

Skirtingų vištinių naminių paukščių populiacijų genetinės įvairovės įvertinimas

Robertas Juodka¹,

Dalius Butkauskas²,

Aniolas Sruoga^{2,3},

Elena Mozalienė²

¹ Lietuvos veterinarijos akademijos
Gyvulininkystės institutas,
R. Žebenkos g. 12, LT-82317 Baisogala,
Radviliškio r.,
el. paštas: LGI@lgi.lt

² Vilniaus universiteto Ekologijos institutas,
Akademijos g. 2, LT-08412 Vilnius,
el. paštas: igl@ekoi.lt

³ Vytauto Didžiojo universitetas,
Biologijos katedra,
Vileikos g. 8, LT-44248 Kaunas

Ištirus kraujo serumo baltymų polimorfines sistemas nustatyta, kad dėslųjų vištų kroso „Lohmann White LSL“ pradinėi linijai A būdingas didelis alelio *PreAl-2^A* (0,611) dažnumas, linijai B – didelis alelio *Al^B* (0,602) dažnumas, linijai C – didelis alelio *PreAl-1^A* (0,671) dažnumas, linijai D – didelis alelio *PreAl-2^A* (0,602) dažnumas ir mažas alelio *Al^A* (0,295) dažnumas.

Kalakutų krosui „BUT-9“ būdingi dideli alelių *Al^A* (0,738) ir *PostTf^B* (0,600) dažnumai, o kalakutų krosui „BIG-6“ – dideli alelių *PreAl-2^B* (0,622), *PostTf^A* (0,647) ir *Tf^B* (0,450) dažnumai, taip pat mažas alelio *Mc^A* (0,385) dažnumas, pentardoms būdingi dideli alelių *PreAl-1^A* (0,681), *PreAl-2^A* (0,681), *PreTf^A* (0,708), *PostTf^A* (0,611) dažnumai ir mažas alelio *Al^A* (0,264) dažnumas. Dėl ilgametės dirbtinės atrankos išvedant vištų ir kalakutų krosus šiose populiacijose genetinė pusiausvyra buvo pažeista trijuose–septyniuose lokusuose, pentardų populiacijoje – penkiuose iš tirtų aštuonių. Faktinis heterozigotiškumas daugiausia skyrėsi nuo teorinio kalakutų krosuose (nuo 0,183 iki 0,274), mažiau – pradinėse vištų linijose (nuo 0,078 iki 0,091) ir mažiausiai – pentardų populiacijoje (0,040).

Raktažodžiai: vištos, kalakutai, pentardos, alelių dažnumas, heterozigotiškumas

ĮVADAS

Genetinės baltymų įvairovės (polimorfizmo) tyrimas yra vienas iš metodų, siekiant gauti informaciją apie gyvūnų genotipą. Baltymų polimorfizmas dėl jo kodominantinės paveldėjimo formos yra patogus naudoti, kaip genetinis modelis. Kraujo serumo baltymų polimorfizmo ištyrimas suteikia galimybę praplėsti ir pagilinti supratimą apie pagrindinius tarprūšinės įvairovės dėsninumus bei jų ryšį su vidurūšine įvairove ir analizuoti tokių svarbių veiksnių, kaip natūralios ir dirbtinės atrankos įtaką genetiniams procesams, kurie vyksta populiacijose ir veislėse – genų dreifui, inbrydingo efektui ir kita [9, 20, 23].

Baltymų elektroforeziniai variantai yra atskirų struktūrinių genų veiklos produktai, tuo remiantis galima atskirų genų analizė. Dėl to kiekvieno kroso ar linijos paukščiai gali būti žymimi konkrečiais aleliais [7, 9].

Heterozigotiškumas leidžia įvertinti veislių ir rūšių genetinę įvairovę, o jo dydis rodo natūralios ir dirbtinės atrankos populiacijos viduje ar inbrydingo įtaką atskiriems lokusams bei visai populiacijai [2, 8]. Kaip žinoma, didesnis heterozigotiškumas siejasi su geresniu gyvybingumu, atsparumu ligoms ir žalingiems aplinkos veiksniams. Tai gali būti paaiškinta tuo, kad šie individai lengviau prisitaiko prie besikeičiančių aplinkos sąlygų [25].

Tiek heterogeninės populiacijos apskritai, tiek heterozigotiško individo imuninė sistema funkcionuoja patikimiau dėl ją sudarančių komponentų skirtingumo.

