



водстве // Вопросы интенсификации животноводства в Арм. ССР. – Абовян, 1986. – С.44-50. 5. Тихонов В.Н. Использование групп крови при селекции животных. – М.: Колос, 1967. – 392 с. 6. Тихонов В.Н. Иммуногенетика и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней. – Новосибирск: Наука, 1991. – 303с.

УДК 575.174.015.3

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ МОЛОКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

© 2009. Кадиев А.К.

Северо-Кавказский государственный налоговый институт

Исследована генетическая структура разных популяций крупного рогатого скота по наследственному полиморфизму белков молока. Проведен сравнительный анализ распространенности генетических вариантов полиморфных белков и частот аллелей разных локусов как в внутрипородных популяциях, так и в популяциях разных пород. Вычислены индексы генетического сходства по типам лактопротеинов.

The genetic structure of different populations of a horned cattle on hereditary polymorphism of fibers of milk is investigated. The comparative analysis of prevalence of genetic variants of polymorphic fibers and frequencies allele's different loci both in interbreeds populations, and in populations of different breeds is carried out. Indexes of genetic similarity on type's lactoproteins are calculated.

Ключевые слова: казеин, лактоглобулин, аллель, локус, популяции, индекс сходства.

Установление генетической природы полиморфизма белковых компонентов молока позволяет провести анализ встречаемости отдельных генотипов и частот аллелей в популяциях скота [1-4]. Разнообразие вариантов встречаемых генотипов находится в прямой зависимости от генофонда предыдущего поколения. В связи с этим представляется возможным судить о закономерности или случайности наблюдаемого отклонения от теоретически ожидаемого распределения в соответствии с законом Харди-Вайнберга.

Вычисление модельного распределения генотипов основывается на равновероятном сочетании гамет со всеми встречающимися в популяции аллелями гена полиморфного белка, их одинаковой жизнеспособности и отсутствии эколого-адаптивного или хозяйственно-производственного преимущества по признакам какого-либо генотипа над другими.

Для суждения о сходстве или различиях двух рядов чисел в математике принято несколько критериев. Наиболее часто употребляемыми в популяционной генетике следует назвать угол-фи, индекс сходства и критерий хи-квадрат. Последний показатель является основным критерием оценки при изучении распределений генотипов по полиморфным белкам. Он позволяет судить о характере наблюдаемого несоответствия в распределениях.

Исследования популяций крупного рогатого скота на содержание различных фракций белков молока выявили наличие различий между животными по α_{S1} -казеину, β -казеину и β -лактоглобулину [4-10].

По α_{S1} -казеиновому локусу у животных всех популяций было обнаружено только два фенотипа – BB, BC (табл.1). По другому локусу казеина – β -казеину в основном встречаются два типа β – Cn A, β - Cn AB.

Фенотипы, образованные с участием аллеля β – Cn^C: β – Cn C и β – Cn BC, не встречаются ни у одной обследованной популяции. Среди поголовья черно-пестрой породы с типом β – Cn AC встречаются только две особи: по одной в популяциях хозяйств им. Ватутина и «Прогресс». Подобная картина наблюдается и с типом β – Cn B: по одной особи в популяциях им. Васильева и Белгородский. В



отличие от них у симменталов и джерсейских помесей эти два типа β -казеина представлены (хотя и в небольшом количестве): β – Cn BB – 1,9% и 3,7% и β – Cn AC – 1,3% и 2,4% соответственно.

Таким образом, α_{S1} -казеин у исследованных животных контролируется двумя аллелями одного гена (α_{S1} – Cn^B, α_{S1} – Cn^C), а β -казеин – тремя (β – Cn^A, β – Cn^B, β – Cn^C).

Сопоставление фактического распределения генотипов с ожидаемым обнаруживает общую для почти всех популяций закономерность – некоторый избыток гетерозигот BC по α_{S1} – казеиновому локусу и гетерозигот AB по β -казеиновому локусу. Исключение составляет β -казеин популяций черно-пестрого и помесного джерсейского скота ОСЖ «Терезино», по которому обнаружен недостаток гетерозигот при очень незначительном избытке гомозигот по β – Cn^A.



