บทที่ 2
การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมือง (รูปทรงไก่ชน) ในภาคใต้

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด และน้ำหนักอายุ 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน จำนวน 239-1,169 บันทึก และลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก และปริมาณไข่จนถึงอายุไข่ 1 ปี จำนวน 419-445 บันทึก จากฝูงไก่พื้นเมืองที่รวบรวมพ่อและแม่พันธุ์จากในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏโดยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) และคำนวณค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม หรือ ค่าการผสมพันธุ์โดย Mixed Model Equations (MME) โดยมีแบบหุ่น animal model วิเคราะห์ทีละลักษณะ (single trait analysis) ประกอบไปปัจจัยกำหนดของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ชุดที่เข้าฟัก เพศ น้ำหนักไข่ และ อายุ โดยน้ำหนักไข่ และอายุ จะเป็น covariate ปัจจัยกำหนดของลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ ชุดที่เข้าฟัก ปัจจัยทางพันธุกรรมโดยสุ่ม ได้แก่ อิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม และปัจจัยสุ่มอื่น ๆ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนที่เหลือโดยสุ่ม อัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต มีค่าผันแปรจากน้อยถึงมากอยู่ในช่วง 0.06-0.44 อัตราพันธุกรรมของลักษณะการสืบพันธุ์ อยู่ในช่วง 0.15-0.57 สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของน้ำหนักแรกเกิดเป็นบวกกับลักษณะน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของจำนวนไข่ 1 ปี กับอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก และน้ำหนักไข่ฟองแรก เป็นลบ ($P<0.05$) จากการจำลองการคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์พบว่าการคัดเลือกที่มุ่งเน้นไปในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงอย่างเดียวจะส่งผลกระทบต่อลักษณะอื่น ๆ

คำนำ

ในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ไก่พื้นเมืองจำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ของไก่พื้นเมืองเพื่อสามารถคาดคะเนผลการปรับปรุงพันธุ์แต่ละลักษณะว่าจะได้ผลหรือไม่อย่างไร และควรจะใช้วิธีการปรับปรุงวิธีใด การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นของลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ที่สำคัญในด้านการผลิตของไก่พื้นเมือง เพื่อสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่ออายุ 1, 2, 3,4 และ 5 เดือน และลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก ปริมาณไข่ใน 1 ปี ของไก่พื้นเมือง
2. ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะการสืบพันธุ์ของไก่พื้นเมือง
3. ทำนายค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Additive genetic value, Breeding value) ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะการสืบพันธุ์ของไก่พื้นเมืองในฝูง
4. ประมาณค่าสหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของลักษณะต่าง ๆ ของไก่พื้นเมืองในฝูง

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง และการเก็บข้อมูล

ข้อมูลใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลของไก่พื้นเมือง โดยไก่ในฝูงผสมพันธุ์เริ่มต้นเป็นไก่พื้นเมืองที่รวบรวมจากในเขตภาคใต้ของประเทศไทย .ในฝูงผสมพันธุ์จะมีไก่พ่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัว และแม่พันธุ์ จำนวน 112 ตัว และนำเข้าฟักทั้งหมด 22 ชุดฟัก โดยจัดการผสมพันธุ์โดยใช้พ่อพันธุ์คุมฝูงในอัตราพ่อพันธุ์ 1 ตัว ต่อ แม่พันธุ์ 8-10 ตัว เมื่อแม่พันธุ์เริ่มไข่จะเก็บข้อมูลน้ำหนักไข่ และรวบรวมไข่เข้าสู่ตู้ฟัก เมื่อออกจากตู้ฟักจะบันทึกน้ำหนักแรกเกิด และน้ำหนักทุก ๆ เดือน จนถึงอายุประมาณ 5 เดือน ลูกไก่เพศเมียที่ได้จากฝูงผสมพันธุ์นี้เมื่อมีอายุประมาณ 18-20 สัปดาห์ จะถูกนำมาเลี้ยงบนกรงตัว (รายตัว) บันทึกข้อมูลอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก และปริมาณไข่จนถึงอายุไข่ 1 ปี โดยมีโครงสร้างของข้อมูลตามรายละเอียดตารางที่ 1 และ 2

