

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 สภาพความหลากหลายทางพันธุกรรม

4.1.1 ความหลากหลายของขนาดและจำนวนอัลลีล

จากการวิเคราะห์ไมโครแซทเทลไลต์ที่สุ่มมา 20 โลไซ เพื่อใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไก่ป่าคุ่มหูแดง ไก่ป่าคุ่มหูขาว ไก่ประดู่หางดำ ไก่แดง ไก่จีนและไก่เหลืองหางขาว พบจำนวนและขนาดอัลลีล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ไพรมเมอร์ ขนาดและจำนวนอัลลีลที่พบและอ้างอิง

โลกัส	ขนาดอัลลีลอ้างอิง (bp)	จำนวนอัลลีลอ้างอิง		
		สูงสุด	จำนวนอัลลีลที่พบ	ขนาดอัลลีลที่พบ
MCW0081	116-140 ¹ , 114-143 ⁴	6 ⁸	12	101-190
MCW0034	210-230 ¹ , 205-291 ³ , 214-242 ⁴	11 ⁷	12	207-296
MCW0069	155-179 ¹ , 158-176 ⁴	9 ⁷	10	147-220
MCW0222	211-235 ¹ , 221-225 ⁴	5 ¹	15	188-301
MCW0295	91-115 ¹ , 92-105 ³ , 94-107 ⁴	8 ⁷	7	85-134
ADL0268	110-137 ¹ , 95-122 ³ , 104-116 ⁴	5 ³	7	99-148
MCW0037	150-170 ¹	4 ¹	9	139-204
MCW0183	305-325 ¹ , 290-311 ⁴	8 ⁷	18	257-394
MCW0111	97-120 ¹	7 ⁷	5	97-130
MCW0104	195-216 ¹ , 190-230 ⁴	15 ⁶	13	184-281
LEI0166	260-286 ¹ , 254-310 ³ , 254-267 ⁴	5 ⁷	15	227-340
ADL117	150-249 ²	3 ²	7	167-216
ADL127	151 ⁵	-	10	138-211
ADL147	211-220 ⁵	-	13	184-281
MCW0248	210-231 ¹ , 223-283 ³ , 206-220 ⁴	5 ⁷	11	208-289
ADL244	152-157 ⁵	-	8	139-196
MCW0014	179-205 ¹ , 159-182 ³ , 165-194 ⁴	12 ⁷	12	173-262
MCW0123	113-143 ¹ , 86-100 ⁴	9 ⁷	9	137-202
ADL123	141-150 ²	3 ²	7	89-138
ADL0372	171 ⁵	-	10	150-223

¹ ปรัชญาพร (2550), ² สจี (2543), ³ Nassiri et al. (2007a), ⁴ Nassiri et al. (2007b), ⁵ NCBI, ⁶ Romanov and

Weigend (2001), ⁷ Cuc et al. (2006), ⁸ Tadano et al. (2007b)

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าขนาดอัลลีลที่พบส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดอัลลีลอ้างอิง ยกเว้นในโลกัส MCW0034, MCW0111 และ MCW0248 ที่มีขนาดอัลลีลใกล้เคียงกับขนาดอัลลีลอ้างอิง และจำนวนอัลลีลมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ MCW0183 และ MCW0111 โดยมีจำนวน 18 และ 5 อัลลีล ตามลำดับ จำนวนอัลลีลที่พบมีจำนวนมากกว่าจำนวนอัลลีลอ้างอิง ยกเว้นในโลกัส MCW0295, MCW0111, และ MCW0104 ที่พบจำนวนอัลลีลน้อยกว่าจำนวนอัลลีลอ้างอิง และ MCW0014 และ MCW0123 ที่พบจำนวนอัลลีลเท่ากับจำนวนอัลลีลอ้างอิง ถึงแม้ว่าขนาดอัลลีลที่พบในไก่ป่าและไก่พื้นเมืองมีขนาดอัลลีลที่มีจำนวนซ้ำสูงสุดที่ใหญ่กว่าขนาดอัลลีลอ้างอิงก็ตาม แต่จะเห็นว่าขนาดอัลลีลที่มีจำนวนซ้ำต่ำสุดที่พบจะมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดอัลลีลอ้างอิง โดยขนาดอัลลีลอยู่ระหว่าง 85-394 bp โดยเฉพาะ โลกัส MCW0111 จะมีขนาดใกล้เคียงกับการศึกษาของ ปรัชญาพร (2550) ที่พบขนาดอัลลีลอยู่ระหว่าง 97-120 bp จากจำนวนและขนาดอัลลีลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถบอกได้ว่าไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยมีสภาพความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง

สำหรับจำนวนอัลลีลที่พบทั้งหมด มีจำนวน 210 อัลลีล และจำนวนอัลลีลเฉลี่ยมีค่า 10.50 อัลลีลต่อโลกัส ดังตารางที่ 4.2 พบว่า ไก่ที่มีจำนวนอัลลีลทั้งหมดมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ ไก่ซีและไก่ป่าดุ่มหูขาว โดยมีจำนวนอัลลีล เท่ากับ 184 และ 166 อัลลีล และจำนวนอัลลีลเฉลี่ย เท่ากับ 9.20 และ 8.30 อัลลีลต่อโลกัส ตามลำดับ จากการศึกษาในครั้งนี้ให้จำนวนอัลลีลเฉลี่ยสูงกว่าจากรายงานของ Tadano et al. (2007b) ที่ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรไก่สายพันธุ์ทางการค้าด้วยไมโครแซทเทลไลท์ 40 โลไซ พบ จำนวนอัลลีลเฉลี่ย เท่ากับ 6.70 อัลลีลต่อโลกัส เช่นเดียวกันการศึกษานี้ให้จำนวนอัลลีลเฉลี่ยที่สูงกว่ารายงานของ Cuc et al. (2006) ที่ทำการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมในไก่ H'mong ของเวียดนาม พบจำนวนอัลลีลเฉลี่ย เท่ากับ 6.41 อัลลีลต่อโลกัส ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า ไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง และอาจกล่าวได้ว่า ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองสูงกว่าไก่สายพันธุ์ทางการค้า