Šio darbo tikslas buvo įvertinti keturių pradinių dėslųjų vištų linijų A, B, C, D, dviejų sunkaus tipo kalakutų krosų „BIG-6“ ir „BUT-9“ ir vienos pentardų populiacijos genetinę įvairovę ir heterozigotiškumą.

METODAI IR SĄLYGOS

Kraujo pavyzdžiai buvo gauti iš 171 vištų kroso „Lohmann White LSL“ pradinių linijų paukščio, 73 sunkaus tipo krosų „BUT-9“ ir „BIG-6“ hibridinių kalakutų ir 36 pentardų. Kraujas buvo paimtas į mėgintuvėlius su heparino tirpalu, po to atšaldytas ir centrifuguotas 20 minučių, esant 1500 apsisukimams per minutę. Eritrocitams nusėdus, atskirtas kraujo serumas, kuris buvo naudojamas tolimesniems tyrimams. Kraujo serumo pavyzdžiai buvo laikomi –20°C temperatūroje. Kraujo serumo baltymų polimorfines sistemas buvo nustatomos elektroforezės metodu poliakrilamidiniame gelyje pagal Murphy (1996) [13]. Kraujo serumo baltymai buvo išryškinti, taikant dažymo metodą, nurodytą Breverio su nedidelėmis modifikacijomis [3].

Baltymų sistemos buvo numeruojamos, atsižvelgiant į jų judrumą nuo anodo link katodo.

2 lentelė. Heterozigotiškumas bei genotipų nuokrypio nuo Hardžo–Veinbergo pasiskirstymo (χ^2) testas A, B, C ir D vištų linijose

Lokusas	Heterozigotiškumas (H)		Vidutinis heterozigotiškumas (\bar{H})		χ^2	P
	faktinis (H_o)	teorinis (H_{ex})	(\bar{H}_o)	(\bar{H}_{ex})		
A linija						
<i>PreAl-1</i>	0,400	0,488			1,65	0,199
<i>PreAl-2</i>	0,244	0,475			11,11	0,009
<i>Al</i>	0,467	0,499			0,26	0,609
<i>PostAl</i>	0,400	0,500	0,436	0,523	2,00	0,157
<i>PreTf</i>	0,289	0,491			8,05	0,0045
<i>PostTf</i>	0,422	0,491			1,03	0,3095
<i>Mc</i>	0,311	0,494			6,54	0,0105
<i>Tf</i>	0,956	0,749			9,84	0,0017
B linija						
<i>PreAl-1</i>	0,295	0,500			7,77	0,0053
<i>PreAl-2</i>	0,295	0,494			7,56	0,0062
<i>Al</i>	0,432	0,479			0,53	0,465
<i>PostAl</i>	0,227	0,491	0,429	0,520	13,23	0,0003
<i>PreTf</i>	0,341	0,498			4,69	0,0303
<i>PostTf</i>	0,523	0,494			0,10	0,752
<i>Mc</i>	0,341	0,494			4,53	0,0334
<i>Tf</i>	0,977	0,714			15,21	0,0001
C linija						
<i>PreAl-1</i>	0,289	0,411			4,86	0,0275
<i>PreAl-2</i>	0,263	0,494			8,80	0,003
<i>Al</i>	0,368	0,494			2,73	0,098
<i>PostAl</i>	0,368	0,500	0,431	0,513	2,91	0,088
<i>PrtTf</i>	0,447	0,483			0,29	0,591
<i>PostTf</i>	0,368	0,499			2,86	0,090
<i>Mc</i>	0,342	0,491			3,82	0,0506
<i>Tf</i>	1,000	0,699			16,24	0,0001
D linija						
<i>PreAl-1</i>	0,341	0,498			4,69	0,0303
<i>PreAl-2</i>	0,250	0,479			10,55	0,0012
<i>Al</i>	0,364	0,416			0,84	0,3598
<i>PostAl</i>	0,364	0,496	0,435	0,513	3,40	0,065
<i>PrtTf</i>	0,432	0,500			0,96	0,328
<i>PostTf</i>	0,364	0,499			3,52	0,0607
<i>Mc</i>	0,364	0,483			2,96	0,085
<i>Tf</i>	1,000	0,734			15,54	0,0001

Labiausiai genetinė pusiausvyra buvo pažeista linijoje B (šešiuose lokusuose P reikšmės siekė nuo 0,001 iki 0,0334).

