

ผลการเสริมยีสต์ (Saccharomyces cerevisiae) ในสูตรอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและ

คุณภาพไข่ของไก่ไข่

สุภาภรณ์ เลื่อนกระโทก

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมยีสต์ (Saccharomyces cerevisiae) ในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตและคุณภาพไข่ โดยได้ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยจำนวน 3 ฉบับพบว่าการเสริมยีสต์ในอาหารที่ระดับ 450 ppm มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ ผลผลิตไข่และส่งผลให้ประสิทธิภาพของการใช้อาหารดีขึ้น ความสูงของไข่ขาว ความสดของไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามควรพิจารณา ระดับการเสริมยีสต์ (Saccharomyces cerevisiae) ระยะเวลาในการเลี้ยงไก่และคุณภาพของอาหารร่วมด้วย

คำสำคัญ : ไก่ไข่ คุณภาพไข่ ผลผลิตไข่ ยีสต์ (Saccharomyces cerevisiae)

บทนำ

ไก่ไข่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งการเลี้ยงไก่ไข่ต้องคำนึงถึงผลผลิต และคุณภาพของไข่มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น ไข่มีขนาดใหญ่หรือไข่แดงมีสีแดงเข้มอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่จึงมีความต้องการปรับปรุงให้สีของไข่แดงเข้มขึ้นโดยเสริมสารสีสังเคราะห์เพื่อเป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่สารสีสังเคราะห์เหล่านี้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้อาหารไก่ไข่มีราคาสูงขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) และผู้บริโภคในหลายๆ ประเทศให้ความนิยมบริโภคไข่ไก่ที่มีความเข้มสีไข่แดงที่ระดับ 8-12 คะแนนนอกจากนี้ผู้ผลิตอาหารไก่ไข่หรือเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่นั้นยังเสริมสารปฏิชีวนะเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้นซึ่งสารปฏิชีวนะเหล่านี้หากไม่ระมัดระวังในการใช้ก็จะทำให้เกิดผลเสียได้โดยจะก่อให้เกิดผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์อันจะส่งผลถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค (อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน, 2556) จึงมีแนวคิดการนำสารจากธรรมชาติมาใช้ในอาหารไก่ไข่จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ปราศจากสารตกค้างหรืออาจช่วยให้สารตกค้างจากสารปฏิชีวนะลดน้อยลงในผลผลิตจากสัตว์

ผนังเซลล์ยีสต์ (Yeast cell wall) มีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันเซลล์แมคโครฟาจ (macrophage) ให้อยู่ในสภาพตื่นตัวสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลาทำให้สัตว์มีภูมิคุ้มกันโรคที่ดีลดการใช้ยาปฏิชีวนะ มีงานวิจัยที่รายงานว่า ยีสต์บางชนิดสามารถสกัดให้ได้สารเบต้า-กลูแคน (beta-glucan) ซึ่งมีศักยภาพในการต้านการบุกรุกของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและมีการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายในสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามเบต้า-กลูแคนไม่เพียงแต่ใช้ประโยชน์แค่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อในลำไส้ของสัตว์ ซึ่งในอนาคตอาจค้นพบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์อื่นๆ ที่นอกเหนือจากสัตว์ปีกซึ่งอาจเป็นไปได้ที่จะใช้เบต้า-กลูแคนเพื่อเสริมให้กับสัตว์ ผ่านอาหารที่สัตว์รับประทานทุกวันแล้วตรวจสอบผลโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมตรวจสอบผลจากการวิจัยถึงประสิทธิภาพต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเกษตรทางด้านการเลี้ยงสัตว์ต่อไปในทางอุตสาหกรรมเกษตรในการเลี้ยงสัตว์ปีกยังประสบกับปัญหาเกี่ยวกับการเกิดโรคของสัตว์ปีกซึ่งทำให้คุณค่าทางเศรษฐกิจนั้นลดลงอย่างมาก และส่งผลถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคโดยต้นเหตุของการเกิดโรคมาจากการติดเชื้อชนิดต่างๆ ที่ทำให้เกิดอาการของโรคแตกต่างกันออกไปยกตัวอย่างแบคทีเรีย *Clostridium perfringens* ก่อให้เกิดโรคในลำไส้ของสัตว์ และ *Salmonella enteritidis* ก่อให้เกิดโรคในลำไส้และม้ามของสัตว์ มีวิจัยที่แสดงว่าหลังจากการนำเบต้ากลูแคนเสริมให้กับสัตว์ พบว่าสามารถสร้างภูมิคุ้มกันป้องกันการเกิดโรคในสัตว์ได้ (Tian, X. et al. 2016) พบการลดจำนวนของเชื้อ *C. perfringens* ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรค ลำไส้อักเสบในสัตว์ปีก (Necrotic enteritis, NE) ในทางเดินอาหารของไก่เนื้อ ไก่วงและสัตว์ปีกชนิดอื่นๆ และยังพบอีกว่าเบต้า-กลูแคนจากยีสต์ช่วยป้องกันการติดเชื้อจาก *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* และ *Eimeria species* เนื่องจากเบต้า-กลูแคนช่วย ปรับปรุงสุขภาพลำไส้และเพิ่มความต้านทานโรคได้อีกด้วย (Cox, C.M. et al., 2010)

