จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์กับการผลิตปศุสัตว์

นายสัตวแพทย์ ดร.วศิน เจริญตัณธนกุล
สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทนำ

การผลิตปศุสัตว์ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะลดการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะในขั้นตอนการเลี้ยง เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประโยชน์ด้านการส่งออกผลิตภัณฑ์จากสัตว์ไปยังตลาดต่างประเทศ การใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หรือจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ (probiotics) เข้ามาเสริมในกระบวนการผลิตปศุสัตว์เป็นแนวทางปฏิบัติที่เข้ากันได้กับหลักการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ โดยสามารถช่วยลดการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะ และเป็นหัวข้อที่ภาคอุตสาหกรรมปศุสัตว์ให้ความสนใจและนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้น (วรรณพร, 2557)

จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ หมายถึง กลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ กลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถพบได้ในทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ เมื่อนำจุลินทรีย์เหล่านี้กลับมาให้สัตว์กิน สัตว์จะได้รับประโยชน์หลายประการ โดยจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ผลิตเป็นโปรไบโอติกส์สำหรับสัตว์ควรมีคุณสมบัติดังนี้ (Gaggia et al., 2010; Ouwehand et al., 2002) (ตารางที่ 1)

1.ปลอดภัย ไม่ก่อโรคในสัตว์

2.ทนต่อสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหารและเกลือน้ำดีในลำไส้เล็กส่วนต้นได้ ไม่ถูกทำลายในขณะที่อยู่ในอวัยวะดังกล่าว

3.สามารถยึดเกาะเยื่อบุผนังลำไส้ได้ และสามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้ในลำไส้ของสัตว์อย่างน้อยชั่วระยะเวลาหนึ่ง

4.สามารถเจริญได้ในที่ที่มีออกซิเจนน้อย เช่นในทางเดินอาหารของสัตว์

5.เจริญได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายของสัตว์

6.มีความคงตัวทางพันธุกรรม ไม่กลายพันธุ์ง่าย และไม่ส่งถ่ายยีนดื้อยาปฏิชีวนะให้กับสัตว์

7.สามารถผลิตสารเมตาบอไลท์ (metabolite) ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ เช่น กรดอินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ กรดแลคติก (lactic acid) และกรดอะซิติก (acetic acid) เป็นต้น รวมถึงสารแบคเทอริโอซิน (bacteriocin) ต่างๆซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค วิตามิน เอนไซม์ต่างๆ รวมถึงสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่างๆ เป็นต้น

8.ให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี ไม่รบกวนการกินได้ของสัตว์

9.ไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของสัตว์ รวมถึงการก่อมะเร็ง

10.เพาะเลี้ยงง่าย ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถนำมาผลิตใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้

11.สามารถทนต่อสภาพต่างๆในกระบวนการผลิต แปรรูปและเก็บรักษา และมีความคงตัวเมื่ออยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์

12.ทนต่อน้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยคลอรีนได้สามารถนำมาผสมใช้กับน้ำดังกล่าวเพื่อให้สัตว์กินได้

ประโยชน์ของโปรไบโอติกส์ในการผลิตปศุสัตว์

1.ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร เพราะจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์สามารถสร้างเอนไซม์ได้หลายชนิดที่ช่วยย่อยอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารเล็กลงและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น เอนไซม์ดังกล่าว เช่น โปรตีเอส (protease) อะมัยเลส (amylase) ไลเปส (lipase) แลคเตส (lactase) ไฟเตส (phytase) เฮมิเซลลูเลส (hemi-cellulase) และเบต้ากลูคาเนส (beta glucanase) เป็นต้นนอกจากนี้การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในอาหารสัตว์ยังช่วยลดปัญหาท้องผูกในสัตว์ได้อีกด้วย

2.ช่วยสังเคราะห์วิตามินหรือส่วนประกอบที่จำเป็นของวิตามินต่างๆ เช่น วิตามินบี 2 (riboflavin) วิตามินบี 6 (pyridoxine) วิตามินบี 12 (cobalamin) วิตามินเค (vitamin K) ไบโอติน (biotin) และโฟเลต (folate) เป็นต้น

