

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ І ТИП ТІЛОБУДОВИ ОВЕЦЬ АСКАНІЙСЬКОЇ ТОНКОРУННОЇ ПОРОДИ

В.О. Квінт
victoria-askania@mail.ru

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова
«Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний
центр з вівчарства
вул. Червоноармійська, 1, смт Асканія-Нова, Чаплинський р-н, Херсонська
обл., 75230, Україна

З використанням даних поліморфізму груп крові та окремих транспортних білків крові проведено аналіз генетичних особливостей мериносових овець різних типів тілобудови і встановлено, що всі вони характеризуються певними, відмінними параметрами молекулярно-генетичних маркерів. Зокрема показано, що для ніжного типу конституції притаманна одна, а для грубого – достовірно інша концентрація антигенів (Bb, Be, Bg, Da) та алелів (Tf^A , Hb^B) і генотипів (TfAD, TfDD, HbAB, HbBB) поліморфних локусів. При цьому середній клас (міцний тип), що формується за рахунок стабілізуючого відбору, займає проміжне положення за рядом генетичних параметрів і відрізняється підвищеним рівнем генетичної мінливості (гетерозиготності).

За рівнем поліморфності на локус (Na) за системою трансферину у більший бік відхиляється група з міцним типом конституції ($Na=2,92$), хоча в усіх групах величина даного параметру майже у два рази нижча теоретичного рівня. Це можна пояснити збалансованістю генетичних параметрів та генетичною консолідацією таврійського типу овець, підтвердження чого є відсутність порушення генної рівноваги в досліджених групах овець.

Стосовно рівня генетичної схожості окремих угруповань мериносових овець, то згідно індексів генетичної дистанції встановлено, що серед вибірових сукупностей більш подібною до генеральної середньої є група з міцним типом конституції ($P=0,011$). Тобто, в цілому це угруповання тварин генетично увібрало в себе характерні риси таврійського типу овець. Між собою досліджені групи відрізняються більш суттєво, а найбільша генетична дистанція встановлена між крайніми варіантами тварин ($D=0,203$), що підтверджує гіпотезу стосовно наявності генетичних контрастів між тваринами з різною будовою тіла.

Ключові слова: вівці, молекулярно-генетичні маркери, тип тілобудови, поліморфізм, генетична структура.

THE MOLECULAR GENETIC MARKERS and the TYPE of the BODY CONSTITUTION in the ASCANIAN FINE-WOOL SHEEP BREED

V.O. Quint

victoria-askania@mail.ru

Ascania Nova Institute of Animal Breeding in the Steppe Regions
named after M. F. Ivanov - National Scientific Selection-Genetics
Center for Sheep Breeding
Chervonoarmiyska Street, 1, Askania Nova, Chaplinka district,
Kherson region, 75230, Ukraine

Using data polymorphisms of blood groups and individual transport proteins of blood analyzed the genetic characteristics of Merino sheep of different types of body constitution and installed that they are characterized by certain, different parameters of molecular genetic markers. In particular shown that gentle type constitution peculiar one, and for rough - significantly different antigen concentrations (Bb, Be, Bg, DA) and allele (Tf^A , Hb^B) and genotypes ($TfAD$, $TfDD$, $HbAB$, $HbBB$) polymorphic loci. This middle class (solid type), formed by stabilizing selection, occupies an intermediate position in a number of different genetic parameters and have a high level of genetic variability (heterozygosis).

For the level of polymorphism of locus (N_a) in the system of transferring the larger group deviates toward durable type of constitution ($N_a = 2,92$), although in all groups value of this parameter is almost twice lower than the theoretical level. The lack of abuse in the of genetic balance in research group of sheep ($\chi^2 = 2,42-11,29$) is the proof of this conclusion.

Regarding the level of genetic similarity of certain groups of merino sheep, and according to the calculated indices of the genetic distances it was found that a group with a strong constitution type ($P = 0.011$) was more similar to average general group among a sample populations of sheep. That is, in general, this group of animals genetically absorbed features of Taurian type of sheep. Research groups differ among themselves more significant. The largest genetic distance set between the extremes variants of animals ($D = 0,203$), confirming the hypothesis of availability of genetic contrasts between animals with different body structure.

