

การตรวจหารูปแบบยีน *24BP-PRL* และ *VIPR-1* ที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทย

Detection of *24BP-PRL* and *VIPR-1* patterns associated with egg production traits in Thai Native Chickens

สจี กัณฑ์หาเรียง¹, มนต์ชัย ดวงจินดา^{1*}, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์¹ วุฒิไกร บุญคุ้ม¹
และ สุกัญญา เจริญศิลป์¹

Sajee Kunhareang¹, Monchai Duangjinda^{1*}, Banyat Laopaiboon¹, Wuttigrai Boonkum¹
and Sukanya Charoensin¹

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหารูปแบบของยีน *24BP-PRL* และ *VIPR-1* ที่สัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชี จำนวน 665 และ 282 ตัวอย่าง ตามลำดับ และตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *24BP-PRL* ด้วยเทคนิค PCR และยีน *VIPR-1* ด้วยเทคนิค PCR-RFLP จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *24BP-PRL* กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ที่อายุ 300 วัน (E300D) ในไก่ทั้งสองพันธุ์ ในขณะที่รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* พบมีแนวโน้มที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ E300D ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ ($P < 0.10$) โดยพบว่าไก่ที่มีจีโนไทป์รูปแบบ TT มีค่าเฉลี่ยลิตรแคร์ของค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ E300D สูงกว่ารูปแบบอื่นๆ ดังนั้นอาจมีความเป็นไปได้ที่รูปแบบจีโนไทป์ TT ของยีน *VIPR-1* จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือกไก่พื้นเมืองไทยที่ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของยีน *VIPR-1* กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ชี

คำสำคัญ: ไก่พันธุ์ประดู่หางดำ, ไก่พันธุ์ชี, เครื่องหมายพันธุกรรม, ผลผลิตไข่

ABSTRACT: The objective of this study was to detect genetic variation of *24BP-PRL* gene and *VIPR-1* gene and its association with egg production trait in Thai Native Chickens: Pradu Hang Dam and Chee chickens. A total of 665 and 282 samples were collected from Pradu Hang Dam and Chee chickens, respectively. Genetic variations of *24BP-PRL* patterns were then genotyped by conventional PCR and *VIPR-1* patterns were genotyped by PCR-RFLP method. The result revealed that there was no statistical difference between variation of *24BP-PRL* patterns and egg production at 300 days (E300D) in both Pradu Hang Dam and Chee chickens, whereas a TT genotype of *VIPR-1* tended to be associated with increased E300D trait ($P < 0.10$) in Pradu Hang Dam chicken. The least square means of EBV were highest in genotype TT of *VIPR-1*. Genotype TT might therefore be applied to use as genetic marker for improving of egg production trait in Pradu Hang Dam chicken. However, there was no association between genetic variation of *VIPR-1* and egg production traits in Chee chicken.

Keyword: Pradu Hang Dam chicken, Chee chicken, genetic marker, egg production

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: monchai@kku.ac.th

บทนำ

ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำมีคุณสมบัติที่โดดเด่นด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตไข่เมื่อเทียบกับไก่พื้นเมืองทั่วไป (บัญญัติ และคณะ, 2553) และพันธุ์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นไก่เนื้อไทยในอนาคต (บัญญัติ และคณะ, 2553) นอกจากนี้ไก่พื้นเมืองทั้งสองพันธุ์ยังมีความโดดเด่นในด้านของคุณภาพเนื้อซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ไก่พื้นเมืองทั้งสองพันธุ์จึงเหมาะที่จะนำมาพัฒนาสายพันธุ์ อย่งไรก็ตามไก่พื้นเมืองทั้งสองพันธุ์ยังมีข้อด้อยในด้านสมรรถนะการให้ผลผลิตไข่ต่ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตลูกไก่ต่ำไปด้วย อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมที่มีการจัดการเดียวกันพบว่าไก่พื้นเมืองบางตัวสามารถให้ผลผลิตไข่มากกว่า 20 ฟอง/เดือน (สจี และคณะ, 2549) จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่ายังมีความแตกต่างด้านพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ระหว่างตัวสัตว์ค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้มีแนวทางในการศึกษาพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตไข่ เพื่อประโยชน์ต่อการคัดเลือกไก่พื้นเมืองที่มีพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ดีไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ต่อไป ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีอนุพันธุศาสตร์เพื่อประยุกต์ใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) ในการคัดเลือกสัตว์ เรียกว่า Marker Assisted Selection (MAS) ซึ่งช่วยเพิ่มความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะการให้ผลผลิตไข่เป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (polygenes) จากการรวบรวมข้อมูลการวิจัยกลุ่มยีนที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการทำงานของยีนโพรแลคติน (*Prolactin, PRL*) เนื่องจากไก่พื้นเมืองไทยจะมีระยะเวลาในการแสดงพฤติกรรมฟักไข่ยาวนาน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนโพรแลคตินไปมีผลยับยั้งการสร้างฟอลลิเคิล ทำให้ไม่มีการตกไข่ ผลผลิตไข่จึงลดลง (Yukinori et al., 1993) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงคัดเลือกยีนที่เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการทำงานของยีนโพรแลคตินทำให้ไก่ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น เช่น ยีน *prolactin* ตำแหน่ง -358 (*24BP-*