Таблица 1

Распределение генотипов и частот аллелей α_{S1} -казеинового локуса по хозяйствам

Порода	Хозяйства	кол-во жив-х	параметры	Распределение генотипов			χ^2	Частоты аллелей	
				ВВ	ВС	СС		$\alpha_{S1}-Cn^B$	$\alpha_{S1}-Cn^C$
Черно-пестрая	«Мытница» УСХА	223	Ф О	191 192,05	32 29,79	- 1,16	1,89	0,928	0,07 2
	им. Шевченко	47	Ф О	40 40,21	7 6,53	- 0,26	0,03 6	0,925	0,07 5
	им. Ватутина	93	Ф О	72 73,34	21 18,50	- 1,16	0,52 4	0,888	0,11 2
	«Прогресс»	70	Ф О	55 55,82	15 13,38	- 0,80	1,01	0,893	0,10 7
	«Тарасовский»	17	Ф О	14 14,14	3 2,73	- 0,13	0,29 5	0,912	0,08 8
	им. Васильева	57	Ф О	41 42,16	16 13,73	- 1,11	1,52	0,860	0,14 0
	«Белогородский»	74	Ф О	60 60,75	14 12,60	- 0,65	0,81 5	0,906	0,09 4
	ОСЖ «Терезино»	140	Ф О	115 116,19	25 22,70	- 1,11	1,35 5	0,911	0,08 9
	В среднем	721	Ф О	588 594,44	133 120,46	- 6,10	7,75 6	0,908	0,09 2
Симментальская	ОСЖ «Терезино»	158	Ф О	116 118,77	42 36,44	- 2,79	3,70 3	0,867	0,13 3
Джерсейские помеси	ОСЖ «Терезино»	82	Ф О	57 58,97	25 21,14	- 1,89	2,66 1	0,848	0,15 2

Сравнение фактического распределения типов $\alpha_{S1} - Cn$ и $\beta - Cn$ с теоретически ожидаемым на основании закона Харди-Вайнберга показало, что популяции скота всех пород в обследованных хозяйствах находятся в состоянии генетического равновесия ($P < 0,05$).

Характерным для исследованного поголовья всех хозяйств является значительное преобладание аллеломорфов $\alpha_{S1} - Cn^B$ и $\beta - Cn^A$ по сравнению с другими аллелями этих генов. Животные, имеющие тип $\alpha_{S1} - Cn^B$, составляют от 84,8% у джерсейских помесей, до 90,8% у черно-пестрого скота, а $\beta - Cn^A$ – от 82,3% до 89,8% соответственно. Популяция симменталов занимает промежуточное между ними положение.

Концентрация аллеля $\alpha_{S1} - Cn^B$ у разных популяций черно-пестрой породы колеблется в пределах 0,860-0,928, а $\alpha_{S1} - Cn^C$ – 0,072-0,140. В среднем по всему поголовью всех хозяйств частота аллеля $\alpha_{S1} - Cn^B$ равна 0,908, а аллеля $\alpha_{S1} - Cn^C$ – 0,092. Частота аллеля $\beta - Cn^A$ находится в пределах 0,886-0,925, а $\beta - Cn^B$ – 0,075-0,143. Концентрация аллеля $\beta - Cn^C$ была самой низкой и он был обнаружен только у особей популяций двух хозяйств: им. Ватутина (0,005) и «Прогресс» (0,007). В целом по всему исследованному поголовью животных частота аллеля $\beta - Cn^A$ равна 0,898, $\beta - Cn^B$ – 0,101, а частота аллеля $\beta - Cn^C$ составляла всего 0,001.

По β – лактоглобулиновому локусу в обследованных популяциях встречаются три основных типа: АА, АВ, ВВ. Тип АС обнаружен лишь у трех, а тип ВС у четырнадцати животных агрономической опытной станции «Мытница» УСХА (табл. 3).