Keywords: sheep, molecular genetic markers, the type of constitution, genetic structure.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ И ТИП ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ОВЕЦ АСКАНИЙСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ

В.А. Квинт
victoria-askania@mail.ru

Институт животноводства степных районов имени М.Ф.Иванова «Аскания-Нова» - Национальный научный селекционно-генетический центр по овцеводству
ул. Красноармейская, 1, пгт Аскания-Нова, Чаплинский р-н, Херсонская обл., 75230, Украина

С использованием полиморфизма групп крови и отдельных транспортных белков крови проведен анализ генетических особенностей меринсовых овец различных типов телосложения и установлено, что все они характеризуются определенными, отличительными параметрами молекулярно-генетических маркеров. В частности показано, что для нежного типа конституции присуща одна, а для грубого – достоверно иная концентрация антигенов (Bb, Be, Bg, Da) и аллелей (Tf^A , Hb^V) полиморфных локусов. При этом средний класс (крепкий тип), который формируется под действием стабилизирующего отбора, занимает промежуточное положение по ряду генетических параметров и отличается повышенным уровнем генетической изменчивости.

По уровню полиморфности на локус (Na) по системе трансферрина в большую сторону отклоняется группа с крепким типом телосложения ($Na=2,92$), хотя во всех группах величина данного параметра почти в два раза ниже теоретического уровня. Это можно объяснить сбалансированностью генетических параметров и генетической консолидацией таврийского типа овец. Подтверждением этого является отсутствие нарушения генного равновесия в исследованных группах животных.

Относительно уровня генетического сходства отдельных группировок меринсовых овец установлено, что согласно индексов генетической дистанции среди выборочных совокупностей более близкой к генеральной средней является группа с крепким типом конституции ($P=0,011$). То есть, в целом эта группировка животных генетически вобрала в себя характерные черты таврийского типа овец. Между собой исследованные группы отличаются более существенно, а самая высокая генетическая дистанция установлена между крайними вариантами животных ($D=0,203$), что подтверждает гипотезу относительно наличия генетических контрастов между животными с различным типом телосложения.

Ключевые слова: овцы, молекулярно-генетические маркеры, тип телосложения, полиморфизм, генетическая структура.

В селекційно-племінній роботі із сільськогосподарськими тваринами велике значення має використання внутрішньопородних конституціонально-продуктивних типів, оскільки між конституцією та рівнем продуктивності існує тісний зв'язок. З цього приводу М.Ф. Іванов стверджував, що існує біологічний закон кореляцій, в силу котрого в природі має місце певна анатомічна та функціональна залежність між різними тканинами та органами організму особин [1]. Цей закон тісно пов'язаний з вченням про закономірності тілобудови тварин і з його формулювання витікає, що формування конституціональних типів обумовлено певною закономірністю, пов'язаною зі спадковістю та умовами середовища. В результаті цих двох факторів, серед котрих домінуючим є спадковість, як би порода була не консолідованою, в її середовищі формуються різні типи будови тіла.

Щодо досліджень типів конституції овець, то існує певна кількість робіт, у яких дана характеристика різних порід за морфо-фізіологічними ознаками. Але за генетичними параметрами, з використанням молекулярно-генетичних маркерів, особливості овець різних типів тілобудови не вивчалися. Тому, у даній роботі вперше наведено результати генетико-конституціональних досліджень овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи з використанням даних їх типування за поліморфними системами груп крові та транспортних білків крові.

Матеріал та методика досліджень. Матеріалом досліджень слугували вівці таврійського типу асканійської тонкорунної породи племзаводу «Асканійське» Каховського району Херсонської області. Всього типовано за еритроцитарними антигенами п'яти систем груп крові (A, B, C, D, R) та поліморфними локусами трансферину (Tf) і гемоглобіну (Hb) 190 голів маточного поголів'я, серед котрих 36 голів було віднесено за конституціональними параметрами до ніжного, 124 голови – до міцного і 30 голів – до грубого типів тілобудови. Атестацію тварин за групами крові здійснювали згідно існуючих методичних рекомендацій [2] з використанням моноспецифічних сироваток, отриманих в лабораторії імуногенетики ІТСП «Асканія-Нова» [3]. Визначення поліморфізму білкових локусів проводили методом горизонтального електрофорезу на крохмальному гелі. При аналізі отриманих даних використовували наступні популяційно-генетичні параметри, обраховані за алгоритмами, викладеними в працях Меркурьєвої [4] та Животовського [5]: рівень фактичної та теоретично можливої гетерозиготності груп овець (H), коефіцієнт ексцесу (D), рівень поліморфності локусу (Na), ступінь реалізації можливої мінливості (V), рівень генетичної рівноваги певної групи тварин (χ^2).