4.1.2 ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร

ค่าเฮเทอโรไซโกซิตี (Heterozygosity) เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกถึงสภาพความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้พบค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากการสังเกต และค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณของประชากรไก่ทั้ง 6 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณของไก่ป่าดุ่มหูแดง ไก่ป่าดุ่มหูขาว ไก่ประดู่หางดำ ไก่แดง ไก่ซี และไก่เหลืองหางขาว มีค่าเท่ากับ 0.810, 0.812, 0.823, 0.809, 0.805, และ 0.817 ตามลำดับ โดยพบว่า ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณของไก่ประดู่หางดำมีค่าสูงสุด และค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณของไก่ซีมีค่าต่ำสุด ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณที่ได้นี้มีค่าสูงกว่ารายงานของ Leotaragul et al. (2007) ศึกษาการจัดกลุ่มพันธุกรรมของ Red Jungle Fowl, Decoy Chicken และ Thai Native Chicken โดยวิธี PCA-plot พบว่า มีค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณ เท่ากับ 0.700, 0.620 และ 0.670 ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่ารายงานของ Nassiri et al. (2007b) ที่ทำการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมือง Mazandaran ของอิหร่าน โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ 20 โลไซ พบว่า ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีเฉลี่ย เท่ากับ 0.5579 และเช่นเดียวกันการศึกษานี้มีค่าเฮเทอโรไซโกซิตีคำนวณสูงกว่ารายงานของ Emara et al. (2002) ทำการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไก่สายพันธุ์ทางการค้า 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย L1, L2,



และ L3 พบว่ามีค่าเอฟเทอโรไซโกซิดี้ค่าความหมาย เท่ากับ 0.460, 0.360 และ 0.450 ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของแหล่งประชากรและชนิดของไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา และนอกจากนี้ ไก่สายพันธุ์ทางการค้าเป็นไก่ที่มีการคัดเลือกเพื่อสร้างสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง จึงอาจมีผลกระทบต่อสภาพความหลากหลายของไก่สายพันธุ์ทางการค้าได้

ตารางที่ 4.2 จำนวนอัลลีลที่พบในไก่ป่าคุ่มหูแดง (GS) ไก่ป่าคุ่มหูขาว (GG) ไก่ประดู่หางดำ (PD) ไก่แดง (D) ไก่ชี (CH) และไก่เหลืองหางขาว (LK)

จำนวนอัลลีลในแต่ละสายพันธุ์							
โลโก้	GS	GG	PD	D	CH	LK	รวม
MCW0081	11	7	8	11	10	8	12
MCW0034	11	9	11	9	12	11	12
MCW0069	10	8	10	9	10	9	10
MCW0222	13	12	10	10	11	12	15
MCW0295	7	6	6	5	7	6	7
ADL0268	6	6	7	6	6	6	7
MCW0037	6	8	8	8	7	8	9
MCW0183	12	13	15	16	16	17	18
MCW0111	4	4	5	4	4	4	5
MCW0104	10	10	13	11	11	13	13
LEI0166	15	11	13	14	15	14	15
ADL117	6	6	6	5	7	6	7
ADL127	7	7	8	7	9	7	10
ADL147	10	13	10	11	11	10	13
MCW0248	7	8	8	10	9	7	11
ADL244	6	7	8	7	7	6	8
MCW0014	11	10	9	10	11	10	12
MCW0123	9	7	8	7	7	8	9
ADL123	6	7	5	5	5	5	7
ADL0372	8	7	8	10	9	9	10
จำนวนอัลลีลทั้งหมด	175	166	176	175	184	176	210
จำนวนอัลลีลเฉลี่ย	8.75	8.30	8.80	8.75	9.20	8.80	10.50

ตารางที่ 4.3 ค่าสหเทอโรไซโกซิดี้จากการสังเกต (Ho) ค่าสหเทอโรไซโกซิดี้คาดหวัง (H_E) และค่า chi-square (χ^2) ของไพรเมอร์ 20 โลไซ ที่พบในไก่ป่าดุ่มหูแดง (GS) ไก่ป่าดุ่มหูขาว (GG) ไก่ประดู่หางดำ (PD) ไก่แดง (D) ไก่ซี (CH)และไก่เหลืองหางขาว (LK)

โลกัศ	GS		PD		D		CH		LK		GG	
	Ho	H _E	Ho	H _E	Ho	H _E	Ho	H _E	Ho	H _E	Ho	H _E
MCW0081	0.596	0.890	0.745	0.823	0.750	0.887	0.800	0.853	0.786	0.813	0.774	0.790
MCW0034	0.898	0.881	0.926	0.883	0.000	0.833	0.811	0.888	0.909	0.885	0.780	0.847
MCW0069	0.404	0.867	0.529	0.862	0.857	0.797	0.600	0.826	0.536	0.838	0.811	0.825
MCW0222	0.581	0.906	0.500	0.878	0.571	0.861	0.736	0.898	0.786	0.888	0.731	0.883
MCW0295	0.265	0.786	0.582	0.780	0.482	0.778	0.339	0.776	0.518	0.759	0.365	0.704
ADL0268	0.694	0.773	0.673	0.797	0.625	0.740	0.491	0.712	0.161	0.732	0.491	0.791
MCW0037	0.796	0.717	0.673	0.813	0.589	0.796	0.696	0.782	0.786	0.834	0.808	0.800
MCW0183	0.367	0.862	0.509	0.917	0.518	0.912	0.389	0.909	0.589	0.921	0.686	0.902
MCW0111	0.286	0.590	0.286	0.698	0.643	0.674	0.364	0.492	0.491	0.644	0.538	0.645
MCW0104	0.681	0.789	0.473	0.886	0.750	0.887	0.686	0.879	0.786	0.887	0.510	0.827
LEI0166	0.590	0.898	0.843	0.895	0.922	0.908	0.911	0.897	0.804	0.896	0.800	0.869
ADL117	0.222	0.769	0.000	0.741	0.036	0.607*	0.145	0.738	0.107	0.764*	0.063	0.792*
ADL127	0.707	0.763	0.500	0.821	0.500	0.756	0.458	0.846	0.788	0.811	0.519	0.835
ADL147	0.816	0.871	0.839	0.876	0.768	0.895	0.642	0.889	0.759	0.877	0.500	0.884
MCW0248	0.208	0.846	0.159	0.815	0.218	0.816	0.222	0.834	0.340	0.752	0.380	0.804
ADL244	0.125	0.763*	0.308	0.807	0.214	0.776	0.304	0.779	0.519	0.804	0.208	0.828
MCW0014	0.833	0.866	0.600	0.862	0.875	0.877	0.873	0.878	0.564	0.847	0.792	0.875
MCW0123	0.857	0.782	0.635	0.810	0.722	0.802	0.688	0.806	0.778	0.821	0.843	0.801
ADL123	0.617	0.746	0.481	0.677	0.464	0.721	0.352	0.564	0.518	0.723	0.438	0.796
ADL0372	0.622	0.836	0.627	0.822	0.582	0.868	0.442	0.853	0.600	0.852	0.333	0.735
ค่าเฉลี่ย	0.558	0.810	0.544	0.823	0.554	0.809	0.547	0.805	0.606	0.817	0.568	0.812