PRL) ที่มีการเพิ่มเข้ามาของเบสจำนวน 24 bp (24 bp insertion) สัมพันธ์กับการให้ผลผลิตไข่สูง (Jiang et al., 2005) และยีน *VIPR-1* โดย Zhou et al. (2008) พบว่าไก่ที่มีจีโนไทป์รูปแบบ TT มีจำนวนครั้งของการฟักไข่ต่ำสุด ซึ่งลักษณะพฤติกรรมฟักไข่และลักษณะการให้ผลผลิตไข่จะมีความสัมพันธ์กันเชิงลบ (negative correlation) โดยไก่ที่มีพฤติกรรมฟักไข่ต่ำจะสามารถให้ผลผลิตไข่สูง (Jiang et al., 2010) จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นยังสรุปไม่ได้ว่ายีนใดที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทย ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างยีนดังกล่าวกับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์

วิธีการศึกษา

การสกัดดีเอ็นเอ

สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณใต้ปีกของไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ และ พันธุ์ซี เพศเมีย จำนวน 665 และ 282 ตัวอย่าง ตามลำดับ เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดขนาด 1.5 ml. ที่มีสาร 0.5M EDTA ปริมาณ 100 μ l เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นล้างเซลล์ทั้งหมด ด้วย 0.09% NaCl เซลล์เม็ดเลือดได้จะถูกนำไปสกัดดีเอ็นเอต่อไป ตามวิธีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยดัดแปลงจากวิธีของ Goodwin et al. (2007)

การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์

การเพิ่มปริมาณยีน *24BP-PRL* โดยใช้ primer F: 5'TTTAATATTGGTGGGTGAAGAGACA3', R: 5'ATGCCACTGATCCTCGAAAACTC3' และ *VIPR-1* F: 5'CTCCTCAGGCAGACCATCATG3', R: 5'CTTGACGATC CTTGGGTAGC3' ณ อุณหภูมิ primer annealing ที่ 62 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส สำหรับการเพิ่มจำนวนยีน *24BP-PRL* และ *VIPR-1* ตามลำดับ จากนั้นตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *24BP-PRL* ด้วย 3% agarose gel ส่วนรูป

แบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* ตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR-RFLP โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ *TaqI* ด้วย 2% agarose gel บันทึกภาพด้วย gel documentation system (Lab focus, INC.)

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน (Variance Component) ของลักษณะจำนวนไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน (E300D) โดยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) และประมาณค่าการผสมพันธุ์ (Estimated Breeding Value, EBV) ด้วย Best Linear Unbiased Predictor (BLUP) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-ChickenPack โดยมีการปรับอิทธิพลของชุดปีก, จำนวนตัวรุ่น และ อายุการให้ไข่ฟองแรก ซึ่งใช้โมเดลตัวสัตว์ (Animal model) ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ตามสมการ

$$y = X\beta + Za + e$$

การวิเคราะห์ความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์

วิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีนที่ทำการศึกษาในประชากรไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ และพันธุ์ซี ตามวิธีของ Falconer and Mackey (1996)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีนกับลักษณะการให้ผลผลิตไข่

