฟีดหมัก (silage) เพื่อเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Anonymouse, 1991) นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มแบคทีเรียชนิดบิฟิโดแบคทีเรีย และแลคโตบาซิลลัสในลำไส้ ขณะเดียวกันก็ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียที่เป็นโทษ เช่น คลอสติเดียม (*Clostridium*) และอีโคไล (*E. coli*) ทำให้ปริมาณแอมโมเนียในลำไส้ และในกระแสเลือดลดลง มีผลยับยั้งสารก่อมะเร็ง การสังเคราะห์ไขมันในตับ ส่งผลให้ระดับไขมัน และคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดลดลง (Younes et al., 1995; Schijver, 2001; Kaur and Gupta, 2002)

2.1 สารออกฤทธิ์ที่สำคัญของเยรูซาเล็มอาร์ติโชค

ส่วนหัวของเยรูซาเล็ม อาร์ติโชค ประกอบด้วยฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ 75-80% ซึ่งเป็นประเภทโอลิโกแซคคาไรด์ย่อยยาก (non-digestible oligosaccharides) มีโครงสร้างประกอบด้วย เบต้า-ดีฟรุคแทน (β -D fructans) สายสั้น คือ ฟรุคโตซิล (fructosyl) ยึดต่อกันด้วย พันธะบีต้า-2, 1 (β -2, 1) และยังประกอบด้วย อินนูลิน (inulin) ประมาณ 15-20% ทั้งนี้ อินนูลิน เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภท

โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) โครงสร้างของ อินนูลิน ประกอบด้วย ฟรุกโตส (fructose) 80% และ กลูโคส (glucose) 20% ยึดต่อกันด้วยพันธะปีต้า-2, 1 (Figure 1) ไม่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารแต่ถูกย่อยได้ที่ลำไส้ใหญ่โดยแบคทีเรีย (Leon, 1999; Patkai et al., 2002) โครงสร้างพื้นฐานของอินนูลินเป็น ฟรุกแทน (fructan) ที่มีสายสั้นที่สุด คือ 1- เคสโทส (kestose) อินนูลินส่วนใหญ่จะมีสายยาวระหว่าง 2-60 หน่วยฟรุกโตส (degree of polymerization, DP) เมื่ออินนูลินถูกย่อยโดยเอนไซม์อินนูลเลส (inulase) ทำให้ความยาวสั้นลงเหลือ 2-10 DP เรียกว่า fructo-oligosaccharides (FOS) ซึ่งให้ความหวาน 30% ของซูโครส (Niness, 1999)

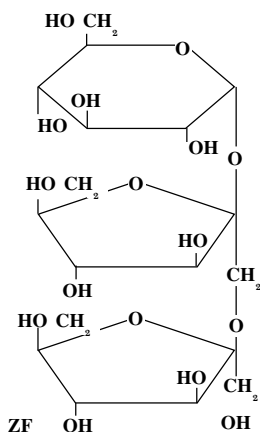


Fig. 1 Structure of inulin Source: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Inuline>

3. กลไกการทำงานของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

3.1 เป็นอาหารของแบคทีเรียกลุ่มที่เป็นประโยชน์

ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นอาหารจำเพาะของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะกลุ่มบิฟิโดแบคทีเรีย (*bifidobacteria*) และยับยั้ง

จุลินทรีย์ที่เป็นโทษ และเชื้อก่อโรคอื่นในลำไส้ใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ β -fructosidase ซึ่งย่อยพันธะ β -2,1 ได้ โดยเฉพาะของบิฟิโดแบคทีเรีย และไม่มีในเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษเข้าย่อยฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ทำให้ประชากรของบิฟิโดแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ขยายเพิ่มขึ้นและลดประชากรของเชื้อที่เป็นโทษไปในขณะเดียวกัน (Chadwick et al., 1992) บิฟิโดแบคทีเรียบางชนิด (species) ทำการต้านเชื้อที่เป็นโทษทั้งแกรมบวก และแกรมลบ รวมถึงกลุ่มซัลโมเนลล่า และแคมพิลอบคเตอร์ (*Campylobacter*) โดยการผลิตแบคทีริโอซิน (bacteriocins) และลด pH โดยการผลิตกรดอะซิติก และแลคติกทำให้สภาพแลดล่อมลำไส้ใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับการตั้งถิ่นฐานของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ (Gibson et al., 1995)

