บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

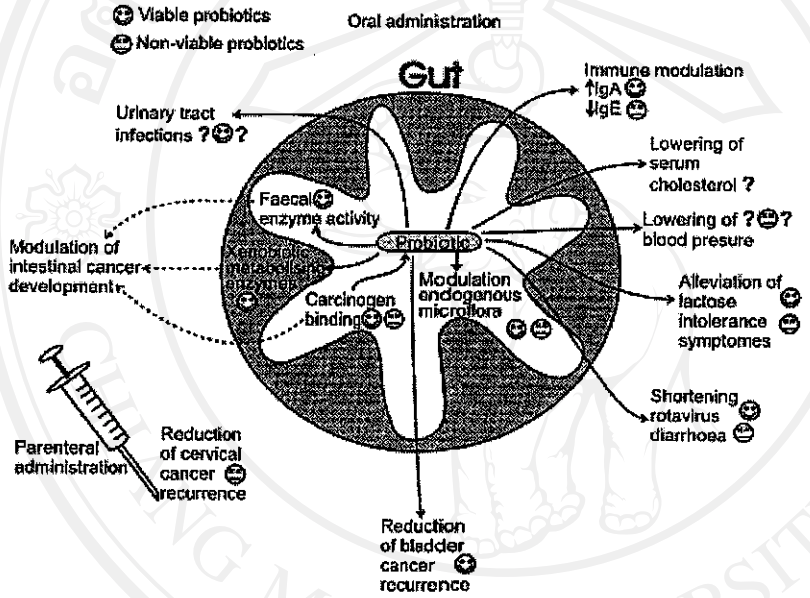
ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมการผลิตสุกรของประเทศไทย เน้นการผลิตในเชิงพาณิชย์มากขึ้น จะเห็นได้ว่าในปี 2548 มีกำลังการผลิตประมาณ 9 ล้านตัว คิดเป็นเนื้อสุกรประมาณ 9 แสนตัน ใช้บริโภคเฉลี่ยปีละ 13 กก.ต่อคน (สมาคมผู้ผลิตและแปรรูปสุกรเพื่อการส่งออก, 2549) และมีการส่งออกสุกรมีชีวิตสูงถึง 71,556 ตัว มูลค่า 123.61 ล้านบาท ซึ่งสูงกว่าปี 2547 ถึง 10,000 ตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) อย่างไรก็ดีการส่งออกสุกรของไทยยังมีปริมาณที่จำกัด เพราะยังไม่สามารถกำจัดโรคระบาดที่สำคัญ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย (Foot and mouth disease) ได้ นอกจากนี้ประเทศผู้รับซื้อยังเข้มงวดต่อมาตรฐานความปลอดภัยทางด้านสุขอนามัย เช่น การควบคุมหรือให้งดใช้ปฏิชีวนะที่เสริมในอาหารซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการดื้อยา และสารตกค้างในผลผลิต ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้ผู้ผลิต รวมทั้งนักวิชาการสาขาต่างๆ จึงได้พยายามหาทางเลือกอื่นเพื่อลดการใช้ปฏิชีวนะ เช่น การใช้โปรไบโอติก (Probiotic หรือ สารเพื่อชีวนะ) สมุนไพร และพรีไบโอติก (Prebiotic) เป็นต้น

โปรไบโอติก

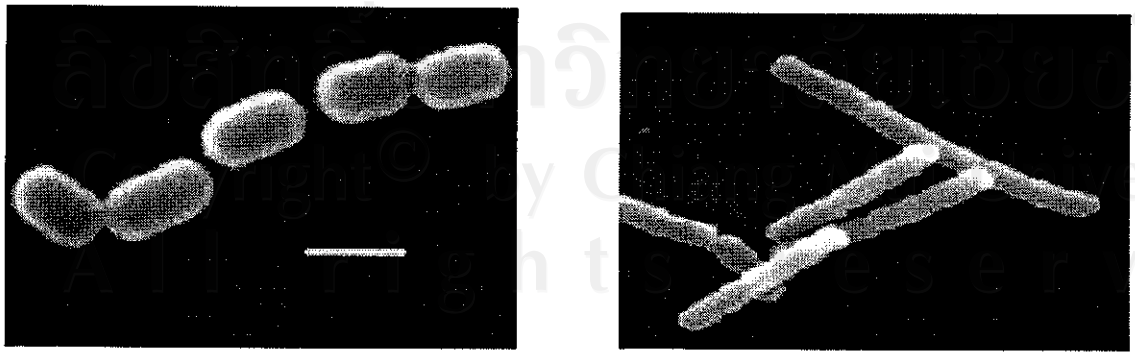
โปรไบโอติก เป็นภาษากรีก แปลว่า เพื่อชีวิต ได้นำมาใช้ครั้งแรกเมื่อประมาณ 30 ปีที่แล้ว (Parker, 1974) คำจำกัดความ คือ จุลินทรีย์หรือสสาร ซึ่งเป็นตัวทำให้จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารอยู่ในสภาวะเหมาะสม ต่อมาความหมายเปลี่ยนไปจนมาถึงปัจจุบันมีความหมายว่า เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้เสริมในอาหาร เมื่ออยู่ในทางเดินอาหารจะก่อให้เกิดผลดีต่อตัวสัตว์ สำหรับในประเทศไทยจุลินทรีย์ที่ได้รับอนุญาตให้เป็นโปรไบโอติกเพื่อเสริมในอาหารสัตว์ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2539 มี 48 ชนิด ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่ ประเภทแบคทีเรียมีจำนวน 42 สายพันธุ์ และประเภทเชื้อรา มีจำนวน 6 สายพันธุ์ (ดนึงนิจ, 2540) การทำงานของโปรไบโอติกในร่างกายโดยทั่วไป แสดงไว้ในภาพที่ 1 ในที่นี้จะขอกล่าวถึงโปรไบโอติกกลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus spp.*) ซึ่งมีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ (Salminen *et al.*, 1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แลคโตบาซิลลัส เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะรูปร่างกลม เป็นท่อนสั้นมีขนาด 0.5-1.2 x 1-10 μm. (ภาพที่ 2) มีลำดับนิวคลีโอไทด์ กัวนีน (G) และไซโทซีน (C) ของดีเอ็นเอ ประมาณ 32–53% ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส (catalase) ต้องการอากาศเล็กน้อยในการเจริญ (microaerophile) หรือไม่มีอากาศเลย (strictly anaerobe) ให้ผลผลิตหลักจากการหมักย่อยน้ำตาล คือ กรดแลคติก (lactic acid) เจริญเติบโตใน pH ที่เหมาะสม คือ 5.5-5.8 พบในที่ที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต เช่น mucosal membranes ของคนและสัตว์ (ลำไส้และอวัยวะเพศ) ของพืชในมูลและจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ของเสียและการหมักหรืออาหารที่บูดเน่า (ปุญญิศา, 2547)



ภาพที่ 1 กลไกการทำงานของโปรไบโอติกในร่างกาย (Salminen *et al.*, 1999)



ภาพที่ 2 ลักษณะของ *Lactobacillus spp.* (Todd, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มของแลคโตบาซิลลัส

Skerman *et al.* (1980) รายงานว่า เดิมแลคโตบาซิลลัสมีทั้งหมด 65 สายพันธุ์ ต่อมา 9 สายพันธุ์ถูกยุบไปรวมกับแลคโตบาซิลลัสอื่น ขณะนี้จึงมีเหลือ 56 สายพันธุ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามรูปแบบการหมัก ดังนี้

1) แลคโตบาซิลลัสแบบเจริญได้ในที่ไม่มีออกซิเจน (obligately homofermentater) กลุ่มนี้ผลิตกรดแลคติคจากกลูโคสได้มากถึง 85% โดยผ่านวิถีไกลโคไลซีส (glycolysis) อาศัยเอนไซม์อัลโดเลส (aldolase) เข้าทำปฏิกิริยาได้เป็นกลีเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟท (glyceraldehyde-3-phosphate) จากนั้นถูกเปลี่ยนเป็นไพรูเวท (pyruvate) ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการรีดิวซ์ไพรูเวทเป็นแลคเตท โดยอาศัย NADH แลคโตบาซิลลัสกลุ่มนี้ประกอบด้วย *L. delbrueckii*, *L. acidophilus*, *L. amylophilus*, *L. amylovolus*, *L. crispatus*, *L. gallinarum*, *L. gasseri*, *L. helveticus*, *L. jensenii*, *L. johnsonii*, *L. kefiranofaciens*

2) แลคโตบาซิลลัสแบบเจริญได้ในที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative heterofermentater) กลุ่มนี้ผลิตกรดแลคติกได้เพียง 50% เท่านั้น ส่วนที่เหลือเป็นเอธานอล (ethanol) อะซิเตท (acetate) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ขาดเอนไซม์อัลโดเลส จึงเปลี่ยนกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอมไปเป็นเพนโตส (pentose) ซึ่งมีคาร์บอน 5 อะตอม จากนั้นจะทำให้แตกออกเป็นกลีเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟส และอะเซทติลฟอสเฟท (acetyl phosphate) โดยใช้เอนไซม์ฟอสโฟคีโตเลส (phosphoketolase) กลีเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟทจะเปลี่ยนเป็นแลคเตทเช่นเดียวกับการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ ส่วนอะเซทติลฟอสเฟทจะได้เอธานอลและ NAD^+ โดยอาศัย NADH แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจน NAD^+ จะถูกสร้างขึ้นมาใหม่จากเอนไซม์ NADH oxidase และ peroxidase ทำให้อะเซทติลฟอสเฟทมีเพียงพอสำหรับการเปลี่ยนเป็นอะซิเตท แลคโตบาซิลลัสกลุ่มนี้ประกอบด้วย *L. casei-pediococcus* เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดมีมากกว่า 30 ชนิด (Collins *et al.*, 1991) ในขณะเดียวกันก็มีแลคโตบาซิลลัสแบบ obligately homofermentater และ heterofermentater อยู่ด้วยเล็กน้อย (ตารางที่ 1)

3) แลคโตบาซิลลัสแบบเจริญได้ในที่มีหรือไม่มีออกซิเจน (obligately heterofermentater) กลุ่มนี้จะผลิต DL-lactic acid และกรดอะซิติก และคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วยแลคโตบาซิลลัสของสกุล (family) Leuconostoc เช่น *L. halotolerans, L.viridescens, L. minor, L. kandleri, L. confusus, L. amelobiosum, L. fructosus* (Yang and Woese, 1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ประเภทของแลคโตบาซิลลัส เมื่อแบ่งตามรูปแบบการหมัก ในกลุ่มที่เจริญได้ในที่มีและไม่มีออกซิเจน (Collins *et al.*, 1991)

