

<https://doi.org/10.3176/biol.1984.4.02>

УДК 636.081.1

Рейн ТЕЙНБЕРГ, Велло КАСК

## ДИНАМИКА КОЭФФИЦИЕНТОВ НАСЛЕДУЕМОСТИ И ФЕНОТИПИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯЦИЙ ПРИЗНАКОВ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ

В литературе приводится немало данных о популяционных, межлактационных и межгодовых колебаниях коэффициентов наследуемости признаков молочной продуктивности коров, а также о корреляциях между этими признаками (Петухов, 1969; Эрнст, 1968, 1970; Басовский, 1983; Franz и др., 1973; Fimland и др., 1972; Warwick, Legates, 1979). Изменчивость генетических параметров популяций молочных коров обусловлена как генетическими, так и средовыми факторами. Если отсутствует интеракция между генотипом и средой, то наследуемость и генетические корреляции признаков зависят в основном от генетической структуры популяции и изменяются во времени (Новоставский, 1969; Зеленков, 1970; Thompson, 1977; Pirchner, 1979). Поэтому коэффициенты наследуемости для исследуемой популяции должны периодически (через 2—3 года) пересчитываться (Эрнст, 1970; Шалугин, 1971; Comberg и др., 1967).

Задача данного исследования — изучение динамики коэффициентов наследуемости и фенотипических корреляций признаков селекции молочного скота по хозяйствам, годам и лактациям с целью решения вопроса о периодичности их вычисления, а также выяснения масштабов популяции для получения достоверных коэффициентов при вычислении селекционных индексов.

### Материал и методика

Для вычисления эмпирических коэффициентов наследуемости и фенотипических корреляций между признаками молочной продуктивности использовались данные контроля молочной продуктивности коров за 1981 и 1982 гг. в пяти хозяйствах Харьюского района Эстонской ССР. Хозяйства были признаны племенными хозяйствами эстонской черно-пестрой породы. Анализируемые данные были записаны на магнитные ленты ЭВМ ЕС-1020 в вычислительном центре АПК Эстонской ССР. Всего были использованы данные 5438 лактаций, причем коровы были дочерьми 166 быков-производителей.

Коэффициенты наследуемости ( $h^2$ ) вычисляли по трем признакам отбора: удой за 305-дневную лактацию, среднее содержание жира и белка в молоке. При вычислении коэффициентов фенотипической корреляции использовали и данные о живой массе, количестве молочного жира и белка за лактацию и скорости молокоотдачи. При вычислении коэффициента наследуемости использовали дисперсионный анализ групп полусестер по отцу (дочерей определенных быков-производителей), подробно изложенный нами ранее (Тейнберг, 1974, 1983; Teinberg, 1978). Коэффициенты фенотипической корреляции определяли по общепринятой методике (Le Roy, 1960; Weber, 1967; Rasch, 1970).



Коэффициенты наследуемости удоя

Хозяйство	Год	I лактация				II лактация				Среднее по трем лактациям			
		Кол-во быков	Кол-во коров	h <sup>2</sup>	Ошибка h <sup>2</sup>	Кол-во быков	Кол-во коров	h <sup>2</sup>	Ошибка h <sup>2</sup>	Кол-во быков	Кол-во коров	h <sup>2</sup>	Ошибка h <sup>2</sup>
Совхоз «Ранна»	1981	9	256	0,547*	0,271	7	241	0,121*	0,059	19	613	0,189*	0,096
	1982	4	181	0,228*	0,083	8	198	0,122*	0,076	19	540	0,180*	0,071
Колхоз «Раха Выйт»	1981	11	301	0,464***	0,089	5	132	0,271	0,240	19	511	0,321*	0,139
	1982	6	230	0,460**	0,152	9	236	0,389	0,227	17	529	0,323*	0,139
Совхоз им. В. И. Ленина	1981	8	183	0,146	0,155	6	153	0,127	0,113	18	424	0,108	0,091
	1982	4	234	0,068	0,040	7	132	0,184	0,157	18	497	0,084	0,076
Совхоз «Саку»	1981	7	291	0,205	0,158	4	245	0,329	0,233	14	666	0,153	0,085
	1982	3	235	0,173	0,147	7	247	0,461	0,252	14	670	0,219*	0,105
Совхоз «Вайда»	1981	11	259	0,193	0,147	3	162	0,107	0,090	16	542	0,159*	0,063
	1982	2	147	0,168	0,120	8	199	0,291	0,207	12	446	0,179	0,111
Всего/в среднем		65	2317	0,265		74	1945	0,240		166	5438	0,192	
	1981											0,186	
	1982											0,197	