3.2 ช่วยในการระบายท้อง

ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์โดยเฉพาะอินนูลิน มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำทำให้ปริมาตรของมูลเพิ่มขึ้นและความชื้นในมูลสูงขึ้น (Hond et al., 2000) อีกทั้งกรดไขมันสายสั้นที่ได้จากการย่อยฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ช่วยกระตุ้นการบีบตัว (peristalsis) ของลำไส้

3.3 เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุ

โดยกรดไขมันสายสั้นเพิ่มการดูดซึมโซเดียม แคลเซียม และคลอไรด์ โดยการกระตุ้นการทำงานของระบบการแลกเปลี่ยนอิเลคตรอน ($\text{Na}^+ - \text{H}^+$ exchange) ในลำไส้ใหญ่ สอดคล้องกับรายงานของ Janssens and Loo (2006) พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอินนูลินจะมีความเข้มข้นของแคลเซียมในซีรัม, เอ็มรวม, ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูกหน้าแข้ง (tibia) และโซเดียมในกระดูกหน้าแข้ง เพิ่มขึ้น 8, 5, 5 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มากกว่ากลุ่มควบคุม ตามลำดับ

3.4 ลดการย่อยโปรตีนในลำไส้ใหญ่

โดยบีฟิโดแบคทีเรียและแลคโตบาซิลลัส มีเอนไซม์สลายโปรตีนกลุ่ม azoreductase nitroreductase nitrate reductase และ β -glucuronidase ต่ำ จึงสลายโปรตีนให้เกิดสารพิษเหล่านี้ โดยจะก่อให้เกิดการหลุดลอกของเยื่อบุผนังลำไส้ใหญ่ อันเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ลดลง นอกจากนั้น ยังช่วยลดกลิ่นของมูลลงได้ด้วย (Swanson and Fahey, 2002)

3.5 ยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย

ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์และอินนูลิน สามารถยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับอาหารที่มีฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ และอินนูลินเป็นส่วนประกอบ จะไม่มีการย่อยโดยน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร แต่มีการใช้ประโยชน์โดยบีฟิโดแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้และได้กรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acids) คือ อะซิเตท (acetate) โพรพิโอเนต (propionate) และบิวทิเรท (butyrate) โพรพิโอเนตจะไปยับยั้ง hydroxyl-methylglutaryl CoA (HMG CoA reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่จำเป็น (limiting enzyme) ในการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย ทำให้ลดกระบวนการสร้างคอเลสเตอรอลลงได้ และนอกจากนี้ โพรพิโอเนตอาจไปยับยั้งกระบวนการเปลี่ยนเมทิลมาโลนิล โคเอ (methylmalonyl CoA) ไปเป็นซักซินิล โคเอ (succinyl CoA) ซึ่งกระบวนการนี้สามารถยับยั้ง ไพรูเวต คาร์บอกซิเลส (pyruvate carboxylase) และส่งผลต่อกระบวนการสร้างกลูโคส (gluconeogenesis) (Grizard et al., 1999)

4. การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

Farnworth (1994) ศึกษาผลของแก่นตะวันผงที่ระดับ 0, 1, 3 และ 6% ในสูตรอาหารลูกสุกรเลี้ยงราง (creep feed) อายุ 7 วัน เลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน พบว่า กลุ่มที่เสริมแก่นตะวันผงที่ระดับ 1% มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น สูงกว่ากลุ่มควบคุม 13.6% (0.368 vs 0.324 กก./ตัว/วัน) และในปีต่อมา Farnworth et al. (1995) ได้ศึกษาผลของการเสริมแก่นตะวันผงที่ระดับ 0, 1, 3 และ 6% ในอาหารลูกสุกรหย่านมที่อายุ 28 วัน ทำการเลี้ยง 21 วัน พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมแก่นตะวันผงที่ระดับ 1% มีน้ำหนักเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.5% (0.533 vs 0.522 กก./ตัว/วัน) และยังพบว่า การเสริมแก่นตะวันที่ระดับ 6% มีผลทำให้ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันดีที่สุด มากกว่ากลุ่มควบคุมถึง 5.5% (0.888 vs 0.842 กก./ตัว/วัน) สำหรับการทดลองในประเทศไทย สุภวันจักรี (2545) ได้ศึกษาการเสริมจุลินทรีย์ผสมและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์จากแก่นตะวันผงที่ระดับ 1% ในอาหารสุกรรุ่น-ขุน พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ถึง 32.8% (0.676 vs 0.509 กก./ตัว/วัน) และมีอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ดีกว่า 21.8% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.44 vs 3.12) และจากการทดลองของ พิกพ (2546) รายงานว่า การเสริมแก่นตะวันผงที่ระดับ 3% ในอาหารลูกสุกรหย่านม พบว่ามีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันดีกว่ากลุ่มควบคุมและดีเทียบเท่ากับกลุ่มเสริมยาปฏิชีวนะ ($P > 0.05$) (Table 1)