Fermentation type	Species
Obligate homofermentater	*L. animalis*, *L. aviarius*, *L. ruminis*, *L. salivarius*, *L. sharpeae*, *L. yamanashiensis* (*L. mali*)
Facultative heterofermentater	*L. agilis*, *L. alimentarius*, *L. bifermentans*, *L. casei* *L. coryniformis*, *L. curvatus*, *L. graminis*, *L. hamsteri*, *L. homohiochii*, *L. paracasei*, *L. pentosus*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. sake*, *L. acetotplerans*
Obligate heterofermentater	*L.brevis*, *L.buchneri*, *L.fermentum*, *L. fructivorans*, *L. hilgardii*, *L. kefir*, *L. oris*, *L. parabuchneri*, *L. reuteri*, *L. sanfrancisco*, *L. suebicus*, *L. vaccinostercus*, *L. vaginalis*

กลไกการออกฤทธิ์ของโปรไบโอติกกลุ่มแลคโตบาซิลลัส

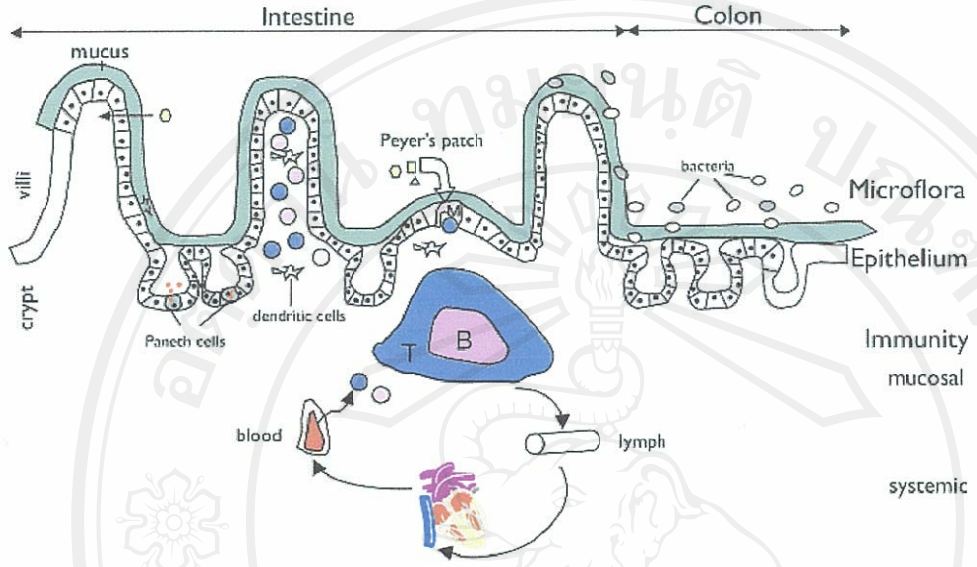
การทำงานของแลคโตบาซิลลัสในร่างกายมีความสามารถทำงานได้หลายอย่าง จะแตกต่างกันตามหน้าที่ของแลคโตบาซิลลัสแต่ละสายพันธุ์ จำแนกได้ดังนี้

1. การขัดขวางการยึดเกาะของแบคทีเรียที่เป็นโทษ (block of adhesion sites) Fuller (1989) กล่าวว่า เมื่อสัตว์กินแลคโตบาซิลลัสเข้าไป แลคโตบาซิลลัสจะแพร่พันธุ์ และก่อตัวที่ผิวทางเดินอาหาร เป็นผลให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคซึ่งสัตว์กินเข้าไปในภายหลังเจริญเติบโตและเกาะที่ผนังลำไส้ได้ยากมากขึ้น โดยกลไกของแบคทีเรียที่คงอยู่ในลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่ส่วนของ villi ปกคลุมไปด้วยเยื่อเมือกที่ใช้ป้องกันเซลล์ของลำไส้ และด้านล่างมีเซลล์เฉพาะที่ชื่อว่า paneth cell เซลล์นี้เป็นตัวหลั่งสารต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial molecules) ภายในลำไส้เล็ก ส่วนลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษเกาะอยู่ที่เยื่อเมือก เมื่อแลคโตบาซิลลัสมีจำนวนมากจะเป็นตัวเบียดบังพื้นที่ยึดเกาะ ทำให้แบคทีเรียที่เป็นโทษไม่สามารถเกาะได้ ดังแสดงในภาพที่ 3 นอกจากนี้แลคโตบาซิลลัสยังมีกลไกในการยับยั้งการแพร่พันธุ์ของแบคทีเรียที่ให้โทษ โดยการหลั่งน้ำดี และกรดน้ำดีภายในระบบทางเดินอาหารอีกด้วย

2. การผลิตสารยับยั้ง (production inhibitory substances) โดยการสร้างกรดอินทรีย์ (organic acid) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน (Fenton reaction) โดยที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับเหล็กเฟอร์รัส (Fe^{++}) ซึ่งมีมากในเซลล์ทั่วไป การสลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยเหล็กอิออนจะได้อนุมูลอิสระ ปฏิกิริยานี้เกิดมากในกระบวนการ phagocytosis อนุมูลไฮดรอกซิลช่วยในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย (ไมตรี, 2543)



ภาพที่ 3 การทำงานของแลคโตบาซิลลัสในลำไส้ (Anonymous, 2000)

3. การสร้างเอนไซม์ โดยแลคโตบาซิลลัสสร้างแลคเตส (lactase) ทำให้ร่างกายได้รับเอนไซม์เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น การทำงานเป็นแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) ของเอนไซม์ในทางเดินอาหาร และกระบวนการย่อยอาหาร (Sen and Chakrabarty, 1984)

4. การสร้างวิตามินบี ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เนื่องจากมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดอะมิโน การสร้างโปรตีน และยังเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง

การสร้างสารปฏิชีวนะ พบว่า มีหลายสายพันธุ์ที่สามารถสร้างปฏิชีวนะได้แล้วอย่างแน่นอน เรียกว่า bacteriocin ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีผลการทำงานอย่างเฉพาะเจาะจงโดยตรงต่อแบคทีเรียที่เป็นโทษ bacteriocin นี้มีชื่อแตกต่างกันแยกตามแลคโตบาซิลลัสที่ผลิต/สร้างแต่ละชนิด ซึ่ง Kumar (2005) ได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2 จำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1) เป็น lantibiotic (Nes *et al.*, 1996)
2) เป็นเปปไทด์ที่ทนร้อน เรียกว่า small hydrophobic (< 13 kDa)
3) เป็นโปรตีนที่มีจำนวนมาก เมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (>30 kDa)
4) เป็นโปรตีนที่รวมกับไขมัน และ/หรือคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า complex bacteriocin

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากแลคโตบาซิลลัสจะผลิตกรดแลคติก และ bacteriocin แล้วยังได้คาร์บอนไดออกไซด์ ไดอะเซทิล (diacetyl) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือแลคติกเปอร์ออกซิเดส (hydrogen peroxide or Lactic peroxidase) โดยมีกลไกการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 Bacteriocin ที่ผลิตได้จากแลคโตบาซิลลัส (Kumar, 2005)

Name of substance	Producing from species
Acidolin	*L. acidophilus*
Acidophilin	*L. acidophilus*
Bulgarin	*L. bulgaricus*
Lactacin B	*L. acidophilus*
Lactacin F	*L. acidophilus*
Lactubrevin	*L. brevis*
Lactobacillin	*L. brevis*
Lactolin	*L. plantarum*
Lactolin 27	*L. helveticus*
Plantaricin A	*L. plantarum*
Plantaricin B	*L. plantarum*
Plantaricin SIK – 83	*L. plantarum*
Reuterin	*L. reuteri*

ตารางที่ 3 กลไกการทำงานของแลคโตบาซิลลัสต่อจุลินทรีย์ที่ให้โทษ (Kumar, 2005)

ชนิดของผลิตผลจากแลคโตบาซิลลัส	กลไกการทำงานต่อจุลินทรีย์ให้โทษ
Bacteriocin	- มีผลกับ membrane - มีผลกับ DNA – synthesis - มีผลกับ protein – synthesis
Lactic acid	- ไม่ทำให้กรดแลคติกหลุดเข้าไปใน membrane - ลด pH ใน intracellular ให้ต่ำลง - ขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น oxidative phosphorylation
Carbon dioxide	- ยับยั้งกระบวนการ decarboxylation - ลดน้ำที่ซึมเข้า membrane
Diacetyl	- ทำปฏิกิริยาในกระบวนการ arginine–binding proteins
Hydrogen peroxide/Lactic peroxidase	- ออกซิไดซ์โปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การแข่งขันการดูดซึมโภชนะ (competition for nutrients) มีการแข่งขันดูดซึมโภชนะกับแบคทีเรียที่ให้โทษ ปกติหากร่างกายมีแบคทีเรียที่ให้โทษสูงมันจะดูดซึมโภชนะไป ทำให้ร่างกายไม่ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ

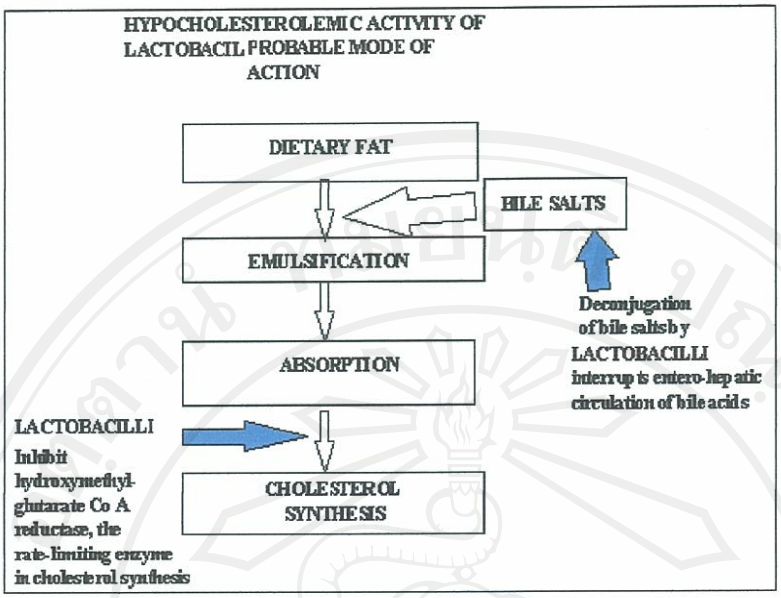
6. การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (stimulation of immunity) เป็นตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่ไม่เฉพาะเจาะจง (non specific immunomodulators) โดยแลคโตบาซิลลัสอาจจะไปกระตุ้น T-lymphocytes ให้สร้าง lymphokine มีผลทำให้ phagocytosis หรือ phagocytic cell เพิ่มขึ้น ซึ่งพวก phagocytic cell เช่น macrophage จะทำหน้าที่จับกินสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย (สุมณฑา, 2545)