Среди исследованного поголовья черно-пестрого скота тип $\beta - Lg AB$ имеют 47,85% животных, тип $\beta - Lg BB - 35,98\%$, а тип $\beta - Lg A - 13,26\%$. Все встречающиеся типы $\beta - Lg$ обусловлены тремя аллелями одного гена с кодоминантным характером взаимодействия: $\beta - Lg^A$, $\beta - Lg^B$, $\beta - Lg^C$.



Таблица 2

Распределение генотипов и частот аллелей β -казеинового локуса по хозяй-
ствам

Порода	Хозяйства	кол- во жив- х	пара- мет- ры	Распределение генотипов						χ^2	Частоты алле- лей		
				AA	BB	CC	AB	AC	BC		β - Cn ^A	β - Cn ^B	β - Cn ^C
Черно-пестрая	«Мытница» УСХА	223	Ф О	180 182,2 4	- 2,05	-	43 38,71	-	-	2,81	0,90 4	0,09 6	-
	им.Шевченко	47	Ф О	40 40,21	- 0,26	-	7 6,53	-	-	0,03 6	0,92 5	0,07 5	-
	им.Ватутина	93	Ф О	73 74,16	- 0,97	- 0,00 2	19 16,94	1 0,83	- 0,10	1,43 0	0,89 3	0,10 2	0,00 5
	«Прогресс»	70	Ф О	56 56,70	- 0,61	- 0,00 3	13 11,72	1 0,88	- 0,09	1,09 3	0,90 0	0,09 3	0,00 7
	«Тара- совский»	17	Ф О	13 13,46	- 0,21	-	4 3,33	-	-	0,36 6	0,89 0	0,11 0	-
	им.Васильева	57	Ф О	45 44,74	1 0,74	-	11 11,52	-	-	0,11 7	0,88 6	0,11 4	-
	«Белого- родский»	74	Ф О	59 58,88	1 0,86	-	14 14,26	-	-	0,23 5	0,89 2	0,10 8	-
	ОСЖ «Терези- но»	140	Ф О	110 102,8 3	- 2,86	-	30 34,31	-	-	3,89 6	0,85 7	0,14 3	-
	В среднем	721	Ф О	576 581,4 0	2 7,36	- 0,00 1	141 130,7 9	2 1,30	- 0,15	5,27 9	0,89 8	0,10 1	0,00 1
Симменталь- ская	ОСЖ «Терези- но»	158	Ф О	109 110,4 3	3 3,36	- 0,00 6	44 41,74	2 1,59	- 0,30	0,77 7	0,83 6	0,15 8	0,00 6
Джерсейские помеси	ОСЖ «Терези- но»	82	Ф О	56 55,54	3 2,23	- 0,01 2	21 22,27	2 1,62	- 0,32	0,76 4	0,82 3	0,16 5	0,01 2

Отдельные популяции имеют свои характерные особенности встречаемости аллелей. Если в целом по всем исследованным животным частота аллеля β - Lg^A составляет 0,386, то, например, в популяции «Тарасовский» она существенно выше – 0,560. Самый низкий показатель частоты этого аллеля характерен животным учхоза УСХА «Мытница» – 0,325. В целом во всех популяциях аллель β - Lg^B более распространен, а β - Lg^C встречается очень редко (0,038). Примерно такая же закономерность характерна и для других пород.

Популяции разных хозяйств также отличаются по встречаемости разных фенотипов по β - лактоглобулиновому локусу. Так, количество животных с типом β - Lg A в хозяйстве им. Шевченко составляет 25,6%, а среди животных популяции «Прогресс» – всего лишь 7,2%. Колебания по встречаемости типа β - Lg B в исследованных хозяйствах находятся в пределах от 11,8% («Тарасовский») до 41,8% («Белгородский»). В хозяйствах «Тарасовский» и «Прогресс» отмечена высокая концентрация типа АВ (64,8% и 61,4%), тогда как у животных хозяйства им. Шевченко он обнаружен с самой низкой концентрацией – 40,4%. Во всех исследованных популяциях более распространен гетерозиготный по β -лактоглобулинам А и В генотип (β - Lg^A β - Lg^B).