วิเคราะห์อิทธิพลของยีนต่อค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ (EBV) ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ และ พันธุ์ซี ด้วยวิธีการ General Linear Model (GLM) มีโมเดลดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + \sum_{k=1}^2 G_k + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ y_{ijk} = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ (EBV), μ = overall mean, G_k = อิทธิพลของจีโนไทป์แต่ละยีน และ ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Analysis System

V.6.02 (SAS, 1998) เพื่อตรวจหาจีโนไทป์ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่

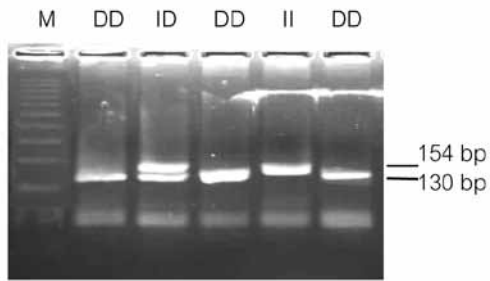
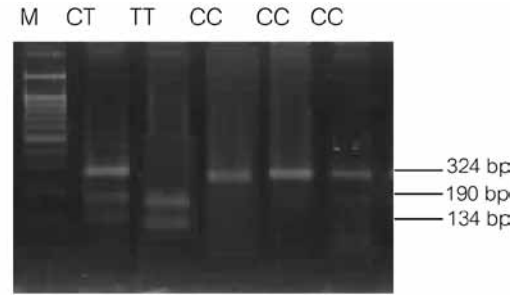
ผลการศึกษาและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยของลักษณะการให้ผลผลิตไข่

จากการศึกษาพบว่าไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ซี มีจำนวนไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน เฉลี่ย 43.66 ± 20.60 และ 53.48 ± 25.75 ฟอง ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าการศึกษาของ วุฒิชัย (2551) และ ศิริลักษณ์ (2552) ทั้งนี้อาจเนื่องจากประชากรที่นำมาศึกษาครั้งนี้ถูกคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือกจึงส่งผลให้ประชากรนี้มีผลตอบสนองทางการคัดเลือกของลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน จึงมีค่ามากกว่างานวิจัยที่ผ่านมา

ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล

จากการศึกษารูปแบบของยีน *24BP-PRL* ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ซี พบรูปแบบอัลลีล 2 รูปแบบ คือ อัลลีล I และ D ส่วนยีน *VIPR-1* พบรูปแบบอัลลีลที่เรียกว่าอัลลีล T และ อัลลีล C ดังแสดงใน Figure 1 และ 2 ซึ่งพบว่ารูปแบบของอัลลีล D และ C จะพบเป็นส่วนมาก (common allele) ในไก่พื้นเมืองไทยทั้งสองพันธุ์ (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาในไก่พื้นเมืองจีนที่รายงานว่าความถี่อัลลีล D และ C จะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าไก่พันธุ์อื่นๆ (Cui et al., 2006; Zhang et al., 2008) ในขณะที่มีรายงานในไก่ไข่พันธุ์แท้เล็กฮอร์นว่ามีการตรวจพบความถี่อัลลีลแบบ I และ T ที่สูงกว่าไก่พื้นเมือง (ศรีนวล และ คณะ, 2553; Cui et al., 2006) ซึ่งจากข้อมูลความถี่อัลลีลที่รายงานดังกล่าวพอจะอธิบายได้ว่า มีความเป็นไปได้ว่ายังมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงระหว่างรูปแบบอัลลีลของยีนทั้งสอง โดยอาจจะนำมาเป็นรูปแบบช่วยคัดเลือกไก่พื้นเมืองไทยด้านการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่

Figure 1 รูปแบบจีโนไทป์ของ *24BP-PRL*Figure 2 รูปแบบจีโนไทป์ของ *VIPR-1/Taq I*Table 1 Allele and genotype frequency of *24BP-PRL* and *VIPR-1* in Pradu Hang Dam (PD) and Chee (CH) chickens