* โลกัศในไก่สายพันธุ์ที่เบี่ยงเบนจากสมมูล HWE

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าเฮเทอโรไซโกซิตีค่าความหมายของไพรเมอร์ในไก่แต่ละสายพันธุ์แล้วพบว่า ไพรเมอร์ ADL123 มีค่าเฮเทอโรไซโกซิตีค่าความหมายต่ำสุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.704 ส่วนไพรเมอร์ที่ให้ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีค่าความหมายเฉลี่ยสูงสุด คือ MCW0183 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.904 ดังนั้นจากค่าเฮเทอโรไซโกซิตีค่าความหมายที่ได้ แสดงให้เห็นว่า ไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง จากการทดสอบสมมติ Hardy – Weinberg equilibrium (HWE) ด้วยค่า Chi-square พบ 2 โลโซ ที่เบี่ยงเบนจากสมมติ HWE คือ ADL117 และ ADL244 โดย ADL117 พบ ไก่ป่าดุ่มหูขาว ไก่แดง และไก่เหลืองหางขาว มีการเบี่ยงเบนจากสมมติ HWE ส่วนโลกัส ADL244 พบ ไก่ป่าดุ่มหูแดง มีการเบี่ยงเบนจากสมมติ HWE และเมื่อพิจารณาภาพทางพันธุกรรมของประชากรไก่ป่าและไก่พื้นเมืองทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่า มีสภาพความหลากหลายทางพันธุกรรมไม่เบี่ยงเบนจากสมมติ HWE ซึ่งชี้ให้เห็นว่าประชากรเหล่านี้ไม่มีอิทธิพลของการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม หรือมีการคัดเลือก หรือมีการกลายพันธุ์ หรือมีการอพยพของประชากร หรือมีการสูญหายของยีนเนื่องจากประชากรมีขนาดเล็ก จึงส่งผลให้ประชากรมีความถี่ยีนและความถี่โนไทป์อยู่ในสมมติ HWE

4.2 การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์ด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัว

4.2.1 การจำแนกกลุ่มด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัวด้วยวิธี clustering analysis

วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลพันธุกรรมรายตัวที่ได้จากการปรากฏของอัลลีลจากไมโครแซทเทลไลท์ 20 โลโซ ด้วยวิธีของ Dice โดยใช้โปรแกรม NTSYSpc V. 2.1 และวิเคราะห์จำนวนกลุ่มไก่ที่ควรจะเป็นด้วยโปรแกรม SAS 6.12 (1998) โดยพิจารณาจากค่า Coefficient of determination (R^2) มากกว่า 75 %, Cubic Clustering Criterion (CCC) ที่มากกว่า 3 , Pseudo F statistic (F) สูงสุด, Pseudo T^2 statistic (T^2) สูงสุด ซึ่งจำนวนกลุ่มที่ควรจะเป็นคือ จำนวน $N+1$ ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า R^2 , CCC, F และ T^2 จะเห็นได้ว่าค่าต่างๆ เหล่านี้มีค่าที่ต่ำมากและไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงไม่สามารถจำแนกกลุ่มทางพันธุกรรมของไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยโดยใช้ข้อมูลพันธุกรรมรายตัว ด้วยวิธี Cluster Analysis ได้ และนอกจากนี้ยังพบว่า การจำแนกกลุ่มด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัว โดยวิธี Principal Component Analysis plot ก็ไม่สามารถจำแนกกลุ่มของไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยได้เช่นกัน (ภาพที่ 4.1) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยที่ใช้ในการศึกษามีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง จึงทำให้ไม่สามารถจำแนกเป็นกลุ่มได้