Собранный материал свидетельствует о существовании хорошего соответствия между фактическим и теоретически ожидаемым распределениями генотипов по β -лактоглобулиновому локусу в популяциях черно-пестрого скота всех хозяйств. Исключение составляет «Прогресс», где наблюдается достоверный сдвиг генного равновесия по этому локусу, обусловленный избытком относительно ожидаемого количества гетерозигот при недостатке обоих типов гомозигот (табл. 3). Можно отметить, что и в некоторых других хозяйствах наблюдается избыток гетерозигот.



Таблица 3

Распределение генотипов и частот аллелей β -лактоглобулинового локуса по хозяйствам

Порода	Хозяйства	кол-во жив-х	параметры	Распределение генотипов						χ^2	Частоты аллелей		
				AA	BB	CC	AB	AC	BC		β -Lg ^A	β -Lg ^B	β -Lg ^C
Черно-пестрая	«Мытница» УСХА	223	Ф О	24 23,5 6	88 90,4 9	- 0,32	94 92,3 2	3 5,5 1	14 10,8 0	2,53	0,325	0,63 7	0,038
	им. Шевченко	47	Ф О	12 9,82	16 13,8 6	- -	19 23,3 2	- -	- -	1,86	0,457	0,54 3	-
	им. Ватутина	93	Ф О	14 15,4 8	31 32,5 9	- -	48 44,9 3	- -	- -	0,23 1	0,408	0,59 2	-
	«Прогресс»	70	Ф О	5 10,0 6	22 26,9 9	- -	43 32,9 5	- -	- -	6,56 *	0,379	0,62 1	-
	«Тарасовский»	17	Ф О	4 5,33	2 3,29	- -	11 8,38	- -	- -	1,66	0,560	0,44 0	-
	им. Васильева	57	Ф О	10 10,1 0	19 19,1 1	- -	28 27,7 9	- -	- -	0,00 2	0,421	0,57 9	-
	«Белгородский»	74	Ф О	8 8,81	31 31,7 5	- -	35 33,4 4	- -	- -	0,99 3	0,345	0,65 5	-
	ОСЖ «Терезино»	140	Ф О	27 26,6 1	45 44,5 3	- -	68 68,8 5	- -	- -	0,02 2	0,436	0,56 4	-
	В среднем	721	Ф О	104 107, 43	254 261, 29	- 0,10 4	346 335, 08	3 6,6 8	14 10,4 2	4,01 0	0,386	0,60 2	0,012
Симментальская	ОСЖ «Терезино»	158	Ф О	34 32,4 2	46 44,7 2	- 0,03 6	73 76,1 5	2 2,1 5	3 2,52	0,38 9	0,453	0,53 2	0,015
Джерсейские помеси	ОСЖ «Терезино»	82	Ф О	20 19,0 5	22 21,5 0	- 0,00 3	39 40,4 7	- 0,4 7	1 0,50	0,83 5	0,482	0,51 2	0,006

Примечание: *- P<0,05

Наличие аллеля β – Lg^C у животных черно-пестрой породы АОС «Мытница», вероятно, объясняется тем, что в родословных некоторых животных встречаются особи джерсейского происхождения. Популяции симментальского и помесного джерсейского скота, в основном, при той же картине распределения генотипов, что и у черно-пестрого, характеризуются наличием еще в небольших количествах гетерозиготных генотипов с участием аллеля β – Lg^C (β – Lg AC и β – Lg BC). Во всех популяциях (за исключением «Тарасовский») частота аллеля β – Lg^B выше чем β – Lg^A. Встречаемость β – Lg^C очень незначительна – около или менее 1%.