Table 1 Effects of dietary supplementation fructo-oligosaccharide from Kaentawan on pig performance.

FOS (%)	Initial weight (kg)	Final weight (kg)	ADG (kg/day)	Weight gain (kg)	Feed intake (kg/day)	FCR
Age 28–56 days ¹ (Farnworth et al., 1995)						
0	8.33	14.62	0.225	6.29	0.842 ^b	3.742
1	8.07	14.39	0.226	6.32	0.843 ^b	3.730
3	8.75	14.92	0.220	6.17	0.888 ^a	4.036
6	8.20	14.11	0.211	5.91	0.775 ^c	3.673
Age 35–70 days (พิภพ, 2546)						
0	6.75	18.73	0.342	11.98	0.580	1.695
3	7.25	20.20	0.370	12.95	0.550	1.486
6	6.99	19.95	0.370	12.96	0.570	1.541
FOS 1%	7.20	17.86	0.305	10.66	0.480	1.574
Antibiotic	7.18	20.43	0.379	13.25	0.570	1.504
Grower: weight 30–70 kg ¹ (สุกวันจักรี, 2545)						
0	–	–	0.509 ^b		1.59 ^b	3.124
1	–	–	0.676 ^a		1.65 ^a	2.441

¹ Mean values in a horizontal row with different letters were significantly different ($P < 0.05$)

Janssens and Loo (2006) อ้างถึงรายงานผลการทดลองของ Chen and Chen (2004) และ Chen et al. (2005) ที่เสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคารีไรด์และหรืออินนูลิน 1% ในอาหารไก่ไข่ พบว่า ให้ผลผลิตไข่ที่ดี น้ำหนักไข่สม่ำเสมอ และอัตราการตายที่ต่ำ คอเลสเทอรอลในไข่ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Table 2)

Gill (2005) ได้รายงานเกี่ยวกับงานทดลองของ Beghin Meiji ในประเทศฝรั่งเศส ที่ศึกษาผลของการเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคารีไรด์สายสั้น (shortchain fructo-oligosaccharide; scFOS) ที่ระดับ 0.10% ในอาหารไก่ไข่สายพันธุ์ Hy-Line W98 จำนวน 252 ตัว ที่อายุ 20 สัปดาห์ พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.001$) ของประสิทธิภาพการใช้อาหาร มวลไข่ และน้ำหนักไข่ (Table 3)

Table 2 Effects of dietary supplementation of oligofructose and inulin on mean eggshell weight percentage, eggshell breaking strength, yolk weight, yolk cholesterol concentration, and yolk cholesterol contents in hen's eggs.