Результати досліджень. З п'яти використаних у дослідженнях систем груп крові, найбільш інформативною є B-система, за якою в цілому у вибірці (n=190) з 16 теоретично можливих ідентифіковано

14 фенотипів, утворених різним поєднанням чотирьох еритроцитарних антигенних факторів (Bb, Bc, Be, Bg) – табл. 1. При цьому серед тварин ніжного типу виявлено 9, грубого – 8 та міцного – 14 фенотипів, з котрих найбільш розповсюдженим є варіант Bb (22,6-33,3%). Концентрація інших коливається від 0,8 до 16,8%.

Таблиця 1. Генетична структура різних типів тілобудови овець таврійського типу за концентрацією фенотипів систем груп крові

Сис-тема	Фено-тип	Тип конституції						Разом	
		ніжний		міцний		грубий			
		п	%	п	%	п	%	п	%
A	a	19	52,7	66	53,2	11	40,0	96	50,0
	b	2	5,6	3	2,4	3	10,0	8	4,5
	ab	6	16,7	28	22,6	8	26,7	42	22,2
	(-)	9	25,0	27	21,8	7	23,3	44	22,7
B	b	10	27,8	28	22,6	10	33,3	48	25,5
	e	3	8,3	9	7,3	2	6,7	14	7,4
	g	-	-	1	0,8	-	-	1	0,5
	be	6	16,7	15	12,1	5	16,6	26	13,8
	bg	3	8,3	10	8,1	2	6,7	15	7,9
	bce	-	-	18	13,7	6	20,0	24	12,7
	bceg	2	5,6	6	4,8	-	-	8	4,2
	beg	4	11,1	3	2,4	-	-	7	3,7
	bceeg	3	8,3	16	12,9	2	6,7	21	11,1
	ce	2	5,6	5	4,0	2	6,7	9	4,8
	cg	-	-	1	0,8	-	-	1	0,5
	ceg	-	-	1	0,8	-	-	1	0,5
	eg	-	-	1	0,8	1	3,3	1	0,5
	(-)	3	8,3	10	8,1	-	-	13	6,9
C	a	-	-	1	0,8	-	-	1	0,5
	b	29	80,5	94	75,8	22	73,4	145	76,3
	ab	7	19,5	23	18,6	7	23,3	37	19,5
	(-)	-	-	6	4,8	1	3,3	7	3,7
D	a	10	27,8	39	31,4	11	36,7	60	31,6
	(-)	26	72,2	85	68,6	19	63,3	130	68,6
R	R	12	33,3	30	24,2	10	33,3	52	27,4
	(-)	24	66,7	94	75,8	20	66,7	138	72,6

В А- та С-системах при їх трьохфакторному складі виявлено по 4 максимально можливих фенотипи. Більш часто зустрічаються Аа (40,0-53,2%) та Сb (73,4-80,5%) варіанти. У простих D- та R-системах – по два фенотипи, з перевагою D₍₋₎ (68,3%) та R₍₋₎ (72,6%).

Привертає увагу позитивна лінійна динаміка у концентрації найбільш складного фенотипу Вbсе. Якщо серед тварин ніжного типу цього маркеру взагалі не ідентифіковано, то в групі міцного типу його кількість сягає 13,7%, а грубого, й того більше – 20,0% (P<0,001). Аналогічна залежність спостерігається і за феноваріантом Аab.

За концентрацією окремих антигенів в цілому по В-системі абсолютну перевагу отримав фактор Вb (78,9%), з коливанням в окремих групах від 76,6% (міцний тип) до 83,3% (грубий тип) – табл.2. На другому місці за розповсюдженням знаходиться антиген Ве (54,5%), далі Вс, Вg, В₍₋₎.

При аналізі динаміки концентрації окремих факторів груп крові у напрямку від тварин ніжного типу до грубого встановлено також певну закономірність, перш за все антигенами Ве та Вg, з котрих перший характеризується зростанням концентрації у визначеному напрямку від 50,0 до 60,0% (P<0,01), другий, навпаки, зниженням від 33,3% до 16,7% (P<0,001). Подібна залежність спостерігається і за Ab (22,3-36,7% - P<0,01) та D₍₋₎ (72,2-63,3% - P<0,01) факторами.