Примечание. \*P&lt;0,05; \*\*P&lt;0,01; \*\*\*P&lt;0,001.



## Результаты исследования

В табл. 1, как мы видим, средние показатели по хозяйствам и годам значительно колеблются. Однако в пределах одного хозяйства в два смежных года средние коэффициенты наследуемости сравнительно сходны. Это подтверждает постоянство коэффициентов наследуемости по популяциям за близкие годы. Например, в четырех хозяйствах коэффициенты наследуемости удоя около 0,1—0,2, а в одном хозяйстве («Рахва Выйт») в среднем 0,3. То же можно сказать о коэффициентах наследуемости удоя по лактациям, хотя здесь колебания больше ввиду меньшего числа животных в выборках. Общие средние коэффициенты наследуемости по лактациям, однако, мало различаются. Общее среднее значение коэффициента наследуемости удоя было 0,192. Это хорошо согласуется с данными других авторов (Эрнст, Чемм, 1972; Завертяев, 1973; Lindström, 1969).

По результатам нашего исследования можно утверждать, что для сходных по генетической структуре стад коэффициенты наследуемости мало различаются и их колебания по лактациям и годам незначительны (1981 г. — 0,186, 1982 г. — 0,197). Следовательно, для конкретной популяции можно использовать коэффициенты наследуемости при прогнозировании эффективности отбора и для вычисления селекционных индексов в течение 2—3 лет. Средний коэффициент наследуемости удоя по первой и второй лактациям несколько выше среднего коэффициента по трем лактациям (табл. 1).

Средний коэффициент наследуемости жирности молока составляет 0,364 (табл. 2), что несколько ниже общепринятой величины (около 0,5; Ильинский, 1971; Васильева, 1972; Rinderzucht, 1981). Как по лактациям, так и по годам коэффициенты наследуемости жирности молока мало варьируют. Более заметны колебания этих коэффициентов по хозяйствам, что свидетельствует о большем генетическом варьировании жирности молока по сравнению с удоем (в разных хозяйствах использованы разные быки-производители). Это указывает на необходимость вычисле-

Таблица 2

Коэффициенты наследуемости жирности молока

Хозяйство	Год	I лактация		II лактация		Среднее по трем лактациям	
		$h^2$	Ошибка $h^2$	$h^2$	Ошибка $h^2$	$h^2$	Ошибка $h^2$
Совхоз «Ранна»	1981	0,659*	0,303	0,355	0,219	0,425**	0,156
	1982	0,360	0,282	0,541	0,299	0,365*	0,147
Колхоз «Рахва Выйт»	1981	0,433*	0,217	0,624*	0,303	0,653**	0,213
	1982	0,699*	0,324	0,592*	0,293	0,708**	0,228
Совхоз им. В. И. Ленина	1981	0,285	0,211	0,253	0,218	0,266*	0,135
	1982	0,325	0,239	0,366	0,278	0,260*	0,125
Совхоз «Саку»	1981	0,233	0,158	0,409	0,271	0,221*	0,107
	1982	0,249	0,160	0,547*	0,280	0,248*	0,114
Совхоз «Вайда»	1981	0,501*	0,246	0,203	0,195	0,216*	0,110
	1982	0,307	0,231	0,258	0,194	0,277*	0,113
В среднем		0,395		0,415		0,364	
1981						0,356	
1982						0,372	



Коэффициенты наследуемости белковости молока (1981)