Mažiausiai genetinė pusiausvyra buvo pažeista linijose C ir D, kuriose statistiškai patikimas skirtumas aptiktas trijuose lokusuose, *PreAl-1*, *PreAl-2*, *Tf* (P nuo 0,0001 iki 0,0275) ir (P nuo 0,0001 iki 0,0303). Viena genetinės pusiausvyros nuokrypio priežasčių yra šių paukščių daugiametė dirbtinė atranka pagal morfologinius ir produktyvumo požymius, izoliacija ir veisimas „savyje“ [4, 5, 17, 21, 26].

Išvedant pradinių linijų vištas, jos buvo selekcionuojamos nevienoda kryptimi. Tėvinių derinių paukščiai (A ir B linijos) pasižymi mažesniu gyvybingumu, kadangi jie buvo selekcionuojami siekiant gauti didesnę kūno ir kiaušinių svorį pagal rodiklius, kurie neigiamai koreliuoja su išsaugojimu [5, 15, 16]. Ir priešingai, motinų derinio linijų paukščiai (C ir D linijos) pasižymi geresniu išsaugojimu nuo 2,07 iki 4,19%, kadangi išvedant šių linijų paukščius, šalutinis selekcionavimo požymis buvo išsaugojimas [1, 6, 24, 26], todėl skirtumas tarp teorinio ir faktinio heterozigotiškumo tėvinėse derinio

3 lentelė. Heterozigotiškumas bei genotipų nuokrypio nuo Hardžio–Veinbergo pasiskirstymo (χ^2) testas kalakutų krosuose ir pentardų populiacijoje

Lokusas	Heterozigotiškumas (H)		Vidutinis heterozigotiškumas (\bar{H})		χ^2	P
	faktinis (H_o)	teorinis (H_{ex})	(\bar{H}_o)	(\bar{H}_{ex})		
Kalakutų krosas „BUT-9“						
<i>PreAl-1</i>	1,000	0,500			12,80	0,0003
<i>PreAl-2</i>	0,285	0,498			3,83	0,050
<i>Al</i>	0,047	0,386			16,15	0,0001
<i>PostAl</i>	0,000	0,4875	0,316	0,499	19,00	0,000
<i>PreTf</i>	0,315	0,498			2,55	0,110
<i>PostTf</i>	0,100	0,480			12,53	0,0004
<i>Mc</i>	0,285	0,498			3,83	0,050
<i>Tf</i>	0,809	0,675			0,58	0,445
Kalakutų krosas „BIG-6“						
<i>PreAl-1</i>	0,128	0,494			25,86	0,000
<i>PreAl-2</i>	0,306	0,470			5,96	0,015
<i>Al</i>	0,142	0,498			21,39	0,000
<i>PostAl</i>	0,066	0,500	0,228	0,502	33,80	0,000
<i>PreTf</i>	0,244	0,496			11,58	0,001
<i>PostTf</i>	0,313	0,456			5,00	0,025
<i>Mc</i>	0,115	0,473			29,74	0,000
<i>Tf</i>	0,740	0,632			3,19	0,074
Pentardos						
<i>PreAl-1</i>	0,194	0,435			11,00	0,0009
<i>PreAl-2</i>	0,139	0,435			16,67	0,0000
<i>Al</i>	0,472	0,389			1,67	0,196
<i>PostAl</i>	0,778	0,494	0,438	0,478	11,90	0,0006
<i>PrtTf</i>	0,250	0,413			5,62	0,0178
<i>PostTf</i>	0,333	0,475			3,21	0,0731
<i>Mc</i>	0,333	0,494			3,80	0,0512
<i>Tf</i>	1,000	0,687			11,50	0,0007

linijose buvo 0,087–0,091, o motinų derinio linijose nuo 0,078 iki 0,082, t. y. mažesnis.

