

Динамика продуктивных качеств коров сычевской породы с использованием энтропийно-информационного анализа

Алла Сергеевна Герасимова, Елена Александровна Прищеп, Диана Вячеславовна Леутина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», Смоленск, Россия
leutina.diana@yandex.ru

Аннотация. Генезис стада сычевской породы в условиях ведущих племенных хозяйств Смоленской области оценивали с использованием однофакторного дисперсионного и энтропийно-информационного анализов. В исследовании участвовало 2362 коровы. Период исследования был условно разделен по дате рождения животных на шесть этапов. Установлено повышение уровня продуктивности и воспроизводительных свойств коров за первую лактацию. К шестому этапу молочная продуктивность увеличилась на 747 кг за стандартную лактацию. Также произошло увеличение содержания и количества молочного жира. По этапам исследования у коров менялся уровень доли крови голштинской породы. Примененный метод «прилития» крови красно-пестрых голштинов оказал нестабильное влияние на молочную продуктивность и воспроизводительные свойства. Сервис-период у коров с уровнем голштинской «кровности» выше 41 % увеличился. Методом однофакторного дисперсионного анализа установлена достоверная вероятность влияния этапа рождения на количество молока, молочного жира, возраста первого осеменения, сервис-период. Энтропийно-информационный анализ выявил консолидацию признака «удой» и организацию системы контролируемости жирномолочности животных.

Ключевые слова: сычевская порода; молочная продуктивность; воспроизводительная способность; энтропийно-информационный анализ.

Для цитирования: Герасимова А. С., Прищеп Е. А., Леутина Д. В. Динамика продуктивных качеств коров сычевской породы с использованием энтропийно-информационного анализа // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 84–87. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp84-87>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Dynamics of productive qualities of Sychevskaya cows with the use of entropy-information analysis

Alla S. Gerasimova, Elena A. Prishchep, Diana V. Leutina

Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center of Bast Crops”, Smolensk, Russia
leutina.diana@yandex.ru

Abstract. The genesis of the herd of the Sychevskaya breed in the conditions of the leading breeding farms of the Smolensk region was evaluated using one-factor dispersion and entropy-information analysis. The study involved 2362 cows. The study period was divided into six time phases according to the date of birth of the animals. An increase in the level of productivity and reproductive properties of cows during the first lactation was established. By the sixth time phase, the milk production increased by 747 kg per standard lactation. There was also an increase in the content and amount of milk fat. According to the time stages of the study, the level of the Holstein blood fraction changed in cows. The applied method of “infusion” of blood of red-mottled Holsteins had an unstable effect on milk productivity and reproductive properties. The open-days of cows with the level of Holstein “blood” above 41 % has increased. The method of one-factor analysis of variance established a reliable probability of the influence of the time stage of birth of cows on the amount of milk, milk fat, age of first insemination, open-days. Entropy-information analysis revealed the consolidation of the “milk yield” trait and the organization of the control system of the fat-milk content of animals.

Keywords: Sychevskaya breed; milk yield; reproductive ability; entropy-information analysis.

For citation: Gerasimova A. S., Prishchep E. A., Leutina D. V. Dynamics of productive qualities of Sychevskaya cows with the use of entropy-information analysis. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(12): 84–87. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp84-87>.

Введение. Развитие молочного скотоводства в Российской Федерации проходит в соответствии с мировыми тенденциями: поголовье разводимого скота сокращается, а продуктивность увеличивается, что обеспечивается, в первую очередь, селекционно-племенной работой, технологиями кормления и содержания животных. Особенностью племенной работы в нашей стране является более разнообразный породный состав, требующий разработки особых подходов к селекции для сохранения породных отличий и генетического разнообразия [2]. В настоящее время отрасль формируется в соответствии с поставленными задачами.

Основными трендами молочной отрасли становятся ориентация на экспорт, цифровизация АПК, повышение технологического уровня за счет реализации достижений в области селекции и генетики, развитие национальных





брендов. Одной из разводимых пород является сычевская порода, выведенная на территории Смоленской и Калужской областей в результате скрещивания местного скота с симментальским. В 1949 г. государственная апробационная комиссия после проверки племенной документации и осмотра в натуре нескольких тысяч голов животных пришла к заключению, что в результате 70-летнего труда в зоне деятельности сычевского рассадника создана новая порода крупного рогатого скота, получившая название сычевская. Ее утвердил Совет Министров СССР постановлением № 3869 от 8 сентября 1950 года [4].

С 1985 г. ведется целенаправленная работа по совершенствованию сычевского скота с использованием в качестве улучшающей породы голштинской красно-пестрой. Изучение влияния голштинизации на показатели молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров вазузского типа сычевской породы показало, что оптимальным вариантом для развития являются животные, имеющие кровность красно-пестрых голштинов не выше 75 % [5]. На 01.01.2019 в РФ поголовье сычевской породы во всех категориях хозяйств составляло 6,46 тыс. гол., из них коров – 3,82 тыс. гол. [2]. На территории Смоленской области содержится более 4,5 тыс. голов скота сычевской породы, отличающихся хорошим здоровьем, крепостью конституции, высокими мясными и хорошими молочными качествами, способных быстро адаптироваться к эксплуатации в различных природно-экономических условиях.

Цель исследования – изучить динамику молочной продуктивности и воспроизводительные свойства животных сычевской породы, родившихся с 1998 по 2016 г.; оценить уровень детерминированности молочной продуктивности по этапам рождения, используя энтропийно-информационный анализ.

Методика исследований. Материалом исследования стали данные зоотехнического и племенного учета двух племенных предприятий по разведению сычевской породы в Смоленской области – ОАО «Смоленское» ($n = 680$ гол.) и СПК «Рыбковское» ($n = 1682$ гол.), материалы программного обеспечения племенного учета хозяйства ИАС «Селэкс» – молочный скот. Молочную продуктивность исследовали по результатам первой лактации, т.к. в сычевской породе это наиболее стабильная лактация. Средний показатель устойчивости первой лактации превышает 90 %, при дальнейшем использовании животных, на протяжении 2–4 лактаций, происходит снижение лактационной устойчивости [1].

Период условно был разделен на этапы: I этап – дата рождения 1998–2001 г., II – 2002–2004 гг., III – 2005–2007 гг., IV – 2008–2010 гг., V – 2011–2013 гг., VI – 2014–2016 гг. Для ретроспективного анализа было отобрано 2362 гол., в том числе по этапам: I – 238, II – 395, III – 351, IV – 415, V – 538, VI – 425.

В ходе исследований определили динамику продуктивных качеств по периодам (удой за лактацию, содержание и количество молочного жира); анализировали степень голштинизации, воспроизводительные свойства животных (возраст первого плодотворного осеменения, продолжительность сервис-периода); выявляли силу влияния периода рождения животных на их продуктивные и воспроизводительные свойства; проводили энтропийно-информационный анализ продуктивных качеств изучаемого поголовья. Полученные экспериментальные данные были обработаны стандартными методами биологической статистики, в соответствии с руководством по биометрии [6], с использованием программного пакета Microsoft Office 2007.

Чтобы получить более информативные данные об уровне организации изучаемой биологической системы, для детального и разностороннего трактования полученных результатов, был применен энтропийно-информационный анализ. Энтропия как мера разнообразия и организованности системы, прежде всего, характеризует степень ее неопределенности – детерминированности. Система считается тем детерминированнее, чем меньше ее значение энтропии. Понятие энтропии можно сравнить с коэффициентом наследуемости (h^2). Чем выше значение коэффициента наследуемости признака в какой-то группе организмов (популяции), тем в меньшей мере уровень проявления этого признака зависит от паратипических факторов, соответственно, тем выше его детерминированность и ниже энтропия системы. Энтропийный анализ проведен по методике С. С. Крамаренко с определением безусловной энтропии

$$H = - \sum_{i=1}^k (p_i \times \log_2 p_i),$$

где p_i – частота того, что система примет i -тое состояние из k возможных и ее погрешности

$$SE_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k [p_i \times (\log_2 p_i)^2] - H^2}{2 \cdot n}},$$

величины максимальной энтропии $H_{\max} = \log_2 k$, когда вероятность принятия

системой любого из k возможных состояний равна абсолютной $O = H_{\max} - H$ и относительной $R = 1 - \frac{H}{H_{\max}}$ организации системы [3].

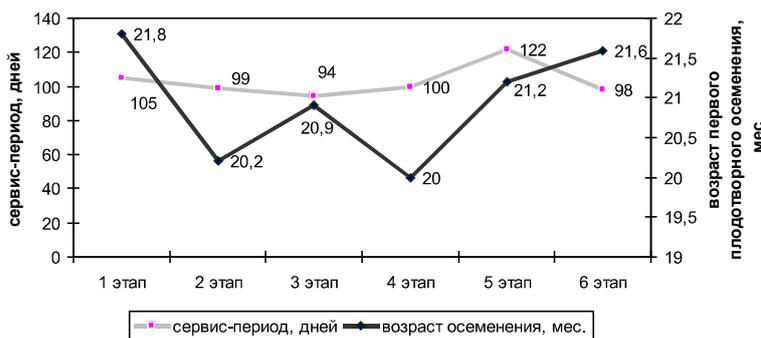
Результаты исследований. Порода является исторической категорией, она вечно существовать не может. Интенсификация животноводства обостряет межпородную конкуренцию, убыстряет процесс замены одних пород другими, более продуктивными. Выживают только те породы, которые экономически выгодны и продуктивны [7]. Стремясь сохранить сычевскую породу, выведенную в Смоленской области, перед селекционерами стал вопрос повышения молочных качеств коров. Для получения результата использовали прилитие крови голштинской красно-пестрой породы. По результатам исследования, с III этапа до V включительно, наблюдался рост средней степени голштинизации поголовья коров сычевской породы (II этап) с 34,3 % крови КПП (красно-пестрая голштинская) до 42,1 % КПП (V). При этом молочная продуктивность проявила себя следующим образом: до 41,9 % КПП наблюдался ее рост, затем, при дальнейшем увеличении голштинской крови, снижение. На VI этапе, при снижении кровности до 34,5 %, снова наблюдалось увеличение молочности коров. Таким образом, за шесть периодов исследования молочная продуктивность увеличилась на 747 кг, своего высшего показателя достигла на VI этапе, не имея высшей степени голштинизации. Содержание жира в молоке менялось от 3,79 % (II этап) до 3,95 % (VI этап). Количество молочного жира увеличивалось от I до VI этапа (табл. 1).

Поэтапные изменения продуктивных качеств коров

Признак	Период					
	I (n = 238)	II (n = 395)	III (n = 351)	IV (n = 415)	V (n = 538)	VI (n = 425)
Удой за первую лактацию, кг	4035±85	4072±47	4468±51***	4734±51***	4434±51***	4782±68***
Содержание жира в молоке, %	3,94±0,01	3,79±0,01***	3,84±0,01***	3,88±0,01***	3,92±0,01	3,95±0,01
Количество молочного жира, кг	158±3	154±2	171±2***	183±2***	174±2***	190±3***
Кровность по ГКП, %	35,4±2	34,3±1	40,2±1*	41,9±1**	42,1±1**	34,5±1

*p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 по сравнению с первым этапом.

Возраст первого плодотворного осеменения в сравнении с I этапом существенных изменений не претерпел, уменьшившись на 0,2–1,8 мес. Продолжительность сервис-периода зависит не только от генетических признаков, но и паратипических факторов. Наиболее длительным данный период был на V этапе, составив 122 дня, к VI этапу уменьшился на 24 дня (см. рисунок).



Динамика воспроизводительных свойств коров сычешской породы

Изменения во времени продуктивных показателей сычешской породы характеризуют данные однофакторного дисперсионного анализа (табл. 2). Определена достоверная вероятность влияния этапа рождения на продуктивные и воспроизводительные признаки животных породы.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа процесса генезиса сычешской породы

Признак	Показатель					
	SS	df	MS	F	p	η ²
Удой за первую лактацию, кг	177927122,7	5	35585425	27,3372	≤0,001	0,0548
Количество молочного жира, кг	364050,4	5	72810,08	32,8326	≤0,001	0,0651
Возраст первого осеменения, мес.	2070,6	5	414,12	35,1543	≤0,001	0,0694
Сервис-период, дней	242431,1	5	48486,22	11,1181	≤0,001	0,0231

Примечание: SS – сумма квадратов отклонений; df – число степеней свободы; MS – средний квадрат отклонений; F – дисперсионное отношение Фишера; p – уровень значимости, η² – сила влияния фактора.

Использование энтропийно-информационного анализа позволило определить изменение состояния молочной продуктивности сычешской породы по селекционным периодам (табл. 3). На пяти этапах из шести селекционный признак – удой контролируется практически одинаково. Уровень энтропии – 3,239 (I этап), 3,232 (II этап). На III этапе, с ростом голштинизации породы, энтропия возростала до 3,242 бит, что свидетельствует о некотором уменьшении контролируемости удоя. Невысокое разнообразие энтропии свидетельствует о стабильной организации биологической системы, «сычешская порода» комбинированного скота. Наименьший показатель абсолютной организации системы (O) был выявлен на I этапе (0,082 бит). Относительная информативность (R) изменялась от 0,024 (III этап) до 0,027 (II этап). По признаку «выход молочного жира» энтропия I этапа на 0,021 бит больше VI этапа. Увеличивалась абсолютная организация системы на 0,02 бит и относительная информативность. Таким образом, данный признак является более контролируемым, чем удой.

Заключение. Проведенные исследования продуктивности сычешского скота, родившегося в хозяйствах Смоленской области в 1998–2016 гг., установили ее рост. Животные, рожденные до 2002 г. (I этап), имеют удой за первую лактацию на 747 кг меньше по сравнению с животными с датой рождения 2014–2016 гг. (VI этап). На VI этапе также было выявлено наибольшее содержание молочного жира (3,95 %) и его количество (190 кг), сервис-период сократился на 7 дней, а возраст первого плодотворного осеменения уменьшился на 0,2 месяца.

С целью увеличения молочной продуктивности в селекционном процессе как улучшающая была использована голштинская красно-пестрая порода. Доля кровности голштинской породы оказала неоднозначное влияние на продуктивные и воспроизводительные качества. Так, поголовье коров на VI этапе с «кровностью» 34,5 % КПП имело молочную продуктивность 4782 кг с содержанием жира 3,95 %, а на V этапе (42,1 % КПП) – 4434 кг и 3,92 % соответственно. На возраст первого плодотворного осеменения голштинская порода значимого влияния не оказала, сервис-период увеличился с увеличением «кровности» выше 41%.



**Энтропийно-информационный анализ признаков
молочной продуктивности по поколениям**

Этап	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		H±SE _n , бит	O, бит	R	χ ²	p
Удой за первую лактацию						
I	238	3,239±0,0016	0,082	0,025	70,67	≤0,01
II	395	3,232±0,0016	0,090	0,027		
III	351	3,242±0,0015	0,090	0,024		
IV	415	3,237±0,0016	0,085	0,025		
V	528	3,237±0,0016	0,085	0,026		
VI	425	3,236±0,0016	0,086	0,026		
Выход молочного жира за первую лактацию						
I	238	3,243±0,0077	0,0788	0,0237	17,47	>0,05
II	395	3,216±0,0091	0,1063	0,032		
III	351	3,256±0,0072	0,0658	0,0198		
IV	415	3,242±0,0078	0,0799	0,0241		
V	528	3,231±0,0082	0,0911	0,0274		
VI	425	3,222±0,0086	0,1001	0,0302		

На продуктивные и воспроизводительные признаки установлена достоверная вероятность влияния этапа рождения животного, а так как возраст первого плодотворного осеменения во всех периодах практически одинаков (20,0–21,8 мес.), то и этапа продуцирования. По данным энтропийно-информационного анализа, выявлена консолидация признака «удой за первую лактацию» (энтропия 3,232–3,242 бит), $p \leq 0,01$. Снижение энтропии признака «выход молочного жира за первую лактацию» (энтропия 3,243 бит на I этапе, 3,222 бит на VI) является следствием организации системы контролируемости жирномолочности животных. По результатам анализа продуктивных и воспроизводительных признаков коров сычевской породы, родившихся в период с 1998 по 2016 г., можно констатировать способность породы сохранить свое место в молочном производстве страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние происхождения на молочную продуктивность и воспроизводительные свойства коров сычевской породы / А. С. Герасимова [и др.] // *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020. № 1 (30). С. 69–76.
2. Дунин И. М., Амерханов Х. А., Шичкин Г. И. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИплем, 2019.
3. Крамаренко С. С. Особенности использования энтропийно-информационного анализа для количественных признаков биологических объектов // *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук*. 2005. Т. 7. № 1. С. 242–247.
4. Программа селекционно-племенной работы с сычевской и черно-пестрой породами крупного рогатого скота в Смоленской области на 2013–2022 годы / Д. Н. Кольцов [и др.]. М., 2013. 301 с.
5. Прищеп Е. А., Татуева О. В., Герасимова А. С. Влияние голштинизации на молочную продуктивность и воспроизводительные способности коров вазузского типа сычевской породы // *Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* 2018. С. 73–74.
6. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
7. Потолохина Е. Основные факторы пороодообразования. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/017/31212.php>.

REFERENCES

1. Influence of origin on milk productivity and reproductive properties of cows of the Sychevskaya breed / A. S. Gerasimova et al. // *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020;1(30):69–76. (In Russ.).
2. Dunin I. M., Amerkhanov H. A., Shichkin G. I. Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation (2018). Moscow: Publishing of FGBNU VNII plem; 2019. (In Russ.).
3. Kramarenko S. S. Features of the use of entropy-information analysis for quantitative features of biological objects. *Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2005;7(1):242–247. (In Russ.).
4. Program selection and breeding work with sychevskaya and black-and-white breeds of cattle in the Smolensk region for 2013-2022: program / D. N. Koltsov et al. Moscow; 2013. 301 p. (In Russ.).
5. Prishchep E. A., Talueva O. V., Gerasimova A. S. The influence of Holstein on milk productivity and reproductive abilities of cows of the Vazuzskiy type of the Sychevskaya breed. The current state of animal husbandry: problems and ways to solve them Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2018; P. 73–74. (In Russ.).
6. Plohinsky N. A. Guide to biometrics for animal technicians. Moscow: Kolos; 1969. 256 p. (In Russ.).
7. Potolohina E. The main factors of breed formation. URL: <https://pandia.ru/text/78/017/31212.php>. (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 17.05.2021; одобрена после рецензирования 17.06.2021; принята к публикации 22.06.2021.
The article was submitted 17.05.2021; approved after reviewing 17.06.2021; accepted for publication 22.06.2021.*