Parameter	Control	Oligofructose	Inulin
Eggshell weight percentage (%/egg) ¹			
Day 7	8.66 ^a	8.77 ^a	8.90 ^a
Day 14	9.03 ^b	9.31 ^a	9.30 ^a
Day 21	8.68 ^b	9.29 ^a	9.34 ^a
Day 28	8.81 ^b	9.09 ^a	9.19 ^a
Overall	8.79 ^b	9.11 ^a	9.18 ^a
Eggshell breaking strength (kg) ¹			
Day 7	2.02 ^a	2.04 ^a	2.01 ^a
Day 14	2.00 ^b	2.09 ^a	2.13 ^a
Day 21	2.05 ^b	2.24 ^a	2.19 ^a
Day 28	2.01 ^b	2.21 ^a	2.23 ^a
Overall	2.02 ^b	2.15 ^a	2.12 ^a
Yolk weight (g/egg) ²			
Initial	16.66 ^a	17.68 ^a	17.55 ^a
1 st week	16.83 ^a	17.48 ^a	16.01 ^a
2 nd week	17.02 ^a	16.82 ^a	15.95 ^a
3 rd week	17.95 ^a	16.78 ^a	15.87 ^a
4 th week	17.59 ^a	16.51 ^a	16.75 ^a
Yolk cholesterol concentration (mg/g) ²			
Initial	14.03 ^a	14.00 ^a	14.03 ^a
1 st week	13.09 ^a	10.19 ^b	10.27 ^b
2 nd week	12.70 ^a	10.28 ^c	11.67 ^b
3 rd week	13.22 ^a	11.41 ^b	10.97 ^b
4 th week	11.32 ^a	9.16 ^b	9.16 ^b
Yolk cholesterol content (mg/egg) ²			
Initial	247.77 ^a	247.52 ^a	246.23 ^a
1 st week	221.03 ^a	178.12 ^b	164.42 ^b
2 nd week	216.15 ^a	173.04 ^b	186.10 ^b
3 rd week	237.30 ^a	191.46 ^b	173.07 ^b
4 th week	199.12 ^a	151.25 ^b	153.37 ^b

^{a,b} Mean values in a horizontal row with different letters were significantly different ($P < 0.05$)

¹ Janssens and Loo (2006) adapted from Chen and Chen (2004)

² Janssens and Loo (2006) adapted from Chen et al. (2005)

Table 3 Effects of supplemental scFOS during the first period of lay.

	Control	scFOS 0.10%	P values
Number of layers (20 weeks)	126	126	–
Mortality (nb of layers)	4	2	–
Number of eggs produced (for 32 weeks)	22,929	23,003	–
Mean rate of lay start (%)	92.1	92.5	NS
Mean rate of lay end (%)	92.7	93.3	NS
Feed intake (g/day)	100	100.6	NS
Egg mass (g/day)	58.0	60.5	<0.001
FCR (kg/kg)	1.72	1.68	<0.001
Egg weight (g)	62.5	64.5	<0.001
Dirty egg (%)	2.5	1.5	0.005
Broken eggs (%)	0.4	0.9	0.028

Source: Gill (2005)

5. ผลของการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ต่อเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารของสัตว์มีอยู่หลายชนิด อาทิ ซัลโมเนลล่า อีโคไล และคลอสทริเดียม แต่เชื้อซัลโมเนลล่าได้รับความสนใจศึกษาเกี่ยวข้องกับฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์มากกว่าเชื้อชนิดอื่น ซึ่งมีผลการทดลองที่สนับสนุนว่าการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ลงในอาหารมีผลทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคลดจำนวนลง และสามารถควบคุมโรคในระบบทางเดินอาหารได้ จากการรายงานของ Oyazabal and Conner (1995) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์บริสุทธิ์ 1% เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียในกลุ่มบิฟิโดแบคทีเรีย เอนเทอโรคอกคัส แลคโตบาซิลลัส และโรติโอคอก พบว่าแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดี ทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลล่าทั้ง 6 ชนิด คือ

ซัลโมเนลล่า มิสซัน (*S. mission*) ซัลโมเนลล่า แคลลิฟอร์เนีย (*S. californica*) ซัลโมเนลล่า ไทฟิมูเลียม (*S. typhimurium*) ซัลโมเนลล่า เซ็นเฟิ์เทินเบิร์ก (*S. senftenberg*) ซัลโมเนลล่า เอนเทอริติดีส (*S. enteritidis*) และซัลโมเนลล่า เฮนเดนเบิร์ก (*S. heidelberg*)

การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ในอาหารไก่เนื้อ Bailey et al. (1991) ทดลองเสริมในระดับ 0.75% ของอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 12 วัน แล้วทำการดำนน้ำและอาหาร ในวันที่ 13 แล้วบ้วนเชื้อซัลโมเนลล่า 10^6 cfu/ตัว ในวันที่ 14 พบว่า กลุ่มควบคุมติดเชื้อซัลโมเนลล่าในไส้ถึงถึง 92% ในขณะที่กลุ่มเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ติดเชื้อเพียง 25% ต่ำกว่าถึง 4 เท่า นอกจากนี้ Waldroup et. al. (1993) ทดลองเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ที่ระดับ 0.375% และ natibiotics bacitracin methiine disalicylate (BMD) 27.5 มก./กก. ในอาหารไก่เนื้อ

พบว่า การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ และ BMD อย่างเดียวในอาหาร สามารถลดเชื้อซัลโมเนลล่าได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเทียบกับกลุ่มที่เสริมทั้งฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ร่วมกับ BMD เมื่อนำชาก่อนแช่เย็น มาเปรียบเทียบกัน พบว่า การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์อย่างเดียว สามารถลดซัลโมเนลล่าจากชาก่อนแช่เย็นได้ต่ำกว่าทุกกลุ่ม อย่างไรก็ตาม TianXing et al. (1999) เสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ในระดับ 0.25, 0.5 และ 1% ในอาหารไก่กระพง ทำการเลี้ยง 15-65 วัน พบว่า กลุ่มควบคุมมีอัตราการตายสูงถึง 15% สูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง รองลงมาคือกลุ่มเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ 1% และอัตราการท้องเสียก็สูงในกลุ่มนี้เช่นเดียวกัน ซึ่งได้มีการแนะนำให้มีการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ในระดับ 0.25-0.50% ในอาหาร จะให้ผลดีต่อสมรรถนะการผลิตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Table 4)

6. ผลของฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ต่อการย่อยได้ของโภชนะและระดับโภชนะในมูลสัตว์

Russell et al. (1995) ศึกษาการย่อยได้ของลูกสุกรน้ำหนัก 8.8 กิโลกรัม เสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ที่ระดับ 0.75, 1.5 กรัม/ตัว/วัน และ 1.5 กรัม/ตัว/วัน ร่วมกับยาปฏิชีวนะ คาร์บาร์ดอกซ์ 50 มก./กก. และคอปเปอร์ซัลเฟต 200 มก./กก. โดยป้อนเป็นรายตัว พบว่า มีแนวโน้มการย่อยได้ของไนโตรเจนสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ ในเวลาต่อมา Russell et al. (1998) ยังทำการทดลองการย่อยได้ในลูกสุกรน้ำหนักเฉลี่ย 8.9 กิโลกรัม เสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรต์ที่ระดับ 0, 0.75, 1.5 กรัม/ตัว/วัน และ 1.5 กรัม/ตัว/วัน ร่วมกับยาปฏิชีวนะคาร์บาร์ดอกซ์ 50 มก./กก. และคอปเปอร์ซัลเฟต 200 มก./กก. พบว่า มีแนวโน้มการย่อยได้ของไนโตรเจนสูงขึ้นถึง 89% ในลูกสุกร

Table 4 Effects of supplementation of fructo-oligosaccharide on broiler performance and health.

FOS (%)	Body weight (g)	Feed:gain	Bodyweight (g)	Mortality (%)	Diarrheal (%)
TianXing et. al. (1999)					
0	1407	2.57	—	15	15.6
0.25	1452	2.40	—	4	4.9
0.50	1511	2.24	—	4	1.5
1.00	1454	2.38	—	8	10.2
Waldroup et. al. (1993)					
0	—	1.97	2242 ^{ab}	2.66	—
0.375	—	1.94	2294 ^a	4.67	—
0.375+27.5	—	1.96	2265 ^a	3.33	—
BMD	—	1.96	2202 ^b	3.83	3.83

^{a,b} Mean values in a horizontal row with different letters were significantly different (P<0.05)