Saccharomyces cerevisiae

ประสาท โลกพันธุ์รัตน์ (2553) ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (eukaryotic micro-organisms) จัดอยู่ในกลุ่มจำพวกเห็ดรา (Fungi) มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษต่ออาหาร มีการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์นานมาแล้ว โดยเฉพาะการผลิตอาหารที่มีแอลกอฮอล์ จากคุณสมบัติที่มีขนาดเล็กมาก สามารถเพาะเลี้ยงให้เกิดได้ในเวลาอันรวดเร็ว และวิธีการไม่ยุ่งยาก ทำให้ยีสต์เริ่มมีบทบาทที่สำคัญในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงอาหารธรรมชาติที่สำคัญอีกทีหนึ่ง เช่น ไรแดง โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย *Saccharomyces cerevisiae* เป็นยีสต์ที่พบได้ในธรรมชาติโดยเป็นจุลินทรีย์พวกยูคาริโอต เซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลมหรือรี สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์หลักที่ใช้ในการผลิต เอทานอลในระดับอุตสาหกรรมทั้งภายในและต่างประเทศ (Andrietta et al., 2007) โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสผ่านวิถี EMP ในสภาพที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย และไม่มีออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์ หลักคือ เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ นำมาใช้ในหมักยีสต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบ กากมันสำปะหลัง กากถั่วเหลือง กากปาล์มน้ำมัน ราและกากน้ำตาล วิตามิน และแร่ธาตุสำหรับสัตว์ เน้นคุณภาพ ราคาไม่แพง โดยการนำวัตถุดิบส่วนประกอบมาแปรรูปหมักร่วมกับยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีน และ พลังงานตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการอื่น ๆ ตามความต้องการของสัตว์ ในการใช้วัตถุดิบพื้นฐานในพื้นที่และผลิตขึ้นเองในพื้นที่ดังกล่าว จึงได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพมีราคาที่ไม่แพงซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาอาหารสัตว์ที่มีราคาแพงในปัจจุบัน ตลอดจนช่วย เพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงสัตว์ได้มากขึ้น จุดเด่นของอาหาร นอกจากคุณภาพทางโภชนาการแล้ว สัตว์ยังได้รับอาหารที่มีจุลินทรีย์โปรไบโอติก (Zaldivar et al., 2001)

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเอกสารงานวิจัยให้ทราบถึงผลของการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่

ผนังเซลล์ยีสต์ (Yeast cell wall)

ผนังเซลล์ยีสต์ หรือ Yeast cell wall ประกอบด้วย เบต้า-กลูแคน 30-34 %, แมนแนน 31 %, และ ไคติน 5-8 % รวมถึงสารประเภทอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน 13 % และไขมัน 9 % (กนกทิพย์ และมณฑล, 2557)

ผลของการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่

จากผลการทดลอง Koiyama et al.(2017) พบว่าปริมาณการกินได้ของกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ระดับ 450 ppm มีปริมาณการกินได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ ที่ระดับ 900 ppm ในส่วนของ ผลผลิตไข่ของกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ ที่ระดับ 450 ppm มีผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นกว่าทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และน้ำหนักไข่ของทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอายุของไก่มีอายุน้อยจึงทำให้มีการดูดซึมและย่อยได้ดีทำให้มีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นและปริมาณผนังเซลล์ยีสต์ที่เสริมเข้าไปในสูตรอาหารเหมาะสมกับอายุไก่จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีซึ่งส่งผลต่อการผลิตไข่