3.ช่วยเพิ่มสัดส่วนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารและช่วยควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคในทางเดินอาหารไม่ให้เพิ่มจำนวนหรือสร้างสารพิษโดยจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์จะจับเกาะและเพิ่มจำนวนบนเยื่อบุผนังลำไส้ของสัตว์เป็นการช่วยจำกัดพื้นที่ไม่ให้จุลินทรีย์ก่อโรคได้จับเกาะกับเยื่อบุผนังลำไส้ของสัตว์ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ยังผลิตสารต่างๆ ที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคได้ เช่น แบคเทอริโอซิน ซึ่งข้อดีดังกล่าวนี้ส่งผลต่อเนื่องถึงการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรคบางชนิดที่ติดต่อจากสัตว์สู่ผู้บริโภคได้ (ตารางที่ 3)

4.ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับสัตว์ เพราะองค์ประกอบบางส่วนของจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์มีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาวของสัตว์ได้ เช่น เบต้ากลูแคน (beta glucan) ของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* หรือไลโปโปรตีน (lipoprotein) ของแบคทีเรียแกรมบวกต่างๆ เป็นต้น

5.ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะเพื่อการป้องกันและรักษาโรคสัตว์ เพราะจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ช่วยควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดในสัตว์ ช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้นในภาพรวม ซึ่งข้อดีดังกล่าวนี้ส่งผลดีต่อผู้บริโภคด้วย ทำให้ได้รับเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ไม่มียาปฏิชีวนะตกค้าง ช่วยลดโอกาสของการเกิดเชื้อดื้อยาในมนุษย์ และส่งผลดีต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์จากสัตว์ไปยังตลาดต่างประเทศ สอดรับกับมาตรการของประเทศผู้นำเข้า เช่น สหภาพยุโรปด้านอาหารปลอดภัย (food safety)

ผลพลอยได้อื่นๆจากการใช้โปรไบโอติกส์ในการผลิตปศุสัตว์

1.มูลสัตว์ที่ได้จะมีกลิ่นเหม็นลดลงและเป็นปุ๋ยคอกที่มีคุณภาพดีขึ้น

2.ช่วยลดต้นทุนการผลิตปศุสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเร่งการเจริญเติบโต

3.เป็นทางเลือกของการทำปศุสัตว์อินทรีย์โดยใช้ทดแทนการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะ

วิธีการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในปศุสัตว์

โดยทั่วไปสามารถให้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์โดยการผสมในอาหารหรือน้ำให้สัตว์กิน และมีวิธีการให้เพิ่มเติมในสัตว์บางชนิด เช่น ในลูกสุกรสามารถให้โดยการปั๊มปากโดยตรง ในโคนมและโคเนื้อสามารถนำมาฉีด รด หรือหมักกับหญ้าแห้ง ฟางแห้ง รำละเอียดโดยคลุกเคล้าให้ทั่วแล้วหมักไว้ล่วงหน้าประมาณ 5-6 ชั่วโมงแล้วนำมาให้โคกิน และในไก่เนื้อและไก่ไข่สามารถนำไปสเปรย์บนอาหารได้

การใช้โปรไบโอติกส์ให้ได้ผลดีนั้นจะต้องให้ในปริมาณที่เหมาะสม โดยควรให้ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ไม่ควรให้น้อยหรือมากเกินไป และไม่ควรใช้โปรไบโอติกส์ร่วมกับยาปฏิชีวนะ เพราะยาจะทำลายโปรไบโอติกส์ นอกจากนี้ควรเก็บรักษาโปรไบโอติกส์ในสภาวะที่เหมาะสมคือแห้งและเย็นจนกว่าจะนำมาใช้งาน

ผลที่เกิดจากการใช้โปรไบโอติกส์ในปศุสัตว์ ที่พบได้ในภาคปฏิบัติ ได้แก่

สุกร

- กระตุ้นการกินอาหารของแม่สุกร กระตุ้นการสร้างน้ำนม ลดปัญหาการโทรมหลังหย่านม ลดการสูญเสียไขมันสันหลัง ลดระยะเวลากลับสัดหลังหย่านม เพิ่มอัตราการเข้าคลอดและอัตราการผสมติด เพิ่มระดับอิมมูโนโกลบูลินเอ (immunoglobulin A; IgA) ในน้ำนมเหลือง ลดปริมาณเชื้อก่อโรคในอุจจาระของแม่สุกร (Cho et al., 2011)