Таблиця 2. Концентрація антигенних факторів 5 систем груп крові в групах овець з різним типом тілобудови, %

Система	Антиген	Тип тілобудови			Разом
		ніжний	міцний	грубий	
А	a	69,4	75,8	66,7	72,8
	b	22,3	25,0	36,7	26,7
	(-)	25,0	21,8	23,3	22,7
В	b	77,8	76,6	83,3	78,9
	c	19,5	37,0	33,4	33,8
	e	50,0	54,0	60,0	54,5
	g	33,3	31,4	16,7	28,9
	(-)	8,3	8,1	-	6,9
С	a	19,5	19,4	23,3	20,0
	b	100,0	94,4	96,7	95,8
	(-)	-	4,8	3,3	3,7
D	a	27,8	31,4	36,7	31,6
	(-)	72,2	68,6	63,3	68,4
R	R	33,3	24,2	33,3	27,4
	(-)	66,7	75,8	66,7	72,6

Стосовно поліморфних білкових локусів, то за системою трансферину із 21 теоретично очікуваного генотипу, котрі контролюються шістьма кодомінантними алелями, в цілому у дослідженій сукупності тварин ідентифіковано 14 (66,7%) різних гомо- та гетеросполучень (табл. 3). При цьому серед овець з ніжним та грубим типом тіло будови виявлено лише по 9 генотипів (42,9%), з міцним – 13 (61,9%). Тобто остання група є більш різноманітною за цим показником.

Аналіз частоти фактичного розповсюдження окремих генотипів даного локусу в межах груп овець з різним типом конституції дозволив встановити досить цікаву залежність за гетерозиготою Tf AD та гомозиготою Tf DD. У першому випадку спостерігається високодостовірне зростання частоти даного генотипу від тварин ніжного типу (29,4%), через міцний (38,0%) до грубого типу (51,7%) – $P < 0,001$; у другому – зниження від 26,5% до 10,3% ($P < 0,001$). За іншими генотипами таких послідовних різючих відмінностей не спостерігається і їх розподіл в межах окремих груп більш рівномірний.

Таблиця 3. Генетична структура груп овець різного типу тілобудови за концентрацією генотипів білкових локусів, %

Локус	Генотип	Тип конституції									Разом		
		ніжний			міцний			грубий			N _ф	%	N _т
		N _ф	%	N _т	N _ф	%	N _т	N _ф	%	N _т			
Tf	II	-	-	0,11	1	0,8	0,4	1	3,5	0,1	2	1,1	0,4
	IA	1	29	0,5	1	0,8	4,3	-	-	12	2	1,1	5,6
	IC	-	-	0,2	3	2,5	0,9	-	-	0,1	3	1,6	1,0
	ID	3	8,8	2,4	5	4,1	6,7	1	3,5	1,2	9	4,9	8,8
	AA	1	2,9	1,4	8	6,6	11,6	2	6,9	5,0	11	6,0	17,7
	AB	-	-	1,0	12	9,8	7,4	4	13,8	1,7	16	8,7	10,2
	AC	1	2,9	0,8	1	0,8	4,7	1	3,5	0,8	3	1,6	6,5
	AD	10	29,4	8,2	46	38,0	36,0	15	51,7	9,9	71	38,6	55,8
	BB	-	-	0,2	2	1,7	1,2	-	-	0,1	2	1,1	1,5
	BD	5	14,7	2,9	8	6,6	11,5	-	-	1,7	13	7,1	16,1
	CC	-	-	0,1	1	0,8	0,5	-	-	0,1	1	0,5	0,6
	CD	3	8,8	2,4	9	7,4	7,2	1	3,5	0,8	13	7,1	10,3
	DD	9	26,5	11,8	24	19,8	27,8	3	10,3	5,0	36	19,6	44,0
DE	1	2,9	0,6	-	-	-	1	3,5	0,1	2	1,1	1,0	
Hb	AA	3	8,6	4,5	11	9,0	14,5	1	3,3	1,6	15	8,0	20,2
	AB	19	54,3	16,1	62	50,8	52,4	12	40,0	17,6	93	49,7	82,6
	BB	13	37,1	14,5	49	40,2	55,1	17	56,7	10,7	79	42,3	84,2

За частотою алелів Tf-локусу (табл. 4) найбільше розповсюдження отримав алельний ген Tf^D, від 0,4138 в групі з грубим типом, до 0,5883 – з ніжним, різниця високовірогідна (P<0,001). На другому місці знаходиться алель Tf^A з протилежною динамікою зміни частоти у зазначеному напрямку (P<0,001). Інші алелі у низхідній послідовності розташувалися наступним чином: Tf^B, Tf^C, Tf^F, Tf^E. Але їх концентрація незначна і сумарно в цілому по вибірці складає 0,2011.