Gene/chicken breed	N	Genotype frequency			Gene frequency	
		II	ID	DD	I	D
<i>24BP-PRL</i>						
PD	665	0.165	0.402	0.433	0.366	0.634
CH	282	0.014	0.160	0.826	0.094	0.906
<i>VIPR-1</i>		TT	TC	CC	T	C
PD	156	0.096	0.423	0.481	0.308	0.692
CH	79	0.076	0.316	0.608	0.234	0.766

Table 2 Least square means (LSMeans) of genotype effect on egg production trait in Pradu Hang Dam (PD) and Chee (CH)

Candidate genes	Breeds	LSMeans of Genotypes			SEM	P-value
		II	ID	DD		
<i>24BP-PRL</i>						
PD	E300D	33.85 (16)	39.00 (59)	35.58 (63)	5.80	0.597
	EBV	2.41 (22)	3.68 (101)	2.78 (113)	0.57	0.164
CH	E300D	Non-est	Non-est	Non-est	-	0.086
	EBV	.	2.09 (17)	2.72 (59)	1.17	0.695
<i>VIPR-1</i>		TT	TC	CC		
PD	E300D	45.64 (6)	32.32 (32)	30.47 (42)	5.78	0.112
	EBV	4.20 (15)	2.43 (66)	2.24 (76)	0.57	0.094
CH	E300D	Non-est	Non-est	Non-est	-	0.570
	EBV	2.47 (4)	2.65 (21)	2.09 (36)	1.38	0.900

E300D = number of egg production at 300 days, Non-est = Non estimation, () = number of sample

ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน 24BP-PRL และVIPR-1 กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่

ผลการวิเคราะห์หิทธิพลของยีนต่อลักษณะจำนวนไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน (E300D) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน 24BP-PRL และ VIPR-1 กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยทั้งสองพันธุ์ ดังแสดงใน Table 2 ทั้งนี้ อาจเนื่องจากข้อมูลลักษณะจำนวนไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน จะรวมอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการจัดการอื่นๆ ไว้ด้วย

แต่เมื่อทดสอบอิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อการผสมพันธุ์ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่สะสมจนถึงอายุ 300 วัน (EBV) พบว่ายีน VIPR-1 มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตไข่ ($P < 0.10$) ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ โดยไก่ที่มีจีโนไทป์รูปแบบ TT จะมีค่าเฉลี่ยลิสท์แควร์ของค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะการให้ผลผลิตไข่สูงกว่ารูปแบบอื่นๆ (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zhou et al. (2008) พบว่าไก่ที่มีจีโนไทป์รูปแบบ TT มีจำนวนครั้งของการฟักไข่ต่ำสุด ซึ่งลักษณะพฤติกรรมฟักไข่และลักษณะการให้ผลผลิตไข่ จะมีความสัมพันธ์กันเชิงลบ (negative correlation) โดยไก่ที่มีพฤติกรรมฟักไข่ต่ำจะสามารถให้ผลผลิตไข่สูง (Jiang et al., 2010) ในขณะเดียวกันในการศึกษาในไก่ไข่พันธุ์แท้พันธุ์ไวท์เล็กฮอร์นพบมีความถี่ของอัลลีล T ถึง 100% (ศรีนวล และคณะ, 2553) จากรายงานแสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำจีโนไทป์รูปแบบ TT ของยีน VIPR-1 ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมในการคัดเลือกไก่พื้นเมืองไทยให้มีผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นได้ ส่วนยีน 24BP-PRL ไม่พบความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างยีนที่ศึกษากับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ ทั้งนี้อาจเป็นผลของพันธุ์ที่ศึกษาต่างกัน (breed specific) จึงมีผลต่อลักษณะการให้ผลผลิตไข่ต่างกัน (Hossain, 1992)