Хозяйство	I лактация		II лактация		Среднее по трем лактациям	
	$h^2$	Ошибка $h^2$	$h^2$	Ошибка $h^2$	$h^2$	Ошибка $h^2$
Совхоз «Ранна»	0,840*	0,373	0,292	0,148	0,693**	0,213
Колхоз «Рахва Выйт»	0,166	0,128	0,530	0,341	0,225*	0,114
Совхоз им. В. И. Ленина	0,044	0,071	0,193	0,191	0,121	0,065
Совхоз «Саку»	0,313	0,189	0,030	0,071	0,176	0,092
Совхоз «Вайда»	0,249	0,167	0,251	0,212	0,246**	0,090
В среднем	0,322		0,259		0,292	

ния коэффициента наследуемости в отдельности для каждой популяции (стада). По годам (в пределах одного хозяйства) коэффициенты наследуемости жирности молока различаются меньше и при прогнозировании эффективности отбора можно использовать показатели последних 2—3 лет.

Данные табл. 3 получены только за один год (1981). Средний коэффициент наследуемости белковости молока равнялся 0,292, что несколько ниже коэффициента наследуемости жирности молока. По лактациям колебания здесь больше, чем в случае жирности молока. Значительны и различия коэффициентов наследуемости белковости по хозяйствам.

Данные проверки **статистической достоверности** коэффициентов наследуемости показали, что для получения достоверных коэффициентов в пределах одного хозяйства недостаточно исследования коров только одной лактации. Необходимое число коров достигается как правило суммой трех лактаций, т. е. свыше 500. Но при более низкой наследуемости недостаточно и этого количества.

На основе **коэффициентов фенотипической корреляции** между признаками отбора по хозяйствам (табл. 4) видно, что достоверная отрицательная связь существует между удоем и содержанием жира в молоке, а также между удоем и содержанием белка в молоке, причем последняя связь является более тесной ( $-0,235$ ). Между удоем и живой массой корреляция практически отсутствует. То же можно сказать о корреляции между удоем и скоростью молокоотдачи. Большинство авторов получили здесь слабую положительную корреляцию (Pirchner, 1979).

Фенотипическая корреляция средней тесноты между жирностью и белковостью молока положительна (в среднем  $+0,4$ ), что хорошо согласуется с нашими предыдущими данными (Тейнберг, 1974, 1983) и данными других авторов (Жебровский, 1971; Басовский, 1983; Mesterjahn, 1970; Roos, 1971; Franz и др., 1973).

Корреляция между жирностью молока и количеством белка отрицательна ( $-0,019$ ), как мы выяснили уже раньше (Тейнберг, 1974), это подтверждается результатами других авторов (Жебровский, 1973; Жебровский и др., 1969; Gaunt, 1973). То же следует сказать об обратной связи: между белковостью и количеством жира ( $-0,098$ ). Это свидетельствует о трудности проведения селекции одновременно как по жирности, так и по увеличению количества белка или как по белковости, так и по увеличению количества жира. Селекция по жирности молока уве-



Коэффициенты фенотипической корреляции между признаками отбора

Коррелирующие признаки	Хозяйство, год и количество животных											
	Совхоз «Ранна»		Колхоз «Рахва Выйт»		Совхоз им. В. И. Ленина		Совхоз «Саку»		Совхоз «Вайда»			
	1981 (613)	1982 (540)	1981 (511)	1982 (529)	1981 (424)	1982 (497)	1981 (666)	1982 (670)	1981 (542)	1982 (446)		
Удой × жирность	-0,068	0,034	-0,142**	-0,006	-0,172***	-0,116**	-0,109**	-0,004	-0,184***	-0,089*		
Удой × белковость	-0,183***		-0,225***		-0,291***		-0,164***		-0,314***			
Удой × живая масса	-0,030	-0,045	-0,066	0,062	-0,047	0,046	0,060	0,030	0,057	-0,063		
Удой × скорость молокоотдачи	0,123***		—		-0,036		0,025		0,093*			
Жирность × белковость	0,287***		0,383***		0,344***		0,452***		0,557***			
Жирность × количество жира	0,216***	0,372***	0,280***	0,355***	0,164***	0,266***	0,228***	0,236***	0,149***	0,259***		
Жирность × кол-во белка	0,023		-0,030		-0,039		0,008		-0,055			
Белковость × кол-во жира	-0,098*		-0,061		-0,180***		-0,016		-0,137***			
Белковость × кол-во белка	0,106*		0,076		0,108**		0,093*		-0,080			
Кол-во жира × кол-во белка	0,941***		0,908***		0,900***		0,945***		0,954***			



личивает количество жира ввиду положительной корреляции  $+0,253$ , а отбор по белковости обеспечивает повышение количества белка ( $+0,061$ ). Тесная корреляция существует между количеством жира и белка в молоке, надоемном за лактацию ( $+0,930$ ).