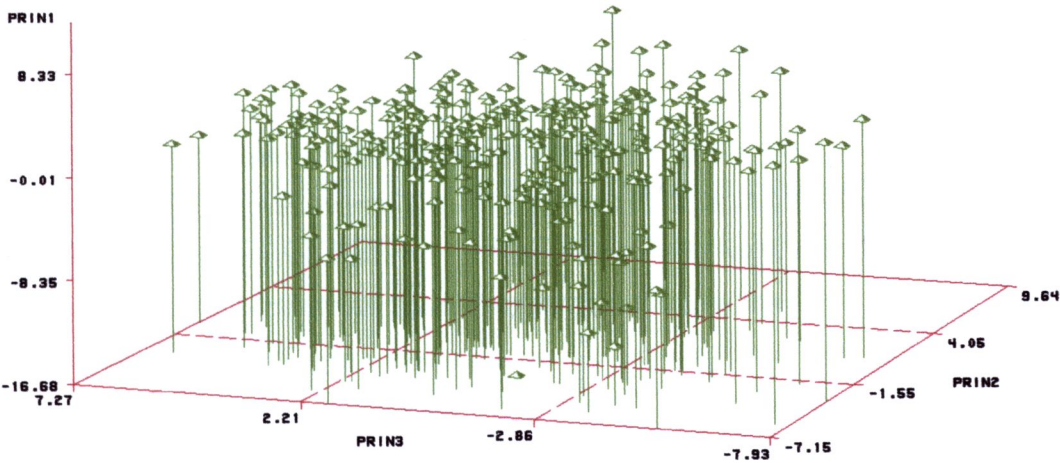
ตารางที่ 4.4 การจำแนกกลุ่มไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง
ด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัว โดยวิธี Cluster Analysis

N	R ²	CCC	F	T ²
10	0.092	-14	3.60	2.70
9	0.085	-14	3.70	1.90
8	0.078	-13	3.80	2.80
7	0.070	-13	4.00	2.70
6	0.062	-13	4.20	3.30
5	0.052	-12	4.40	3.40
4	0.042	-12	4.70	3.60
3	0.030	-12	5.00	4.10
2	0.017	-10	5.60	4.30
1	0.000	0.000	.	5.60

N = Number of cluster, R² = coefficient of determination, CCC = Cubic Clustering Criterion,

F = Pseudo F Statistic, T² = Pseudo T² Statistic

4.2.2 การจำแนกกลุ่มด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัวด้วยวิธี Principal Component Analysis plot



ภาพที่ 4.1 การจัดกลุ่มไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ไก่อุปการเลี้ยง ด้วย
ข้อมูลพันธุกรรมรายตัว ด้วยวิธี Principle Component Analysis plot

การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ ปรัชญาพร (2550) ทำการจำแนกกลุ่มสายพันธุ์ไก่พื้นเมืองไทย 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ไก่ประจักษ์หางดำ, ไก่แดง, ไก่ซี และไก่เหลืองหางขาว ด้วยไมโครแซทเทลไลต์ 15 โลไซ พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มไก่พื้นเมืองไทยด้วยข้อมูลพันธุกรรมรายตัวได้ เนื่องจากไก่พื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับ Leotaragul et al. (2007) ทำการจำแนกกลุ่มไก่ป่าไทย (RJF), ไก่ Decoy และ ไก่พื้นเมืองไทย (NT) โดยวิธี Principal Component Analysis Plot พบว่าสามารถจำแนกกลุ่มไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยออกเป็น 2 กลุ่มได้ชัดเจน

4.3 การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์จากความถี่ยัลลิล

จากข้อมูลไมโครแซทเทลไลต์ 20 โลไซ นำมาคำนวณค่าความถี่ยัลลิลในไก่แต่ละสายพันธุ์ พบว่าการปรากฏของอัลลิลในไก่แต่ละสายพันธุ์มีความถี่ที่แตกต่างกัน และจำนวนอัลลิลที่ปรากฏในแต่ละสายพันธุ์มีจำนวนที่ต่างกันด้วย จากภาคผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาความถี่ยัลลิลที่พบในไก่แต่ละพันธุ์ พบว่า การปรากฏของอัลลิลในแต่ละโลคัสของไก่แต่ละสายพันธุ์ต่างกัน อีกทั้งยังพบว่า บางอัลลิลพบในความถี่ที่ต่ำมากและมีบางอัลลิลที่เกิดการสูญหายไปแล้วในไก่บางสายพันธุ์ ตัวอย่างเช่น โลคัส MCW0081 พบทั้งหมด 12 อัลลิล เมื่อพิจารณาอัลลิลที่ 10, 11 และ 12 จะเห็นว่าในไก่ป่าคุ่มหูขาว ไก่ประจักษ์หางดำ และไก่เหลืองหางขาวไม่พบอัลลิลเหล่านี้แล้ว ส่วนในไก่พื้นเมืองสายพันธุ์อื่นๆ พบอัลลิลเหล่านี้ในความถี่ที่ต่ำ ยกเว้นในไก่ป่าคุ่มหูแดงที่พบอัลลิลเหล่านี้ในระดับที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ และจากโลคัสนี้ยังพบว่าอัลลิลที่ 12 นั้นพบเฉพาะในไก่ป่าคุ่มหูแดงเท่านั้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า อัลลิลนี้จะเป็นอัลลิลที่จำเพาะกับไก่ป่าคุ่มหูแดงได้ และจากความถี่ยัลลิลของทุกโลคัส แสดงให้เห็นว่า ประชากรไก่ป่าและไก่พื้นเมืองที่ศึกษานี้มีการกระจายของอัลลิลสูง

4.4 สภาพโครงสร้างทางพันธุกรรมของไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทย

4.4.1 ค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์

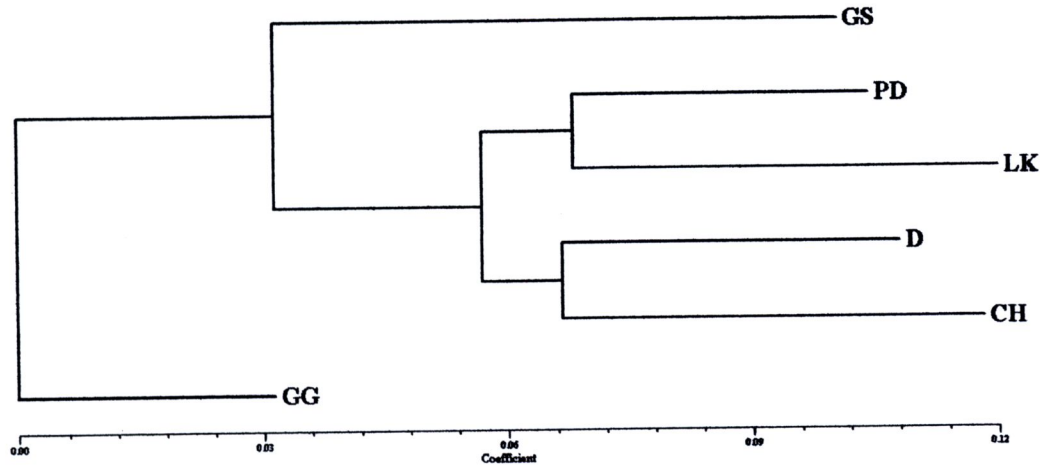
ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่ป่าคุ่มหูแดง ไก่ป่าคุ่มหูขาว ไก่ประจักษ์หางดำ ไก่แดง ไก่ซีและไก่เหลืองหางขาว ด้วยวิธี Nei's UB โดยโปรแกรม NTSYSpc V. 2.1 ผลดังตารางที่ 4.5 โดยพบว่า ไก่ป่าคุ่มหูแดงและไก่เหลืองหางขาวมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกันมากที่สุด มีค่า 0.186 ส่วนไก่ประจักษ์หางดำ และไก่เหลืองหางขาวมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกันน้อยที่สุด มีค่า 0.087 ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ ปรัชญาพร (2550) ที่รายงานค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองไทย 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ไก่ประจักษ์หางดำ ไก่แดง ไก่ซี และไก่เหลืองหางขาว พบว่า ไก่แดงและไก่ซีมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกันน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.078 และจากการศึกษาในครั้งนี้พบค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองต่ำกว่ารายงานของ ปาริชาติ (2547) ที่รายงานค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมในไก่พื้นเมืองไทย มีค่าระหว่าง 0.1636-0.3202

ตารางที่ 4.5 ค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่อุปถัมภ์แดง (GS) ไก่อุปถัมภ์ขาว (GG) ไก่อุปถัมภ์ดำ (PD) ไก่อุปถัมภ์ (D) ไก่อุปถัมภ์ (CH) และไก่อุปถัมภ์ขาว (LK)

	GS	GG	PD	D	CH	LK
GS	0.000					
GG	0.130	0.000				
PD	0.131	0.116	0.000			
D	0.134	0.162	0.098	0.000		
CH	0.143	0.145	0.121	0.092	0.000	
LK	0.186	0.147	0.087	0.098	0.124	0.000

4.4.2 แผนภาพความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ

เมื่อนำค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่อุปถัมภ์แดง ไก่อุปถัมภ์ขาว ไก่อุปถัมภ์ดำ ไก่อุปถัมภ์ และไก่อุปถัมภ์ขาว มาสร้างเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ ด้วยวิธี Neighbor-joining (NJ) โดยโปรแกรม NTSYSpc V. 2.1 พบว่า สามารถจำแนกไก่อุปถัมภ์ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไก่อุปถัมภ์แดง ไก่อุปถัมภ์ขาว และไก่อุปถัมภ์เมือง (ไก่อุปถัมภ์ดำ ไก่อุปถัมภ์ และไก่อุปถัมภ์ขาว) แสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับ Leotaragul et al., (2006) ทำการสร้าง phylogenetic tree ในไก่อุปถัมภ์และไก่อุปถัมภ์เมืองของไทย พบว่า สามารถแยกไก่อุปถัมภ์และไก่อุปถัมภ์เมืองได้เป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจน นอกจากนี้ไก่อุปถัมภ์เมืองสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยได้ 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มไก่อุปถัมภ์ดำและไก่อุปถัมภ์ขาว และกลุ่มไก่อุปถัมภ์และไก่อุปถัมภ์ โดยไก่อุปถัมภ์ดำและไก่อุปถัมภ์ขาวมีลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกันในเรื่องการมีขนลำตัวสีดำ อีกทั้งไก่อุปถัมภ์ทั้งสองสายพันธุ์นี้ยังเป็นไก่อุปถัมภ์ที่มีขนาดลำตัวค่อนข้างใหญ่ด้วย ส่วนไก่อุปถัมภ์และไก่อุปถัมภ์เป็นไก่อุปถัมภ์ที่มีลำตัวขนาดเล็ก มีลักษณะของการเป็นไก่อุปถัมภ์เหมือนกัน จึงอาจเป็นสาเหตุให้ไก่อุปถัมภ์และไก่อุปถัมภ์มีพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไก่อุปถัมภ์แดง (GS) ไก่อุปถัมภ์ขาว (GG) ไก่อุปถัมภ์ดำ (PD) ไก่อุปถัมภ์ (D) ไก่อุปถัมภ์ (CH) และไก่อุปถัมภ์ขาว (LK)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ไก่ป่าดุ่มหูแดงมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับไก่พื้นเมืองมากกว่าไก่ป่าดุ่มหูขาว ทั้งนี้หากพิจารณาลักษณะสีดุ่มหูจะเห็นได้ว่าไก่พื้นเมืองและไก่ป่าดุ่มหูแดงมีดุ่มหูสีแดงเหมือนกัน จึงอาจเป็นผลให้ไก่ทั้งสองกลุ่มมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกันมากกว่าไก่ป่าดุ่มหูขาว และจากแผนภาพความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการนี้ยังทำให้ทราบว่าไก่ป่าดุ่มหูขาวมีลำดับทางวิวัฒนาการมาก่อนไก่สายพันธุ์อื่นๆ จึงอาจกล่าวได้ว่า ไก่ป่าดุ่มหูขาวน่าจะเป็นบรรพบุรุษของไก่พื้นเมืองในปัจจุบัน

4.4.3 การเกิดประชากรกลุ่มย่อย

F-coefficients ใช้ตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม พิจารณาจากค่า F_{ST} โดยเป็นค่าที่ใช้ตรวจสอบอิทธิพลทางพันธุกรรมของการเกิดประชากรกลุ่มย่อยและค่านี้จะแสดงถึงการลดลงของเฮเทอโรไซโกซิตีในประชากรย่อยที่มีสาเหตุมาจากการผกผันทางพันธุกรรม (genetic drift) มีค่าอยู่ในช่วง 0-1