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

สูตรอาหารทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จ.สงขลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการประเมินค่าทางพันธุกรรมของสัตว์ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย Mixed Model Equations (MME) ซึ่งการประมาณค่าทางพันธุกรรมที่ได้นั้นจะมีคุณสมบัติเป็น Best Linear Unbiased Predictors (BLUP) โดยความผันแปรร่วมทางพันธุกรรมของระหว่างตัวสัตว์เป็นสัดส่วนกับ numerator relationship matrix (A) (Henderson, 1975a, 1984) โดย inverse ของเมตริกซ์ A คำนวณโดยวิธีการของ Henderson (1975b) ใน MME นั้นต้องการทราบค่าความแปรปรวนทางพันธุ

กรรมและสภาพแวดล้อมของสัตว์ในฝูงที่ศึกษา ซึ่งประเมินโดยใช้ Restricted Maximum Likelihood (REML) และใช้ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่ได้ในการคำนวณค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม หรือ ค่าการผสมพันธุ์ (Additive Genetic Value, Breeding Value)ของตัวสัตว์ (Searle *et al.*, 1992)

ตารางที่ 1 โครงสร้างข้อมูลพื้นฐานของลักษณะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองที่อายุ แรกเกิด 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน

ลักษณะ	ข้อมูล (บันทึก)	น้ำหนักตัว[1]			น้ำหนักไข่[1]			อายุเมื่อบันทึก[1]		
		$\bar{x}$ (กรัม)	SD (กรัม)	CV (%)	$\bar{x}$ (กรัม)	SD (กรัม)	CV (%)	$\bar{x}$ (กรัม)	SD (กรัม)	CV (%)
น้ำหนักแรกเกิด	1,169	30.55	3.62	11.82	47.71	4.88	10.22			
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 เดือน	1,165	169.61	64.48	38.02	47.71	4.87	10.22	29.99	2.85	9.49
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 2 เดือน	1,164	558.61	154.13	27.59	47.72	4.87	10.21	59.81	4.96	8.30
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 3 เดือน	1,129	1,071.00	199.14	18.59	47.72	4.87	10.21	91.91	3.69	4.01
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน	1,098	1,410.49	266.02	18.86	47.64	4.84	10.15	116.03	8.28	7.14
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือน	239	1,705.77	309.02	18.12	47.12	4.82	10.23	147.13	4.13	2.80

[1] $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย, SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ CV=สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ตารางที่ 2 โครงสร้างข้อมูลพื้นฐานของลักษณะการสืบพันธุ์ของไก่พื้นเมือง[1] ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก และปริมาณไข่ใน 1 ปี

ลักษณะ	ข้อมูล (บันทึก)	$\bar{x}$	SD	CV (%)
อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก (วัน)	445	198.91	21.31	10.74
น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก (กิโลกรัม)	419	1.79	0.19	10.78
น้ำหนักไข่ฟองแรก (กรัม)	444	37.05	3.61	9.75
ปริมาณไข่ใน 1 ปี (ฟอง)*	444	67.05	46.45	69.28

[1] $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย, SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ CV=สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

*แม่ไก่มีการฟักไข่ แต่ไม่ต้องเลี้ยงลูก

ในการประมาณค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมและองค์ประกอบความแปรปรวนใช้โปรแกรม Multiple Trait Derivative -Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) (Boldman *et al.*, 1995) ซึ่งในการประมาณค่าโดย REML นั้นใช้วิธีการ derivative-free algorithm (Graser *et al.*, 1987) ใช้ direct sparse matrix ในการคำนวณค่า log-likelihood function และ เรียงลำดับ MME และแก้สมการ MME โดยใช้ Choleski factorization (Boldman and Van Vleck, 1991) กำหนด convergence criteria โดยให้ความแปรปรวนของ -2 log Likelihood น้อยกว่า 10^{-6} และทำการ restart ใหม่อย่างน้อย 2 ครั้งเพื่อให้มั่นใจว่าค่าประมาณขององค์ประกอบความแปรปรวนนั้นทำให้ convergence ที่ได้เป็น global maximum