Таким чином, як за основними генотипами дослідженої групи овець, так і за алелями, що їх утворюють, встановлено певну закономірність у їх розповсюженості в залежності від того чи іншого типу тілобудови мериносових овець.

Оскільки досліджуваний таврійський тип створено шляхом відтворного схрещування овець асканійської тонкорунної породи та австралійського мериноса, то необхідно зазначити, що для популяцій першого (материнського) генофонду характерною особливістю є найвища частота алеля Tf^A (≈0,470), для другого (батьківського) – алеля Tf^D (≈0,456) [6]. Накладаючи отримані нами дані стосовно параметрів генетичної структури груп овець з різним типом конституції на параметри структури вихідних порід таврійського типу побачимо, що ніжний тип знаходиться ближче до австралійських мериносів, грубий – до асканійської породи, а міцний займає проміжне положення між крайніми варіантами.

Таблиця 4. Генетична структура груп овець різного типу тілобудови за частотою алелів білкових локусів

Локус	Алель	Тип тілобудови			Разом
		ніжний	міцний	грубий	
Tf	I	0,0588	0,0454	0,0517	0,0489
	A	0,2059	0,3140	0,4238	0,3098
	B	0,0735	0,0993	0,0690	0,0897
	C	0,0588	0,0620	0,0345	0,0571
	D	0,5883	0,4793	0,4038	0,4891
	E	0,0147	-	0,0172	0,0054
Hb	A	0,3571	0,3444	0,2333	0,3289
	B	0,6429	0,6556	0,7667	0,6711

За системою гемоглобіну ідентифіковано три генотипи, що детермінуються двома алельними генами Hb^A та Hb^B. Серед

генотипів у групах з ніжним та міцним типами тілобудови тварин переважне розповсюдження отримала гетерозигота HbAB (54,3; 50,8%), з грубим – гомозигота Hb BB (56,7%). За частотою алельних генів перевагу отримав ген Hb^B (0,6429-0,7667), що є характерним для овець рівнинного ареалу розповсюдження. При цьому, як і за Tf-локусом, має місце закономірна динаміка зміни частоти окремих алелів – зростання від групи ніжного типу до грубого Hb^B і спад – альтернативного Hb^A (P<0,01). Це пов'язано з аналогічною зміною концентрації гетерозиготи HbAB та гомозиготи HbBB.

Більш повну картину генетичної структури певної групи тварин можна отримати з використанням комплексних популяційно-генетичних параметрів, серед котрих найважливішим є показник рівня гетерозиготності, котрий засвідчує ступінь генетичної мінливості тої чи іншої популяції тварин або рослин. У нашому досліді вищим значенням даного параметру відрізняється міцний тип овець - 0,657 (табл. 5). Тобто у овець, що складають цей тип тілобудова, згідно біохімічної гіпотези Холдейна [7] на рівні клітини існує більш вдала взаємодія білкових продуктів з різною активністю і, як наслідок, має місце біохімічне «збагачення» організму, що дозволяє високогетерозиготному організму підтримувати постійність своїх функцій у широкому діапазоні змін середовища [8, 9, 10].

Інший показник, коефіцієнт ексцесу (D), в крайніх групах відрізняється позитивним значенням, що свідчить про надлишок фактичної кількості гетерозиготних генотипів у порівнянні з теоретично очікуваною. А група з міцним типом виявилася більш збалансованою за даним параметром, що також характеризує її, як найбільш пристосовану до місцевих умов середовища.

Таблиця 5. Популяційно-генетичні параметри структури груп овець з різним типом тілобудови

Тип тілобудови	Локус	n	Показники гетерозиготності			Na	V	χ^2
			H _ф	H _т	D			
ніжний	Tf	34	0,599	0,592	+1,18	2,49	61,70	2,42
	Hb	35	0,409	0,407	+0,49	1,85	47,25	1,20
міцний	Tf	121	0,657	0,657	0,00	2,92	66,20	11,29
	Hb	122	0,459	0,459	0,00	1,82	45,57	3,17
грубий	Tf	29	0,649	0,643	+0,93	2,85	67,30	4,86
	Hb	30	0,358	0,356	+0,56	1,56	37,03	6,03

За рівнем поліморфності на локус (Na) за системою трансферину (максимально можливе значення $n=6$) у більший бік відхиляється також група з міцним типом конституції ($N_a=2,92$), хоча в усіх групах величина даного параметру майже у два рази нижча теоретичного рівня. Це можна пояснити збалансованістю генетичних параметрів та генетичною консолідацією таврійського типу. Підтвердження чого є відсутність порушення генної рівноваги в досліджених групах овець ($\chi^2=2,42-11,29$). За Hb-локусом величина N_a ближча до теоретичного рівня ($n=2$) і коливається в межах 1,56-1,85.

Також має місце генетичний баланс в усіх групах незалежно від належності тварин до того, чи іншого типу тілобудови.

За ступенем реалізації можливої мінливості (V) за Tf-локусом кращим показником відрізняються тварини з міцною та грубою конституцією, а за гемоглобіном – міцною і ніжною. Тобто в обох випадках міцний тип займає проміжне положення між крайніми варіантами і виступає в ролі модального класу розподілу.

Стосовно рівня генетичної схожості окремих угруповань мериносових овець, то згідно обрахованих індексів генетичної дистанції за Нагакі встановлено, що серед вибірових сукупностей більш подібною до генеральної середньої є група з міцним типом конституції ($P=0,011$). Тобто, в цілому це угруповання тварин генетично увібрало в себе характерні риси таврійського типу овець. Між собою досліджені групи відрізняються більш суттєво, а найбільша генетична дистанція встановлена між крайніми варіантами тварин ($D=0,203$), що підтверджує гіпотезу стосовно наявності генетичних контрастів між тваринами з різною будовою тіла.

Висновки. Вівці таврійського типу асканійської тонкорунної породи різних типів тілобудови відрізняються між собою не тільки за параметрами морфо-фізіологічних ознак, а й за профілем розповсюдження молекулярно-генетичних маркерів. Так, для ніжного типу конституції характерною рисою є підвищена, а для грубого – порівняно низька концентрація факторів Bg, Da та фенотипів TfDD, HbAB і алелів Tf^D Hb^B білкових локусів. За антигенами Ab, Bb, Be та алельними генами Tf^A, Tf^B залежність протилежна. При цьому вищим рівнем генетичної мінливості при показнику середньої гетерозиготності 0,558 відрізняються тварини міцного типу конституції, що цілком відповідає гіпотезі стосовно найбільшої пристосованості даної групи овець до умов середовища.

Список використаної літератури

1. Иванов Н.Ф. Полное собрание сочинений. – М.: Колос., 1964. – Т. 4. – С.53.
2. Методические указания по использованию антигенных эритроцитарных факторов и полиморфных систем белков и ферментов крови в селекции овец. – Ставрополь, 1991. – 58 с.
3. Іовенко В.М. Популяційно-генетична оцінка порід, типів і ліній овець південного регіону України у зв'язку з їх походженням та напрямком продуктивності: Автореф. дис... д-ра с.-г. наук 06.02.01 / Національний аграрний університет. – К., 1999. – 35 с.
4. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
5. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. – М.: Наука, 1991. – 271 с.
6. Іовенко В.Н. Герасименко В.В., Плахотников А.Г. Генотипи овець і свиней юга України по іммуногенетическим маркерам. – Новая Каховка, Пиел, 2007. – 140 с.
7. Haldan J. On the Biochemistry of heterosis and stabilization of polymorphism // Proc. Roy. Soc., London B. – 1955. – V. 144. – P. 143-221.
8. Дубинин Н.П. Экспериментальные исследования интеграции наследственных систем в процессах эволюции популяции // Журнал общей биологии. – 1948. – Т.9, № 3. – С. 203-244.
9. Lerner I. Genetic homeostas. N. Y.: Wiley. – 1954. – 134 p.
10. Vicovan G., Rascu D. Types of hemoglobin in sheep related to environmental adaptation // Arch. zootechn. Bucharest. – 1992. – V. 1. – P. 33-44.