จากตารางที่ 4.6 ค่า F_{ST} เฉลี่ยของประชากรที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีค่า 0.313 แสดงให้เห็นว่าประชากรไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยทั้ง 6 สายพันธุ์ มีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรที่เกิดเนื่องจากสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน 31.3% หรือการเกิดประชากรกลุ่มย่อยสูง สอดคล้องกับ Tadano et al. (2007a) ที่พบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรที่เกิดเนื่องจากสายพันธุ์ที่แตกต่างกันสูง 38.3% ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากไก่ป่าและไก่พื้นเมืองไทยมีการผสมพันธุ์ภายในฝูง เพื่อรักษาสายพันธุ์แท้เอาไว้ จึงส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมของไก่แต่ละกลุ่ม แตกต่างกับ Cuc et al. (2006) ที่พบค่า F_{ST} ของประชากรไก่ H'mong เท่ากับ 0.026 แสดงว่าไก่ H'mong มีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรที่เกิดเนื่องจากสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน 2.6 % ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยเมื่อเทียบกับ 97.4% ที่เป็นความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในประชากรสายพันธุ์เดียวกัน

ตารางที่ 4.6 ค่า F_{ST} ของแต่ละไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลการเกิดประชากรกลุ่มย่อยของไก่ดุ่มหูแดง ไก่ป่าดุ่มหูขาว ไก่ประดู่หางดำ ไก่แดง ไก่ซี และไก่เหลืองหางขาว

โลกัธ	F_{ST}	โลกัธ	F_{ST}
MCW0081	0.120	LEI0166	0.092
MCW0034	0.171	ADL117	0.870
MCW0069	0.255	ADL127	0.281
MCW0222	0.265	ADL147	0.183
MCW0295	0.443	MCW0248	0.686
ADL0268	0.310	ADL244	0.647
MCW0037	0.083	MCW0014	0.128
MCW0183	0.436	MCW0123	0.062
MCW0111	0.303	ADL123	0.321
MCW0104	0.246	ADL0372	0.354

ค่าเฉลี่ย F_{ST} ในทุกโลกัธ เท่ากับ 0.313

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัลลีลกับสายพันธุ์ไก่

Most frequent allele เป็นอัลลีลที่พบในไก่ทุกๆ สายพันธุ์และพบด้วยความถี่ที่สูงที่สุด ส่วน dominant allele เป็นอัลลีลที่พบในทุกๆ สายพันธุ์ และเป็นอัลลีลที่พบในสัดส่วนสูงในสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง โดยมีความถี่อัลลีลสูงกว่าความถี่อัลลีลของไก่สายพันธุ์อื่นมากกว่า 50% และ unique allele เป็นอัลลีลที่พบเฉพาะในไก่สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งและไม่พบในสายพันธุ์อื่นๆ อัลลีลทั้งสามชนิดนี้จะพิจารณาจากค่าความถี่อัลลีลในแต่ละโลกัส โดย most frequent allele, dominant allele และ unique allele ของไก่ป่าตุ้มหูแดง ไก่ป่าตุ้มหูขาว ไก่ประดู่หางดำ ไก่แดง ไก่ซีและไก่เหลืองหางขาว ดังตารางที่ 4.7

4.5.1 อัลลีลความถี่สูง (most frequent allele) ของไก่แต่ละสายพันธุ์

Most frequent allele คือ อัลลีลของแต่ละโลกัสที่พบในไก่ทุกๆ สายพันธุ์ แต่พบในสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งด้วยความถี่ที่สูงที่สุด จากตารางที่ 4.7 พบ most frequent allele ในไก่ที่ศึกษาทั้ง 6 สายพันธุ์ มีจำนวนทั้งหมด 20 อัลลีล ซึ่งแต่ละสายพันธุ์มีจำนวนผันแปรอยู่ในช่วง 1-5 อัลลีล จำนวน most frequent allele ที่พบมากที่สุด พบในไก่ป่าตุ้มหูแดงและไก่แดง คือ 5 อัลลีล ซึ่งโลกัส MCW0111 อัลลีลที่ 2 พบว่าเป็นอัลลีลที่มีความถี่สูงที่สุด มีค่า 65.33%

นอกจากนี้ยังมีรายงานความสัมพันธ์ของไมโครแซทเทลไลต์ที่ใช้ในการศึกษากับลักษณะต่างๆ ของไก่ ตัวอย่าง เช่น โลกัส LEI0166 มีความสัมพันธ์กับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ (Feed conversion ratio) (Dekoning et al., 2004) และลักษณะน้ำหนักไขมันในช่องท้อง (Abdominal fat weight) (Atzmon et al., 2006) จากโลกัส LEI0166 นี้ อัลลีลที่ 8 เป็น most frequent allele ของไก่ประดู่หางดำ ดังนั้นอัลลีลที่ 8 ของ LEI0166 น่าจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะน้ำหนักไขมันในช่องท้องของไก่ประดู่หางดำ

4.5.2 อัลลีลที่มีสัดส่วนโดดเด่น (dominant allele)

Dominant allele เป็นอัลลีลที่มีความถี่อัลลีลในสัดส่วนที่สูงในสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง ซึ่ง dominant allele นี้แสดงถึงการมีอยู่ของอัลลีลแต่ละอัลลีลที่พบแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยจะทำให้เราทราบว่า หาก dominant allele ของไก่สายพันธุ์ใดมีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สำคัญ เช่น เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรค เป็นต้น เราสามารถนำไก่สายพันธุ์นั้นๆ ไปผสมพันธุ์กับไก่สายพันธุ์อื่น เพื่อรักษาอัลลีลนั้นๆ ไว้ให้คงอยู่ต่อไป จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าบางโลกัสตรวจไม่พบ dominant allele แต่บางโลกัสสามารถตรวจพบ dominant allele มากกว่า 1 อัลลีล สำหรับ dominant allele ที่พบในครั้งนี้มีจำนวน 22 อัลลีล และในแต่ละสายพันธุ์มีจำนวนอยู่ระหว่าง 1-7 อัลลีล โดยไก่ป่าตุ้มหูแดงมีจำนวน dominant allele มากที่สุดคือ 7 อัลลีล แต่ไก่ซีมีจำนวนน้อยที่สุด คือ 1 อัลลีล