- เพิ่มน้ำหนักแรกคลอดและน้ำหนักหย่านม ลดปัญหาท้องเสียจากเชื้อ *Escherichia coli* และลดอัตราการตายของลูกสุกรดูดนม (Davis et al., 2008)

- กระตุ้นการกินและการย่อยอาหารในสุกรอนุบาลและสุกรขุน เพิ่มการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain) และเพิ่มอัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio) (Yu et al., 2008; Meng et al., 2010)

โคนม/โคเนื้อ

- ในโคเนื้อ การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในรูปของยีสต์ช่วยเพิ่มประชากรจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อื่นๆ ในกระเพาะรูเมน (rumen) หรือกระเพาะหมัก เช่น จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) ได้ จุลินทรีย์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากแลคเตท (lactate) ได้ เป็นต้น ช่วยเพิ่มปริมาณการกินวัตถุแห้ง (dry matter intake) และปริมาณการกินได้ต่อวัน (daily feed intake) การเจริญเติบโตต่อวันอัตราแลกเนื้อ และน้ำหนักสุดท้าย (final weight) ช่วยลดการเกิดกรดในกระเพาะอาหารที่เกิดจากการกินอาหารข้นมากเกินไป แต่การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกสดังกล่าวไม่มีผลต่อคุณภาพซากของโค (สินีนาฏและเมธา 2558; Beauchemin et al., 2003; Cole et al., 1992; Mir and Mir, 1994; Olson et al., 1994; Lesmeister et al., 2004; Gomes et al., 2009)

- ในโคนม การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในรูปของยีสต์ช่วยให้กระบวนการหมักอาหารในกระเพาะรูเมนเกิดได้ดีขึ้น โคผลิตน้ำนมได้มากขึ้น แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีนและน้ำตาลแลคโตสในน้ำนม (นันทิยาและจำเรียน, 2558; สินีนาฏ, และเมธา, 2558; Moallem et al., 2009)

แกะเนื้อ/แกะนม/แพะเนื้อ/แพะนม

- การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในรูปของยีสต์ช่วยให้แกะเนื้อและแพะเนื้อมีการย่อยอาหารได้ดีขึ้น (feed digestibility) โดยช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใย เช่น *Fibrobacter succinogenes, Ruminococcus albus และ Ruminococcus flavfaciens* เป็นต้น ช่วยลดความเข้มข้นของแลคเตทที่เพิ่มสูงขึ้นจากการกินอาหารข้นมากเกินไป แต่การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกดังกล่าวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราแลกเนื้อ เนื้อแกะที่ได้รับโปรไบโอติกส์จะมีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Chaucheyras-Durand and Fonty, 2001; Michalet-Doreau et al., 1997; Titi et al., 2008) มีเปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้น (Marsek et al., 2008)

- การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในรูปของยีสต์ช่วยให้แกะผลิตน้ำนมได้มากขึ้น แต่ผลดังกล่าวเห็นไม่ชัดในแพะนม (สินีนาฏและเมธา 2558; Titi et al., 2008)

ไก่เนื้อ/ไก่ไข่

- ลดปริมาณโคเลสเตอรอลและไขมันรวม (total fat) ในเนื้อไก่ (ศรีสุดาและคณะ, 2558)

- ในไก่เนื้อ การเสริมโปรไบโอติกส์ช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร ความสูงของวิลไล (villi) ในผนังลำไส้เล็กส่วนต้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว อัตราแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด และคุณภาพซาก (เบญญา และคณะ, 2557; มนัสนันท์ และคณะ, 2557)

- ในไก่ไข่ การเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารมีผลช่วยเพิ่มปริมาณไข่ น้ำหนักฟองไข่ มวลไข่ และความถ่วงจำเพาะของไข่ และมีผลช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดของไก่ไข่ (ศรีสุดา และคณะ, 2558; สุชน และคณะ,

ตารางที่ 1 จุลินทรีย์ที่นิยมใช้เป็นโปรไบโอติกส์ในสัตว์

ประเภท	แกรม	การใช้อากาศ	Genus Species
แบคทีเรียบวก	Facultative anaerobes	*Lactobacillus*	*acidophilus, amylovorus, brevis, casei, crispatus, farmicinis, fermentum, murinus, plantarum, reuteri, rhamnosus, salivarius*
แบคทีเรียบวก	Facultative anaerobes	*Lactococcus*	*lactis*
แบคทีเรียบวก	Facultative anaerobes	*Leuconostoc*	*citreum, lactis, mesenteroides*
แบคทีเรียบวก	Facultative anaerobes	*Pediococcus*	*acidilactici, pentosaceus*
แบคทีเรียบวก	Anaerobes	*Bifidobacterium*	*animalis, bifidum, longum, lactis, pseudolongum, thermophilum*