เพิ่มขึ้น ในขณะที่งานการทดลองของ Sakine et al.(2014) พบว่าปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 1000, 2000, 3000 และ 4000 ppm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไก่มีอายุมากจึงทำให้การดูดซึมและการย่อยได้น้อยลงจึงทำให้ไก่นำเอาสารอาหารที่มีประโยชน์ในผนังเซลล์ยีสต์ไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เพียงพอที่ไก่จะได้รับจึงส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่งานการทดลองของ Hashim et al.(2013) พบว่าปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 250 และ 500 ppm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอายุของไก่มากจึงทำให้การดูดซึมและย่อยได้ไม่ดีนักอย่างไรก็ตามการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ในสูตรอาหารอาจมีปริมาณที่น้อยเกินไปจึงทำให้ไก่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามที่ร่างกายควรจะได้รับ

ตารางที่ 1 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่

ที่อายุ 21- 67 สัปดาห์

ลักษณะที่ศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)				SEM	P-Value
	0	225	450	900		
Feed intake (g/hen/d)	95.59 ^b	95.36 ^b	98.47 ^a	96.78 ^{ab}	0.74	0.0128
Production (%)	83.11 ^b	83.55 ^b	87.18 ^a	84.60 ^b	1.01	0.0083
Egg weight (g)	59.86	59.40	59.75	59.43	0.40	0.8088

หมายเหตุ: ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$).

ที่มา:ดัดแปลงจาก Koiyama et al. (2017)

ตารางที่ 2 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่

ที่อายุ 39 สัปดาห์

ลักษณะที่ศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)					SEM	P-Value
	0	1000	2000	3000	4000		
Feed intake (g/hen/d)	107.3	107.8	107.8	107.7	107.0	0.11	0.062
Production (%)	84.7	86.1	86.2	86.9	85.7	0.32	0.300
Egg weight (g)	63.6	64.0	63.9	64.0	63.8	0.15	0.917

ที่มา:ดัดแปลงจาก Sakine et al. (2014)

ตารางที่ 3 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่ที่อายุ 33 – 36 สัปดาห์

ลักษณะที่ศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)		
	0	250	500
Feed intake (g/hen/d)	96.9	94.1	93.8
Production (%)	94.43	95.24	93.01
Egg weight (g)	59.8 ^{ab}	60.6 ^a	58.2 ^b

หมายเหตุ: ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$).

ที่มา:ดัดแปลงจาก Hashim et al. (2013)

ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณภาพไข่ไก่

จากผลการทดลองของ Koiyama et al.(2017) ในตารางที่ 4 แสดงถึงผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณภาพไข่ไก่พบว่าการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 450 ppm มีผลต่อคุณภาพไข่อาจเป็นเพราะมีปริมาณการกินได้สูงจึงทำให้ไก่มีการดูดซึมเอาสารสำคัญในผนังเซลล์ยีสต์มาใช้ประโยชน์จึงมีผลทำให้ความสูงของไข่ขาวและค่า Haugh unit มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 225 และ 900 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของไข่แดงจะเห็นว่าเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 900 ppm มีผลทำให้สีของไข่แดงมีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มการทดลองแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเป็นผนังเซลล์ยีสต์มีสารเบต้า-กลูแคนจำนวนมากซึ่งสารเบต้า-กลูแคนนี้เป็นสารให้ความเข้มข้นจึงส่งผลทำให้สีของไข่แดงมีค่าสูง

ในขณะที่งานทดลองของ Sakine et al.(2014) พบว่าผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ต่อคุณภาพไข่ไก่ทุกระดับไม่มีผลต่อคุณภาพไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเป็นเพราะปริมาณการเสริมผนังเซลล์ยีสต์มีปริมาณน้อยเกินไปกว่าไก่จะดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ได้เพราะไก่ที่ใช้ทดลองมีอายุเยอะจึงทำให้มีปริมาณความต้องการสารอาหารจำนวนมากจึงจะสามารถดูดซึมมาใช้ประโยชน์ได้ ในขณะที่งานทดลองของ Hashim et al. (2013) พบว่าการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ต่อคุณภาพไข่ไก่กลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเสริมผนังเซลล์ยีสต์มีปริมาณน้อยเกินไปความต้องการที่ไก่จะสามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับอายุไก่แล้ว และพบว่าการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 500 ppm มีผลทำให้สีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มที่เสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 250 ppm แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผนังเซลล์ยีสต์มีสารเบต้า-กลูแคนซึ่งเป็นสารให้ความเข้มข้นจึงอาจส่งผลทำให้สีของไข่แดงเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณภาพไข่ไก่ที่อายุ 21-67 สัปดาห์

ลักษณะที่ทำการศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)				SME	P-Value
	0	225	450	900		
Albumen height (mm)	7.75 ^b	7.86 ^{ab}	8.11 ^a	7.90 ^{ab}	0.09	0.0235
Haugh unit	87.17 ^b	88.01 ^{ab}	89.30 ^a	88.07 ^{ab}	0.56	0.0493
Thickness (mm)	0.370 ^a	0.364 ^b	0.367 ^{ab}	0.363 ^b	0.03	0.0178
Strength (kgf)	3.71	3.72	3.84	3.75	0.04	0.1189
Yolk color	4.93 ^a	4.75 ^b	4.87 ^{ab}	4.96 ^a	0.04	0.0054

หมายเหตุ: ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$).