Коэффициенты фенотипической корреляции по хозяйствам мало варьируют, а знак их при достоверных корреляциях одинаковый. Это позволяет использовать средние коэффициенты для вычисления селекционных индексов и для прогнозирования скоррелированных сдвигов при отборе по нескольким признакам. Но в пределах одного хозяйства коэффициенты корреляции по годам варьируют, что требует их периодического пересчета внутри популяции.

### Выводы

1. Коэффициент наследуемости удоя, вычисленный методом дисперсионного анализа групп полусестер по отцу, был в среднем  $0,192$ ; в то же время по хозяйствам, годам и лактациям наблюдались существенные колебания. Для прогнозирования эффективности селекции и для вычисления селекционных индексов внутри популяций коэффициенты наследуемости следует периодически (через 2—3 года) пересчитывать.
2. Коэффициенты наследуемости содержания жира и белка в молоке были в среднем  $0,364$  и  $0,292$  соответственно.

### ЛИТЕРАТУРА

- Басовский Н. З. Популяционная генетика в селекции молочного скота. М., 1983.
- Васильева Л. А. Оценка коэффициентов наследуемости тремя методами. — Цитология и генетика, 1972, 3, 209—213.
- Жебровский Л. С. Селекционно-генетические параметры белкомолочности крупного рогатого скота. Автореф. докт. дис. Таллин, 1971.
- Жебровский Л. С. Селекционно-генетические основы белкового состава молока коров. М., 1973.
- Жебровский Л. С., Снопова А. А., Ефименко Г. В. Оценка возможного эффекта селекции на увеличение основных компонентов в молоке коров. — Сб. научн. тр. ВНИИРГЖ, 1969, вып. 15, 2, 110—117.
- Завертяев Б. П. Сравнительная оценка разных методов определения коэффициента наследуемости количественных признаков у молочного скота. — Генетика, 1973, 3, 46—52.
- Зеленков П. И. Наследуемость молочной продуктивности у симментальского скота в пределах первых трех лактаций. — В кн.: Материалы 2-ой конференции молодых ученых по генетике и разведению сельскохозяйственных животных. Л., 1970, 1, 8—10.
- Ильинский А. А. Оценки генетических параметров и их использование при отборе в заводском стаде молочного скота. — Автореф. докт. дис. Кострома, 1971.
- Новоставский В. Н. Наследуемость молочной продуктивности и живого веса красного степного скота в племязаводах юга Украины. — В сб.: Проблемы зоотехнической генетики. М., 1969, 114—129.
- Петухов В. Л. Наследуемость молочности и жирномолочности у крупного рогатого скота в зависимости от уровня продуктивности и показатели ее селекционной оценки. Автореф. канд. дис. Витебск, 1969.
- Тейнберг Р. Р. Теоретические основы определения генетических параметров популяций и селекционных индексов и их использование при отборе молочного скота в Эстонской ССР. Докт. дис. Тарту, 1974.
- Тейнберг Р. Использование генетических параметров и селекционных индексов при крупномасштабной селекции молочного скота. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1983, 32, 40—47.
- Шалугин Б. В. Устойчивость параметров по селекционным признакам и повторяемость племенных оценок родственных групп заводского стада костромской породы. Автореф. канд. дис. Кострома, 1971.
- Эрнст Л. К. Наследуемость и взаимосвязь селекционных признаков молочного скота. Автореф. докт. дис. Дубровица, 1968.
- Эрнст Л. К. Наследуемость признаков молочного скота. — В сб.: Генетика и новые методы селекции молочных пород скота. М., 1970, 83—89.
- Эрнст Л. К., Чемм В. А. Современные методы совершенствования молочного скота. М., 1972.



