

УДК 636.3.035:575.1:57.087

Э.Б. ВСЕВОЛОДОВ, И.Ф. ЛАТЬПОВ,
Г.Ж. САРСЕКЕЕВА, Е.Б. БАЙБЕКОВ, А. АЛЬБОСЫНОВ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА МАСТИ КАРАКУЛЬСКИХ ЯГНЯТ ПО ПРИБОРНЫМ ДАННЫМ

(Институт общей генетики и цитологии)

Предложена компьютерная диагностика масти караульских ягнят на основе 9 микроскопических, микрофотометрических и ЭПР-спектрометрических измерений. Девятизначный код характеризует сочетание различных уровней этих параметров, определяющих варианты масти и служит базой для автоматически выдаваемой словесной характеристики масти. Приборная оценка масти позволяет избежать субъективных ошибок и вносить уточнения и детализацию в диагноз масти.

Экспертная оценка окраски (масти) ягнят каракулеводами не всегда точна, а иногда и ошибочна, что крайне нежелательно при проведении селекционной работы в цветном каракулеводстве [1]. Использование объективных приборных методов позволяет исключить возможные ошибки экспертов, а также развить новые подходы к характеристике определенной окраски, которые учитывают параметры природного "биотехнологического" процесса пигментации волос. Различным качественным вариантам и уровням ряда параметров пигментации можно поставить в соответствие определенную цифру в результате чего получится цифровой код из набора отдельных цифр, однозначно описывающий тот или иной вариант окраски животного [2]. Формализация параметров окраски позволяет с помощью компьютерной программы автоматически получать код масти и ее словесное описание в терминах приближенных к принятым у каракулеводов. В настоящей статье мы продемонстрировали пример такой компьютерной диагностики масти группы племенных ягнят в сравнении с традиционной экспертной оценкой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом служили 28 образцов шерсти каракульских племенных ягнят полученных из базового племхоза ЮЗНПЦ МСХ РК Ак-Дала Южно-Казахстанской области.

Микроскопические и микрофотометрические измерения параметров пигментации волос проводили на микроскопе NU (Карл Цейс) с микрофотометрической насадкой ФМЭЛ-1У (ЛОМО), МБС-1, ЭПР-спектрометрические на спектро-

метре JES-ME-3x JEOL (Япония). Более подробно с методикой измерений можно ознакомиться в ранее опубликованных работах [3,4]. Компьютерная обработка исходных данных проводилась с помощью написанной нами на языке "Бейсик" программы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Компьютерную автоматизацию диагностических признаков масти мы основывали на приборной оценке 9 параметров пигментации:

1) **Бх** – микроскопически выявляемый фен бухарского сурра (присутствие в дистальных сегментах волос «фантомов» безотросчатых меланоцитов – проявление рецессивной мутации локуса D. Запись в исходном массиве для последующего компьютерного кодирования и диагностики масти : фен есть – 1, фена нет – 0, т.е. 2 уровня значений параметра.

2) **Ч** – частость. Запись в массиве – подсчитанный процент полностью белых, лишенных меланина волокон в пробе волос.

3) **БК** – длина белого дистального кончика волоса, где отсутствует россыпь меланосом (микрометрические измерения). Запись в массиве – меньше 0.235 мм – 0, 0.235 – 0.57 мм – 1, 0.57 – 1.71 мм – 2, больше 1.71 мм – 3.

4) **МК** – микрофотометрически устанавливаемая максимальная крутизна нарастания поглощения меланином потока света, направленного поперек волоса (т.е. изменение «оптической плотности» меланина в данной точке волоса), на протяжении 1 мм его длины. Запись в массиве – величина МК в %% от потока света мимо волоса, принятая за 100%.

5) **З** – микрофотометрически устанавливаемое запаздывание интенсивного роста пигментации. Запись в массиве – расстояние в мм от дистального конца волоса до начала того мм длины волоса, на протяжении которого отмечается максимальная крутизна нарастания оптической плотности меланина.

6) **ПН** – микрофотометрически устанавливаемое продолжительность нарастания оптической плотности меланина волоса в мм длины волоса. Запись в массиве – расстояние в мм от того сегмента волоса, длиной в 1мм, где отмечен наибольший прирост оптической плотности, до точки волоса, где оптическая плотность достигает 95% от той, которая принята за окончательную (в точке, удаленной от дистального конца волоса на 8.5 мм).