สรุป

จากการศึกษาการตรวจหารูปแบบยีนที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ ในไก่พื้นเมืองไทย พบว่าไก่พันธุ์ประดู่หางดำแสดงรูปแบบจีโนไทป์ TT ของยีน VIPR-1 ที่มีแนวโน้มมีอิทธิพลต่อลักษณะการให้ผลผลิตไข่ที่อายุ 300 วัน และมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปเป็นเครื่องหมายพันธุกรรมสำหรับคัดเลือกลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำให้เพิ่มขึ้นในอนาคต แต่การศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างยีน 24BP-PRL และ VIPR-1 กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับตัวอย่างและทุนสนับสนุนจากศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ภายใต้ความร่วมมือระหว่างสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, มนต์ชัย ดวงจินดา, เทวินทร์ วงษ์พระลับ, พิษญีรัตน์ แสนไชยสุริยา, เกษม นันทชัย และวุฒิไกรบุญคุ้ม. 2553. การทดสอบสมรรถนะการเจริญเติบโตและความนุ่มเนื้อในไก่ลูกผสมที่ได้จากไก่พ่อพันธุ์พื้นเมืองไทยกับไก่แม่พันธุ์ทางการค้า. แก่นเกษตร 38: 373-384.
- วุฒิชัย เคนไชยวงศ์. 2551. ผลตอบแทนการคัดเลือกของลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อใช้ดัชนีการคัดเลือกโดยการจำลองข้อมูลในไก่พื้นเมืองพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ศรีนวล คณานิตย์, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และปรัชญาพร เอกบุตร. 2553. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน Vasoactive Intestinal Peptide Receptor-1 (VIPR-1) ในไก่ไข่ ไก่ประดู่ และไก่เล็กฮอร์น. แก่นเกษตร 38 ฉบับพิเศษ: 85-89.
- ศิริลักษณ์ ชำนาญเชื้อ. 2552. การประมาณกราฟการให้ผลผลิตไข่และการจำลองการคัดเลือกเพื่อเป็นสายแม่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- สจี กัณหาเสียง, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, เทวรินทร์ วงษ์พระลับ, พรพรรณทิพย์ เกษแก้ว และ วรางคณา แคนสีแก้ว. 2549. การศึกษาสมรรถนะการให้ไข่ ส่วนประกอบฟองไข่ และระยะเวลาของการผสมติดภายหลังการผสมพันธุ์ในแม่ไก่พื้นเมือง. น. 358-367. ใน: การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 2 เรื่องก้าวหน้าทันสมัยกับปศุสัตว์ไทย ณ โรงแรมโซฟิเทลราชาออดิต จ.ขอนแก่น 40000 24 มกราคม 2549. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Cui, J. X., H. L. Du, Y. Liang, X. M. Deng, N. Li, and X. Q. Zhang. 2006. Association of polymorphisms in the promoter region of chicken prolactin with egg production. *Poultry Sci.* 85: 26-31.
- Falconer, D. S., and T. F. C. Mackey, 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th edition. Longman, Oxford.
- Goodwin, W., A. Linacre, and S. Hadi. 2007. An introduction to forensic genetics. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Hossain, M. S. 1992. Comparative study on egg production and feed efficiency of different breeds of poultry under intensive and rural conditions in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*. 4. (online).
- Jiang, R. S., G. Y. Xu, X. Q. Zhang, and N. Yang. 2005. Association of polymorphisms for prolactin and prolactin receptor genes with broody traits in chickens. *Poult. Sci.* 84: 839-845.
- Jiang, R. S., X. Y., Chen, and Z. Y. Geng. 2010. Broodiness, egg production, and correlations between broody traits in an indigenous chicken breed. *Poult. Sci.* 89 :1094-1096.
- Yokinori, Y., J. M. Bahr, T. Okamoto, and T. Tamuru. 1993. Effect of progesterone on the ultra structure of preovulatory follicles of hypophysectomized chicken: Possible roles of progesterone in regulation of follicular function. *JPN. J. Poult. Sci.* 30:270-281.
- SAS. 1998. User's Guide: V.6.12.SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Zhang, B. N., H. Tang, L. Kang, Y. H. Ma, D. G. Cao, Y. Lu, M. Hou, and Y. L. Jiang. 2008. Association of single nucleotide polymorphisms in BMPR-IB gene with egg production in a synthetic broiler line. *Asian. Austral J. Anim.* 21: 628-632
- Zhou, M., F. Liang, Y. Rao, H. Zeng, D. Zhang, and X. Zhang. 2008. Association of twelve polymorphisms of the VIPR-1 gene with chicken early egg production traits. *CHINE J. Anim. Vet. Sci.* 39: 1147-1152.