7. การป้องกันการเกิดมะเร็ง (anticancer activity) สุมณฑา (2545) รายงานว่า แลคโตบาซิลลัสจะสร้างเอนไซม์ที่สามารถลดไนไตรท์ (nitrite reductase) ได้ จึงเชื่อว่าเป็นการลดความเสี่ยงจากไนโตรซามีนส์ (nitrosamines) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในอาหาร และยังพบว่าแบคทีเรียที่เป็นโทษในลำไส้ สามารถสร้างเอนไซม์อะโซรีดักเทส (azoreductase) เบต้า - กลูคูโรนิเดส (β-glucuronidase) และไนโตรรีดักเทส (nitroreductase) เอนไซม์เหล่านี้จะไปกระตุ้นการเปลี่ยน precarcinogens ไปเป็น carcinogens แล้วแลคโตบาซิลลัสจะจับและควบคุมการสร้างน้ำย่อยที่ใช้ในการหลั่ง carcinogens หรือไปทำลาย carcinogens เช่น สารไนโตรซามินส์

8. การลดคอเลสเตอรอล (cholesterol) โดยแลคโตบาซิลลัสไปขัดขวางไม่ให้ตับขับกรดและเกลือน้ำดีออกมาทำปฏิกิริยากับอาหารประเภทไขมันให้แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ (emulsification) และไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ hydroxymethyl – glutarate CoA reductase ทำให้ไม่สามารถสร้างคอเลสเตอรอลได้ (Kumar, 2005 ; ภาพที่ 4)

10. การเกิดเอธานอลจากการหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative) ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ซึ่งสารนี้สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ (สุมณฑา, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 การทำงานของแลคโตบาซิลลัสในการยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอล (Kumar, 2005)

นอกจากนี้แลคโตบาซิลลัสยังสามารถผลิตกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFAs) หากผลิตได้ในปริมาณที่มากพอ จะมีผลทำให้จำนวนเชื้อ *E. coil* และ *Salmonella typhi* ในทางเดินอาหารของสุกรลดลง รวมทั้งสารประกอบที่ผลิตจากแลคโตบาซิลลัสสามารถที่จะไปป้องกันและขัดขวางไม่ให้ *E. coil* จับกับไกลโคโปรตีนบนพื้นผิวของทางเดินอาหาร มีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นโทษลดลง สุกรจึงมีสุขภาพที่ดีไม่ป่วยเป็นโรคระบบทางเดินอาหาร (Mathew, 2001) สอดคล้องกับรายงานของ Kreis (1978) ที่กล่าวว่า เมื่อร่างกายมีแบคทีเรียที่มีประโยชน์มากจะทำให้ลดการเกิดพิษของเอมีน (amine) และก๊าซแอมโมเนีย (ammonia) ที่เกิดจากกิจกรรมการเผาผลาญ (metabolic activity) ของ *E. coli* (Porter and Kenworthy, 1968) ซึ่งเอมีนนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองและเป็นพิษ เพิ่มการบีบตัวของลำไส้ ทำให้ท้องเสียได้

การทำงานของแลคโตบาซิลลัสต่อเมตาบอลิซึมของโภชนะ

ปกติแล้วแลคโตบาซิลลัสในลำไส้ของสัตว์ มีบทบาทที่สำคัญในการทำงานของเอนไซม์โดยแลคโตบาซิลลัสผลิตเอนไซม์ เพื่อทำปฏิกิริยาในการเมตาบอลิซึมโภชนะแต่ละชนิด ดังนี้

1. กระบวนการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) แลคโตบาซิลลัสในทางเดินอาหาร ผลิตเอนไซม์โปรติเนส (proteinase) ที่ช่วยย่อยโปรตีนให้เป็น polypeptides แล้วเอนไซม์ polypeptidases ที่ได้จากแลคโตบาซิลลัสอีกเช่นกันจะทำการย่อยต่อไปได้เป็นกรดอะมิโน ซึ่งจะถูกดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ในร่างการต่อไป (Kumar, 2005 ; ภาพที่ 5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Proteinases

Proteins + H_2O ----------> Polypeptides

from Lactobacilli

Polypeptidases

Polypeptides + H_2O ----------> Amino acids

from Lactobacilli

ภาพที่ 5 กระบวนการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) จากเอนไซม์ของแลคโตบาซิลลัส (Kumar, 2005)

2. กระบวนการย่อยสลายไขมัน (lipolysis) ไตรกลีเซอไรด์ในอาหารจะถูกเอนไซม์ไลเปส (Lipases) ที่ได้จากแลคโตบาซิลลัสมาทำการย่อยให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล (ภาพที่ 6)

Lipases

Triglycerides (Fats) ----------> Fatty acids + Glycerol

from Lactobacilli

ภาพที่ 6 กระบวนการย่อยสลายไขมัน (lipolysis) โดยเอนไซม์ของแลคโตบาซิลลัส (Kumar, 2005)

3. กระบวนการย่อยสลายแลคโตส (lactose metabolism) แลคโตสในน้ำนมจะถูกเอนไซม์แลคเตสจากแลคโตบาซิลลัสย่อยให้เป็นกลูโคส กาแลคโตส และน้ำ จากนั้นกลูโคสจะถูกเอนไซม์ของแลคโตบาซิลลัสเปลี่ยนให้เป็นกรดไพรูวิค ซึ่งจะถูกย่อยต่อไปด้วยเอนไซม์ lactic dehydrogenase ของแลคโตบาซิลลัสอีกเช่นกันได้เป็นกรดแลคติก (ภาพที่ 7)

Lactase

Lactose ----------> Glucose + Galactose + H_2O

from Lactobacilli

Glycolytic systems of enzymes

Glucose ----------> Pyruvic acid

from Lactobacilli

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lactic dehydrogenase

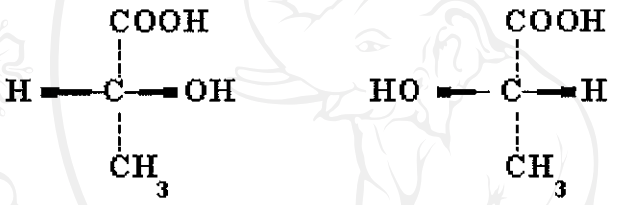
Pyruvic acid ----------> Lactic acid

from Lactobacilli

ภาพที่ 7 กระบวนการย่อยสลายแลคโตส (lactose metabolism) จากเอนไซม์ของแลคโตบาซิลลัส (Kumar, 2005)

กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะทำให้โปรตีนในนมจับตัวเป็นก้อน สามารถถูกย่อยสลายได้ดีขึ้น และยังมีผลให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น

รูปแบบของกรดแลคติก มีโครงสร้าง 2 แบบ คือ



D (-) levorotatory lactic acid L (+) dextrorotatory lactic acid

ภาพที่ 8 โครงสร้างของกรดแลคติก (Anonymous, 2005a)

โครงสร้างทั้ง 2 แบบ (ภาพที่ 8) พบได้ในร่างกายของคนและสัตว์ โดยแบบ L (+) dextrorotatory lactic acid เมแทบอไลซ์ได้รวดเร็ว จะถูกดูดซึมและสมบูรณ์กว่าแบบ D กรดแลกติกที่ไม่ถูกเมตาบอไลซ์จะถูกขับออกทางปัสสาวะ กรดแลกติกที่สร้างโดยแลคโตบาซิลลัสส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างแบบ L (Anonymous, 2005a)

ประโยชน์ของแลคโตบาซิลลัส

Barbes and Boris (1999) รายงานว่า ในลำไส้ของมนุษย์มีแบคทีเรียมากกว่า 100 ชนิด แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียกลุ่มที่เป็นประโยชน์ช่วยการทำงานของร่างกาย และแบคทีเรียกลุ่มที่เป็นโทษ เมื่อร่างกายมีแบคทีเรียกลุ่มที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ก็จะช่วยในการเคลื่อนไหวของลำไส้ และควบคุมความสมดุลของปมข่ายของเส้นเลือดที่ลำไส้ ถ้าในเลือดเกิดการปนเปื้อนจะทำให้ไม่สามารถย่อยโปรตีนได้ ส่งผลให้เกิดโรคต่างๆ ได้ ดังนั้นแลคโตบาซิลลัสจึงเป็นแบคทีเรียตัวหนึ่งที่ได้รับการพิจารณาเป็นตัวช่วยย่อย ทำให้เกิดผลดีต่อสุขภาพ ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

L. acidophilus มีผลต่อการลดคอเลสเตอรอล ยกระดับการทำงานของ nonspecific immune phagocytic ของเซลล์เม็ดเลือดขาวในไซโตพลาสซึมในเลือด ช่วยย่อยน้ำตาลนม (แลคโตส) ผลิตวิตามิน และเอนไซม์ (Kumar, 2005)

L. bifidus กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบย่อยอาหาร สนับสนุนการเจริญเติบโตและพัฒนาระบบทางเดินอาหาร (Anonymous, 2005b)

L. casei เพิ่มความสมดุลของแบคทีเรียแกรมบวกในลำไส้ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโดยไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคท้องเสีย ป้องกันภาวะท้องผูก ลดความดันในเลือดที่สูงเกินกว่าปกติ และทำลายโรคที่เกิดในระบบทางเดินอาหาร เพิ่มระดับภูมิคุ้มกัน immunoglobulin A (IgA) เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรต (Anonymous, 2005b)

L plantarum ช่วยลดอาการปวดท้องและท้องอืดอันเนื่องมาจากโรคไอบีเอส (Irritable bowel syndrome, โรคลำไส้แปรปรวน) โดยไปลดจำนวนเชื้อโรคที่ผลิตก๊าซไฮโดรเจนในทางเดินอาหารลง และย่อยสลายโปรตีน กรดอะมิโน (Anonymous, 2006a)

L. reuteri ผลิต bacteriocin reuterin มีผลต่อต้านการเกิดอาการท้องเสียที่เกิดจากโรค rota virus diarrhea (Kumar, 2005)

L. bulgaricus สามารถลดกรดในกระเพาะอาหารได้ดี ช่วยลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ และยังเป็นตัวควบคุม transient flora ที่สำคัญ ทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยอาหารที่ดีในลำไส้ ผลิตกรดแลคติก และพร้อมเป็นสารปฏิชีวนะในรูปธรรมชาติ (Anonymous, 2005b)

L. salivarius เจริญเติบโตได้ในสิ่งแวดล้อมทั้งที่มีและไม่มีอากาศ ช่วยย่อยสลายโปรตีนที่ย่อยไม่ได้ และช่วยทำลายสารพิษที่ได้จากการเน่าเปื่อยของโปรตีน เพิ่มการทำงานของ phagocytic ของเซลล์เม็ดเลือดขาวในไซโตพลาสซึมและเม็ดเลือดขาวขนาดใหญ่รอบเส้นเลือด ผลิตวิตามินบี และเค ผลิตเอนไซม์และกรดแลคติก มีผลป้องกันอาหารเป็นพิษ และผลิต bacteriocin ยับยั้งการทำงานของ staphylococcus (Robredo and Torres, 2000)

L. johnsonii เพิ่ม interferon-gamma ที่ผลิตเม็ดเลือดขาวขนาดใหญ่รอบเส้นเลือด (Anonymous, 2005b)

ข้อแนะนำหรือปริมาณการใช้แลคโตบาซิลลัสในอาหารของสุกร ตามที่รวบรวมจากการขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์ ประเภทวัตถุที่ผสมแล้ว หรือชนิดสารผสมล่วงหน้า ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณการใช้จะอยู่ระหว่าง 10^9-10^{11} cfu/ตันอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้แลคโตบาซิลลัสสายพันธุ์ต่างๆ ในอาหารสุกร (cfu/ตันอาหาร)