แบบหุ่นทางพันธุกรรม

ในแต่ละแบบหุ่นจะเป็นการวิเคราะห์แบบทีละลักษณะ (single trait analysis) โดยใช้ข้อมูลพันธุ์ประวัติที่มีอยู่ร่วมด้วย ใน animal model นั้นจะประกอบไปด้วยปัจจัยกำหนด ปัจจัยทางพันธุกรรมโดยสุ่ม และปัจจัยสุ่มอื่น ๆ

ปัจจัยกำหนดของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ชุดที่เข้าฟัก เพศ น้ำหนักไข่ และ อายุ โดยน้ำหนักไข่ และอายุ จะเป็น covariate ปัจจัยกำหนดของลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ ชุดที่เข้าฟัก ปัจจัยทางพันธุกรรมโดยสุ่ม ได้แก่ อิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม และปัจจัยสุ่มอื่น ๆ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนที่เหลือโดยสุ่ม

$$y = Xb + Za + e$$

เมื่อ y คือเวกเตอร์ของค่าสังเกตของเดือน X คือ incidence matrix ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยกำหนด (b) และ เวกเตอร์ของค่าสังเกต, Z คือ incidence matrix ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (a) และเวกเตอร์ของค่าสังเกต และ e คือ เวกเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนที่เหลือโดยสุ่มซึ่งสัมพันธ์กับเวกเตอร์ของค่าสังเกต y

ในการสร้าง MME นั้น Z จะถูกเพิ่มคอลัมภ์ของ 0 เพื่อรวมสัตว์ทุกตัวใน numerator relationship matrix ที่ไม่มีข้อมูลของลักษณะนั้น ๆ (Henderson, 1975a, 1984) และกำหนดให้

$$E[y] = Xb$$

$$V\begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

A คือ numerator relationship matrix ระหว่างสัตว์ทุกตัวในพันธุประวัติ, σ_a^2 คือความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม, σ_e^2 คือความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่เหลือ, N คือจำนวนข้อมูล และ I คือ identity matrix

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรม

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

เมื่อ $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_e^2$

สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะต่าง ๆ

ประมาณค่าสหสัมพันธ์ทั้ง Pearson และ Spearman rank ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในฝูงผสมพันธุ์ โดยใช้ PROC CORR (SAS, 1985)

เปรียบเทียบค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมจากการคัดเลือก

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในฝูงผสมพันธุ์ โดยไม่มีการคัดเลือก และคัดเลือกค่าสูงสุด 10 % จากน้ำหนักเมื่ออายุ 4 เดือน และปริมาณไข่ 1 ปี

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

องค์ประกอบความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรม

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรมของการวิเคราะห์โดยใช้ animal model ทีละลักษณะตามแบบหุ่นที่กำหนดของลักษณะการเจริญเติบโต และของลักษณะการสืบพันธุ์ ในไก่พื้นเมืองดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ อัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือนนั้นมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาในไก่หลาย ๆ พันธุ์ (eg. Munari et al., 1992) โดยพบว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดจะมีค่ามากสุด (0.44±0.084) ในขณะที่ อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือนมีค่าน้อยสุด (0.06±0.09) อัตราพันธุกรรมของลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก ปริมาณไข่ใน 1 ปี อยู่ในระดับต่ำ และมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานอื่น ๆ แต่อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก (0.56±0.13) ใกล้เคียงกับหลาย ๆ รายงาน (eg. Krishna and Chaudhary, 1987) ฉะนั้นในการคัดเลือกเพื่อที่จะปรับปรุงน้ำหนักแรกเกิดและน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกนั้นจะทำได้เร็วกว่าลักษณะอื่น

ตารางที่ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองที่อายุ แรกเกิด 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน[1]

ลักษณะ	σ_P^2	σ_a^2 (กรัม^2)	σ_e^2	-2logL	h^2	SE
น้ำหนักแรกเกิด	4.83	2.1	2.73	2,869.09	0.44	0.084
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 เดือน	1,705.54	453.7	1,251.84	9,659.13	0.27	0.073
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 2 เดือน	10,312.30	2,733.07	7,579.23	11,711.10	0.27	0.068
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 3 เดือน	20,800.55	4,775.46	16,025.09	12,150.03	0.23	0.063
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน	30,972.35	5,401.66	25,570.69	12,261.18	0.17	0.055
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือน	32,757.90	1,941.31	30,816.59	2,673.91	0.06	0.090