- Comberg, G., Gröning, M., Meyer, H. Untersuchungen über anorganische und organische Milchbestandteile in der Rindermilch, insbesondere ihre genetische Bedingtheit. — Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiol., 1967, 84, 34—65.
- Fimland, E. A., Bar-Anan, R., Harvey, W. R. Studies on dairy records from Israeli-Friesian cattle. I. Influence of some environmental effects. — Acta Agric. Scand., 1972, 22, 34—48.
- Franz, H., Droese, N., Just, M., Schüler, E.-M., Lenschow, J. Zur Einbeziehung der Milcheiweißleistung in das Rinderzuchtprogramm der DDR. 2. Selektionsparameter und Selektionsindices. — Arch. Tierz., 1973, 16, 15—24.
- Gaunt, S. N. Genetic and environmental changes possible in milk composition. — J. Dairy Sci., 1973, 56, 270—278.
- Le Roy, H. L. Statistische Methoden der Populationsgenetik. Basel; Stuttgart, 1960.
- Lindström, U. Genetic change in milk yield and fat percentage in artificially bred populations of Finnish dairy cattle. — Suomen Maatal. Seur. Julk., 1969, nr. 114.
- Mesterjahn, H. Die Variabilität der Milchbestandteile und Mengenleistungen und ihre phänotypischen Beziehungen beim Deutschen Schwarzbunten Rind und beim Dänischen Jerseyrind in der DDR. — Tierzucht, 1970, 24, 169—170.
- Pirchner, F. Populationsgenetik in der Tierzucht. Hamburg; Berlin, 1979.
- Kasch, D. Elementare Einführung in die mathematische Statistik. Berlin, 1970.
- Rinderzucht. Stuttgart, 1981.
- Roos, A. Mjölakens sammansättning ur avelssynpunkt. — Svensk Husdjursskötsel, 1971, nr. 41.
- Teinberg, R. Põllumajandusloomade geneetika. Tln., 1978.
- Thompson, R. Estimation of quantitative genetic parameters. — Proc. Int. Conf. Quant. Genetics, Iowa, Ames, 1977, 639—658.
- Warwick, E. J., Legates, J. E. Breeding and Improvement of Farm Animals. 7th ed. New York, 1979.
- Weber, E. Mathematische Grundlagen der Genetik. Jena, 1967.

Институт экспериментальной биологии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
25/V 1984

Rein TEINBERG, Vello KASK

#### LEHMADE PIIMAJÕUDLUSOMADUSTE PÄRITAVUSKOEFIITSIENTIDE JA FENOTÜÜBILISTE KORRELATSIOONIKORDAJATE DÜNAAMIKA

Artiklis on toodud piimajõudlusomaduste päritavuskoeffitsientide ja fenotüübiliste korrelatsioonikordajate dünaamika majandite, aastate ja laktatsioonide järgi viies Harju rajooni eesti mustakirju karja tõumajandis. Keskmine päritavuskoeffitsient oli laktatsiooni piimatoodangu puhul 0,192, piima rasvasisalduse puhul 0,364 ja piima valgusisalduse puhul 0,292. Koeffitsiendid varieerusid oluliselt majandite ja laktatsioonide, vähem aastate järgi. Fenotüübilised korrelatsioonikordajad leiti kuue valiktunnuse vahel. Tihedam seos oli piimarasva- ja valgutoodangu vahel, samuti piima rasva- ja valgusisalduse vahel ning rasvasisalduse ja -toodangu vahel.

Rein TEINBERG, Vello KASK

#### THE DYNAMICS OF THE COEFFICIENTS OF HERITABILITY AND PHENOTYPIC CORRELATIONS BETWEEN MILK PRODUCTION CHARACTERS

The results of investigation of dynamics of the coefficients of heritability and phenotypic correlations are presented. The average heritability of milk yield was 0.192, that of milk fat percentage—0.364 and milk protein content—0.292. There was significant variation of these coefficients between farms, years and lactations.