ชนิดสุกร น้ำหนัก (กก.)	สุกรนม (<15)	สุกรเล็ก (15 – 30)	สุกรรุ่น (30 –60)	สุกรขุน (60 – ส่งตลาด)	สุกรพันธุ์
L. acidophilus	$6.25x10^9$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^9$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^9$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^9$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^9$-$5.0x10^{11}$
L. plantarum	$6.25x10^{10}$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^{10}$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^{10}$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^{10}$-$5.0x10^{11}$	$6.25x10^{10}$-$5.0x10^{11}$
L. casei	$6.75x10^9$-$1.3x10^{10}$	6.25-$6.75\ x10^9$	6.25-$6.75\ x10^9$	$3.25 – 6.25\ x\ 10^9$	$6.75\ x10^9$
L. brevis	$1.5\ x\ 10^{11}$	$1.5\ x\ 10^{11}$	$1.5\ x\ 10^{11}$	$1.5\ x\ 10^{11}$	$1.5\ x\ 10^{11}$

ที่มา : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2539 ; อ้างโดยคนึงนิจ, 2540)

การใช้ประโยชน์จากโปรไบโอติก

ในคน

Kelly *et al.* (2002) ได้ศึกษาผลของ *L. acidophilus* และ Fructo-oligosaccharide (FOS) ซึ่งเป็นพรีไบโอติกชนิดหนึ่งต่อการปรับปรุงหน้าที่ของลำไส้ และการขับถ่ายของเสียจากการย่อยสลายโปรตีนในมูลของคน โดยใช้ผู้ใหญ่อายุ 26 ปี จำนวน 68 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับอาหารที่มีซูโครส 3 ก. และแป้งข้าวโพด 80 มก. กลุ่มที่ 2 ให้แป้งข้าวโพด 80 มก. กับ FOS 3 ก. กลุ่มที่ 3 ให้ซูโครส 3 ก. ร่วมกับ *L. acidophilus* $1x10^9$ cfu/g และกลุ่มที่ 4 ให้ FOS 3 ก. และ *L. acidophilus* $1x10^9$ cfu/g ให้กินเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า FOS ช่วยลดแอมโมเนียในมูลได้ ส่วน *L. acidophilus* ช่วยปรับปรุงการเผาผลาญอาหาร ทำให้ลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น

Guandalini *et al.* (2000) ได้กล่าวถึงโรค gastroenteritis ว่าเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงอย่างเฉียบพลัน โดยโรคนี้จะหายได้เองภายในไม่กี่วัน แต่แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนี้ยังคงอยู่ในลำไส้ของคน เขาจึงได้ทดลองใช้ *L. rhamnosus* ปริมาณ $2x10^9$ cfu/250 ml. ให้กับคนที่เป็นท้องร่วงอย่างเฉียบพลันช่วงอายุระหว่าง 1-36 ปี กินเทียบกับการให้ยา ผลปรากฏว่า คนในกลุ่มที่ได้รับ *L. rhamnosus* มีระยะเวลาที่เป็นท้องร่วงน้อยกว่ากลุ่มที่ให้ยาอย่างมีนัยสำคัญ (58±28 vs. 72±36 ชั่วโมง)

ในสัตว์ปีก

Haddadin *et al.* (1996) ได้รายงานผลการให้แลคโตบาซิลลัสต่อสมรรถภาพการผลิต และปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่ไก่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Lohman White จำนวน 192 ตัว อายุ 25 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ทุกกลุ่มได้รับอาหารสูตรควบคุมที่มีโปรตีน 15.8% และพลังงาน 2.75 kcal ME/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มแรกไม่มีการให้แลคโตบาซิลลัส ส่วนกลุ่มที่ 2–4 เสริมจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัสในรูปของเหลวในอัตรา 0.67, 2.0 และ 4.0% โดยน้ำหนักหรือคิดเป็นปริมาณจุลินทรีย์เท่ากับ $0.67x10^6$, $2.0x10^6$ และ $4.0x10^6$ cfu/g. feed ตามลำดับ ทั้งนี้เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบแล้วว่าเป็นเชื้อที่แข็งแรง ทนต่อเกลือน้ำดีได้ดี และสามารถเกาะติดกับเยื่อบุผิวของกระเพาะพักในไก่ได้ดี ทดลองเป็นเวลา 40 สัปดาห์ ปรากฏว่า การเสริมจุลินทรีย์ตั้งแต่ 2 ล้านเซลล์ขึ้นไป ทำให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่และความหนาของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น เมื่อทำการวัดปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในพลาสม่าของแม่ไก่ พบว่า การเสริมจุลินทรีย์ทุกระดับไม่ทำให้ปริมาณไขมันและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดเปลี่ยนไป แต่การเสริมที่ระดับ 2 และ 4 ล้านเซลล์ต่อก.อาหาร ทำให้คอเลสเตอรอลในพลาสม่าของไก่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใช้ในระดับต่ำ ($0.67x10^6$ cfu/g.feed) และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้จุลินทรีย์ ส่วนคอเลสเตอรอลในไข่แดงมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เสริม จึงสรุปได้ว่า การเสริมแลคโตบาซิลลัสช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลใน พลาสม่าและไข่ลงอย่างมีนัยสำคัญด้วย สอดคล้องกับสุชนและคณะ (2546ก) ที่รายงานว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่ลดลงเมื่อให้ *Lactobacillus spp.* แบบละลายน้ำที่ระดับ $2x10^5$ cfu/ml หรือเทียบเท่ากับ $0.9x10^6$ cfu/g. feed

Jin *et al.* (1998) ศึกษาผลการเสริมจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัสแก่ไก่เนื้อ โดยใช้ไก่พันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ (Arbor Acres) อายุ 1 วัน จำนวน 180 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 60 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมให้กินอาหารตามปกติ กลุ่มที่ 2 กินอาหารที่เสริม *L. acidophilus* 0.1% และกลุ่มที่ 3 กินอาหารที่เสริมแลคโตบาซิลลัสแบบผสมระดับ 0.1% ซึ่งจะมีแลคโตบาซิลลัส 12 สายพันธุ์ จาก 3 สปีชี คือ *L. acidophilus* 2 สายพันธุ์ *L. plantarum* 1 สายพันธุ์ *L. brevis* 6 สายพันธุ์ และ *L. fermentum* 3 สายพันธุ์ ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารอย่างเต็มที่ ปริมาณจุลินทรีย์ที่เสริมให้ไก่ในกลุ่ม 2 และ 3 มีความเข้มข้นเท่ากับ $1x10^9$ cfu/g. feed ผลปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมจุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักตัวเมื่อ 40 วันมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แลคโตบาซิลลัสมีผลทำให้ระดับเอนไซม์ย่อยแป้ง (amylolytic enzyme) ในลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น จึงทำให้มี β - glucoronidase และ β - glucosidase ในลำไส้และมูลลดลง รวมทั้งมีปริมาณโคลิฟอร์มในทางเดินอาหาร และในไส้ติ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารเสริมแลคโตบาซิลลัสมีกรดไขมันระเหยได้ (VFAs) ในลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) และไส้ติ่งในระดับที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่งผลให้ค่า pH ในไส้ติ่งลดต่ำลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

สุชนและคณะ (2545) รายงานว่า เมื่อเสริม *Lactobacillus spp.* ชนิดที่ผลิตเองจากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แบบละลายน้ำที่ความเข้มข้น $1.33x10^5$ และ $2x10^5$ cfu/ml.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้แก่ไก่เนื้ออายุ 1 วันถึง 49 วัน ผลปรากฏว่า การเสริม *Lactobacillus spp.* สมรรถภาพการผลิตมีแนวโน้มดีกว่าเมื่อให้ที่ความเข้มข้น $1.33x10^5$ cfu/ml แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม การให้ *Lactobacillus spp.* ทั้งสองระดับ มีผลทำให้ความยาว และน้ำหนักของลำไส้ รวมทั้งไส้ติ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม การทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลกับหลอดลมอักเสบสองครั้ง ให้ความคุ้มต่อโรคนิวคาสเซิลสูงกว่าการทำครั้งเดียว และเมื่อให้ไก่ได้รับเชื้อ *Lactobacillus spp.* ร่วมด้วย ความคุ้มโรคจะยิ่งสูงขึ้น ยกเว้นเมื่อให้ที่ความเข้มข้น $2x10^5$ cfu/ml. ความคุ้มโรคจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนค่า IgG, IgG-DNA และคอเลสเตอรอลให้ผลไม่ต่างกันไม่ว่าจะให้หรือไม่ให้ *Lactobacillus spp.* อย่างไรก็ดีพบว่า เมื่อมีไก่แสดงอาการป่วย สามารถใช้ *Lactobacillus spp.* ผสมฟ้าทะลายโจรรักษาได้โดยไม่แตกต่างจากการใช้ยาปฏิชีวนะ

Abdulrahim *et al.* (1999) ศึกษาผลการใช้ *L. acidophilus* และปฏิชีวนะชนิดซิงค์แบซิทราซิน (zinc bacitracin) ในไก่เนื้อตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 8 สัปดาห์ โดยแบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่เสริมทั้งแลคโตบาซิลลัสและปฏิชีวนะ กลุ่มที่ 2 เสริม *L. acidophilus* ระดับ $4x10^6$ cfu/ml. ตลอดการทดลอง กลุ่มที่ 3 เสริมซิงค์แบซิทราซินระดับ 50 มก./กก. ในช่วง 1-4 สัปดาห์ แล้วเพิ่มเป็น 60 มก./กก. ในช่วง 5-8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มที่ 4 เสริม *L. acidophilus* ระดับ $4x10^6$ cfu/ml. ร่วมกับซิงค์แบซิทราซินระดับ 50 มก./กก. ในช่วง 1-4 สัปดาห์ แล้วเพิ่มเป็น 60 มก./กก. ในช่วง 5-8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า การเสริมซิงค์แบซิทราซินเดี่ยวๆ หรือเสริมร่วมกับ *L. acidophilus* ทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มดีกว่า แต่มีอัตราแลกน้ำหนักด้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เพราะการเสริมซิงค์แบซิทราซินเดี่ยวๆไก่กินอาหารได้มากขึ้น

Mohan *et al.* (1996) ได้ศึกษาผลของโปรไบโอติกที่ผลิตขึ้นในเชิงการค้า ซึ่งมีจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ *L. acidophilus, L. casei, Bifidobacterium bifidum, Aspergillus oryzae* และ *Torulosis spp.* ผสมกันโดยใช้ที่ระดับ 0, 75, 100 และ 125 มก./กก. หรือเทียบเท่ากับมีเชื้อจุลินทรีย์ในระดับ 0, $7.5x10^7$, $1x10^8$ และ $1.25x10^8$ cfu/kg. feed ตามลำดับ ในอาหารไก่เนื้อช่วงอายุ 1-8 สัปดาห์ ปรากฏว่า การเสริมโปรโบโอติกที่ระดับต่างๆ ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร) แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มดีขึ้นเมื่อเสริมที่ระดับ 100 มก./กก. การเสริมที่ระดับ 75 และ 100 มก./กก. ทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้รายงานดังกล่าวยังได้เปรียบเทียบการใช้โปรไบโอติกข้างต้นกับปฏิชีวนะชนิดโฟลโวฟอสโฟลิพอล (flovophospholipol) โดยใช้ในระดับ 100 มก./กก. อาหารเท่ากัน ศึกษาในไก่เนื้อช่วงอายุ 1-6 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไม่ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมทั้งปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในสุกร

เยาวมาลย์และสาโรช (2535) ได้กล่าวถึงความสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร จะทำให้เกิดการพัฒนาในลำไส้เล็ก ทำให้สัตว์มีความสามารถในการต้านทานโรค โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ซึ่งการสร้างความสมดุลนี้เรียกว่า แบคทีเรียแอนตาโกนิซึ่ม (bacteria antagonism) หรือโคโลไนเซชั่น รีสีสแตนส์ (colonization resistance) มีผลทำให้เกิดยูไบโอซีส (eubiosis) ขึ้น โดยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ จะทำให้ระบบการย่อยอาหาร การดูดซึมและการนำโภชนะต่างๆ ไปใช้ได้สูงขึ้น แต่ถ้าสัตว์เกิดการเสียสมดุลในลำไส้ ซึ่งอาจเกิดจากการกินอาหาร ความเครียด การขนย้าย อากาศ หรือการติดเชื้อโรค เป็นต้น จะมีผลทำให้เกิดดีสไบโอซีส (dysbiosis) ส่งผลให้แบคที่เรียที่ก่อโรค เช่น *E. coli* เพิ่มมากขึ้น ทำให้สัตว์เกิดอาการท้องร่วงซึ่งส่งผลเสียต่อการให้ผลผลิต

Kenneth (2000) ได้กล่าวถึงจำนวนประชากร และการแพร่กระจายตัวของแบคทีเรียว่า จะมีความผันแปรขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ ปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับ ชนิดของอาหาร การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อปริมาณการแพร่เชื้อของแบคทีเรีย รวมถึงอวัยวะที่นำมาตรวจด้วย

Mateo *et al.* (2004) ได้กล่าวถึงนมน้ำเหลืองและน้ำนมของแม่สุกรตั้งแต่แรกคลอดจนถึงหย่านม (ที่อายุ 21-28 วัน) ว่ามีปริมาณโปรตีนและ total milk solids ลดลง ตามลำดับ และนิวคลีโอไทด์ก็เช่นเดียวกัน คือ มีความเข้มข้นลดลงจาก 555.6 μmol/100 ml. เหลือ 104 μmol/100 ml. นมน้ำเหลืองโดยส่วนมากจะมีนิวคลีโอไทด์ชนิด uridine 5′ monophosphate (UMP) ถึง 98% ในขณะที่น้ำนมปกติมีประมาณ 89-90% นิวคลีโอไทด์ในน้ำนมจะพบมากในช่วง 7 วันแรกหลังคลอด จากนั้นมีปริมาณลดลงครึ่งหนึ่งในช่วง 7-14 วัน และลดต่ำสุดหลังคลอดเป็นเวลา 28 วัน

Demeckova *et al.* (2002) ได้ศึกษาผลของอาหารหมักแบบเหลวต่อจุลินทรีย์ในมูลและคุณภาพนมน้ำเหลืองของแม่สุกร โดยใช้แม่สุกร 18 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการทดลองในระยะก่อนคลอดประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงหลังคลอด 3 สัปดาห์ ให้แต่ละกลุ่มได้รับอาหารต่างกัน คือ 1) อาหารควบคุมแบบเม็ด (dry pelleted feed) 2) อาหารเหลวแบบไม่หมัก (non fermented liquid feed) และ 3) อาหารเหลวแบบหมัก (fermented liquid feed) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์แลคติกแอซิดแบคทีเรีย และโคลิฟอร์ม (coliform) ในมูลของแม่และลูกสุกร โดยวิธี Standard microbiological techniques ปรากฏว่า อาหารทั้ง 3 สูตร ทำให้มูลมีปริมาณของแลคติกแอซิดแบคทีเรียไม่แตกต่างกัน แต่มูลของแม่สุกรที่กินอาหารเหลวแบบหมักจะมีโคลิฟอร์มต่ำกว่ากลุ่มที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กินอาหารเหลวแบบไม่หมัก และอาหารเม็ดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนมูลของลูกสุกรที่ได้รับอาหารเหลวแบบหมักจะมีแลคติกแอซิดแบคทีเรียมากกว่า (7.7 vs. 8.1 log10 cfu g^{-1}) และมีโคลิฟอร์มต่ำกว่ามูลของสุกรที่กินอาหารควบคุมแบบเม็ด (7.5 vs. 8.1 log10 cfu g^{-1}) จึงสรุปได้ว่า สุกรที่ได้รับอาหารเหลวแบบหมัก ช่วยปรับปรุงสุขภาพของแม่และลูกสุกรได้

van Winsen *et al.* (2002) ได้ศึกษาผลของอาหารแบบหมักต่อการขับออกของแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae ในมูลสุกรระยะรุ่นถึงขุน ผลปรากฏว่า อาหารแบบหมักช่วยลด Enterobacteriaceae ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากความเป็นกรดของลำไส้อันเป็นผลมาจาก VFAs ที่เกิดขึ้นจากการหมัก โดยสังเกตเห็นได้จาก pH ในมูลของสุกรกลุ่มที่กินอาหารแบบหมักมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่กินอาหารแบบปกติ

Dunn (2004) ได้กล่าวถึงการเสริมโปรไบโอติกชนิด *Lactobacillus spp.* และ *Enterococcus spp.* ในอาหารแม่สุกรที่มีอายุการตั้งท้องที่ 90 วันจนถึงหย่านมที่อายุ 28 วัน มีผลทำให้น้ำหนักแรกคลอดของลูกสุกรและน้ำหนักสูญเสียระหว่างดูดนมต่ำกว่ากลุ่มปกติซึ่งไม่ให้โปรไบโอติก 7.5% และยังมีอัตราการตายจนถึงหย่านมน้อยกว่า 9% ในขณะที่มีจำนวนจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัสในลำไส้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่เสริมจุลินทรีย์

Iowa (1995) ได้ศึกษาผลของโปรไบโอติกชนิด *Lactobacillus spp.* ที่มีชื่อการค้าว่า Fastrack® Probiotic Pack ในสุกรแม่พันธุ์ โดยใช้แม่สุกรเริ่มคลอดจำนวน 134 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมให้กินอาหารตามปกติ ส่วนอีกกลุ่มกินอาหารที่เสริมด้วย Fastrack® ระดับ 2.5 x 10^8 cfu/oz. ผลปรากฏว่า แม่สุกรที่กิน Fastrack® มีการสูญเสียน้ำหนักตัวและจำนวนวันจากหย่านมถึงเป็นสัดรอบใหม่น้อยกว่า โดยจะมีคะแนนสภาพร่างกาย และการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับลูกที่เกิดต่อครอกให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่จะได้น้ำหนักตัวเมื่อหย่านมมากกว่า และมีการสูญเสียลูกสุกรก่อนหย่านมน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Yang and Woese (1989) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรไบโอติกชนิด Calporin™ ต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่สุกร โดยใช้แม่สุกรสองสายพันธุ์จำนวน 52 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ให้อาหารสูตรควบคุมเหมือนกัน ต่างกันตรงที่ไม่ให้และให้ Calporin ระดับ 0.1% ของสูตรอาหาร เริ่มเลี้ยงตั้งแต่อุ้มท้องได้ 80 วันจนถึงคลอด ส่วนระยะหลังคลอดลดลงเหลือระดับ 0.01% ผลปรากฏว่า น้ำหนักตัวและไขมันสันหลังของแม่สุกรในช่วงอุ้มท้องและเลี้ยงลูก รวมทั้งปริมาณอาหารที่กิน ขนาดครอก จำนวนลูกแรกคลอดและหย่านมให้ผลไม่แตกต่างกัน ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรในแม่ที่เสริม Calporin ดีกว่ากลุ่มไม่เสริม (ควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญ (214.0 vs. 200.4 ก./วัน) ส่วนปริมาณจุลินทรีย์พวก *Clostridium perfringens* และ total bacterial count ในมูลที่เสริม Calporin

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีน้อยกว่า (6.13 และ 9.54 vs. 7.13 และ 10.22 log. cfu/g.) แต่มีจุลินทรีย์พวก Bifidobacterum มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (8.56 vs. 7.27 log. cfu/g.)

เยาวมาลย์และสาโรช (2544) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรไบโอติกชนิด *Bacillus toyoi* ที่มีชื่อการค้าว่า โตโยเซอรีน (ToYocerin) ในอาหารแม่สุกร โดยใช้แม่สุกรสองสายเลือดจำนวน 48 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ กลุ่มควบคุมให้กินอาหารตามปกติ ส่วนอีกกลุ่มเสริมด้วยโตโยเซอรีน 0.06% ($1x10^9$ cfu/g) ผลปรากฏว่า การเสริมโตโยเซอรีนทำให้การกลับมาเป็นสัดหลังหย่านมเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (6.4 vs. 6.7 วัน) รวมทั้งทำให้จำนวนลูกสุกรแรกเกิด (10.4 vs. 9.8 ตัว) จำนวนลูกสุกรหย่านม (9.4 vs. 8.8 ตัว) และน้ำหนักหย่านม (7.23 vs. 7.22 กก.) เพิ่มขึ้น ในขณะที่มีผลทำให้ลดการเกิดโรคท้องร่วงและระยะเวลาท้องร่วงของลูกสุกรกลุ่มที่ได้รับโตโยเซอรีนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Jurgens *et al.* (1997) ได้ศึกษาผลของยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่สุกร โดยใช้แม่สุกรสองสายเลือดจำนวน 30 ตัว ให้ได้รับผงยีสต์แทนที่ข้าวโพดระดับ 0.1 และ 0.15% ในระยะแม่สุกรตั้งท้อง และให้ระดับ 0.2 และ 0.3% ในระยะแม่เลี้ยงลูก ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการผลิตของแม่สุกรทั้งกลุ่มที่ให้และไม่ให้ยีสต์ให้ผลไม่ต่างกัน ทำนองเดียวกับผลในลูกสุกร ซึ่งพบว่าน้ำหนักแรกคลอด จำนวนลูกแรกคลอด จำนวนลูกหย่านมของกลุ่มที่ให้ยีสต์ให้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม แต่จะมีน้ำหนักตัวเพิ่ม (3.8 และ 3.6 vs. 3.3 กก.) น้ำหนักหย่านมที่ 21 วัน (4.9 และ 4.6 vs. 3.3 กก.) และปริมาณอาหารที่กิน (0.23 และ 0.22 vs. 0.19 กก.) ของลูกสุกรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