σ_P^2 = ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ, σ_a^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม, σ_e^2 = ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่เหลือ h^2 = ค่าอัตราพันธุกรรม และ SE = ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอัตราพันธุกรรม

ตารางที่ 4 องค์ประกอบความแปรปรวน และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการสืบพันธุ์ของไก่พื้นเมือง ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก และปริมาณไข่ใน 1 ปี[1]

ลักษณะ	σ_P^2	σ_a^2	σ_e^2	-2logL	h^2	SE
		(วัน^2)				
อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก	355.22	56.19	299.03	2,959.90	0.16	0.086
		(กิโลกรัม^2)				
น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก	0.04	0.02	0.02	-912.194	0.57	0.134
		(กรัม^2)				
น้ำหนักไข่ฟองแรก	12.06	2.61	9.45	1,518.41	0.22	0.091
		(ฟอง^2)				
ปริมาณไข่ใน 1 ปี	2,055.35	310.19	1,745.16	3,692.85	0.15	0.078

σ_P^2 = ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ, σ_a^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม, σ_e^2 = ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่เหลือ h^2 = ค่าอัตราพันธุกรรม และ SE = ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอัตราพันธุกรรม

จากการศึกษาในครั้งนี้อัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวเมื่ออายุมากขึ้นอัตราพันธุกรรมจะลดลง อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักไข่ฟองแรก และปริมาณไข่ใน 1 ปี มีค่าน้อย นั้นอาจเกิดเนื่องจากไม่สามารถปรับอิทธิพลทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องออกไปจากแบบหุ่นได้ นอกจากนี้อิทธิพลทางพันธุกรรมอื่น ที่ยังไม่ได้เพิ่มเติมเข้าไปทดสอบแบบหุ่นเนื่องจากขีดจำกัดในเรื่องของปริมาณข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาแบบหุ่นต่อไป แต่อย่างไรก็ตามในทุกลักษณะที่ศึกษานั้นก็ยังสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือก พัฒนาแบบหุ่น และปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลในแม่นยำมากขึ้นเพื่อปรับปรุงค่าอัตราพันธุกรรม และเพิ่มความแม่นยำจากการคัดเลือกได้ต่อไป

สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะต่าง ๆ

สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะของลักษณะต่าง ๆ ทั้งแบบเพียร์สัน และสเปียแมน แรงค์ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 5 สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของน้ำหนักแรกเกิดเป็นบวกกับลักษณะน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะน้ำหนักตัวที่อายุต่างๆ กัน สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกมีความสัมพันธ์กับอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก และน้ำหนักไข่ฟองแรกเป็นบวก ($P<0.05$) สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของจำนวนไข่ 1 ปี กับอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก และน้ำหนักไข่ฟองแรก เป็นลบ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับหลายๆ รายงานที่รายงานสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ไว้ (Krishna and Chaudhary, 1987; Hagger, 1994)

เปรียบเทียบค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมจากการคัดเลือก

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในฝูงผสมพันธ์ แสดงในตารางที่ 6 ถ้าไม่มีการคัดเลือกทั้งพ่อและแม่พันธุ์จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมนั้นมีค่าใกล้ 0 ซึ่งจะไม่มีความก้าวหน้าทางพันธุกรรมเกิดขึ้นในประชากรไก่พื้นเมืองในรุ่นต่อ ๆ ไป ในการศึกษาครั้งนี้จำลองการคัดเลือกทีละลักษณะดังนี้

คัดเลือกพ่อพันธุ์ 10 % จากความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ มากสุด พบว่า น้ำหนักตัวที่ระยะอื่น ๆ เพิ่มขึ้น และอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกและจำนวนไข่ 1 ปี ลดลง แต่ถ้าคัดเลือกพ่อพันธุ์ 10 % จากความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของจำนวนไข่ 1 ปี มากสุด จะสามารถเพิ่มผลตอบสนองจากการคัดเลือกของลักษณะนี้ได้ แต่จะทำให้น้ำหนักตัวที่ระยะต่าง ๆ ลดลง สอดคล้องกับค่าสหสัมพันธ์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมที่แสดงไว้ในตารางที่ 5