ประเภท	แกรม	การใช้อากาศ	Genus Species
แบคทีเรียบวก	Facultative anaerobes	*Enterococcus*	*faecalis, faecium*
แบคทีเรียบวก	Anaerobes	*Propionibacterium*	*freudenreichii*
แบคทีเรียบวก	Aerobes, Facultative anaerobes	*Bacillus*	*subtilis, licheniformis*
ยีสต์ -	Facultative anaerobes	*Saccharomyces*	*cerevisiae, pastorianus*
ยีสต์ -	Facultative anaerobes	*Kluyveromyces*	*fragilis, marxianus*
รา -	Aerobes	*Aspergillus*	*niger, oryzae*

ตารางที่ 2 โปรไบโอติกส์กับการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค

จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์	จุลินทรีย์ก่อโรคที่ถูกยับยั้ง	ก่อโรค
Lactobacillus sp., *Lactococcus* sp., *Pediococcus* sp.	*Bacillus cereus*	อาหารเป็นพิษ
Lactobacillus sp., *Bacillus* sp., *Bifidobacterium* sp., *Brevibacterium* sp., *Enterococcus* sp., *Micrococcus* sp.	*Clostridium botulinum*	อาหารเป็นพิษ
Pediococcus sp.	*Clostridium perfringens*	อาหารเป็นพิษ
Bifidobacterium sp., *Lactobacillus* sp., *Lactococcus* sp., *Pediococcus* sp.,	*Escherichia coli*	อาหารเป็นพิษ
Lactobacillus sp., *Lactococcus* sp.,	*Listeria monocytogenes*	อาหารเป็นพิษ
Leuconostoc sp., *Pediococcus* sp.,	*Salmonella* sp.	อาหารเป็นพิษ
Leuconostoc sp., *Bifidobactrium* sp.		
Bacillus sp., *Lactobacillus* sp., *Lactococcus* sp., *Pediococcus* sp.	*Staphylococcus aureus*	อาหารเป็นพิษ
Lactococcus sp., *Pediococcus* sp.	*Vibrio parahaemolyticus*	อาหารเป็นพิษ
Lactobacillus sp.	*Yersinia enterocolitica*	อาหารเป็นพิษ
Bacillus sp.	Moulds	โรคจากเชื้อรา

ตารางที่ 3 ตัวอย่างของสารแบคเทอริโอซินที่ผลิตได้จากจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์

จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์	แบคเทอริโอซิน
Lactobacillus sp.	caseicin , curvacin , brevicin , plantaricin fermenticin , lactacin , lactocin, helveticin
Lactococcus sp.	nisin, lactococcins, lacticin , lactostrepcins
Leuconostoc sp.	carnocin , mesenterocin , leucocin , louconocin
Pediococcus sp.	pediocin
Bacillus sp.	subtilisin

เอกสารอ้างอิง

นันทิยา สุวรรณปัญญา และจำเรียน คงสุทธิ์. (2558). ผลของการผสมน้ำหมักชีวภาพสมุนไพรและจุลินทรีย์โปรไบโอติกในอาหารข้นเลี้ยงโคนมอินทรีย์. **วารสารวิจัย** 8(1): 37-44.

เบญญา แสนมหายักษ์, เสมอใจ บุรีนอก และเกศรา อำภาภรณ์. (2557). ผลของการเสริมโปรไบโอติกจากแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ. **แก่นเกษตร** 42 (1): 307-311.

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, กฤติยา เลิศชุณหเกียรติ, จิรัฏฐวัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ และวรางคณา กิจพิพิจ. (2557). ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์ (แบคโตแซค®) ในน้ำดื่มต่อการย่อยได้ของโภชนะ สัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ. **แก่นเกษตร** 42(2): 221-230.

วรรณพร ทะพิงค์แก. (2557). ทางเลือกในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสำหรับปศุสัตว์. **วารสารเกษตร** 30(2): 201-212.