Alexopoulos *et al.* (2004) ได้ศึกษาโปรไบโอติกชนิด *Bacillus licheniformis* และ *Bacillus subtilis* ที่มีชื่อการค้าว่า BioPlus 2B ต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่สุกร โดยใช้สุกรสาวและแม่สุกรจำนวน 111 ตัว ให้ได้รับ BioPlus 2B ระดับ 400 ก/ตันอาหาร (มีปริมาณเชื้อเท่ากับ $1.28x10^6$ cfu/g. feed) ในระยะ 14 วันก่อนคลอดจนถึงหย่านมที่อายุ 28 วัน ผลปรากฏว่า แม่และลูกสุกรในช่วงเลี้ยงลูกกินอาหารมากกว่า จึงทำให้แม่สุกรสูญเสียน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ลูกสุกรยังมีอัตราการเกิดท้องเสีย และอัตราการตายต่ำกว่า ส่งผลให้มีจำนวนลูกสุกรหย่านม (9.7 vs. 9.0 ตัว) และน้ำหนักหย่านม (8.4 vs. 8.0 กก.) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลสุขภาพของแม่สุกรในเรื่องการเป็น MMA syndrome และระยะเวลาการกลับมาเป็นสัดใหม่ในกลุ่มที่ได้รับอาหาร BioPlus 2B เร็วกว่า (22.0 vs. 22.6 วัน) รวมทั้งยังมีความเข้มข้นของคอเลสเตอรอล ไขมันรวมในเลือดและในน้ำนม ปริมาณไขมันและโปรตีนในน้ำนมสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

King (1968) ได้ศึกษาผลการเสริม *L. acidophilus* ในรูปเชื้อแห้ง โดยใช้สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์อายุหลังหย่านม เลี้ยงไปจนถึงน้ำหนัก 9 กก. ปรากฏว่า การเสริมจุลินทรีย์ดังกล่าวมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมจุลินทรีย์ ซึ่งต่อมา Pollmann *et al.* (1980) ได้ศึกษาผลการเสริม *L. acidophilus* ในรูปเชื้อแห้งเช่นกัน ที่มีชื่อการค้าว่า Probios และการเสริม *Streptococcus faecium Cernelle 68* ในรูปเชื้อแห้งที่มีชื่อการค้าว่า Feed – Mate 68 โดยทดลองกับสุกรหลังหย่านม น้ำหนัก 7 กก. เทียบกับการให้ปฏิชีวนะ 3 ชนิด คือ LASP – 250, Lincomycin, Tylosin ตามระดับที่แนะนำ ผลปรากฏว่า การใช้ Probios ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ใช้ปฏิชีวนะ 2.6 และ 3.6% ตามลำดับ

Bomba *et al.* (1999) ทำการทดสอบ *L. casei* ร่วมกับ maltodextrin KMS X-70 ต่อการยับยั้งการเกาะติดผนังทางเดินอาหารของ *E. coli* ในลูกสุกรปกติ และลูกสุกรปลอดเชื้อ (gnotobiotic) ปรากฏว่า การเสริมด้วย *L. casei* เพียงชนิดเดียวในสุกรทั้งสองประเภท ไม่สามารถยับยั้งการเกาะติดผนังลำไส้เล็กส่วนปลายของ *E. coli* ได้ ในขณะที่เมื่อให้ *L. casei* ร่วมกับ maltodextrin ทำให้จำนวนโคโลนีของ *E. coli* ในสุกรปลอดเชื้อลดลง 10 เท่า และในสุกรปกติลดลงได้มากถึง 450 เท่า ทั้งนี้สันนิษฐานว่าเกิดจากแลคโตบาซิลลัสผลิตสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร (antibacterial substances) หรืออาจไปกระตุ้นภูมิคุ้มกันของลูกสุกร

สุชนและคณะ (2546ข) ได้ศึกษาผลการใช้สารสกัดแลคโตบาซิลลัสซึ่งผลิตจากบริษัท พี. บี. โอ. เพื่อคุณภาพชีวิต จำกัด ในสุกรรุ่นและขุน โดยใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด อายุ 9 สัปดาห์ จำนวน 350 ตัว เลี้ยงแบบแยกเพศ ทดลองไปจนถึงน้ำหนัก 100 กก. หรือถึงระยะส่งตลาด แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมให้กินอาหารทางการค้าตามปกติ ส่วนอีกกลุ่มกินอาหารที่ปราศจากปฏิชีวนะ แต่เสริมด้วยสารสกัดแลคโตบาซิลลัสผสมขมิ้นชันและไพลในอัตรา 1 กก./ตัน ผลปรากฏว่า สุกรที่กินอาหารเสริมด้วยสารสกัดแลคโตบาซิลลัสผสมสมุนไพรมีอัตราการเจริญเติบโตด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (730.4 vs. 771.5 ก.) และใช้เวลาในการเลี้ยงนานกว่ากลุ่มควบคุม 1-3 วัน อย่างไรก็ดี แม้ว่าสุกร 2 กลุ่มนี้จะมีความหนาไขมันสันหลัง และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่วัดขณะสุกรมีชีวิตไม่แตกต่างกัน แต่การเสริมสารสกัดแลคโตบาซิลลัสผสมสมุนไพรทำให้เนื้อสุกรมีค่าคอเลสเตอรอลต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (52.6 vs. 55.3 มก./ก. เนื้อ)

Kornegay and Risley (1996) ได้ศึกษาการเสริมโปรไบโอติกชนิด *Bacillus subtilis* ผสมกับ *B. licheniformis* ซึ่งมีชื่อการค้าว่า Biomate 2B® (BAC1) และชนิดที่ผสมระหว่าง *B. subtilis*, *B. licheniformis* กับ *B. pumilus* หรือมีชื่อการค้าว่า Pelletmate livestock (BAC2) ในอาหารสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลูกผสมสองสายเลือดที่น้ำหนักตัว 59.7 กก.ถึงระยะส่งตลาด โดยแบ่งสุกรออกเป็น 3 กลุ่ม ให้ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับ 14% เท่ากัน กลุ่มแรกไม่ให้โปรไบโอติก ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ให้โปรไบโอติกชนิด BAC1 และ BAC2 ในอาหารระดับ 0.05% ซึ่งเทียบเท่ากับมีเชื้อ $3x10^6$ cfu/g. feed ผลปรากฏว่า ในมูลมีจำนวน Bacillus เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเสริมชนิด BAC1 หรือ BAC2 และมี lactic acid bacteria เพิ่มขึ้นเมื่อให้ BAC1 ในขณะที่มีโคลิฟอร์มลดลงเมื่อเสริม BAC2 ส่วนน้ำหนักตัว และปริมาณวัตถุแห้ง NDF, ADF เถ้า การย่อยได้ของไนโตรเจนและไนโตรเจนที่สะสมในร่างกายของทั้ง 3 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่า การเสริมโปรไบโอติกทั้ง 2 ชนิดข้างต้นไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว รวมทั้งไม่ช่วยให้การย่อยได้ของอาหารดีขึ้น แต่จะช่วยเพิ่มจำนวนบาซิลลัสในมูล ส่วนจำนวนโคลิฟอร์มและจำนวน lactic acid bacteria ในมูลจะลดหรือเพิ่ม ขึ้นกับชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้

นอกจากสัตว์จะได้รับประโยชน์โดยตรงจากการทำงานของแลคโตบาซิลลัสแล้ว ยังได้ประโยชน์จากนิวคลีโอไทด์ของมันด้วย ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในลำดับถัดไป

นิวคลีโอไทด์ (nucleotide)

เป็นเอสเทอร์ชนิดฟอสเฟต (phosphate ester) ของนิวคลีโอไซด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นจากน้ำตาลจับกับเบสด้วยพันธะไกลโคไซด์ เมื่อนิวคลีโอไซด์มาจับกับหมู่ฟอสเฟตด้วยพันธะเอสเทอร์ (ester bond) จึงกลายเป็นนิวคลีโอไทด์ นิวคลีโอไทด์ที่มีน้ำตาลไรโบสเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้างเรียกว่า ไรโบนิวคลีโอไทด์ (ribonucleotide) และกรดนิวคลีอิกที่มีนิวคลีโอไทด์ชนิดนี้เป็นหน่วยโครงสร้างเรียกว่า กรดไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid, RNA) ส่วนนิวคลีโอไทด์ที่มีน้ำตาลดีออกซิไรโบสเป็นองค์ประกอบเรียกว่า ดีออกซิไรโบนิวคลีโอไทด์ (deoxyribonucleotide) กรดนิวคลีอิกที่เกิดจากหน่วยโครงสร้างชนิดนี้เรียกว่า กรดดีออกซิไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid, DNA ; พจน์ และคณะ, 2543)

นิวคลีโอไทด์เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเกี่ยวข้องกับกระบวนการเริ่มต้นของการมีชีวิต เมื่อพิจารณาภายในเซลล์จะเห็นได้ว่า แลคโตบาซิลลัสมี DNA เป็นองค์ประกอบสำคัญเช่นกัน ดังนั้น นิวคลีโอไทด์จึงเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ร่างกายขาดไม่ได้ (Carver, 1999) ทำหน้าที่เป็นสารเก็บพลังงานซึ่งได้จากการเผาผลาญอาหาร มีบทบาทสำคัญในการแบ่งเซลล์ ทำให้เซลล์เจริญเติบโต เป็นตัวกลางในการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน และปรับการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Pickering *et al.*, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่องทางที่ร่างกายสามารถรับนิวคลีโอไทด์ มี 2 แหล่ง คือ (พจน์ และคณะ, 2543)

1. จากแหล่งภายในร่างกาย (endogenous source) โดยร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเอง (*De novo* synthesis) ตับเป็นอวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่นี้ โดยใช้วัตถุดิบจำพวกกรดอะมิโน ไรโบส (ribose) คาร์บอนไดออกไซด์ และฟอร์เมท (formate) หรือจากการเปลี่ยนรูป (Salvage pathway)