คัดเลือกแม่พันธุ์ 10 % จากความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของทั้งสองลักษณะให้ผลการคัดเลือกเป็นไปในทิศทางเดียวกับการคัดเลือกพ่อพันธุ์ แต่ถ้าคัดเลือกพ่อพันธุ์ 10 % ในแต่ละลักษณะนั้นจะให้ผลตอบสนองการคัดเลือกมากกว่าแม่พันธุ์แม่พันธุ์ 10 % ในลักษณะนั้น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแม่นยำของการคัดเลือกพ่อพันธุ์มีมากกว่าแม่พันธุ์เนื่องจากมีข้อมูลของลูกตัวเมียในแต่ละพ่อจำนวนมากกว่าในแต่ละแม่จึงทำให้ความแม่นยำในการคัดเลือกมีมากกว่า นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าการคัดเลือกที่มุ่งเน้นไปในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงอย่างเดียวจะส่งผลกระทบต่อลักษณะอื่น ๆ ถ้าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับลักษณะนั้น ๆ เป็นลบ ฉะนั้นในการคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะจะต้องพยายามทำให้เกิดความสมดุล หรืออาจจะต้องมีการแยกสายพ่อและสายแม่เพื่อความเหมาะสมสูงสุดในการคัดเลือกต่อไป

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียรสัน[1] และ สเปียร์แมน แรงค์[2] ของความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของไก่พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในฝูงผสมพันธุ์ของลักษณะต่าง ๆ

	น้ำหนักแรกเกิด	น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 เดือน	น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 2 เดือน	น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 3 เดือน	น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน	น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือน	อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก	น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก	น้ำหนักไข่ฟองแรก	จำนวนไข่ 1 ปี
น้ำหนักแรกเกิด	1	0.03	0.09	0.05	0.05	-0.10	-0.01	0.26**	0.08	-0.01
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 เดือน	0.08	1	0.76**	0.71**	0.62**	0.15	-0.17	0.22*	0.06	-0.11
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 2 เดือน	0.08	0.80**	1	0.87**	0.78**	0.32**	-0.12	0.37**	0.07	-0.14
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 3 เดือน	0.01	0.67**	0.83**	1	0.91**	0.36**	-0.19	0.46**	0.04	-0.13
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน	0.02	0.58**	0.75**	0.90**	1	0.42**	-0.25*	0.43**	0.00	-0.13
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือน	-0.06	0.23**	0.33**	0.30**	0.36**	1	-0.25*	0.17	0.15	-0.08
อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก	0.08	-0.15	-0.11	-0.15	-0.16	-0.17	1	0.23*	0.46**	-0.32**
น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก	0.19	0.20*	0.36**	0.42**	0.42**	0.07	0.24*	1	0.35**	-0.21*
น้ำหนักไข่ฟองแรก	0.14	0.02	0.06	0.01	-0.02	0.14	0.34**	0.33**	1	-0.45**
จำนวนไข่ใน 1 ปี	0.03	-0.10	-0.13	-0.07	-0.09	-0.14	-0.20*	-0.17	-0.38	1

[1] สหสัมพันธ์แบบเพียรสัน ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมอยู่ด้านบนของเส้นทะแยงมุม

[2] สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน แรงค์ของค่าความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมอยู่ด้านล่างของเส้นทะแยงมุม

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในฝูงผสมพันธุ์ ของลักษณะต่าง ๆ โดยไม่มีการคัดเลือก และคัดเลือกค่าสูงสุด 10 % จากน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน และปริมาณไข่ 1 ปี