Išvedant sunkaus tipo plačiakrūtinis kalakutus (3 lentelė) paukščiai daugelį kartų buvo atrenkami dideliu kūno bei krūtinės svoriui gauti, o tai ir buvo heterozigotiškumo sumažėjimo priežastis visose dialelinėse sistemose, išskyrus kroso „BUT-9“ *PreAl-1* dialelinę sistemą [10, 11]. Kadangi iš Hardžio–Veinbergo pasiskirstymo išplaukia supratimas apie genetinės pusiausvyros būklę, tai galima teigti, kad krose „BUT-9“ genetinė pusiausvyra pažeista *PreAl-1*, *Al*, *PostAl*, *PostTf* lokusuose, krose „BIG-6“: *PreAl-1*, *PreAl-2*, *Al*, *PostAl*, *PreTf*, *PostTf* ir *Mc* lokusuose.

Vidutinis faktinis heterozigotiškumas kalakutų „BUT-9“ ir „BIG-6“ krosuose buvo 0,316 ir 0,228, tuo tarpu teorinis atitinkamai 0,499 ir 0,502.

Mažas kalakutų faktinis heterozigotiškumas glaudžiai susijęs su nedideliu šių paukščių išsaugojimu, juos auginant. „BIG-6“ kroso kalakučių išsaugojimas iki 120 dienų amžiaus yra 89,8%, „BUT-9“ kroso – 90,0% [12].

Didelis heterozigotų deficitas nustatytas pentardų *PreAl-1* ir *PreAl-2* lokusuose. Šiek tiek mažesnis fakti-

nis heterozigotiškumas, palyginus su teoriniu, buvo nustatytas *PreTf*, *PostTf* bei *Mc* lokusuose. Nors skirtumas tarp šių paukščių vidutinio faktinio ir teorinio heterozigotiškumo tebuvo 0,040 (tai patvirtina ir nuoroda – pentardos yra gyvybingesnės nei vištos ir sugeba prisitaikyti prie įvairių gyvenimo sąlygų) [18]. Šių paukščių kritimo procentas jų auginimo metu yra nedidelis – tik 1–5,8% [19, 22].

Atkreiptinas dėmesys į tai, kad didžiausias heterozigotiškumas visose populiacijose rastas polialelinėje genetinėje transferinų sistemoje, kurioje faktiškai stebimas heterozigotiškumas buvo nuo 0,740 iki 1,000, tuo tarpu teoriškai apskaičiuotas nuo 0,009 iki 0,368 mažesnis. Dirbtinė atranka, taikyta išvedant linijas ir krosus, teigiamai paveikė polialelinės genetinės transferinų sistemos heterozigotiškumą.

IŠVADOS

1. Kiekviena tirta paukščių populiacija turi tik jai būdingus alelių dažnumus:

a) Kalakutų krosui „BUT-9“ būdingas didelis alelių Al^A (0,738), $PostTf^B$ (0,600) ir Tf^A (0,429) dažnumas;

b) Kalakutų krosui „BIG-6“ būdingas didelis alelių $PreAl-2^B$ (0,622), $PostTf^A$ (0,647) ir Tf^B (0,450) dažnumas, mažas alelio Mc^A (0,385) dažnumas ir vienodi alelių $PostAl^A$ ir $PostAl^B$ dažnumai (po 0,500);

c) Pentardoms būdinga dideli alelių $PreAl-1^A$ (0,681), $PreAl-2^A$ (0,681), $PreTf^A$ (0,708), $PostTf^A$ (0,611) dažnumai ir mažas alelio Al^A (0,264) dažnumas;

d) Vištų kroso „Lohmann White LSL“ tėvų derinio tėvų linija A turi didelį alelio $PreAl-2^A$ (0,611), didesnį alelio Tf^D (0,200) dažnumą ir retą alelį Tf^E (0,022);

e) Vištų kroso tėvų derinio motinų linija B pasižymi dideliu alelio Al^B dažnumu (0,602);

f) Vištų kroso „Lohmann White LSL“ motinų derinio tėvų linija C pasižymi dideliu alelio $PreAl-1^A$ (0,671) dažnumu ir vienodu alelių $PostAl^A$ ir $PostAl^B$ dažnumu;

g) Vištų kroso „Lohmann White LSL“ motinų derinio motinų linijai D būdingas didelis alelio $PreAl-2^A$ (0,602) ir mažas alelio Al^A (0,295) dažnumas.

2. Dėl ilgametės dirbtinės atrankos išvedant šiuos paukščius genetinė pusiausvyra vištų linijose buvo pažeista trijuose–šešiuose lokusuose, kalakutų krosuose keturiuose–septyniuose lokusuose, pentardų populiacijoje – penkiuose lokusuose.