กลุ่มที่ได้รับการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ 1.5 กรัม/ตัว/วัน ร่วมกับยาปฏิชีวนะคาร์บาร์ดอกซ์ และ คอปเปอร์ซัลเฟต เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่าการย่อยได้ 83.4% ($P>0.05$) นอกจากนี้ Houdijk et al. (1998) ศึกษาการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ที่ระดับ 7.5 และ 15 กรัม/กิโลกรัม อาหารต่อการย่อยได้ของโคขุนในสุกรรุ่น ที่มีน้ำหนัก 15.6 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า มีแนวโน้มของสิ่งแห้งในมูลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ในปีต่อมา Houdijk et al. (1999) ศึกษาผลของการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ที่ระดับ 6.8 และ 13.5 กรัม/กิโลกรัม อาหารต่อการย่อยได้ของโคขุนในสุกรอายุ 57 วัน ที่มีน้ำหนัก 15.9 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของระดับโปรตีนในมูล และการย่อยได้ในลำไส้เล็ก ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังศึกษาผลของการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ที่ระดับ 10 และ 40 กรัม/กิโลกรัม อาหารต่อการย่อยได้ในสุกรอายุ 38 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 10.4 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีความแตกต่างของการย่อยได้ของโคขุน ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มของปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาจะมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$)

สรุป

แก๊นตะวันเป็นอาหารเสริมชีวเนฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ มีอินนูลินเป็นส่วนประกอบ โดยเมื่อนำมาเสริมในอาหารสัตว์จะมีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโต เพิ่มประชากรของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และลดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในระบบทางเดินอาหาร การเสริมแก๊นตะวันผงที่ระดับ 1% ในอาหารลูกสุกรหย่านม และหรือสุกรรุ่น-ขุน มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีอัตราการ

แลกเนื้อดีกว่า 21.8% ($P<0.05$) การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์และหรืออินนูลินในอาหารไก่ไข่ 1% สามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่ และในไข่แดง ($P<0.05$) การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์สายสั้น 0.1% มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารมวลไข่และน้ำหนักไข่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P<0.01$)

ข้อเสนอแนะ

งานทดลองการเสริมอาหารชีวเนฟรุกโตโอลิโกแซคคารีไรด์ในอาหารสัตว์ในประเทศไทยยังมีข้อมูลน้อย และพืชแก๊นตะวันซึ่งเป็นพืชหัวที่มีประโยชน์หลายด้านสามารถนำมาใช้เป็นอาหารเสริมชีวเนได้เป็นที่น่าพอใจ จึงน่าที่จะทำการทดลองเพิ่มมากขึ้นเพื่อเพิ่มทางเลือกในการลดการใช้ปฏิชีวนะสาร