ลักษณะ	ไม่มีการคัดเลือกพ่อพันธุ์		คัดเลือกพ่อพันธุ์ 10 % จากน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน		คัดเลือกพ่อพันธุ์ 10 % จากปริมาณไข่ 1 ปี		ไม่มีการคัดเลือกแม่พันธุ์		คัดเลือกแม่พันธุ์ 10 % จากน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน		คัดเลือกแม่พันธุ์ 10 % จากปริมาณไข่ 1 ปี	
	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$	จำนวน (ตัว)	$\bar{x} \pm SD$
น้ำหนักแรกเกิด (กรัม)	18	0.16 ± 0.73	2	0.38 ± 1.27	2	0.50 ± 0.09	107	-0.03 ± 1.02	11	-0.36 ± 0.88	9	-0.17 ± 1.52
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 เดือน (กรัม)	18	-0.56 ± 12.52	2	10.88 ± 5.90	2	-10.72 ± 13.33	107	0.05 ± 12.67	11	19.85 ± 17.08	9	-2.28 ± 12.60
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 2 เดือน (กรัม)	18	-0.14 ± 38.54	2	71.28 ± 22.57	2	-29.46 ± 70.49	107	-0.07 ± 30.50	11	45.75 ± 17.21	9	2.04 ± 29.73
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 3 เดือน (กรัม)	18	-0.36 ± 57.26	2	69.07 ± 11.24	2	-30.96 ± 99.63	107	0.04 ± 37.06	11	63.39 ± 22.96	9	6.36 ± 36.94
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4 เดือน (กรัม)	18	-0.73 ± 61.19	2	85.06 ± 8.43	2	-27.54 ± 127.90	107	0.05 ± 34.22	11	67.21 ± 20.78	9	3.72 ± 33.83
น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 เดือน (กรัม)	18	0.06 ± 15.68	2	5.20 ± 6.22	2	-11.06 ± 32.53	107	-0.01 ± 7.48	11	3.63 ± 6.49	9	0.17 ± 9.64
อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก (วัน	15	0.01 ± 4.90	1	-9.86	2	-4.88 ± 8.03	85	0.03 ± 2.92	10	-1.65 ± 3.54	9	-0.37 ± 4.37
น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก (กิโลกรัม)	15	-0.00 ± 0.10	1	0.07	2	-0.09 ± 0.06	85	0.00 ± 0.10	10	0.04 ± 0.10	9	0.01 ± 0.07
น้ำหนักไข่ฟองแรก (กรัม)	15	0.04 ± 1.29	1	-0.04	2	-0.48 ± 0.60	85	-0.01 ± 0.66	10	0.15 ± 0.74	9	-0.62 ± 0.86
จำนวนไข่ใน 1 ปี (ฟอง)	15	-0.64 ± 13.74	1	-5.00	2	17.52 ± 2.44	85	0.11 ± 5.91	10	-2.11 ± 5.99	9	11.94 ± 3.96

สรุป

การศึกษาไก่พื้นเมืองใน ลักษณะการเจริญเติบโตได้แก่น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวที่อายุ 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน และลักษณะการสืบพันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ฟองแรก และจำนวนไข่ 1 ปี มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วงต่ำ ถึงปานกลาง ยกเว้นน้ำหนักแรกเกิดและน้ำหนักเมื่อให้ไข่ฟองแรก อัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วงสูง แต่ก็ยังมีค่าน้อยกว่าในหลาย ๆ รายงาน ซึ่งควรต้องมีการพัฒนาแบบหุ่นให้เหมาะสมต่อไป การคัดเลือกจากความสามารถทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมเพื่อปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่งจะสามารถเพิ่มผลตอบสนองจากการคัดเลือกได้ แต่ก็ควรจะคำนึงถึงลักษณะอื่น ๆ ด้วย การแยกสายพ่อพันธุ์และสายแม่พันธุ์ในไก่พื้นเมืองเพื่อปรับปรุงความสามารถในการให้ไข่และให้เนื้อควรมีการพัฒนาและศึกษาต่อไปเพื่อปรับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

Boldman, K.G. and Van Vleck, L.D. 1991. Derivative-free restricted maximum likelihood estimation in animal models with a sparse matrix solver. J. Dairy Sci. 4:4337-4343.

Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell, C.P. and Kachman, S.D. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. USDA, ARS, Clay Center, NE. 114 p.