7) **ОП** – микрофотометрически устанавливаемая окончательная оптическая плотность в точке, удаленной от дистального конца волоса на 8.5 мм. Запись в массиве – оптическая плотность в %% от потока света мимо волоса, принятая за 100%.

8) **С** – ЭПР-спектрометрически устанавливаемое содержание меланинов в образце волос в %. Запись в массиве – значение С, рассчитанное на основе компьютерного анализа параметров ЭПР- спектра волос при калибровке по нескольким образцам черной масти.

9) **Ф** – ЭПР-спектрометрически устанавливаемая доля рыжего феокомпонента в меланине. Запись в массиве – значение Ф, рассчитанное на основе компьютерного анализа параметров ЭПР- спектра волос.

Помимо 9 столбцов с параметрами пигментации в массив включается также два столбца с ушным номером животного и годом взятия пробы волос.

Итак массив состоит из 11 столбцов: N, год взятия биопсии и 9 столбцов по числу параметров пигментации.

Разрабатывая компьютерную программу для анализа данного массива мы имели в виду получение на выходе следующих данных:

1) девятизначный код, характеризующий уровни значений перечисленных параметров и их сочетание у данного ягненка. Для разных параметров число различаемых уровней различно: **Бх** -2 (0-1), **Ч** -6 (0-5), **БК** -4 (0-3), **МК** -5 (1-5), **З** -5 (1-5), **ПН** -5 (1-5), **ОП** -8 (1-8), **С** -8 (1-8), **Ф** -5 (1-5), см. таблицу 1.

2) словесное обозначение диагноза масти в зависимости от кода.

Наименование масти выстраивается компьютером по предлагаемому нами принципу «иерархии приоритетов».

При $\Phi > 2$ действует **1-й приоритет**: название масти ягнят начинается словом **камбар** с приставкой **сверх-**, если $\Phi = 5$, или **суб-**, если $\Phi = 3$, и без приставки, если $\Phi = 4$.

При $\Phi < 3$ действует **2-й приоритет**: название масти начинается словом **Бухара** (в смысле бухарский сур), если **Бх** = 1.

При **Бх** = 0 и $\Phi < 3$ и **Ч** > 0 действует **3-й приоритет**: название масти начинается со слова **чалая** с приставкой **сверх-**, если **Ч** > 3, или **суб-**, если $0 < \text{Ч} < 3$, и без приставки, если **Ч** = 3.

При **Ч** = 0, и **Бх** = 0, и $\Phi < 3$, и **БК** > 0 и/или **З** < 2 действует **4-й приоритет**: название масти начинается со слова **сур** (в смысле каракалпакский или сурхандарьинский сур) с приставкой **сверх-**, если **БК** > 3, а **МК** > 3, а **З** > 2 или **суб-**, если **БК** = 1, а **МК** = 2, а **З** = 2.

В пределах масти сур могут быть выделены характерные сочетания параметров пигментации,

Таблица 1. Соответствие диапазонов значений параметров пигментации цифрам кода (номерам классов), характеризующих уровни значений этих параметров у ягнят

Параметры	Номера классов (цифры кода) и диапазоны их значений								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ч	<3	3-10	11-32	33-62	63-92	>92	-	-	-
БК	<0.28	0.28-0.57	0.58-1.7	>1.7	-	-	-	-	-
МК	-	<29%	29-36	37-44	45-52	>52	-	-	-
З	-	<0.68	0.68-1.35	1.36-2.37	2.38-3.06	>3.06	-	-	-
ПН	-	<1.36	1.36-2.71	2.72-4.07	4.08-5.1	>5.1	-	-	-
ОП	-	<30	30-46	47-63	64-79	80-87	88-93	94-97	>97
С	-	<0.5	0.5-0.9	1-1.9	2-2.9	3-4.9	5-8.9	9-12	>12
Ф	-	<2	2-6.9	7-19	20-34	>34	-	-	-

позволяющие относить их к определенным «расцветкам» сур.