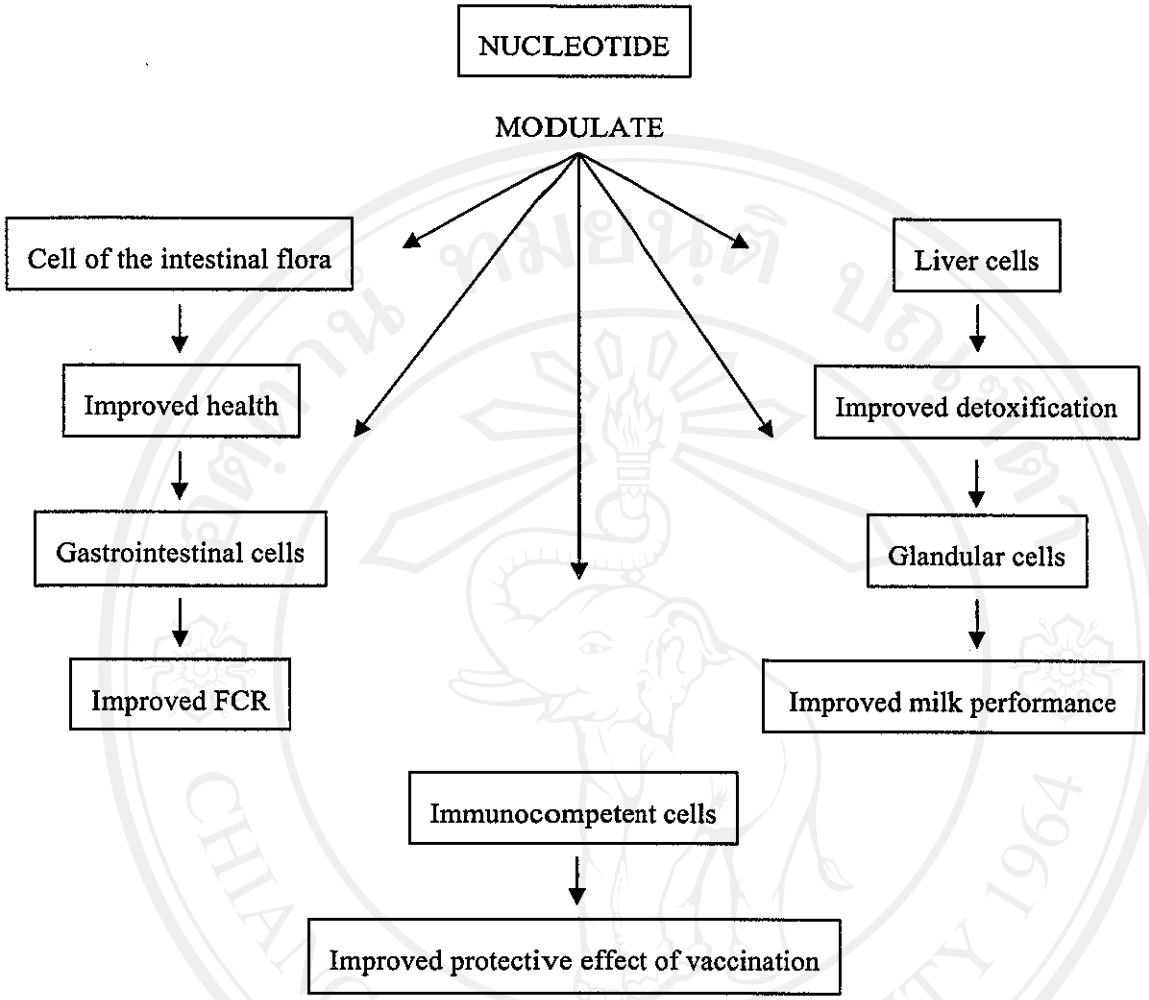
อย่างไรก็ตามทั้ง 2 กระบวนการข้างต้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นปกติอยู่แล้วเพื่อคงสภาพกลไกของร่างกายให้ดำเนินต่อไป แต่เมื่อร่างกายเผชิญกับภาวะเครียดจากสิ่งต่างๆ ทั้งจากการขาดอาหาร การติดเชื้อ สภาพแวดล้อม รวมทั้งเมื่อร่างกายไม่สามารถผลิตกรดนิวคลีอิกได้ทัน ก็จะส่งผลต่อระดับเซลล์และอวัยวะ ทำให้ระบบควบคุมของร่างกายอ่อนแอ ส่งผลเสียให้เห็นได้

2. จากแหล่งภายนอก (exogenous source) เป็นวิธีที่ร่างกายจะได้รับนิวคลีโอไทด์ด้วยการกิน ซึ่งร่างกายสามารถนำนิวคลีโอไทด์ไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ความสำคัญของการรับนิวคลีโอไทด์ด้วยวิธีนี้จะเด่นชัดมากในกรณีที่ร่างกายมีความจำเป็นต้องใช้นิวคลีโอไทด์ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะนิวคลีโอไทด์จากแหล่งภายในร่างกายสร้างได้ไม่เพียงพอ เช่น กรณีการติดเชื้อ หรือเนื้อเยื่อถูกทำลาย เป็นต้น อย่างไรก็ดีในภาวะปกติ การที่ร่างกายได้รับนิวคลีโอไทด์อย่างต่อเนื่อง จะช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์แข็งแรงให้กับร่างกาย และเป็นการรับมือกับภาวะเสี่ยงต่างๆได้

คุณสมบัติของนิวคลีโอไทด์

ปัจจุบัน นิวคลีโอไทด์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในคน สัตว์เลี้ยง และปศุสัตว์ โดยนิวคลีโอไทด์พบปริมาณมากในเนื้อสัตว์ ปลาป่น ถั่วที่มีอะดีนีน (adenine) สูง ลำไส้ของสัตว์ DNA ของยีสต์ และแบคทีเรีย คุณสมบัติของนิวคลีโอไทด์มีบทบาทสำคัญต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มคุณค่าของน้ำนม ช่วยให้การทำวัคซีนมีประสิทธิภาพและหวังผลได้สูงขึ้น ช่วยในการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดแดง ช่วยให้มีการสร้างเม็ดเลือดขาวมากขึ้น และกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว โดยเฉพาะเพิ่มจำนวนของ macrophage และ natural killer cell ทำให้ร่างกายมีระบบป้องกันตัวเองที่แข็งแรง ช่วยสร้างสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ให้เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์ และกระตุ้นการซ่อมแซมลำไส้ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของตับ และในกรณีที่เซลล์ตับเกิดการเสียหายก็จะช่วยให้มีการฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติได้รวดเร็วขึ้น ดังภาพที่ 9 นอกจากนี้การเสริมนิวคลีโอไทด์ยังมีผลต่อแบคทีเรียในทางเดินอาหาร โดยมีผลทำให้วิลไลของลำไส้สูงขึ้น และมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของไลโปโปรตีน (lipoprotein metabolism ; Fegan, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 9 การทำงานของนิวคลีโอไทด์ (Fegan, 2004)

การใช้ประโยชน์จากนิวคลีโอไทด์

ในคน

Singhal *et al.* (2004) ได้ศึกษาผลการเสริมนิวคลีโอไทด์ต่อสุขภาพของลำไส้ในเด็ก โดยใช้เด็กแรกเกิดจนถึงอายุ 24 สัปดาห์ จำนวน 200 คน กลุ่มควบคุมให้อาหารนมปกติ ส่วนอีกกลุ่มเสริมนิวคลีโอไทด์ในอัตรา 31 มก./ลิตร ผลปรากฏว่า การเสริมนิวคลีโอไทด์ช่วยลดไบฟิโดแบคทีเรียในลำไส้ลงอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในสัตว์

Anonymous (2006b) ได้ศึกษาผลการเสริมนิวคลีโอไทด์ต่ออัตราการตายของหนูที่ติดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* โดยใช้หนูหย่านม 21 วัน จำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารปกติ (ควบคุม) ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับนิวคลีโอไทด์ระดับ 0.06 และ 0.25% ของสูตรอาหาร เลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน ผลปรากฏว่า หนูในกลุ่มควบคุมมีอัตราการตาย 100% ส่วนในกลุ่มที่เสริมนิวคลีโอไทด์ 0.06 และ 0.25% มีอัตราการตาย 74 และ 53% ตามลำดับ

สมุนไพร

การนำสมุนไพรพื้นบ้านมาใช้เลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นสารเสริมสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้ปฏิชีวนะ และยังสามารถหาได้ง่าย ปลูกได้เองทำให้ช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศอีกด้วย รวมทั้งยังเป็นแนวทางการผลิตสัตว์ปลอดสารตกค้าง สมุนไพรที่นิยมนำมาใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน บอระเพ็ด และไพล เป็นต้น รายละเอียดของสมุนไพรบางชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารสัตว์ คือ ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน และไพล มีดังนี้

ฟ้าทะลายโจร

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Andrographis paniculata* Wall. ex Nees วงศ์ Acanthaceae ชื่ออื่นได้แก่ น้ำลายพังพอน หญ้ากันงู ฟ้าสาง สามสิบดี เมฆทะลาย ฟ้าสะท้าน

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

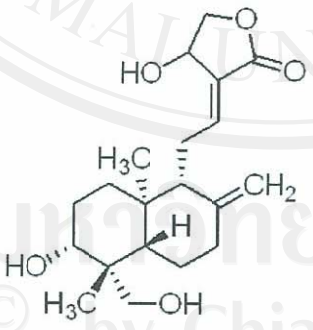
จัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ต้นเป็นพุ่มสูงไม่เกิน 1 เมตร ลำต้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ใบยาวรี ปลายใบเรียว สีเขียวเข้ม ช่อดอกออกตรงซอกใบหรือที่ปลายกิ่ง ดอกสีขาว ผลเป็นฝักทรงกระบอก เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลและแตกออก เมล็ดมีสีส้ม (ภาพที่ 10) เป็นพืชเขตร้อนชื้น พบได้ในทุกภาคของประเทศไทย ส่วนที่ใช้ทำยา มีทั้งต้นสดและแห้ง มีรสขม ระยะเก็บเกี่ยวคือ ช่วงเริ่มออกดอก (มูลนิธิกิตติขจรเกสัชเวทย์, 2531 ; วิทย์, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 10 ลักษณะลำต้น ใบ ดอก และฝักของฟ้าทะลายโจร

สารออกฤทธิ์

ฟ้าทะลายโจร มีสารออกฤทธิ์สำคัญ คือ กลุ่มไดเทอร์ปีนแลคโตน (diterpene lactones) มีหลายชนิด ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) และดีออกซีแอนโดกราโฟไลด์ (deoxyandrographolide) ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุอาการท้องเสีย (*E.coli* และ *Vibrio cholerae* ; สถาบันวิจัยสมุนไพรฯ, 2542) นีโอแอนโดกราโฟไลด์ (neoandrographolide) และดีออกซีไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxy-didehydroandrographolide) มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ ลดการอักเสบ รักษาอาการเจ็บคอ (ภาพที่ 11) ฟ้าทะลายโจรที่ดีควรมีปริมาณแลคโตนรวมคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ ไม่ต่ำกว่า 6% (วิษณุและสุรภี, 2533)



ภาพที่ 11 สูตรโครงสร้างของ Andrographolide

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขมิ้นชัน

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn. วงศ์ Zingiberaceae ชื่ออื่น ได้แก่ ขมิ้น ขมิ้นป่า ขมิ้นทอง ขมิ้นดี ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขี้หมิ้น หมิ้น ตายอ สะยอ

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

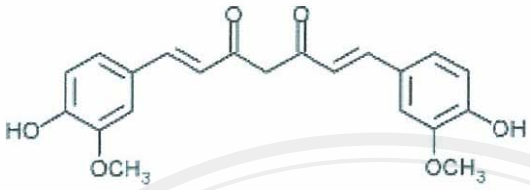
เป็นไม้ล้มลุก สูง 30 - 90 ซม. มีเหง้าใต้ดิน มีแขนงรูปทรงกระบอก เนื้อในเหง้ามีสีเหลืองเข้ม มีกลิ่นเฉพาะ ใบเดี่ยว แทงออกจากเหง้า เรียงเป็นวงซ้อนทับกัน รูปใบมีลักษณะคล้ายหอก กว้าง 12-15 ซม. ยาว 30-40 ซม. ดอกช่อ แทงออกจากเหง้า กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อน ใบประดับมีสีเขียวอ่อน หรือสีนวล บานครั้งละ 3-4 ดอก ผลเป็นผลแห้ง รูปกลม มี 3 พู (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544 ; ภาพที่ 12)