Graser, H.U., Smith, S.P. and Tier, B. 1987. A derivative-free approach for estimating variance components in animal models by restricted maximum likelihood. J. Anim. Sci. 64:1362-1370.

Hagger, C. 1994. Genetic correlations between body weight of cocks and production traits in laying hens and their use in breeding schemes. Poultry Sci. 73:381-387.

Henderson, C.R. 1975a. Best linear estimation and prediction under selection model. Biometrics 31:423-447.

Henderson, C.R. 1975b. Rapid method for computing the inverse of a relationship matrix. J. Dairy Sci. 58:1727-1735.

Henderson, C.R. 1984. Applications of Linear Models in Animal Breeding. University of Guelph, Guelph, Ontario.

Krishna, S.T. and R.P. Chaudhary. 1987. Heritability of age and body weight at sexual maturity and their relationship with egg production tratis in randombed White Leghorn. Indian J. Anim. Sci. 57:559-561.

Munari, D.P., G.S. Schmidt and M.L. Giannoni. 1992. Genetic and variability in the performance of a line of Leghorn fowls. 1. Heritabilities. Ars. Vet. 8:49-57

SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics Version 5 Edition. Cary, North Carolina. 956 p.

Searle, S.R., Casella, G. and McCulloch, C.E. 1992. Variance Components. John Wiley & Sons Inc., New York. 501 p.

ตารางผนวกที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ในระยะต่าง

วัตถุดิบ	พ่อแม่พันธุ์	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2		รุ่นที่ 3	
		0-20 สัปดาห์	0-8 สัปดาห์	8-20 สัปดาห์	0-8 สัปดาห์	8-16 สัปดาห์
ข้าวโพด	68.50	61.25	60.9	53.95	61.25	50.20
รำละเอียด	-	12.66	12.8	26.57	12.66	31.82
กากถั่วเหลือง	16.50	18.99	17.66	13.16	18.99	12.36
ปลาป่น	6.00	4.00	5	3	4.00	3.00
น้ำมันปาล์ม	-	-	-	-	-	-
เปลือกหอย	6.70	0.45	0.6	1.15	0.45	0.989
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.50	1.30	1.55	0.8	1.30	0.657
ดีแอล-เมทไธโอนีน	-	0.095	0.37	0.23	0.095	0.055
แอล-ไลซีน	-	0.44	0.32	0.34	0.44	0.118
เกลือ	0.30	0.30	0.3	0.3	0.30	0.30
พรีมิกซ์*	0.50	0.50	0.5	0.5	0.50	0.50
รวม	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
ราคา (บาท / กิโลกรัม)	**6.72**	**7.19**	**7.40**	**7.35**	**7.19**	**6.31**
โปรตีน (%)	16.27	16.00	16	14	16.00	14.00
พลังงาน (kcal/kg)	2778	2800	2,800	2,800	2800	2800
เยื่อใย (%)	2.93	3.32	3.22	3.97	3.32	4.86
แคลเซียม (%)	3.36	0.80	1	0.9	0.80	0.80
ฟอสฟอรัส (%)	0.65	0.40	0.45	0.35	0.40	0.35
เมทไธโอนีน+ซีสทีน (%)	0.60	0.63	0.9	0.72	0.63	0.55
ไลซีน (%)	0.89	1.20	1.1	1	1.20	0.78

หมายเหตุ *พรีมิกซ์ตามคำแนะนำของ NRC (1994) 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย

วิตามิน A 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามิน E 3,000 IU, วิตามิน K 0.15 กรัม, วิตามิน B_{12} 4 กรัม, Biotin 2% 0.15 กรัม, Choline Chloride 50% 250 กรัม, Folic acid 0.11 กรัม, Niacin 7 กรัม, Pantothenic acid 2 กรัม, วิตามิน B_6 0.7 กรัม, วิตามิน B_2 0.72 กรัม, วิตามิน B_1 0.36 กรัม

แร่ธาตุ MgO 99.503 กรัม, $MnSO_4.5H_2O$ 16.493 กรัม, $CuSO_4.5H_2O$ 3.142 กรัม, $FeSO_4.7H_2O$ 32.038 กรัม, ZnO 10.98 กรัม, KI 0.046 กรัม, Na_2SeO_3 0.036 กรัม