3. Skirtumas tarp teorinio ir faktinio heterozigotiškumo vištų linijose buvo 0,078–0,091, kalakutų krosuose – 0,183–0,274, pentardų populiacijoje – 0,040, o tai atitinka šių paukščių gyvybingumo procentą juos auginant.

Gauta 2006 09 26

Parengta 2006 10 26

Literatūra

1. Anonym. Instruction for the selection of the initial lines of Hisex White. Addendum N 1 to contract N02 – 05/44141.
2. Baublys V. Biochemical genetic characteristic of geese. Summary of doctoral dissertation. Kaunas, 2005. 24 p.
3. Brewer G. J. An introduction to isozyme technique. New York: Academic Press, 1970. 120 p.
4. Cheng K. M., Kiaura M., Fujii S. A. comparison of genetic variability in strains of Japanese quail selected for heavy body weight // *Journal of Heredity*. 1992. Vol. 83. P. 31–35.
5. Janušonis S. J. Heterozės esmė ir įtaka produktyvumui. Vilnius, 2001. 186 p.
6. Juodka R. Kroso Lohmann White LSL pradinųjų linijų selekcija F_1 generacijoje // *Žemės ūkio mokslai*. 2000. Nr. 2. P. 38–43.
7. Juodka R., Benediktavičiūtė-Kiškienė A. Dėslųjų vištų kroso pradinųjų linijų kraujo serumo baltymų polimorfinės sistemos // *Gyvulininkystė: LVA GI mokslo darbai*. 2002. T. 40. P. 57–65.
8. Juodka R., Butkauskas D., Sruoga A. ir kt. Naminių vištinių paukščių rūšių genetinės įvairovės ir genetinio panašumo tyrimai // *Gyvulininkystė: LVA GI mokslo darbai*. 2004. T. 45. P. 24–30.
9. Kuznetsov S. B. Polymorphism of blood plasma proteins in the geese of Anser and Branta venera // *Biochemical Genetics*. 1995. Vol. 33(3/4). P. 123–135.
10. Martrenchar A. Animal welfare and intensive production of turkeys broilers // *Worlds Poultry Science Journal*. 1999. Vol. 56. N 2. P. 143–145.
11. Meškauskas Č., Benediktavičiūtė A. Kalakutų reprodukcinių ir produktyviųjų savybių tobulinimas // *LGI mokslinių straipsnių rinkinys*. Dotnuva-Akademija, 1997. Nr. 70. P. 83–84.
12. Meškauskas Č., Benediktavičiūtė-Kiškienė A. Sunkiųjų kalakutų kroso biologinės bei ūkinės savybės // *Gyvulininkystė: LVA GI mokslo darbai*. 1998. T. 32. P. 123–127.
13. Murphy R. W., Sites J. W., Buth D. G., Haufler Ch. H. Proteins: Isoenzyme Electrophoresis. In: Hillis D. M., Moritz C. (eds.). *Molecular Systematics*, 2nd edition. Sunderland: Massachusetts, 1996. P. 51–119.
14. Swofford D. L., Selander R. B. BIOSYS-2: A computer program for the analysis of allelic variation on population genetic and biochemical systematics Colorado state University. Champaign: Illinois Natural History survey, 1997.
15. Žvykas E. Dėsliosios vištos Lietuvoje. Konferencijos „Mokslas.Technologija.Verslas“ pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 1995 m. vasario 1–2 d. P. 10–11.
16. Žvykas E. Dėsliosios vištos Lietuvoje // *Žemės ūkis*. 1995. Nr. 6. P. 21–22.
17. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. Москва: Наука, 1983. 150 с.
18. Боголюбский С. И. Селекция сельскохозяйственной птицы. Москва: Агрпромиздат, 1991. 283 с.
19. Ворошилова С. И. Производство яиц и мяса цесарок. Москва: Колос, 1977. 86 с.
20. Здерчук Р. А. Наследственный белковый полиморфизм и продуктивность мясных кур // *Цитология и генетика*. 1987. Т. 21. № 4. С. 297–302.
21. Имашева А. Г. Генетическая изменчивость в популяциях. Исследования на дрозофиле как модели // *Успехи современной биологии*. 1978. Т. 118. № 4. С. 402–414.
22. Ройтер Я. С. Методы повышения племенных и продуктивных качеств цесарок. Автореф. дис... доктора с.-х. наук. Сергиев Посад, 1992. 43 с.
23. Сруога А. Иммуногенетическая изменчивость белков водоплавающих птиц отряда Anseriformes. Габилитационная работа. Вильнюс, 1995. 195 с.
24. Тимофеева Э., Бряева Н. Работа с кроссом „Заря-17“ // *Птицеводство*. 1991. № 12. С. 13–15.
25. Тихонов В. Н. Иммуногенетический и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней. Новосибирск, 1991. 302 с.
26. Яцкунас К., Янушонис С., Мамянишкене И. Результаты комбинированной селекции при оценке яичных кур за короткий период продуктивности и пути их улучшения // *Научные труды Прибалтийской зональной опытной станции по птицеводству*. 1987. Т. 9. С. 46–51.