สินีนาฏ พลโยราช และเมธา วรรณพัฒน์. (2558). ศักยภาพในการใช้ยีสต์เป็นแหล่งโปรไบโอติกส์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. **แก่นเกษตร** 43(1): 191-206.

สุชน ตั้งทวีวัฒน์, สุมาลี พฤกษากร, พิเชษฐ แสงศรีจันทร์ และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2546). ผลการเสริมแลคโตบาซิลัสในไก่ไข่. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41.** น. 144-151.

ศรีสุดา ศิริเหล่าไพศาล, พงศธร กุนัน, เกศรา อำพาภรณ์ และนาฏยา แบ่งลาภ. (2558). ผลของการเสริมโปรไบโอติครวม (Bactosac-P) ต่อประสิทธิภาพ การผลิต คุณภาพไข่ และคอเลสเตอรอลในเลือดในไก่ไข่. **แก่นเกษตร** 43 (2): 229-238.

Beauchemin, K.A., W.Z. Yang, D.P. Morgavi, G.R. Ghorbani, W. Kautz, and J.A. Leedle. (2003). Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. **J Anim Sci.** 81: 1628-1640.

Chaucheyras-Durand, F., and G. Fonty. (2001). Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. **Reprod Nutr Dev.** 41: 57-68.

Cho, J.H., P.Y. Zhao, and I.H. Kim. (2011). Probiotics as a dietary additive for pigs: A review. **J Anim Vet Advances**. 16: 2127-2134.

Cole, N.A., C.W. Purdy, and D.P. Hutcheson. (1992). Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. **J Anim Sci.** 70: 1682-1690.

Davis, M.E., T. Parrott, D.C. Brown, B.Z. de Rodas, Z.B. Johnson, C.V. Maxwell, and T. Rehberger. (2008). Effect of a Bacillus based direct-fed microbial feed supplement on growth performance and pen cleaning characteristics of growing-finishing pigs. **J Anim Sci.** 86: 1459-1467.

Gaggia, F., P. Mattarelli, and B. Biavati. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. **Int J Food Micro.** 141 (1): S15-28.

Gomes, R.C., P.R. Leme, S.L. Silva, M.T. Antunes, and C.F. Guedes. (2009). Carcass quality of feedlot finished steers fed yeast, monensin, and the association of both additives. **Arq Bras Med Vet Zootec.** 61: 648-654.

Lesmeister, K.E., A.J. Heinrichs, and M.T. Gabler. (2004). Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. **J Dairy Sci.** 87: 1832-1839.

Masek, T., Z. Mikulec, H. Valpotic, N. Antunac, N Mikulec, Z. Stojevic, N. Filipovic, and S. Pahovic. (2008). Influence of live yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on milk production and composition, and blood biochemistry of grazing dairy ewes during the milking period. **Acta Vet Brno.** 77: 547-554.

Meng, Q.W., L. Yan, X. Ao, T.X. Zhou, J.P. Wang, J.H. Lee, and I.H. Kim. (2010). Influence of probiotics in different energy and nutrient density diets on growth performance, nutrient digest ibility, meat quality, and blood characteristics in growing-finishing pigs. **J Anim Sci.** 88: 3320-3326.

Michalet-Doreau, B., D. Morand, and C. Martin. (1997). Ecology of methane production and hydrogen sink in the rumen. **Reprod Nutr Dev.** 37 (1): 81-82.

Moallem, U., H. Lehrer, L. Livshitz, M. Zachut, and S. Yakoby. (2009). The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility.
J Dairy Sci. 92: 343-351.

Mir, Z., and P.S. Mir. (1994). Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and *in situ* degradability. **J Anim Sci.** 72: 537-545

Olson, K.C., J.S. Caton, D.R. Kirby, and P.L. Norton. (1994). Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the northern Great Plains: I. Dietary composition, intake, and *in situ* nutrient disappearance. **J Anim Sci.** 72: 2149-2157.

Ouwehand, A.C., S. Salminen, and E. Isolauri. (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. **Antonie van Leeuwenhoek**. 82: 279-289.

Titi, H.H., R.O. Dmoura, and A.Y. Abdullah. (2008). Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. **Anim Feed Sci Technol.** 142: 33-43.

Yu, H.F., A.N. Wang, X.J. Li, and S.Y. Qiao. (2008). Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs. **J Anim Feed Sci.** 17: 61-19.