Сопоставление распределений фенотипов и частот аллелей отдельных локусов, проводимое многими исследователями, дает общее представление об относительной встречаемости вариантов, но не позволяет судить о степени их различия.



В математике известно несколько критериев, характеризующих различия (сходства) рядов переменных. Сравнение рядов распределения генотипов полиморфных локусов молока с использованием критерия χ^2 показывает, что популяции черно-пестрого скота обнаруживаются в распределении генотипов β -лактоглобулинового локуса и, в отдельных случаях, α_{S1} -казеинового локуса. Что касается β -казеинового локуса, то здесь прослеживается достаточно высокая степень совпадения рядов распределения.

Эти различия по β -лактоглобулину статистически достоверны между популяцией агрономической опытной станции «Мытница» УСХА с одной стороны и популяциями хозяйств им. Шевченко, им. Ватутина ($P < 0,05$) и ОСЖ «Терезино» ($P < 0,001$) с другой, близки к достоверным с популяцией «Прогресс». Близки к достоверным различия в распределениях генотипов и между популяциями хозяйств им. Шевченко и «Прогресс». В остальных случаях различия носят случайный характер.



Таблица 4

**Показатели соответствия (χ^2) между распределением генотипов в популяциях
черно-пестрой породы
по полиморфным белкам молока**

Хозяйства	Типы белков	Хозяйства							
		d f	им. Шевченко	им. Ватутина	«Прогресс»	«Тарасовский»	им. Васильева	«Белогородский»	«Терезино»
«Мытница»	α_{S1} -Cn	1	0,0	3,2	1,7	0,1	6,0*	0,9	0,8
	β - Cn	3	0,5	0,1	3,2	0,2	0,0	3,0	0,2
	β - Lg	4	9,8*	10,0*	8,8	5,7	7,0	6,5	17,2**
им. Шевченко	α_{S1} -Cn	1		1,2	0,4	4,9*	2,5	0,3	0,2
	β - Cn	3		1,2	0,9	0,7	1,2	1,0	0,9
	β - Lg	4		2,7	7,2	3,8	1,2	4,5	1,2
им. Ватутина	α_{S1} -Cn	1			0,0	0,1	0,6	0,3	0,8
	β - Cn	3			0,1	0,3	3,5	2,6	0,7
	β - Lg	4			1,9	3,0	0,1	1,5	0,7
«Прогресс»	α_{S1} -Cn	1				0,1	0,7	0,1	0,4
	β - Cn	3				0,5	2,6	1,0	1,6
	β - Lg	4				5,5	3,8	2,9	6,0
«Тарасовский»	α_{S1} -Cn	1					1,1	0,0	0,0
	β - Cn	3					0,4	0,4	0,0
	β - Lg	4					2,0	6,0	3,0
им. Васильева	α_{S1} -Cn	1						1,5	2,2
	β - Cn	3						0,1	2,4
	β - Lg	4						1,2	0,1
«Белогородский»	α_{S1} -Cn	1							0,0
	β - Cn	3							1,6
	β - Lg	4							3,3

Примечание: * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$

При сопоставлении распределения вариантов β -лактоглобулина у животных исследованных популяций замечено, что в хозяйстве «Мытница» тип β - LgB встречается чаще (39,4%), чем в других хозяйствах (11,8-34,01%), за исключением «Белогородский» (41,9%), а тип β - LgA наоборот. Различия между популяциями хозяйств им. Шевченко и «Прогресс» по β -лактоглобулину обусловлены, в основном, тем, что в последнем высока доля гетерозигот, чем в первом, а гомозигот β - LgAA значительно меньше.

Статистически достоверные различия по α_{S1} -казеину получены только между популяциями АОС «Мытница» и им. Ватутина ($P < 0,05$) и между им. Шевченко и «Тарасовский» ($P < 0,05$).

В рядах распределения вариантов белков молока в популяциях разных пород также в некоторых случаях наблюдаются достоверные различия (табл.5). Черно-пестрый скот отличается по обоим казеиновым локусам от симменталов и джерсейских помесей.

Между двумя другими популяциями (симменталы и джерсейские помеси) наблюдаются расхождения, не выходящие за пределы случайных, то есть обнаруживается сходство в распределениях генотипов всех трех локусов.

Наблюдаемые отличия в распределениях α_{S1} -Cn обусловлены сравнительно более высокой встречаемостью типа α_{S1} -CnB у черно-пестрого скота (в 4,5 раз больше гетерозигот α_{S1} -CnBC), чем у других популяций (2-3 раза). По β -казеиновому локусу эти различия являются результатом высокой частоты встречаемости генотипа β -Cn^A β -Cn^A у первой популяции (в 4 раза чаще), чем второго



по распространенности генотипа β -Cn^A β -Cn^B. В других популяциях наблюдается только 2,5-кратное превосходство.

Имеющиеся расхождения по гену β -лактоглобулина связаны также со значительной разницей в частоте распространенности отдельных генотипов: у черно-пестрых доля β – Lg^A β – Lg^A в популяции составляет 14,4%, в то время как у других – 21-24%.

Таблица 5

Показатели соответствия (χ^2) рядов по полиморфным белкам молока популяций скота разных пород

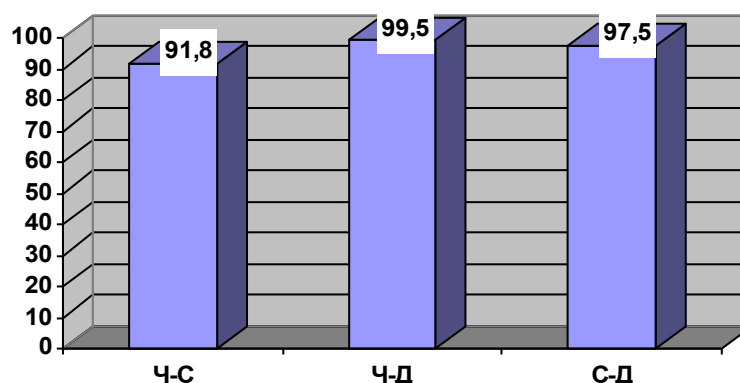
Популяции	Типы белков	df	Популяции	
			Симментальская	Джерсейские помеси
Черно-пестрая	α_{S1} - Cn	1	54*	6,8**
	β - Cn	3	14,4**	23,5***
	β - Lg	4	7,2	6,8
Симментальская	α_{S1} - Cn	1		0,4
	β - Cn	3		1,1
	β - Lg	4		1,5

Примечание: *– P<0,05, **– P<0,01, ***– P<0,001

Таким образом, различия между популяциями черно-пестрой породы по белковым локусам молока малозначительны. Они достигают заметной величины только в отдельных случаях по α_{S1} -казеину.

Анализ межпородных различий показывает, что по белкам молока нулевая гипотеза опровергается только при сравнении рядов распределения черно-пестрой породы с симменталами и джерсейскими по α_{S1} - и β -казеину. В остальных случаях наблюдается достаточная близость рядов генотипов.

Анализ генетического сходства между популяциями разных пород по локусам полиморфных белков молока обнаруживает еще более существенные различия (рис. 1). Они более значимы по полиморфным белкам крови между черно-пестрым скотом с одной стороны и симменталами и джерсейскими помесями – с другой (84,5% и 84,8%, 72,4% и 84,3%, соответственно). Следует отметить, что чем больше количество анализируемых локусов, тем меньше становится размах колебания этого показателя – он не менее 91,5% во всех вариантах расчетов.



Ч – черно-пестрая, С – симментальская, Д – джерсейские помеси.

Рис. 1. Индексы генетического сходства (%) между популяциями разных пород



Это свидетельствует о том, что заводские породы, возможно, в отдаленном прошлом имели общих предков, которые им передали сходную наследственность. Наивысшая степень генетической близости изменчивости проявляется между симменталами и джерсейскими помесями (97,5-99%) и между последними и швицами (98,6-98,9%).