เอกสารอ้างอิง

- พิภพ สดสี. 2546. ผลของเยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (*Helianthus tuberosus* L.) เป็นสารทดแทนยาปฏิชีวนะต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และชีวภาพของลำไส้เล็กส่วนปลาย และลำไส้ใหญ่ในสุกรหย่านม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต. ภาควิชาสัตววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 54 หน้า.
- ศุภวันจักรี พลมีศักดิ์. 2545. ผลการใช้จุลินทรีย์ผสมและโอลิโกแซคคารีไรด์จากพืชเยรูซาเล็ม อาร์ติโชคในอาหารสุกรรุ่น-ขุน เพื่อลดกลิ่นเหม็นและแอมโมเนียของมูลสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 90 หน้า.
- สาโรช คำเจริญ. 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- Anonymous. 1991. Changing pigs manure smell with Jerusalem Artichoke. Pigs-Misset Sept/Oct: 23-25.
- Bailey, J. S., L. C. Blankenship and N. A. Cox. 1991. Effect of fructooligosaccharide on *Salmonella* colonization of the chicken intestinal. Poult. Sci., 70: 2433-2438.
- Cosgrove, D. R., E. A. Oelke, J. D. Doll, D. W. Davis, D. J. Undersander and E. S. Oplinger. 1991. Jerusalem Artichoke. [serial online] 1991. [cited 2003 April 30]. Available from: URL: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jerisart.html>.
- Chadwick, R. W., S. George and L. D. Claxton. 1992. Drug Metab. Rev. 24: 425-492.
- Denoroy, P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L: A model oriented view. Biomass and bioenergy 11, 1:11-32.
- Farnworth, E. R., H. W. Modler., J. D. Jones., N. Cave, H. Yamazaki and A. Rao. 1992. Feeding Jerusalem Artichoke flour rich in fructo-oligosaccharides to weaning pigs. Can. J. Anim. Sci. 72: 977-980.
- _____, E. R. 1994. Feeding Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) to pig. J. Sci. Food. Agri. 64: 217-221.
- _____, E. R., H. W. Modler., and D. A. Mackie. 1995. Adding Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) to weaning pig diets and the effect on manure composition and characteristics. Anim. Feed Sci. and Technol. 55: 153-160.
- Gibson, G.R., E. R. Beatty, X. Wang and J. H. Cummings. 1995. Selective stimulating of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. Gastroenterology. 108: 975-982.
- Gill, C. 2005. Recent work with scFOS. Feed International. 26(2): 28-29.
- Grizard, D. and C. Barthomeuf. 1999. Non-digestible oligosaccharides used as prebiotic agents: mode of production and beneficial affects on animal and human health. Nutr. Dev. 33: 563-588.
- Guy, J. and J. V. Loo. 2006. Prebiotics improve mineral metabolism. World Poult. 22(2): 14-15.
- Hond, E., K. B. Geypens and Y. Ghooos. 2000. Nutr. Res. 20: 731-736.
- Houdijk, J. G. M., M. W. Bosch, M. W. A. Verstegen and H. J. Berenpas. 1998. Effects of dietary oligosaccharides on the growth performance and faecal characteristics of young growing pigs. Anim. Feed Sci. Technol. 71: 35-48.
- Houdijk, J. G. M., M. W. Bosch, S. Tamminga, M. W. A. Vertegen, E. B. Berenpas and H. Knoop. 1999. Apparent ileal and total-tract nutrient digestion pigs as affected by dietary nondigestible oligosaccharides. J. Anim. Sci. 77: 148-158.
- Janssens, G. and J. V. Loo. 2006. Prebiotics improve mineral metabolism. World Poult. 22(2): 14-15.
- Kaur, N. and A. K. Gupta. 2002. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. J. Biosci. 27: 703-714.
- Niness, K. R. 1999. Nutritional and health benefits of inulin and oligofructose. J. Nutr. 129: 1402-1406.
- Oyazabal, O. A. and D. E. Conner. 1995. Invitro fructo-oligosaccharides utilization and inhibition of *Salmonella spp.* By selected bacteria. Poult. Sci. 74(9): 1418-1425.
- Russell, T. J., M. S. Kerley, G. L. Allee and M. D. Howard. 1995. Feeding fructooligosaccharides to the weaned pig improves nitrogen metabolism and reduces odor metabolite excretion. J. Anim. Sci. 73(Suppl.1): 70(Abstracts).
- Russell, T. J., M. S. Kerley, G. L. Allee and M. D. Howard. 1998. Fructooligosaccharides improves nitrogen metabolism and reduces fecal excretion of metabolites in the weaned pig. UMC Animal Sciences Department Report. Pp.79-83.
- Schijver, R. D. 2001. Dietary oligosaccharide supplements: Effects on digestion in pigs. Digestive

- physiology of pigs. Proc. Alltech's 8th Ann. Symp. Swedish University of Agricultural Science. Press, Uppsala. pp. 121-123.
- Swanson, K. S. and G. C. Fahey. 2002. Prebiotics in companion animal nutrition. In Lyons, T. P. and K. A. Jacques. Eds. Biotechnology in the feed industry. Proc. Alltech's 18th Ann. Symp. Nottingham University Press. Loughborough, U. K. pp. 461-473.
- Waldroup, A. L., J. T. Skinner, R. E. Hierholzer and P.W. Waldroup. 1993. An evaluation of broiler chickens and effects on salmonella contamination of carcasses. Poult. Sci. 72: 643-650.
- Wyse, D. and L. Wilfahrt. 1982. Today's weed: Jerusalem Artichoke. Weed Today. 14-16.
- Younes, H., K. Garleb, H. Behr, C. Remesy, C. Remesy and C. Demigne. 1995. Fermentable fiber or oligosaccharide reduce urinary nitrogen excretion by increasing urea disposal in the rat cecum. J. Nutr. 125: 1010-1016.
- TianXing, W. U., D. XianJun and W. U. LinYou. 1999. Effects of fructooligosaccharide on the broiler production. Acta-Agriculturae-Zhejiangensis. 11: 85-87. (abstracts)