Robertas Juodka, Dalius Butkauskas,
Aniolas Sruoga, Elena Mozalienė

EVALUATION OF GENETIC VARIABILITY IN DIFFERENT POPULATIONS OF DOMESTICATED GALLIFORMES

Summary

Investigation into the genetic variability of the polymorphic systems of blood serum proteins of the chicken cross *Lohmann White LSL* lines selected for egg production revealed a high frequency of *PreAl-2^A* (0.611) allele in line A, of *Al^B* (0.602) in line B, of *PreAl-1^A* (0.671) in line C, of *PreAl-2^A* (0.602) and a low frequency of *Al^A* (0.295) in line D.

For the turkey cross BUT-9, a high frequency of alleles *Al^A* (0.738) and *PostTf^B* (0.600) and for the turkey cross BIG-6 high frequencies of alleles *PreAl-2^B* (0.622), *PostTf^A* (0.647) and *Tf^B* (0.450) and a low frequency of allele *Mc^A* (0.385) were detected. A high frequency of alleles *PreAl-1^A* (0.681), *PreAl-2^A* (0.681), *PreTf^A* (0.708), *PostTf^A* (0.611) and a low frequency of *Al^A* (0.264) were characteristic of the guinea fowl population. The long-term artificial selection caused a significant disturbance in the genotypic equilibrium at three to seven loci in the turkey crosses and chicken lines studied and at five loci of guinea fowl population. The higher differences between the observed and the expected heterozygosity (from 0.183 to 0.274) were calculated for turkey crosses, lower differences (from 0.078 to 0.091) were detected among chicken lines, and the least differences between the observed and the expected heterozygosity was found in the guinea fowl population (0.040).

Key words: chicken, turkey, guinea fowl, allele frequency, heterozygosity

Робертас Юodka, Далиус Буткаускас,
Аниолас Сруога, Елена Мозалене

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ДОМАШНИХ КУРИНЫХ

Резюме

Исследованием полиморфных систем белков сыворотки крови линий кур кросса „Lohmann White LSL“ установлено, что для исходной линии яйценокских кур А характерна большая частота аллеля *PreAl-2^A* (0,611), для линии В – большая частота аллеля *Al^B* (0,602), для линии С – большая частота аллеля *PreAl-1^A* (0,671), для линии D – большая частота аллеля *PreAl-2^A* (0,602) и низкая частота аллеля *Al^A* (0,295).

Для кросса индюков „BUT-9“ характерны большие частоты аллелей *Al^A* (0,738) и *PostTf^B* (0,600), а для кросса „BIG-6“ большие частоты аллелей *PreAl-2^B* (0,622), *PostTf^A* (0,647) и *Tf^B* (0,450), а также низкая встречаемость аллеля *Mc^A* (0,385). Для цесарок характерны большие частоты аллелей *PreAl-1^A* (0,681), *PreAl-2^A* (0,681), *PreTf^A* (0,708), *PostTf^A* (0,611) и низкая частота аллеля *Al^A* (0,264).

Вследствие долговременного искусственного отбора при выведении кроссов кур и индюков, генетическое равновесие в этих популяциях было нарушено в трех–семи, а у цесарок – в пяти из восьми исследованных локусов.

Наблюдаемая гетерозиготность наиболее отличается от ожидаемой в кроссах индюков (от 0,183 до 0,274), в то время как в исходных линиях кур данный показатель варьирует от 0,078 до 0,091. У цесарок же различие между наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготностью составляет 0,040.

Ключевые слова: куры, индюки, цесарки, частота аллелей, гетерозиготность