Сравнение критериев χ^2 по распределению генотипов и индексов сходства, вычисленных с помощью коэффициента корреляции, показывает, что особой зависимости между ними не имеется. И это вполне объяснимо, так как показатель хи-квадрат характеризует степень соответствия в распределении фенотипов определенной генетической системы в разных выборках, а индекс сходства – сопряженную изменчивость частот аллелей. Известно, что частоты аллелей могут иметь одинаковые показатели при различном распределении фенотипов в данной системе.

Однако эти два метода могут быть использованы в одинаковой мере и будут отражать истинное состояние близости или отдаленности популяций по своей генетической природе, если распределения генотипов всех локусов будут подчиняться закону Харди-Вайнберга, т.е. локусы будут находиться в генетическом равновесии, что не всегда наблюдается.

Таким образом, для характеристики сходства (различия) между выборочными совокупностями животных по ряду локусов необходимо применять метод корреляции, а для подобного сравнения по отдельно взятому локусу (вероятно, не только с небольшими количествами аллелей) следует пользоваться вышеописанным методом хи-квадрат.

Библиографический список

1. *Голота Я.А., Сирацкий И.З.* Генетическое разнообразие белков сыворотки крови и молока у разных пород крупного рогатого скота, разводимого в Украинской ССР. Генетика и селекция на Украине. Материалы II съезда генетиков и селекционеров Украины. – Киев, 1971. – С. 37-38.
2. *Маринчук Г.Е.* Генетический полиморфизм белков молока некоторых пород крупного рогатого скота. Автореферат кандидатской диссертации. – Белая церковь, 1970.
3. *Олейник Е.И.* Генетический анализ полиморфизма белков крови и молока у крупного рогатого скота. Автореф. канд. дисс. – Краснодар, 1970.
4. *Петрушко С.А., Рокицкий П.Ф., Богданов Л.В.* Изучение генетического полиморфизма белков молока крупного рогатого скота. Некоторые вопросы теории и практики животноводства Белоруссии. – Жовино, 1968. – С. 46-54.
5. *Погоняйло Д.Н., Богданов Л.В.* Электрофоретическое изучение наследственных вариантов белков молока сельскохозяйственных животных в Белоруссии. Бета-лактоглобулины и α , β , κ -казеины коровьева молока. «Весці АН БССРю Сер. Сельскагас над. Н.» Изд. АН БССР. Сер. с.-х.н., №1, 1971. – С. 110-116.
6. *Прозора К.І.* До визначення генетичного поліморфізму білків молока у корів чорно-рядої породи. Тези доповідей першої республіканської конференції. Вид. – К.: Наукова думка, 1969.
7. *Садик А.Ф.* Біохімічний поліморфізм білків крові і молока, як метод контролю походження у великої рогатої худоби. «Наукові праці НДІ землеробства і тваринництва західних районів УРСР», 17, 1971. – С. 317-320.
8. *Сирацкий И.З., Лихобабина В.Н., Лихобабин Л.И.* Генетическая структура полиморфных белковых систем крови и молока черно-пестрого скота // Молекулярно-генетические маркеры животных. Тезисы докладов II междунар. конф. 15-17 мая. – Киев, 1996. – С. 41.
9. *Сокол И.І., Романов Л.І., Марчук І.Т.* Электрофоретичні типи бета-лактоглобуліну молока та їх генетичні особливості. Дослідження у тваринництві. Вип. 17. – Київ, 1969. – С. 72-77.
10. *Эйдригевич Е.В., Карножицкий В.В., Рыбачук Г.Н., Лапкин М.М.* Полиморфизм белков сыворотки крови и молока в связи с молочной продуктивностью // Исследования по иммуногенетике и бесхимическому полиморфизму сельскохозяйственных животных. Вип. 26. – Дубровцы, 1972. – С. 66-72.