ภาพที่ 12 ลักษณะลำต้น และเหง้าขมิ้นชัน

สารออกฤทธิ์

มีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 3 - 4% มีฤทธิ์แก้ท้องอืด สารออกฤทธิ์ คือ สารสีเหลืองหรือเคอร์คิวมิน (Curcumin) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า bis-(4-hydroxy-3-methoxycinnamoyl)-methane, sodium curcuminate (ภาพที่ 13) และสารอื่นๆ อีกหลายชนิด มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตและลดการใช้กลูโคสของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ จึงลดการเกิดก๊าซด้วย นอกจากนี้เคอร์คิวมินและ p-tolyl methyl-carbinol ช่วยเพิ่มเอนไซม์ช่วยย่อยอาหารและขับน้ำดี โดยสารออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่ง secretin และ gastrin ซึ่งเป็นสารที่กระตุ้นให้มีการหลั่งน้ำดีมากขึ้น เป็นผลให้การย่อยอาหารดีขึ้น อย่างไรก็ดี สถาบันวิจัยสมุนไพร (2544) รายงานว่า เคอร์คิวมิน, p-coumaroyl feruloyl methane และ di-p-coumaroyl methane มีฤทธิ์ป้องกันตับอักเสบเนื่องจากสารพิษ และรักษาอาการจุกเสียดแน่นท้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 13 สูตรโครงสร้างของเคอร์คิวมิน (curcumin)

ไพล

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber montanum* (Koenig) หรือ *Zingiber cassumunar* (Roxb.) วงศ์ Zingiberaceae ชื่ออื่นได้แก่ ปูเลย ปูลอย มิ้นสะล่าง ว่านไฟ

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

เป็นพืชมีเหง้าใต้ดิน เป็นไม้ล้มลุกสูง 0.7-1.5 ม. เปลือกเหง้ามีสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อมีสีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นเฉพาะ แทงหน่อหรือลำต้นขึ้นเป็นกอ ใบเป็นใบเดี่ยว ออกสลับกันเป็นสองแถว ออกดอกสีขาวเป็นรูปช่อเห็ด ผลเป็นแบบ capsule เมล็ดมีลักษณะกลมแข็ง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 ซม. (รุ่งรัตน์, 2540 ; ภาพที่ 14)

ภาพที่ 14 ลักษณะลำต้น และเหง้าไพล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารออกฤทธิ์

เหง้าประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย มีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ เช่น ซาบินีน (sabinene) เทอร์ปีนีน (terpinene) terpinen-4-ol α-pinene และ β-pinene (สมภพ, 2543) และยังมีเคอร์คิวมิน (curcumin) ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อหนองได้ดี รวมทั้งมีสาร beta-sitosterol มีฤทธิ์ลดการอักเสบ และสาร butanoids derivatives ซึ่งมีฤทธิ์ antioxidant นอกจากนี้ยังพบสาร compound D ที่มีฤทธิ์ทำให้กล้ามเนื้อหลอดลมของสัตว์คลายตัวได้

การใช้ประโยชน์จากสมุนไพรชนิดฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน และไพล

ในคน

นิรนาม (2543) รายงานว่า สารสกัดจากรากของฟ้าทะลายโจรโดยการต้มสามารถทำลายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ส่วนการใช้สารสกัดจากทุกส่วนของต้น ที่สกัดด้วยเอธานอล (ethanol) และที่สกัดโดยการต้มด้วยน้ำสามารถทำลายเชื้อ *Proteus valgaris* ส่วนต้นและใบที่นำมาบดเป็นผงสามารถทำลายเชื้อ Sigella ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคบิดหลายชนิดได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาโรคระบบทางเดินหายใจด้วย เมื่อเปรียบเทียบน้ำต้มจากต้นและใบฟ้าทะลายโจรกับการใช้เตตร้าไซคลิน (tetracycline) พบว่า น้ำต้มจากต้นและใบฟ้าทะลายโจรสามารถป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella spp., E. coli* และ *Streptococcus spp.* ได้เช่นเดียวกับการใช้เตตร้าไซคลิน

โครงการสมุนไพรเพื่อพึ่งพาตนเอง (2539) ได้ใช้ฟ้าทะลายโจรในการรักษาโรคท้องร่วงของผู้ป่วยเปรียบเทียบกับการใช้เตตร้าไซคลิน โดยนำใบและก้านมาบดเป็นผงบรรจุในแคปซูลขนาด 250 มก. ต่อแคปซูล ให้กิน 2 แคปซูลทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วันเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ปรากฏว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียลดลง แสดงให้เห็นว่า ฟ้าทะลายโจรสามารถใช้รักษาอาการท้องร่วงได้ดีเช่นเดียวกับการใช้ยา และยังมีข้อดีมากกว่าตรงที่สามารถใช้ฟ้าทะลายโจรได้เป็นเวลานาน โดยไม่มีผลข้างเคียงต่อร่างกาย หรือการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อต่างๆ

ในสัตว์ปีก

รัชดาวรรณและคณะ (2542 ก) ได้เสริมใบฟ้าทะลายโจรบดระดับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5% ในอาหารไก่ไข่พันธุ์อิซ่าบราวน์ ช่วงอายุ 28-48 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า การให้สมุนไพร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟ้าทะลายโจรทุกระดับทำให้อัตราการเลี้ยงรอด และความเข้มของสีไข่แดงดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเสริมในระดับสูงสุด (0.5%) ให้ไข่แดงมีสีเข้มที่สุด แต่ไม่มีผลทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกัน นอกจากนี้ รัชดาวรรณและคณะ (2542 ข) ได้เสริมฟ้าทะลายโจรในรูปของสารสกัด (1.8 และ 3.6 มก./กก. อาหาร) หรือรูปผงระดับ 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5% หรือเสริมปฏิชีวนะชนิดไซโกร (cygro) ระดับ 0.05% ของอาหารเปรียบเทียบกับการไม่เสริมสมุนไพรและไม่เสริมปฏิชีวนะ โดยทดลองในไก่เนื้ออายุแรกเกิดถึง 7 สัปดาห์ ปรากฏว่าการเสริมหรือไม่เสริมฟ้าทะลายโจรในรูปสารสกัด รูปผง หรือให้ปฏิชีวนะ ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตแตกต่างกัน ยกเว้นคุณภาพซาก พบว่า ความพอใจโดยรวมในเรื่องกลิ่น รสชาติ และความนุ่มของกลุ่มเสริมสมุนไพรดีกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$)

Tipakorn (2002) ศึกษาผลการใช้ฟ้าทะลายโจร เปรียบเทียบกับการใช้คลอเตตร้าไซคลินในไก่เนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองแรก ใช้ไก่เนื้ออายุ 1 วัน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ให้ได้รับอาหารที่เสริมใบฟ้าทะลายโจรแห้งบดในระดับ 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4% ของสูตรอาหาร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า น้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราแลกน้ำหนักให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มดีขึ้นตามการเพิ่มระดับฟ้าทะลายโจรในอาหาร (การใช้ที่ระดับ 0.4% ให้ผลดีที่สุด) ส่วนอัตราการตาย พบว่า การเสริมที่ระดับ 0.2% ขึ้นไปมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ สำหรับการทดลองที่ 2 ใช้ไก่เนื้ออายุ 1 วัน แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม 5 กลุ่มแรกเสริมด้วยใบฟ้าทะลายโจรแห้งบดที่ระดับ 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4% ส่วนกลุ่มที่ 6 เสริมด้วยปฏิชีวนะชนิดคลอเตตร้าไซคลินระดับ 50 มก./กก. อาหาร ปรากฏว่า น้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราแลกน้ำหนักให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 0.1% ขึ้นไป ให้น้ำหนักตัวเพิ่มดีกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ใช้คลอเตตร้าไซคลิน ส่วนอัตราการตายมีค่าลดลงตามการเพิ่มระดับฟ้าทะลายโจรในอาหาร ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าการเสริมด้วยคลอเตตร้าไซคลิน

ในสุกร

ยุทธนา (2545) ได้รายงานถึงผลที่ใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรและไพล ทดแทนปฏิชีวนะในสุกร โดยใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรมีคุณสมบัติในการลดไข้ ลดอาการเจ็บคอ รักษาโรคหวัด และยังสามารถรักษาอาการท้องเสียในสุกรได้เมื่อเก็บในช่วงที่ออกดอกได้ประมาณ 15% ซึ่งเป็นยาระบายที่มีสารกลุ่มแลคโตนอยู่สูง (ไม่ต่ำกว่า 6-7%) ทั้งนี้สามารถใช้สมุนไพรชนิดเดี่ยวๆ หรือหลายชนิดร่วมกันเพื่อเสริมฤทธิ์ในการป้องกันและรักษาโรคก็ได้ ต่อมายุทธนาและคณะ (2546) ได้ทดลองใช้ใบฟ้าทะลายโจรร่วมกับใบฝรั่ง และใบฟ้าทะลายโจรร่วมกับเหง้าไพลและใบฝรั่งเสริมในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกรขุนช่วงน้ำหนัก 25-90 กก. ระดับ 0.25% ปรากฏว่า สุกรทั้ง 2 กลุ่มมีการเจริญเติบโตดีกว่า และมีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มไม่ใช้สมุนไพรแต่ใช้ปฏิชีวนะ

นิรนาม (2546) ได้กล่าวถึงการใช้สมุนไพรที่มีสรรพคุณใกล้เคียงกับปฏิชีวนะบางชนิดซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันได้ ทำให้ได้เนื้อสุกรปลอดสารตกค้าง พืชสมุนไพรที่นิยมใช้ ได้แก่ ฟ้าทะลายโจรซึ่งมีสรรพคุณช่วยแก้ไข้ ฆ่าเชื้อในหลอดลม ป้องกันโรคหลอดลมอักเสบติดต่อ รักษาอาการท้องเสีย ระดับที่แนะนำให้ใช้ในอาหารสุกร คือ 2 กก./ตันอาหาร ขมิ้นชันใช้รักษาโรคผิวหนัง สมานแผลในลำไส้ รักษาแผลในกระเพาะอาหาร ผสมในอาหารอัตรา 0.5-1 กก./ตัน ส่วนกรณีของไพลมีสรรพคุณใช้รักษาโรคผิวหนัง สมานแผลในลำไส้ ลดอาการติดเชื้อ แนะนำให้ใช้ในอัตรา 1-2 กก./ตันอาหาร สมุนไพรชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถใช้ได้ตลอดอายุการเลี้ยงสุกร โดยจะช่วยสร้างภูมิต้านทานโรค ลดการใช้สารเคมี และลดต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved