

**Література**

1. Бузун І.А. Потоків технології виробництва молока. – К.: Урожай, 1989. – 192 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування: Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК-01.05. – К.: Міністерство аграрної політики України, 2005. – 110 с.
3. Демчук М.В. Сучасні вимоги до перспективних технологій виробництва продукції скотарства // *Наук. вісник ЛДАВМ, Львів, 2002. – Т.4(2), Ч.5. – С. 112 – 120.*
4. Марков Ю.М. Методические рекомендации по зоогигиеническому нормированию, интегральной оценке и расчетам технологических режимов обеспечения микроклимата производственных зданий в промышленном животноводстве. – Харьков: 1983. – 40 с.
5. Основи варіаційної статистики. Біометрія: Посібник з генетики сільськогосподарських тварин / Патров В.С., Недвига М.М., Павлів Б.А. та інші; За ред. В.С. Патрова. – Дніпропетровськ: Січ, 2000. – 193 с.
6. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
7. Польовий Л.В., Яремчук О.С. Технології скотарства в реформованих сільськогосподарських підприємствах Вінницького регіону // *Вінниця: ТВП “Книга - Вега” ВАТ “Віноблдрукарня”, 2002. – 320 с.*
8. Польовий Л.В., Яремчук О.С. Санітарно-гігієнічний рівень мікроклімату в приміщеннях для сухостійних корів у стійловий період // *Вісник Державного агроєкологічного університету. – Житомир, 2004. - №1 (12). - С. 157-162.*
9. Практикум для лабораторно-практичних занять з гігієни тварин / Високас М.П., Чорний М.В., Захаренко М.О. – Харків: Еспада, 2003. – 218 с.
10. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві / В.К. Кононенко, І.І. Ібатулін, В.С. Патров. – К., 2000. – 96 с.
11. Сірацький Й.З., Федорович Є.І., Федорович В.С. Молочна продуктивність і якісні показники молока і молочної чорно-рябої худоби різної селекції // *Наук. вісник ЛДАВМ, Львів, 1999. – Вип. 3, Ч.1. – С. 239–241.*
12. Соколова Г.О. Молочна продуктивність корів чорно-рябої породи різних генотипів // *Тези доп. 48-ї наук. - вироб. конф. – Львів. 1982. – С.63.*
13. Яремчук О.С. Використання модульних технологічних рішень для вирощування ремонтного молодняка великої рогатої худоби // *Вісник наук. праць Білоцерківського держ. аграр. університету. – Біла Церква, 2002. - Вип. 22. – С. 175–180.*
14. Mulica E., Hutnik E. Wpływ wielkości stada krow na jednostkowe koszty produkcji mleka w oborach z usuwaniem odchodów zgarniaczem okrężnym // *Scientific Messenger of Lviv State Academy of Veterinary Medicine named after S. Gzhytskyj. – Lviv. – 2003. – Т.5 (№3). – Р. 3. – Р.94–102.*
15. Scharck H.J., Tschischkale E., Beckert H.-G. Die Wirkung der Nutzungsdauer der Kühe auf den Farsenbedarf und den altersbedingten Anstieg des Milchtrages im Verlauf der Laktationen // *Tierzucht. – 1983. – Т.39. – N5. – S. 201–203*

***Pidpala Tatiana***

*doctor of Agricultural Sciences, professor,  
<https://orcid.org/0000-0002-4072-7576>  
 Mykolayiv National Agrarian University  
**Shevchuk Natalya**  
 graduate student  
<https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>  
 Mykolayiv National Agrarian University*

**THE USE OF ENTROPY-INFORMATION ANALYSIS TO EVALUATE THE BREED-FORMING  
 PROCESS IN DAIRY CATTLE**

***Подпала Татьяна Васильевна***

*доктор с.-х. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0002-4072-7576>  
 Николаевский национальный аграрный университет  
**Шевчук Наталья Петровна**  
 аспирантка  
<https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>  
 Николаевский национальный аграрный университет*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТРОПИЙНО-ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ  
 ПОРОДООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ**

**Summary.** The breed, as a biological system characterized by a high level of complexity, manifests itself in the diversity of its conditions. Assessing the genesis of the Ukrainian Red Dairy Breed using entropy-information and analysis of variance allowed us to determine the specificity of the breed-forming process and the realization of the predicted results. An increase in the level of cow productivity was established with each subsequent stage of breeding the Ukrainian Red Dairy Breed. In the first stages, increasing the fat content in milk followed a logical progression. The fourth and fifth stages were in terms of milk yield. According to the entropy-information analysis, a change in the state of the Ukrainian Red Dairy Breed was determined by breeding characteristics that occurred during the five stages of breeding. It is proved that in the early stages of the genesis of the Ukrainian Red Dairy Breed, the “milk yield” attribute is less controlled. In subsequent IV and V stages, the entropy decreases, which indicates an increase in the controllability of the milk yield ( $p < 0.001$ ). The decrease in entropy when using heterogeneous selection in the breed-forming process is an increase in the organization of the system, which manifests itself in the control of the milk production of animals during the raising of a new breed of cattle. Two-factor dispersion analysis of variance has shown the probability of the selection method, the breeding stage, and their mutual action in influencing economically useful traits in the process of breed formation and the realization of the predicted results.

**Аннотация.** Породе, как биологической системе характерный высокий уровень сложности и проявляется она в разнообразии ее состояний. Оценивание генезиса украинской красной молочной породы с использованием энтропийно-информационного и дисперсионного анализа позволило установить специфичность породообразовательного процесса и реализации прогнозируемых результатов. Установлено повышение уровня продуктивности коров с каждым последующим этапом выведения украинской красной молочной породы. На первых этапах закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке, а на четвертом и пятом – по величине удоя. По данным энтропийно-информационного анализа определено изменение состояния украинской красной молочной породы по селекционным признакам, которые происходили на протяжении пяти этапов ее выведения. Доказано, что на ранних стадиях генезиса украинской красной молочной породы признак «удой» меньше контролируется. В последующие IV и V этапы энтропия уменьшается, что свидетельствует о повышении контролируемости величины удоя ( $p < 0,001$ ). Уменьшение энтропии при использовании гетерогенного подбора в породообразовательном процессе является увеличением организованности системы, которая проявляется в контролированности молочности животных при выведении новой породы крупного рогатого скота. Двухфакторным дисперсионным анализом доведено вероятность влияния метода подбора, этапа выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки в процессе породообразования и реализации прогнозируемых результатов.

**Keywords:** *entropy-informational analysis, breed-forming process, milk productivity, trait, reproductive ability.*

**Ключевые слова:** *энтропийно-информационный анализ, породообразовательный процесс, молочная продуктивность, признак, воспроизводительная способность.*

**Постановка проблемы.** В биологической системе, какой может быть и популяция сельскохозяйственных животных, уровень сложности характеризуют свойства энтропии или разнообразие состояния, которое может приобретать. Если система находилась в одном каком-либо состоянии, который, например, приобрела при чистопородном разведении или продолжительном скрещивании с одной породой, то использование генофонда другой улучшающей породы обусловит изменение и переход к новому состоянию. Энтропия такой системы будет характеризоваться некоторой дезорганизованностью и неопределенностью.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Поскольку селекция целенаправленно проводится в одном направлении, то со временем система приобретает состояние, в котором ее неопределенность уменьшается и энтропия будет меньше, чем максимальная. В этом случае снижение энтропии может быть следствием увеличения организованности системы, которая является результатом целенаправленной селекции (Подпалай и др., 2016).

Селекция, которая осуществляется

целенаправленно и на протяжении продолжительного времени обуславливает изменение соотношения генов, генотипов и фенотипов у популяции. Исходя с этого, если популяцию рассматривать как биологическую систему высокой сложности, то главным её свойством является взаимодействие со средой и динамичность, то есть способность проявлять изменчивость во времени. Взаимодействие биологической системы, которой может быть стадо, потомки производителей, особи одного поколения, со средой обусловлено разнообразными процессами: структурно-функциональной организованностью системы и структурно-функционально-вероятностными, то есть случайными изменениями (Гиль, 2008).

Поскольку целенаправленно происходит передача наследственной информации от родителей к потомкам при смене поколений, то и результаты селекционного процесса проявляются не только в повышении уровня продуктивности животных, но и в формировании биологической системы соответствующего уровня энтропии и информативности. Потому, что сущность деятельности человека направлена на

осуществление процессов у биологических системах от полной энтропии до максимально возможной информативности, что повышает эффективность её творческого влияния на окружающие объекты (Меркурьева & Бертазин, 1989).

Ранее были определены отличия за уровнем информативности у коров голштинской породы немецкой и украинской селекции. Более высоким уровнем детерминированности характеризовался признак «содержание жира в молоке» у голштинских коров-первотелок немецкой и украинской селекции. Сравнительно с матерями, у дочерей был выше уровень информативности и детерминированности данного признака. Достоверное влияние фактора «генерация» было установлено только для содержания жира в молоке ( $p=0,030$ ). На степень детерминированности продолжительности первой лактации и межотельного периода вероятно ( $p<0,05$ ) влияет происхождение (селекция). У животных немецкой селекции уровень организованности по этим признакам был выше, чем у коров украинской селекции, не зависимо от генерации. Признаки, которые характеризуют воспроизводительные и адаптационные свойства коров имеют более низкие оценки энтропии (Подпалай и др., 2018).

В работе (Подпалай и др., 2016) изложены результаты проведенного энтропийно-информационного анализа признаков продуктивности, воспроизводительной и адаптационной способности животных разных пород скота (украинских красной, красно-пестрой и чёрно-пестрой молочных), на основе которых установлена степень организованности и информативности их, как биологических систем при смене поколений.

На примере конкретной биологической системы методом энтропийного анализа получены объективные данные влияния разных предков на их потомков. Эти данные были использованы для моделирования селекционного процесса при работе с линиями, что позволило доказать значение глубокого генеалогического анализа в селекции (Милько, 1993).

Фенотипическая оценка количественных признаков молочной продуктивности коров голштинской породы методом энтропийно-информационного анализа (ЭИА) повышает точность определения племенной ценности животных и возможность разных вариантов их отбора для последующего разведения (Сметана, 2009).

Установлено ряд закономерностей, обусловленных использованием разных методов селекции. При межпородном скрещивании энтропия по признаку «живая масса» увеличивается. Энтропия также возрастает при увеличении степени наследственности улучшающей породы и уменьшается при реципрокном (обратном) скрещивании на

исходную материнскую породу (Нежлукченко, 1999).

О целесообразности использования показателей максимальной, фактической (безусловной) и реализованной энтропии для определения генотипической консолидации структурных единиц породы сообщают ученые (Меркурьева & Бертазин, 1989; Нежлукченко, 1999; Гиль, 2006; 2007; 2008).

Для оценки консолидации рекомендуется использовать показатель уровня относительной организации системы  $R$ , который теоретически колеблется от 0 (абсолютная неорганизованность, неконсолидированная система или неселекционированная популяция) до 1 для максимально высокоорганизованной (абсолютно консолидированная популяция). Консолидация породы и её структурных элементов (типов, заводских линий, семейств) является желательным селекционным процессом, потому что обуславливает сохранение значительного уровня межгрупповой дифференциации и изменчивости. Поэтому определение уровня фенотипической консолидации селекционных групп внутрипородной структурной системной иерархии должно быть предметом постоянного мониторинга в течении всего их генезиса и учитываться при определении дальнейшего направления селекции (Полупан, 2005).

**Цель статьи.** Целью нашего исследования является изучение пороодообразовательного процесса, изменений продуктивных и воспроизводительных признаков крупного рогатого скота с использованием энтропийно-информационного анализа для оценки состояния украинской красной молочной породы (УКМ) в период её формирования и консолидации. Задачами исследования были: оценка уровня проявления селекционных признаков в разные этапы выведения породы; определение энтропии, информативности и организованности породы, как биологической системы; определение обусловленности изменений под влиянием методов подбора.

Для выполнения научных исследований использовали результаты разведения крупного рогатого скота украинской красной молочной породы в племенных хозяйствах ПОК «Зоря» Херсонской и ТОВ «Колос 2011» Николаевской областей. Период выведения украинской красной молочной породы (1965-2015 гг.) условно был разделен на несколько этапов: I этап – 1965-1975 гг., II этап – 1976-1985 гг., III этап – 1986-1995 гг., IV этап – 1996-2005 гг. и V этап – 2006-2015 гг. Для ретроспективного анализа было отобрано 1115 животных, в том числе по этапам: I –  $n=248$  коров, II –  $n=255$  коров, III –  $n=156$  коров, IV –  $n=232$  коровы и V –  $n=224$  коровы. Материалом для исследования были данные молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров за первую лактацию.

Гомогенность или гетерогенность подбора

определяли по уровню удоя и жирномолочности женских предков исследуемых животных. По разнице, выраженной средним квадратическим отклонением (Пелехатый и др., 2012; Пелехатый & Кучер, 2013) с соответствующим интервалом между показателями лучшей лактации матерей отцов (МО) и матерей коров (МК), подбор распределили на: гомогенный – 0,4  $\sigma$  и меньше; умеренно-гетерогенный – 0,5-1,4  $\sigma$ ; гетерогенный – 1,5-2,4  $\sigma$  и высоко-гетерогенный – 2,5  $\sigma$  и больше.

Энтропийно-информационный анализ пороодообразовательного процесса и повышения уровня организованности (упорядоченности) украинской красной молочной породы, как биологической системы проведен с

использованием модификации для количественных признаков (Крамаренко, 2005).

Для исследования использовали методы ретроспективного, дисперсионного анализа и вариационной статистики (Подпалай и др., 2012; Крамаренко и др., 2019). Материалы исследований обработаны с использованием модуля «Анализ данных» табличного редактора MS Excel.

**Изложение основного материала.** В результате пороодообразовательного процесса эволюционировали продуктивные характеристики животных. Оценивая генезис украинской красной молочной породы, установили постепенное увеличение молочной продуктивности (таблица 1).

Таблица 1

**Результаты пороодообразовательного процесса при выведении и консолидации породы,  $\bar{X} \pm Sx$**

Признак	Этап выведения и консолидации УКМ породы				
	I, n=248	II, n=255	III, n=156	IV, n=232	V, n=224
Дни лактации, дней	300,7 $\pm$ 3,21	308,0 $\pm$ 3,16	315,0 $\pm$ 4,33**	357,9 $\pm$ 5,89***	357,4 $\pm$ 6,76***
Удой за первую лактацию, кг	3734 $\pm$ 51,2	4471 $\pm$ 56,7***	4533 $\pm$ 77,8***	6720 $\pm$ 160,2***	9680 $\pm$ 217,5***
Содержание жира в молоке, %	3,96 $\pm$ 0,019	4,02 $\pm$ 0,017*	3,83 $\pm$ 0,012***	3,79 $\pm$ 0,008***	3,87 $\pm$ 0,012***
Количество молочного жира, кг	142,6 $\pm$ 9,05	172,0 $\pm$ 1,86**	166,9 $\pm$ 2,68**	222,4 $\pm$ 4,08***	322,4 $\pm$ 3,93***
Сервис-период, дней	81,4 $\pm$ 3,21	92,5 $\pm$ 3,50*	97,7 $\pm$ 4,63**	136,5 $\pm$ 6,08***	133,7 $\pm$ 8,93***
МОП, дней	361,1 $\pm$ 22,93	373,6 $\pm$ 4,01	381,6 $\pm$ 4,99	416,4 $\pm$ 6,11*	412,0 $\pm$ 7,02*
КВС	1,03 $\pm$ 0,008	1,00 $\pm$ 0,009*	0,98 $\pm$ 0,011***	0,91 $\pm$ 0,011***	0,97 $\pm$ 0,010***

Примечание: МОП – межотельный период, КВС – коэффициент воспроизводительной способности, \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$  по сравнению с I этапом

На первых этапах выведения породы предусматривалось повышение жирномолочности, поэтому для скрещивания с красными степными коровами использовались быки-производители англеской породы. Закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке. Коровы-перволетки II этапа характеризовались наиболее высоким показателем жирномолочности (4,02 %). Разница по сравнению со стандартом красной степной породы (Литовченко и др., 2004), которая использовалась в качестве материнской, составила 0,32 %. В последующие этапы наблюдалось снижение жирномолочности у животных (III – 3,83 %, IV – 3,79 %, V – 3,87 %). Это объясняется введением в пороодообразовательный процесс быков-производителей голштинской породы. Такое изменение целенаправленного действия улучшающих пород обусловило повышение величины удоя у животных украинской красной молочной породы на IV и V этапах. Разница по

сравнению с красной степной породой (Литовченко и др., 2004) составила 3820 кг и 6780 кг молока соответственно. Таким образом, с каждым последующим этапом генезиса украинской красной молочной породы уровень продуктивности коров повышался.

Установлено изменение признаков, которые характеризовали воспроизводительные способности животных. Наблюдается тенденция увеличения продолжительности сервис- и межотельного периодов у исследуемых коров IV и V этапов. По сравнению с оптимальными показателями их значение больше на 56,5 и 53,7 дней, 51,4 и 47,0 дней соответственно.

Прогрессивное развитие украинской красной молочной породы во времени характеризуют данные однофакторного дисперсионного анализа (таблица 2). Определено достоверное влияние этапа на продуктивные и воспроизводительные признаки животных новой породы.

**Результаты дисперсионного анализа порообразовательного процесса УКМ породы**

Признак	Показатель						
	SS	df	MS	df <sub>E</sub>	MS <sub>E</sub>	F	p
Дни лактации	715663,2	4	178915,8	1110	5291,4	33,81	<0,001
Сервис период	588609,9	4	147152,5	1110	5701,7	25,81	<0,001
Удой за первую лактацию	5327150312,6	4	1331787578,2	1110	3833375,8	347,42	<0,001
Содержание жира в молоке	8,38	4	2,09	1110	0,05	39,81	<0,001
Количество молочного жира	4628698,0	4	1157174,5	1110	2029,6	570,13	<0,001
МОП	553629,2	4	138407,3	1110	6191,8	22,35	<0,001
КВС	2,35	4	0,59	1110	0,02	25,47	<0,001

Примечание: SS – сумма квадратов отклонений; df – число степеней свободы; MS – средний квадрат отклонений; df<sub>E</sub> – число степеней свободы для соответствующей ошибки; MS<sub>E</sub> – средний квадрат отклонения для соответствующей ошибки; F – дисперсионное отношение Фишера; p – уровень значимости.

Использование энтропийно-информационного анализа позволило определить изменение состояния УКМ породы по селекционным признакам, которые произошли на протяжении

пяти этапов её выведения (таблица 3), а также доказать специфичность порообразовательного процесса относительно реализации прогнозируемых результатов.

Таблица 3

**Энтропийно-информационный анализ признаков продуктивности в период выведения и консолидации породы**

Этап	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		H±SE <sub>n</sub> , бит	O, бит	R	χ <sup>2</sup>	p
Удой за первую лактацию						
I	248	3,298±0,012	0,024	0,007	27,57	<0,001
II	255	3,294±0,013	0,028	0,008		
III	156	3,297±0,014	0,025	0,008		
IV	232	3,262±0,019	0,060	0,018		
V	224	3,134±0,031	0,188	0,057		
Содержание жира в молоке						
I	248	3,254±0,019	0,068	0,020	11,28	0,024
II	255	3,251±0,018	0,071	0,021		
III	156	3,267±0,021	0,055	0,017		
IV	232	3,245±0,022	0,077	0,023		
V	224	3,145±0,032	0,177	0,053		
Количество молочного жира						
I	248	3,307±0,009	0,015	0,005	8,01	>0,05
II	255	3,298±0,012	0,024	0,007		
III	156	3,263±0,023	0,059	0,018		
IV	232	3,310±0,009	0,012	0,004		
V	224	3,266±0,018	0,056	0,017		

На протяжении первых трёх этапов, то есть на ранних стадиях генезиса породы, такой селекционный признак, как удой – меньше контролируется. Уровень энтропии колеблется в пределах 3,298...3,294 бит, и почти приближается к максимальному значению (3,322 бит). Однако, в последующие IV и V этапы энтропия уменьшается и составляет 3,262 и 3,134 бит соответственно. Это свидетельствует о высокой контролируемости величины удоя за всю лактацию (p<0,001).

Уменьшение энтропии является следствием достоверного повышения организации биологической системы, каковой и является созданная украинская красная молочная порода. Показатель абсолютной организации системы (O) увеличился – в IV и V этапах составил 0,060 и 0,188 бит соответственно.

Установлена тенденция увеличения относительной информативности и эффективного действия селекции по признаку «удой», о чем

свидетельствует коэффициент относительной информативности, который колеблется в пределах от 0,007 (I этап) до 0,057 (V этап).

Наблюдаемые изменения параметров энтропийно-информационного анализа в породе с первого и по пятый этапы по признаку «содержание жира в молоке» указывают на эффективную селекцию: уменьшается энтропия (I этап – 3,254 бит и V этап – 3,145 бит), но при этом увеличиваются

значения абсолютной организации системы (I этап – 0,068 бит и V этап – 0,177 бит) и относительной информативности системы (I этап – 0,020 и V этап – 0,053).

В результате проведенного энтропийно-информационного анализа установлено уровень энтропии, организованности и информативности признаков воспроизводительной способности за период выведения и консолидации породы (рис. 1).

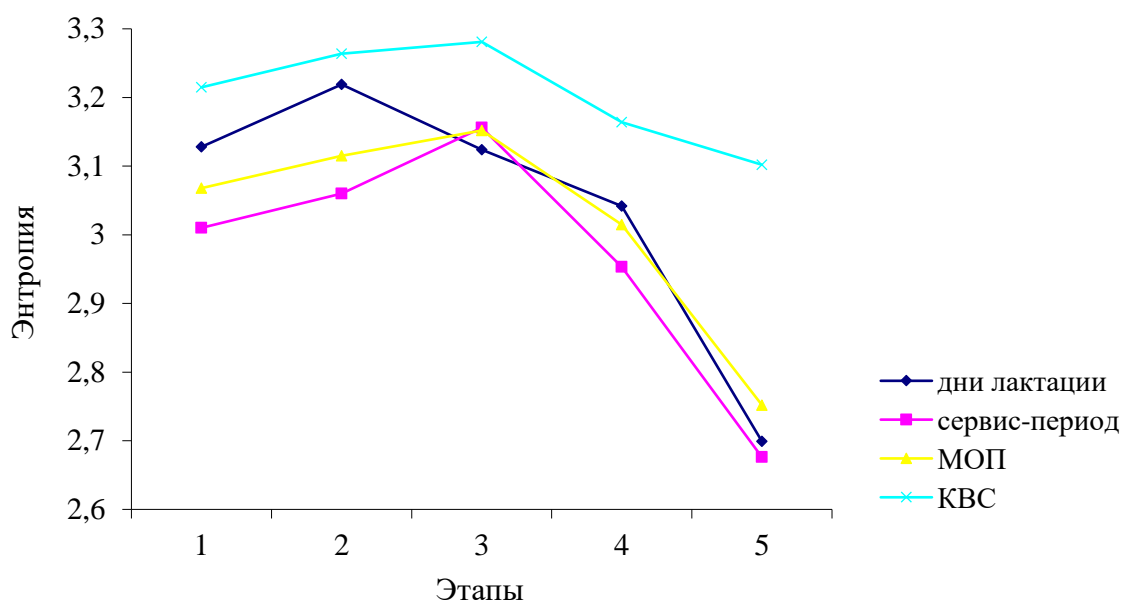


Рис. 1. Энтропия признаков воспроизводительной способности по периодам выведения и консолидации породы

Установлено, что под действием порообразовательного процесса изменились характеристики признаков воспроизводительной способности животных украинской красной молочной породы. Более контролируемые являются признаки: дни лактации, сервис- и межотельный периоды, поскольку наблюдается уменьшение энтропии в V этапе, при одновременном увеличении значения абсолютной организованности системы и информативности. Более высокими коэффициентами информативности характеризовались признаки: сервис-период ( $R=0,194$ ) и дни лактации ( $R=0,188$ ). Наиболее низким значением информативности характеризовался коэффициент воспроизводительной способности ( $R=0,066$ ).

Оцененная результативность порообразовательного процесса, которая проявилась в уменьшении уровня энтропии и повышении максимально возможной информативности, то есть организованности системы, указывает на закономерное влияние метода подбора на селекционные признаки молочного скота.

По данным информационно-статистических

параметров, установлено отличия характеристик продуктивных и воспроизводительных признаков в зависимости от метода подбора (таблица 4). При гетерогенном подборе меньшими значениями энтропии ( $H=2,894...2,920$  бит,  $p<0,001$ ) характеризовались признаки продуктивности, за исключением содержания жира в молоке ( $H=3,260$  бит). Это свидетельствует о том, что уровень детерминированности удоя и количества молочного жира ниже, чем при гомогенном ( $H=3,037$  бит при  $p<0,034$  и  $H=2,985$  бит при  $p<0,001$ ) и высоко-гетерогенном ( $H=3,042$  бит при  $p<0,034$  и  $H=3,147$  бит при  $p<0,001$ ) подборах. Уменьшение энтропии при использовании гетерогенного подбора в порообразовательном процессе является следствием увеличения организации системы, что проявляется у контролируемости молочности животных при выведении украинской красной молочной породы крупного рогатого скота.

Эффективность гетерогенного подбора по продуктивным признакам подтверждается также значениями абсолютной организации системы ( $O=0,402-0,428$  бит) и относительными показателями информативности ( $R=0,121-129$ ).

**ЭИА методов подбора, используемых в процессе выведения и консолидации породы  
(распределение по уровню удоя)**

Метод подбора	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		$H \pm SE_{H, \text{бит}}$	O, бит	R	$\chi^2$	p
Удой за первую лактацию						
Гомогенный	119	3,037±0,049	0,285	0,086	8,70	<0,034
Умеренно-гетерогенный	165	2,993±0,046	0,329	0,099		
Гетерогенный	174	2,894±0,047	0,428	0,129		
Высоко-гетерогенный	657	3,042±0,021	0,280	0,084		
Содержание жира в молоке						
Гомогенный	119	3,164±0,041	0,158	0,048	4,35	>0,05
Умеренно-гетерогенный	165	3,227±0,027	0,095	0,029		
Гетерогенный	174	3,260±0,023	0,062	0,019		
Высоко-гетерогенный	657	3,227±0,014	0,095	0,029		
Количество молочного жира						
Гомогенный	119	2,985±0,050	0,337	0,101	25,94	<0,001
Умеренно-гетерогенный	165	3,054±0,044	0,268	0,081		
Гетерогенный	174	2,920±0,049	0,402	0,121		
Высоко-гетерогенный	657	3,147±0,019	0,175	0,053		

Однако, по вычисленным информационно-статистическим параметрам для признаков воспроизводительной способности установлена иная тенденция влияния разных методов подбора на породообразовательный процесс украинской красной молочной породы. Меньшими значениями энтропии характеризовались дни лактации ( $H=2,896$  бит) и межотельный период ( $H=2,958$  бит;  $p>0,05$ ) при использовании гомогенного подбора. Уровень энтропии сервис-периода колебался в пределах от 2,923 бит (умеренно-гетерогенный

подбор) до 2,953 бит (высоко-гетерогенный подбор).

Установлено наличие достоверно высокой энтропии коэффициента воспроизводительной способности ( $H=3,186-3,254$  бит;  $p>0,05$ ) по всем исследуемым методам подбора (рис. 2).

При гомогенном подборе более высокими значениями абсолютной организации и относительной информативности характеризовались признаки: дни лактации –  $O=0,426$ ;  $R=0,128$  и межотельный период –  $O=0,364$ ;  $R=0,110$  соответственно.

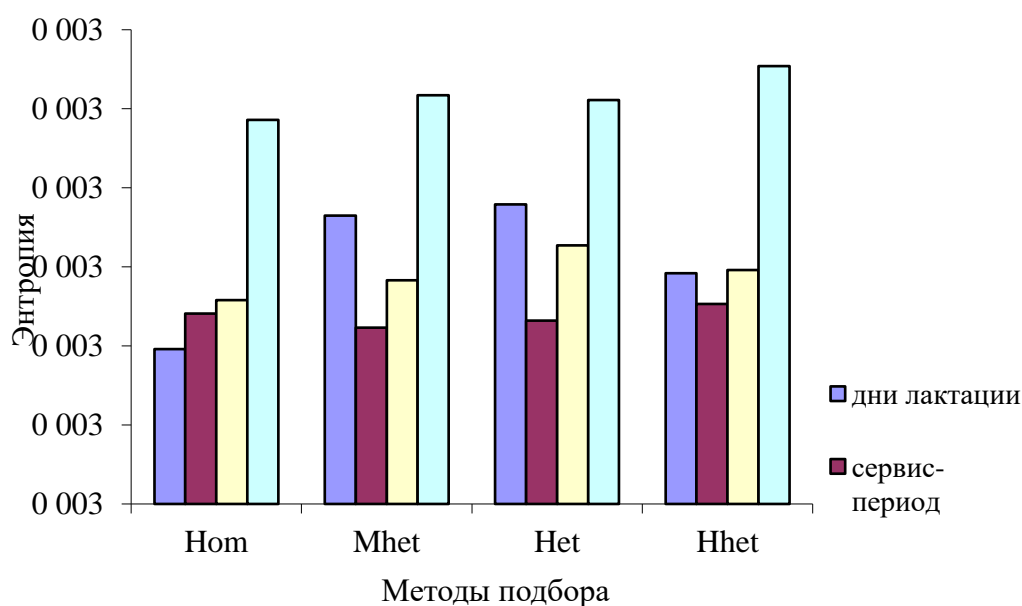


Рис. 2. Энтропия признаков воспроизводительной способности коров украинской красной молочной породы в зависимости от методов подбора: гомогенный (Hom), умеренно-гетерогенный (Mhet), гетерогенный (Het), высоко-гетерогенный (Nhet)

Распределения исследуемого поголовья согласно методу подбора с учетом жирномолочности матерей отцов и матерей коров позволило установить тенденцию более низкого уровня энтропии при гетерогенном подборе для признаков: удой за первую лактацию ( $H=2,903$  бит;  $p>0,05$ ), дни лактации ( $H=2,947$  бит;  $p>0,05$ ) и межотельный период ( $H=2,866$  бит;  $p>0,05$ ). Уменьшение энтропии по сравнению с максимальным значением ( $H=3,322$  бит) является следствием увеличения организации ( $O=0,419$ ;

0,375 и 0,456 соответственно) и контролируемости данных признаков в результате целенаправленного действия подбора. Используя показатель относительной информативности ( $R$ ), определили, что по этим признакам система относится к простой квазидетерминированной (Меркурьева & Бертазин, 1989) согласно значениям  $R=0,126$ ;  $R=0,113$  и  $R=0,137$  соответственно (таблица 5).

Таблица 5

**ЭИА методов подбора, используемых в процессе выведения и консолидации породы (распределение по жирномолочности)**

Метод подбора	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		$H \pm SE_H$ , бит	O, бит	R	$\chi^2$	p
<b>Удой за первую лактацию</b>						
Гомогенный	376	3,007±0,029	0,315	0,095	2,90	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	2,998±0,035	0,324	0,098		
Гетерогенный	109	2,903±0,055	0,419	0,126		
Высоко-гетерогенный	365	2,986±0,031	0,336	0,101		
<b>Содержание жира в молоке</b>						
Гомогенный	376	3,186±0,022	0,136	0,041	4,57	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,244±0,021	0,078	0,023		
Гетерогенный	109	3,241±0,032	0,081	0,024		
Высоко-гетерогенный	365	3,204±0,021	0,118	0,036		
<b>Количество молочного жира</b>						
Гомогенный	376	3,083±0,028	0,239	0,072	5,39	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,110±0,032	0,212	0,064		
Гетерогенный	109	3,158±0,044	0,164	0,049		
Высоко-гетерогенный	365	3,042±0,030	0,280	0,084		
<b>Дни лактации</b>						
Гомогенный	376	3,030±0,029	0,292	0,088	2,24	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,013±0,037	0,309	0,093		
Гетерогенный	109	2,947±0,063	0,375	0,113		
Высоко-гетерогенный	365	3,047±0,029	0,275	0,083		
<b>Сервис-период</b>						
Гомогенный	376	2,940±0,029	0,382	0,115	8,73	0,033
Умеренно-гетерогенный	265	2,977±0,032	0,345	0,104		
Гетерогенный	109	2,768±0,064	0,554	0,167		
Высоко-гетерогенный	365	2,953±0,030	0,369	0,111		
<b>Межотельный период</b>						
Гомогенный	376	2,993±0,031	0,329	0,099	4,92	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,030±0,033	0,292	0,088		
Гетерогенный	109	2,866±0,067	0,456	0,137		
Высоко-гетерогенный	365	3,006±0,028	0,316	0,095		
<b>Коэффициент воспроизводительной способности</b>						
Гомогенный	376	3,223±0,018	0,099	0,030	8,41	0,038
Умеренно-гетерогенный	265	3,266±0,016	0,056	0,017		
Гетерогенный	109	3,155±0,039	0,167	0,050		
Высоко-гетерогенный	365	3,231±0,019	0,091	0,027		

На основании вычисленных информационно- статистических параметров установили, что более



высоким уровнем энтропии характеризовались признаки содержания жира в молоке и коэффициент воспроизводительной способности ( $H=3,186...3,266$  бит;  $p>0,05$ ). Эти признаки отличались более низкими значениями абсолютной и относительной организации системы.

По данным дисперсионного анализа (таблица 6 и 7) установлено влияние методов подбора и этапов на развитие селекционных признаков украинской

красной молочной породы в течении исследуемого периода. Закономерным является то, что на повышение развития исследуемых признаков достоверно влияют этапы выведения породы. Выявленная тенденция характерна для разных методов подбора не зависимо от определения его гетерогенности, то есть по уровню удоя или жирномолочности женских предков исследуемых животных.

Таблица 6

**Результаты дисперсионного анализа влияния факторов на пороодообразовательный процесс (распределение по уровню удоя)**

Признак	Фактор	Показатель					
		df	MS	df <sub>E</sub>	MS <sub>E</sub>	F	p
Дни лактации	A	3	3617,5	1095	5247,5	0,69	>0,05
	B	4	99620,1	1095	5247,5	18,98	<0,001
	AB	12	6649,5	1095	5247,5	1,27	>0,05
Удой за первую лактацию	A	3	12131629	1095	3649471	3,32	<0,05
	B	4	618279552	1095	3649471	169,42	<0,001
	AB	12	12295270	1095	3649471	3,37	<0,001
Содержание жира в молоке	A	3	0,060165	1095	0,051648	1,16	>0,05
	B	4	1,847144	1095	0,051648	35,76	<0,001
	AB	12	0,128828	1095	0,051648	2,49	<0,01
Количество молочного жира	A	3	4139,869	1095	1864,2	2,22	>0,05
	B	4	584845,3	1095	1864,2	313,72	<0,001
	AB	12	12528,8	1095	1864,2	6,72	<0,001
Сервис-период	A	3	5234,0	1095	5657,0	0,92	>0,05
	B	4	82558,8	1095	5657,0	14,59	<0,001
	AB	12	7423,8	1095	5657,0	1,31	>0,05
Межотельный период	A	3	1848,6	1095	6155,2	0,30	>0,05
	B	4	85076,1	1095	6155,2	13,82	<0,001
	AB	12	7821,2	1095	6155,2	1,27	>0,05
КВС	A	3	0,006	1095	0,023	0,29	>0,05
	B	4	0,409	1095	0,023	17,88	<0,001
	AB	12	0,030	1095	0,023	1,32	>0,05

Примечание: А – метод подбора, В – этап выведения породы, АВ – взаимное действие факторов.

Определения гетерогенности подбора с использованием разных методических подходов (по уровню удоя или жирномолочности женских предков) позволило установить особенность влияния методов подбора на продуктивные и воспроизводительные признаки. Если гетерогенность подбора определяли по уровню удоя, то наблюдали достоверное влияние метода подбора на молочность животных украинской красной молочной породы ( $F$  3;  $1095=3,32$ ;  $p<0,01$ ).

Достоверное влияние разных методов подбора на содержание жира в молоке ( $F$  3;  $1095=3,10$ ;  $p<0,05$ ) установлено при определении

гетерогенности подбора с учетом жирномолочности женских предков исследуемых коров украинской красной молочной породы.

Также, установлено достоверное совместное влияние обеих этих факторов, то есть метода подбора и этапа выведения породы ( $F$  12;  $1095=2,03...6,72$ ;  $p<0,05...0,001$ ), на признаки продуктивности и воспроизводительной способности как при определении гетерогенности подбора по уровню удоя, так и по жирномолочности женских предков исследуемых животных.

**Результаты дисперсионного анализа влияния факторов на пороодообразовательный процесс (распределение по жирномолочности)**

Признак	Фактор	Показатель					
		df	MS	df <sub>E</sub>	MS <sub>E</sub>	F	p
Дни лактации	A	3	4856	1095	5216	0,93	>0,05
	B	4	156598	1095	5216	30,02	<0,001
	AB	12	12752	1095	5216	2,44	<0,01
Удой за первую лактацию	A	3	3792091	1095	3739440	1,01	>0,05
	B	4	846324918	1095	3739440	226,3	<0,001
	AB	12	12699945	1095	3739440	3,40	<0,001
Содержание жира в молоке	A	3	0,159	1095	0,052	3,1	<0,05
	B	4	1,719	1095	0,052	33,3	<0,001
	AB	12	0,091	1095	0,052	1,8	<0,05
Количество молочного жира	A	3	765	1095	2011	0,38	>0,05
	B	4	716748	1095	2011	356,44	<0,001
	AB	12	4088	1095	2011	2,03	<0,01
Сервис-период	A	3	5944	1095	5627	1,06	>0,05
	B	4	125571	1095	5627	22,31	<0,001
	AB	12	13013	1095	5627	2,31	<0,01
Межотельный период	A	3	10086	1095	6106	1,65	>0,05
	B	4	124363	1095	6106	20,37	<0,001
	AB	12	13664	1095	6106	2,24	<0,01
Коэффициент воспроизводительной способности	A	3	0,037	1095	0,023	1,63	>0,05
	B	4	0,527	1095	0,023	23,09	<0,001
	AB	12	0,045	1095	0,023	1,97	<0,05

Таким образом, двофакторным дисперсионным анализом определена вероятность влияния разных методов подбора, этапов выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота украинской красной молочной породы, что характеризует особенности пороодообразовательного процесса.

**Выводы.** Установлено повышение уровня продуктивности коров с каждым последующим этапом выведения и консолидации украинской красной молочной породы. На первых этапах закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке, а на четвертом и пятом – по величине удоя.

По данным энтропийно-информационного анализа определено изменение состояния украинской красной молочной породы по селекционным признакам, которые произошли на протяжении пяти этапов её выведения и консолидации, а также доказана специфичность пороодообразовательного процесса относительно реализации прогнозируемых результатов.

Определено, что на ранних стадиях генезиса (I-III этапы) украинской красной молочной породы признак «удой» меньше контролируется. Уровень энтропии колеблется в пределах 3,298...3,294 бит. В последующие IV и V этапы энтропия уменьшается (3,262 бит и 3,134 бит соответственно), что

свидетельствует о повышении контролируемости величины удоя за первую лактацию ( $p < 0,001$ ).

Снижение энтропии при использовании гетерогенного подбора в пороодообразовательном процессе является следствием увеличения организации системы, которая проявляется у контролируемости молочности животных.

Двофакторным дисперсионным анализом доказана вероятность влияния разных методов подбора, этапа выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота украинской красной молочной породы в процессе пороодообразования и реализации прогнозируемых результатов.

**Список литературы**

1. Гиль М. И. (2007). Эффективность применения информационно-статистических методов оценки молочного скота при разных приемах разведения и типах подбора. Вестник Полтавского государственного аграрного университета, 2. 98-102 (Uk).
2. Гиль М. И. (2006). Компоненты фенотиповой изменчивости селекционных признаков коров заводских линий красной степной породы днепропетровского зонального типа в условиях взаимодействия «генотип×среда». Вестник Днепропетровского государственного аграрного университета, 1. 126-129 (Uk).

3. Гиль М. И. (2008). Системный генетический анализ полигеннообусловленных признаков скота молочных пород. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
4. Крамаренко С. С. (2005). Особенности использования энтропийно-информационного анализа для количественных признаков биологических объектов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 7(1). 242-247 (Ru).
5. Крамаренко С. С., Луговой С. И., Лихач А. В., Крамаренко А. С. (2019). Анализ биометрических данных в разведении и селекции животных. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
6. Литовченко А. М., Микитюк Д. М., Білоус О. В. (2004). Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород; Инструкция по ведению племенного учета в молочном и молочно-мясном скотоводстве. Киев, «ППНВ». 76 (Ru).
7. Меркурьева Е. К., Бертазин А. Б. (1989). Применение энтропийного анализа и коэффициента информативности при оценке селекционных признаков в молочном скотоводстве. Доклады ВАСХНИЛ, 2. 21-23 (Ru).
8. Милько О. С. (1993). Энтропийный анализ как новый метод изучения генетического влияния предков на породу. Материалы I Международной конференции по частной генетике сельскохозяйственных животных, Аскания-Нова. 85 (Ru).
9. Нежлукченко Т. И. (1999). Использование информационно-статистических методов оценки уровня консолидации нового типа овец асканийской тонкорунной породы. Разведение и генетика животных. 31-32. 167-68 (Uk).
10. Пелехатый М. С., Кучер Д. М. (2013). Хозяйственно-полезные признаки коров-первотелок украинской черно-рябой молочной породы при разных уровнях гетерогенного подбора. Вестник Сумского национального аграрного университета, 7 (23). 59-67 (Uk).
11. Пелехатый М. С., Поддубная Л. М., Кучер Д. М. (2012). Племенной подбор в открытой популяции молочного скота. Технология производства и переработки продукции животноводства. Белоцерковский государственный аграрный университет, 7 (90). 94-98 (Uk).
12. Подпалая Т. В. Крамаренко С. С., Бондарь С. А. (2016). Применение энтропийного анализа для оценки селекционных признаков молочного скота. Вестник Сумского национального аграрного университета, 7 (30). 89-93 (Uk).
13. Подпалая Т. В., Крамаренко А. С., Зайцев Е. М. (2018). Использование энтропийного анализа для оценки развития признаков молочного скота голштинской породы. Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии им. С. З. Гжицкого. Львов, 20(84). 3-8 (Uk).
14. Полупан Ю. П. (2005). Методы определения степени фенотипичной консолидации селекционных групп животных. Методики научных исследований с селекции, генетики и биотехнологии в животноводстве. Киев, Аграрная наука. 52-61 (Uk).
15. Подпалая Т. В., Войналович С. А., Назаренко В. Г., Стриха Л. О., Цхвитава А. К. (2012). Селекция молочного скота и свиней. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
16. Сметана А. Ю. (2009). Степень организованности полигеннообусловленных признаков голштинской породы при разных эффектах влияния на них стабилизирующего отбора. Таврийский научный вестник, 64(3). 110-118 (Uk).

УДК 636.2.082.32

**Варніховський РЛ.**

*кандидат сільськогосподарських наук  
Вінницький національний аграрний університет*

## **ВПЛИВ ГЕНОТИПОВИХ І ФЕНОТИПОВИХ ЧИННИКІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ**

**Анотація.** Наведені результати досліджень молочної продуктивності корів української черно-рябої молочної породи залежно від генотипових чинників. Встановили, що на молочну продуктивність досліджуваного поголів'я корів має вплив лінія батька, родина та генотип. Виявлена зумовленість ознак селекції під впливом таких категорій племінних тварин, як матері дочок.

Наведено показники сили впливу генотипових та паратипових факторів на ознаки молочної продуктивності корів за даними першої лактації, визначених однофакторним дисперсійним аналізом.

Вивчені основні господарсько-корисні ознаки корів-первісток української черно-рябої молочної породи дослідного господарства та визначені параметри тварин бажаного типу. Досліджений вплив трьох генетичних факторів на формування високопродуктивного стада: підвищення частки спадковості голштинської породи, використання бугаїв-поліпшувачів, використання кращих ліній.

**Аннотация.** Приведенные результаты исследований молочной производительности коров украинской черно-рябой молочной породы в зависимости от генотипических факторов. Установили, что