ตารางที่ 4.7 Most frequent allele, dominant allele และ unique allele ในไก่ป่าคุ่มหูแดง (GS) ไก่ป่าคุ่มหูขาว (GG) ไก่ประดู่หางดำ (PD) ไก่แดง (D) ไก่ซี (CH)และไก่เหลืองหางขาว (LK)

Marker	Most frequent allele ^{1/}	Dominant allele ^{2/}	Unique allele ^{3/}
MCW0081	A6 (LK, 28.00%)	A3 (GG, 26.60%) A11 (GS, 8.00%)	A12 (GS, 9.33%)
MCW0034	B2 (GG, 24.72%)	B1 (GG, 13.48%) B2 (GG, 24.72%) B12 (CH, 5.21%)	-
MCW0069	C4 (CH, 29.55%)	-	-
MCW0222	D6 (D, 22.73%)	-	D1 (CH, 7.61%) D15 (GS, 4.41%)
MCW0295	E3 (GG, 45.07%)	-	-
ADL0268	F4 (CH, 43.90%)	F5 (LK, 43.08%)	F1 (PD, 3.26%)
MCW0037	G4 (GS, 40.91%)	-	-
MCW0183	H5 (GS, 25.37%)	H4 (GS, 17.91%) H5 (GS, 25.37%)	-
MCW0111	J2 (CH, 65.33%)	-	-
MCW0104	K3 (GS, 35.44%)	K9 (LK, 13.00%)	-
LEI0166	L8 (PD, 18.09%)	L1 (D, 5.10%) L4 (GG, 16.67%) L15 (GS, 6.45%)	-
ADL117	M4 (D, 55.17%)	-	-
ADL127	N3 (D, 40.28%)	N1 (GG, 16.46%)	-
ADL147	P4 (GS, 21.35%)	P4 (GS, 21.35%)	-
MCW0248	R4 (LK, 32.39%)	R1 (D, 10.45%) R3 (GS, 20.69%)	-
ADL244	S3 (D, 35.29%)	S7 (LK, 11.39%)	-
MCW0014	T4 (LK, 24.42%)	T1 (PD, 10.00%)	-
MCW0123	U3 (D, 33.33%)	U1 (D, 5.38%) U2 (PD, 4.71%)	-
ADL123	V4 (CH, 61.64%)	-	-
ADL0372	W4 (GS, 45.45%)	W1 (D, 8.05%) W10 (GS, 9.59%)	-

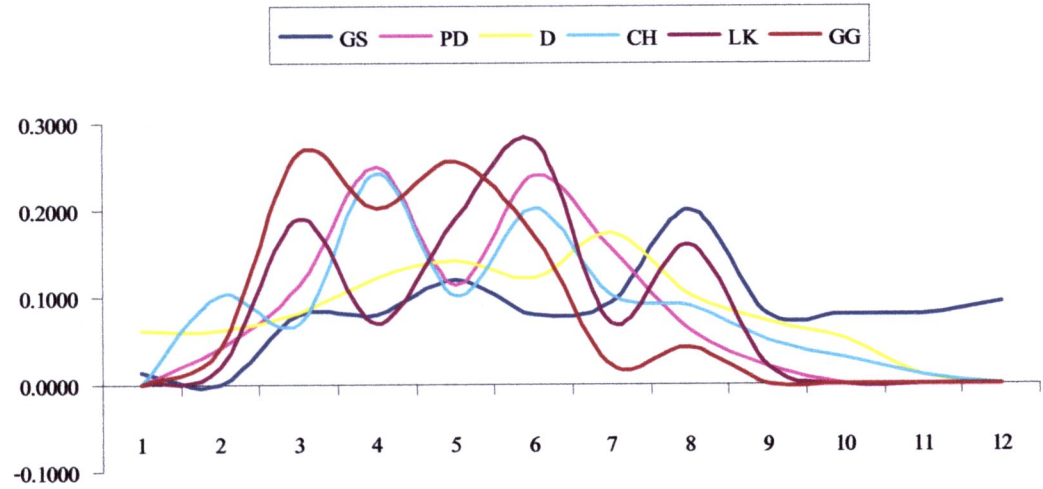
^{1/} อัลลีลความถี่สูง เป็นอัลลีลที่พบในไก่ทุกๆ สายพันธุ์และพบด้วยความถี่ที่สูงที่สุด

^{2/} อัลลีลที่มีสัดส่วนโดดเด่น เป็นอัลลีลที่พบในสัดส่วนสูงในสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง โดยมีความถี่อัลลีลสูงกว่าความถี่อัลลีลของไก่สายพันธุ์อื่นมากกว่า 50%