ที่มา: ดัดแปลงจาก Koiyama et al. (2017)

ตารางที่ 5 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณภาพไข่ไก่ที่อายุ 39 สัปดาห์

ลักษณะที่ทำการศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)					SME	P-Value
	0	1000	2000	3000	4000		
Albumen height (mm)	6.90	6.95	6.89	6.90	6.87	0.09	0.971
Haugh unit	80.95	82.26	81.91	81.97	81.73	0.59	0.979
Thickness (mm)	356.9	357.9	357.5	358.2	357.6	0.33	0.999
Strength (kgf)	78.42	78.03	77.54	77.67	77.05	0.32	0.068

ที่มา: ดัดแปลงจาก Sakine et al. (2014)

ตารางที่ 6 ผลการเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณภาพไข่ไก่ที่อายุ 33 – 36 สัปดาห์

ลักษณะที่ทำการศึกษา	ผนังเซลล์ยีสต์ (ppm)		
	0	250	500
Albumen height (mm)	6.99	6.93	6.65
Haugh unit	83.20	82.75	81.85
Yolk color	2.00 ^{ab}	1.79 ^b	2.13 ^a

หมายเหตุ: ^{a,b}ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$).

ที่มา:ดัดแปลงจาก Hashim et al. (2013)

สรุป

การเสริมผนังเซลล์ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ในอาหารไก่ไข่พบว่าควรเสริมที่ระดับ 450 ppm เนื่องจากมีผลต่อปริมาณการกิน ผลผลิตไข่และคุณภาพของไข่ เช่น ความสูงของไข่ขาว Haugh unit และ ความแข็งของเปลือกไข่ อย่างไรก็ตามควรพิจารณาระดับการเสริมผนังเซลล์ยีสต์(*Saccharomyces cerevisiae*) และอายุไก่ร่วมด้วย

อ้างอิง

- กนกทิพย์ ปัญญาไชย และ มงคล ชะไชย. 2557. บทบาทของ ผนังเซลล์ยีสต์ในการเป็นสารเสริมอาหารสัตว์. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1: 1-10
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551, สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2550, ศูนย์สารสนเทศสำนักงาน วารสารศูนย์บริการวิชาการ, 2553, กลยุทธ์การผลิตเอทานอลความเข้มข้นสูงของยีสต์โดยกระบวนการหมักแบบกึ่งกะ.<http://home.kku.ac.th/uac/journal/journal.htm>
- เศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ
- อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน, 2556, เมทาบอลิซึมและคุณสมบัติของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง, Princess of Naradhiwas Univ. J. ฉบับพิเศษ 2556: 112- 121
- Cox, C.M. et al. 2010. “Immune responses to dietary beta-glucan in broiler chicks during Eineia Challenge”. Poultry Science. 89(12): 2597-2607.
- J. Zaldivar.et al.2001. “ Fuel ethanol production from lignocellulose: a challenge for metabolic engineering and process integration” Jul;56 (1-2):17-34.

- M. Hashim. et al.2013. ‘‘Effects of yeast cell wall on early production laying hen performance.’’
Poultry Science Association, Inc. 22 :792–797.
- N. T. G. Koiyama. and et al. 2017. ‘‘Effect of yeast cell wall supplementation in laying hen feed on
economic viability, egg production, and egg quality.’’ Poultry Science Association Inc. 0:1–8.
- Sakine.Yalcin. and et al. 2014. ‘‘Effects of dietary yeast cell wall on performance, egg quality and
humoral immune response in laying hens.’’ Ankara Üniv Vet Fak Derg, 61, 289-294.
- Tian, X. and et al. 2016. ‘‘Effects of dietary yeast-glucans supplementation on growth performance, gut
morphology, intestinal *Clostridium perfringens* population and immune response of broiler
chickens challenged with necrotic enteritis.’’ Animal Feed Science and Technology. 215: 144–
155.