А) Расветка шамчикор : $Z=3$ и $\text{ПН}=1$ и $\text{ОП}>6$ и $C>5$

Б) Расцветка урюкгуль : $\text{МК}<3$ и $Z>2$ и $\text{ПН}>2$ и $\text{ОП}=7$ и $C<7$

В) Расцветка чакыр : $(Z + \text{ПН})>5$ и $\text{ОП}=8$ и $C<7$ и $\Phi=1$

Г) Расцветка камар : $\text{МК}>3$ и $Z=1$ и $\text{ПН}>2$ и $\text{ОП}>5$ и $C>5$ и $\Phi=2$

Д) Расцветка шабдар : $\text{ОП}<7$ и $C<7$ и $\Phi=2$

При $\text{БК} = 0$, и $\text{Ч} = 0$, и $\text{Бх} = 0$, и $\Phi=2$ действует 5-й приоритет: название масти бурая.

При $\text{БК} = 0$, и $\text{Ч} = 0$, и $\text{Бх} = 0$, и $\Phi=1$, и $C<6$ действует 6-й приоритет: название масти коричневая.

Наконец, при $\text{БК} = 0$, и $\text{Ч} = 0$, и $\text{Бх} = 0$, и $\Phi=1$, и $C>5$ название масти черная с приставкой сверх-, если $C = 8$, или суб-, если $C = 6$, и без приставки, если $C = 7$.

При выбранной иерархии приоритетов названия масти камбар после основного названия могут содержать уточняющие названия, если кроме фена камбара в образце присутствуют признаки других фенов (более низкого приоритета). Теоретически возможно, например, выданное компьютером следующие названия масти кара-кульского ягненка: Субкамбар- Бухара-сверхчалый-субсур или Сверхчалый-субсур-коричневый. Только названия мастей, начинающиеся словами Бурый, Коричневый и Черный (Субчерный) не могут иметь признаков дополнительных фенов, так как при наличии таких ягнят первое слово названия масти было бы из более высоких приоритетов.

В качестве примера исходных данных, вводимых в компьютер для обработки по разработанной программе приведена таблица 2. Первые две колонки цифр – идентификаторы ягненка. Остальные 9 колонок – параметры структуры

Таблица 2. Исходные приборные данные по параметрам пигментации, вводимые в компьютер для автоматической классификации по масти

№	Год	Бх*	Ч*	БК*	МК*	З*	ПН*	ОП*	C*	Ф*
13409	06	0	0	0	6	0.34	-0.68	98	8.7	0
14616	06	0	0	0	6	0.34	-0.68	96	11	0
14630	06	0	0	0	7	0.34	-0.68	96	11	0
45217	06	1	96	1	29	1.02	1.36	54	0.4	0
1	06	0	0	2	38	0.68	4.42	84	3.7	32
2	06	0	67	1	73	0.68	1.02	96	4.9	0
14899	06	0	45	0	5	0.34	-0.68	98	3.6	0
45238	06	1	79	0	43	0.68	0.34	98	1	0
41827	06	0	59	0	13	0.34	-0.68	96	5.2	0
45266	06	0	76	0	7	0.34	-0.68	98	2.8	0
3	06	0	56	0	17	0.34	-0.68	98	8.2	0
4	06	0	71	0	4	0.34	-0.68	96	8.1	0
41542	06	0	0	1	59	0.34	1.02	95	12	0
45213	06	0	24	3	40	1.36	1.36	94	2.4	0
45216	06	1	77	2	51	1.02	2.04	96	0.8	0
41846	06	1	0	1	40	0.68	4.08	93	2.9	0
14438	06	1	0	1	38	0.68	2.04	91	3.7	0
14996	06	0	0	0	72	0.34	2.04	83	1.1	18
41523	06	0	2	1	55	0.34	6.12	90	2.1	30
14809	06	0	0	2	38	0.34	2.04	71	1.6	25
14953	06	0	0	1	65	0.34	0.34	87	2.1	28
41891	06	0	0	0	63	1.02	2.04	96	4.3	0
41538	06	0	0	1	54	1.02	5.44	91	2	35
14854	06	1	0	0	46	0.34	1.34	96	8.3	0
14872	06	1	0	0	48	0.34	3.4	93	4.5	0
4008	06	1	0	0	46	0.68	2.04	76	7.0	0
5	06	1	0	0	61	1.02	1.36	97	6.8	0
6	06	1	0	0	55	1.02	1.02	86	3.4	0

* Обозначения приведены в тексте. Величины З и ПН приводятся с точностью до шага продольного сканирования волоса при микрофотометрии (т.е. 0.34 мм). Отрицательные значения ПН означают, что уровень оптической плотности меланина в волосе, соответствующий 95% ОП достигается еще до того, как закончится 1мм-овый сегмент волоса с наивысшей крутизной нарастания оптической плотности.

Таблица 3. Классификация по масти и код масти, выводимые компьютером после обработки данных исходных измерений по 1-му варианту разработанной программы

№	Год	Код масти*	Компьютер. диагноз масти	ЭОМ**
13409	6	000111861	субчерный	Черный
14616	6	000111771	черный	Черный
14630	6	000111771	черный	Черный
45217	6	151222311	бухара сверхчалый субсур	Белый
1	6	002324554	камбар сур	Камбар
2	6	041521751	сверхчалый сур	Гулигаз
14899	6	030111851	чалый	Серый
45238	6	140321831	бухара сверхчалый сур	Серый
41827	6	030111761	чалый	Серый
45266	6	040111841	сверхчалый	Серый
3	6	030111861	чалый	Серый
4	6	040111761	сверхчалый	Серый
41542	6	001511771	сур черный	сур каракалпакский
45213	6	023332741	субчалый	сур каракалпакский
41846	6	101324641	бухара сур коричневый	сур каракалпакский
14438	6	101322651	бухара сур коричневый	сур казахский
14996	6	000512533	субкамбар	сур казахский
41523	6	001515644	камбар сур	сур казахский
14809	6	002312434	камбар сур	сур казахский
14953	6	001511544	камбар сур	сур казахский
41891	6	000522751	сур коричневый	сур казахский
41538	6	001525645	сверхкамбар сур	сур казахский
14854	6	100411761	бухара субчерный	сур бухарский
14872	6	100413651	бухара коричневый	сур бухарский
4008	6	100422461	бухара сур субчерный	сур бухарский
5	6	100521551	бухара сур субчерный	сур бухарский
6	6	100521551	бухара сур коричневый	сур бухарский

*- цифры кода соответствуют классам параметров пигментации, приведенным в таблице 1. **ЭОМ – вставленные в компьютерный вывод данные экспертной оценки масти.

пигментации волос, полученные приборными методами.

Результаты машинной обработки этих исходных данных представлены в таблице 3. В двух левых столбцах помещены идентификационный ушной номер ягненка и год взятия пробы волос б (т.е. 2006 год). Следующие 9 колонок представляют собой код структуры пигментации волос ягненка в виде сочетания уровней 9 параметров пигментации, описанных выше. Затем – машинный приборный диагноз масти, и самая правая колонка – экспертная оценка масти для сравнения с машинным приборным диагнозом масти.

Сопоставление экспертной оценки масти и компьютерного диагноза масти на основе приборной оценки параметров пигментации волос позволяет видеть, какие уточнения вносит приборная оценка. Так ягнята, экспертно отнесенные к черной масти, классифицированы программой как два разных варианта: черная и субчерная (ягненок №13409). Этот ягненок имеет не-

сколько пониженное содержание меланина.

Ягненок экспертно отнесененный к белой масти классифицирован по приборным данным совершенно иначе. В соответствии с иерархией приоритетов названий признаков масти это бухарский сур с очень высоким уровнем чалости и слабыми признаками фена каракалпакского сура. Причина экспертной ошибки – очень высокая экспрессивность чалости (96% белых волос), маскирующая присутствие пигментированных волос при поверхностном осмотре ягненка. Диагноз следующего ягненка №1 мало отличается от экспертной оценки «камбар». Уточнение связано с наличием признаков каракалпакского сура, часто малозаметных у камбаров.

Ягненок №2 гулигаз по экспертной оценке диагносцируется как сверхчалый сур по приборным данным, что соответствует одному из двух определений гулигаза (чалый камбар или чалый сур). Из 6 ягнят с экспертной оценкой «серый» 3 ягненка диагносцированы как чалый (это сино-

ним слова серый при отсутствии других уточняющих признаков), 2 с диагнозом сверхчалый, что означает повышенное содержание белых волос (т.е. светлосерую масть). И только один ягненок №45238 обнаружил признаки фена бухарского сура, каракалпакского сура и сверхчалости, что означает важное уточнение структуры окраски, по сравнению с оценкой «серый».

Из 4 ягнят, отнесенных при экспертной оценке к суре каракалпакскому только ягненок №41542 в полной мере соответствовал этой оценке (уточнение «черный» не противоречит экспертной оценке, отражая высокое суммарное содержание меланина в волосах). У остальных 3 ягнят выявлены, кроме признаков каракалпакского сура, признаки чалости, фена бухарского сура или пониженного содержания общего меланина («коричневый»).

Из 7 ягнят, отнесенных экспертами к казахскому суре [5] 4 оказались сочетающими в себе признаки камбаров (в том числе сверхкамбаров) и каракалпакских сур. Еще один сочетал в себе признаки суре каракалпакского с коричневой мастью без значительной примеси феокомпонента, один диагностирован как субкамбар без достаточных признаков суре, а один обнаруживал фены бухарского и каракалпакского суре и коричневой масти.

Все 5 ягнят, отнесенных экспертами к бухарскому суре, действительно, обнаруживали фен бухарского суре. Однако у трех из них выявлялись и признаки каракалпакского суре и вариировали уровни содержания меланина от коричневого до субчерного.

Таким образом, приборная оценка параметров пигментации позволяет вносить некоторые уточнения и детализацию в диагноз масти, по сравнению с чисто экспертной оценкой, причем для диагноза масти можно использовать компьютерную программу. Эти данные позволяют селекционерам наметить более обоснованные пути

племенного использования выращиваемого племенного молодняка и повысить тем самым эффективность селекции в намеченных направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

- Гигинишвили Н.С. Племенная работа в цветном каракулеводстве. М: «Колос», 1976. 155 с.
- Всеволодов Э.Б., Латыпов И.Ф., Сарсекеева Г.Ж., Тусупова Н.М., Очилов К.Д., Воробьевский А.П. Оценка изменчивости масти каракульских ягнят на основе использования инструментальных методов // Сельскохозяйственная биология. 2006. №11. С. 110-120.
- Всеволодов Э.Б., Очилов К.Д., Елемесов К.Е., Латыпов И.Ф. Пигментация волос каракульских ягнят. Алматы: «Кайнар», 1995. 109 с.
- Всеволодов Э.Б., Елемесов К.Е., Латыпов И.Ф., Очилов К.Д., Сарсекеева Г.Ж., Тусупова Н.М., Нуркалыкова Б.К., Воробьевский А.П. Масти каракульских ягнят. Алматы: «Бастау», 2003. 175 с.

5. Шамекенова Р.Д. Зависимость контрастности и выраженности казахского внутривидового типа сур от соотношения просветленного кончика волос в каждом смушковом типе // Проблемы научного обеспечения сельского хозяйства республики Казахстан, Сибири и Монголии. Материалы 4-й международной научно-практической конференции г. Улан-Батор. Алматы: Бастау, 2001. С. 225-226.

Резюме

9 микроскопиялық, микрофотометриялық және ЭПР-спектрометрлік өлшеулер негізінде қаралт түстерін компьютерлік талдау ұсынылды. Тоғыз бірлікті код түстің рендерін анықтайтын өлшемдердің әртүрлі деңгейдегі сәйкестіктерін сипаттайтын және түсті сипаттаудың автоматтандырылған негізі болып табылады. Құралдық бағалау түсті нактылайды және субъективті бағалау кезіндегі кемшіліктердің болмауын қамтамасыз етеді.

Summary

Computer diagnostics of Karakul lambs colour basing on 9 microscopic, microfotometric and esr-spectrometric measurements was suggested. Nine figures codes characterized the combinations of the levels of 9 parameters which determine the color variants and were used for automatical colour name presentation. The instrumental colour estimation prevented some subjective mistakes and allowed to make some corrections and detailization in colour diagnosis.