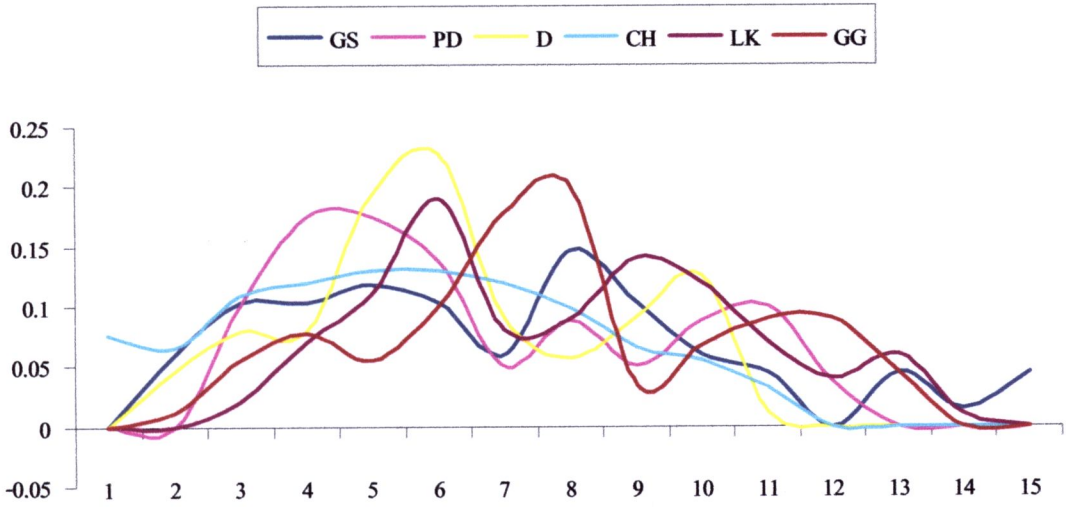
^{3/} อัลลีลเฉพาะ เป็นอัลลีลที่พบเฉพาะในไก่สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งและไม่พบในสายพันธุ์อื่นๆ

4.5.3 อัลลีลที่จำเพาะต่อไก่แต่ละสายพันธุ์ (unique allele)

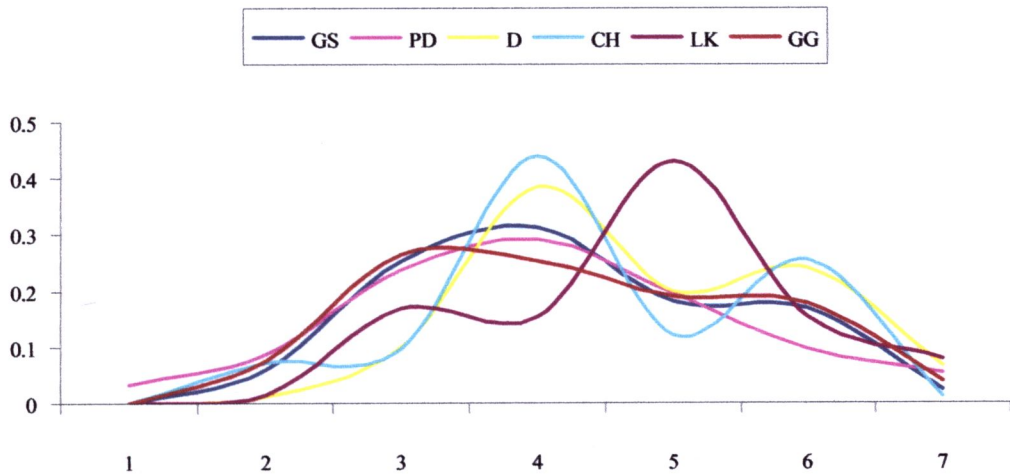
Unique allele คือ อัลลีลที่พบเฉพาะในไก่สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งและไม่พบในสายพันธุ์อื่นๆ unique allele นี้เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ไก่ของไทย โดยหากเราพบว่า unique allele ที่ตรวจพบมีความสัมพันธ์กับลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ เราก็จะสามารถนำไก่สายพันธุ์ดังกล่าวไปผสมพันธุ์กับไก่สายพันธุ์อื่นๆ เพื่อถ่ายทอดอัลลีลนั้นๆ ได้ สำหรับการกระจายของ unique allele ในแต่ละโลกัสของไก่แต่ละสายพันธุ์ ดังภาพที่ 4.3 -4.5



ภาพที่ 4.3 unique allele ของไก่ป่าคุ้มหูแดง บริเวณโลกัส MCW0081 อัลลีลที่ 12



ภาพที่ 4.4 unique allele ของไก่จีนและไก่ป่าคุ้มหูแดง บริเวณโลกัส MCW0222 อัลลีลที่ 1 และ 15 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 unique allele ของไก่ประดู่หางดำ บริเวณโลกัส ADL0268 อัลลีลที่ 1

จากตารางที่ 4.7 พบ unique allele จำนวน 4 อัลลีล มีการกระจายของอัลลีลด้วยความถี่อัลลีลต่ำ อยู่ในช่วง 3.26 – 9.33% เมื่อพิจารณาขนาดอัลลีลจะเห็นได้ว่า unique allele ที่พบส่วนมากเป็นอัลลีลที่มีขนาดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดของแต่ละโลกัส ตัวอย่างเช่น โลกัส MCW0081 มีอัลลีลทั้งหมด 12 อัลลีล พบว่าอัลลีลที่ 12 ที่มีขนาดอัลลีลใหญ่ที่สุด พบเฉพาะในไก่ป่าคุ่มหูแดง และจากการศึกษาในครั้งนี้ตรวจพบ unique allele ของไก่ป่าคุ่มหูแดง ไก่ประดู่หางดำ และไก่ชีเท่านั้น

จากการศึกษาในครั้งนี้พบจำนวน unique allele น้อย และพบในความถี่อัลลีลต่ำกว่าการศึกษาของ Tadano et al. (2007a) ที่ตรวจพบจำนวนอัลลีลจำเพาะของไก่หางยาว (long tail chickens) ของญี่ปุ่นอยู่ระหว่าง 1-5 อัลลีล และอัลลีลที่พบนั้นมีความถี่สูงกว่า 20% และมีจำนวน unique allele ต่ำกว่ารายงานของ Tadano et al. (2007b) พบ unique allele ของไก่สายพันธุ์ทางการค้าอยู่ระหว่าง 1-11 อัลลีล และอัลลีลที่พบมีความถี่ในช่วง 10.4–57.29% จากเหตุการณ์นี้อาจสันนิษฐานได้ว่า การคัดเลือกสายพันธุ์ไก่เพื่อการค้านั้นมีผลให้ไก่สายพันธุ์ทางการค้าเกิดอัลลีลที่แตกต่างจากไก่พื้นเมือง