



# ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

И.П.Шейко, академик ААН РБ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
 М.А.Шацкий, научный сотрудник  
 Белорусский НИИ животноводства  
 УДК 636.4.033.082.23

## Сопряженность и прогнозирование воспроизводительных качеств свиней белорусской мясной и крупной белой пород

*Изложены особенности воспроизводительных качеств (объем эякулята, концентрация спермы, подвижность, переживаемость спермы, оплодотворяемость и многоплодие) свиней белорусской мясной и крупной белой пород.*

*Установлены различия парных и множественных коэффициентов корреляций и коэффициентов детерминации, по которым выявлены приоритетные признаки (концентрация спермы, её переживаемость, объем эякулята) для прогнозирования показателей воспроизводства.*

*Приведены уравнения множественной регрессии, позволяющие на основе использования одних параметров прогнозировать другие при незначительных расхождениях с фактическими величинами, что дает возможность использовать их в качестве дополнительных критериев в селекционном процессе указанных породных популяций.*

*The article describes the peculiarities of the reproductive properties of Belarusian meat breed and white heavy breed of pigs (the volume of ejaculation, sperm concentration, mobility, longevity of the sperm, fecundate ability and prolificacy).*

*Interbreed differences of couple and multiple coefficients of correlation as well as coefficients of determination, which reveal priority traits (sperm concentration, its longevity, ejaculation volume) for forecasting reproductive indicators have been determined in the article.*

*The article also provides the equations for multiple regressions allowing to forecast some parameters on the basis of the existing ones, which have small differences with the actual quantities. It gives the opportunity to use them as additional criteria while selecting the above breeds.*

Из всех факторов, определяющих уровень производства свиноводства, особая роль принадлежит воспроизводительным способностям животных используемых пород.

Признаки, обуславливающие воспроизводство у всех видов сельскохозяйственных животных, характеризуются сравнительно низким уровнем наследственности. В частности, коэффициенты наследуемости многоплодия свиноматок находятся в пределах 0,05-0,1 [1, 3, 4]. Это свидетельствует о том, что эффективность селекции по указанным признакам обусловлена прежде всего малым уровнем их изменчивости и в значительной степени паратипическими факторами. Как отмечает В.Б.Дмитриев [2], полигенность количественных признаков, по которым ведется отбор, предопределяет вероятность объективной и полной оценки генотипа животных, с чем связано и низкое наследование воспроизводительных качеств.

За счет интенсивности отбора и увеличения генетического потенциала продуктивности потомства через реализацию наследственности выдающихся производителей и возможностей наиболее оптимального использования животных можно обеспечить прогресс селекции по отдельным признакам. Однако И.В.Соловьев [3] счита-

ет, что интенсификация отбора и подбора из-за однородности стада снижает коэффициент наследуемости многоплодия до низкой величины ( $h^2=0,10-0,15$ ).

При осуществлении селекционного процесса проводимая оценка животных по комплексу признаков с учетом взаимодействия между ними более достоверно отражает их племенную ценность, что позволяет смоделировать прогнозируемые параметры продуктивности.

Зоотехнической наукой разработан и применяется в селекционной практике так называемый межсистемный прогноз, который заключается в том, что на основе генетико-математического моделирования по состоянию одного признака (прогнозирующего) с определенной вероятностью устанавливается изменение или поведение другого (прогнозируемого) признака. Использование данного метода дает возможность на основании комплексной оценки селекционного материала с одновременным учетом всех изучаемых признаков установить взаимосвязь между величиной исследуемого признака и факторами, влияющими на нее.

Имеются сообщения о построении моделей прогноза молочности маток по средней массе поросят в 4 месяца, усвоения протеина на основании перевари-

Таблица 1. Воспроизводительные качества хряков и маток двух пород

Признаки	Обозначения	Белорусская мясная (БМ)		Крупная белая (КБ)	
		$X \pm s_x$	$C_v \pm s_{C_v}$	$X \pm s_x$	$C_v \pm s_{C_v}$
<b>Хряки</b>					
Объем эякулята, мл	$x_1$	203,00±5,30	14,20±2,70	199,60±5,40	19,50±2,70
Концентрация, млрд./мл	$x_2$	298,10±5,60	9,90±1,90	290,30±4,00	9,80±1,40
Подвижность, балл	$x_3$	9,10±0,10	7,30±1,40	8,90±0,08	6,40±0,90
Переживаемость, час	$x_4$	155,20±3,70	12,70±2,40	154,00±4,59	21,20±3,00
<b>Матки</b>					
Оплодотворяемость, %	$x_5$	80,40±1,30**	8,30±1,60	75,10±1,01	9,50±1,30
Многоплодие, %	$x_6$	9,20±0,20**	12,90±2,40	8,50±0,03	8,60±1,20

Примечание. \*\* -  $P < 0,01$

мости других компонентов при ограниченном и обильном кормлении, по выявлению тестов, отражающих откормочные и мясные качества на основе установления величин между функциями и признаками, которые используются при отборе наиболее высокопродуктивных особей [4].

Исходя из актуальности изложенного были проведены исследования по установлению взаимосвязей показателей воспроизводства и их прогнозирования у свиней белорусской мясной и крупной белой пород.

Материалом исследований послужили данные оценки спермы хряков-производителей, полученные на станции искусственного осеменения, а также результаты осеменения свиноматок селекционно-гибридного центра "Защепровский" Оршанского района Витебской области. В обработку были включены показатели: объем эякулята, концентрация спермы, густота, подвижность и её переживаемость по 28 хрякам, процент оплодотворяемости и многоплодие по 108 свиноматкам белорусской мясной, а также по 51 хряку и 306 свиноматкам крупной белой породы.

Расчет прогнозирования воспроизводительных качеств осуществляли при помощи многофакторного корреляционно-регрессионного анализа по уравнению множественной регрессии:

$$J = a + \sum_{i=1}^n b_i x_i,$$

где  $J$  — прогнозируемый признак;

$a$  — свободный член;

$b_i$  — коэффициент частной регрессии прогнозируемого признака  $x_i$ ;

$x_i$  — факториальные признаки;

$\Sigma$  — сумма.

Данные воспроизводительных качеств хряков и маток двух пород приведены в таблице 1.

Показатели воспроизводства хряков и маток (табл. 1) отражают генотипические особенности животных белорусской мясной и крупной белой пород. По объему эякулята, концентрации спермы, подвижности и переживаемости с более высокими величинами выделяются производители белорусской мясной породы, превосходство которых над сверстниками крупной белой оказалось в пределах 0,8-2,7%, а по оплодотворяемости и многоплодию маток -- на 7,1-8,2% ( $P < 0,01$ ). Наибольшей вариабельностью среди учтенных признаков свиней белорусской мясной породы характеризуются объем эякулята спермы, её переживаемость и мною оплодие маток с коэффициентами вариации 12,7-14,2%, по крупной белой -- объем эякулята и переживаемость спермы с параметрами 19,5-21,2%.

Результаты вычисления парных коэффициентов корреляции показали различия в сопряженности изучаемых признаков (табл. 2).

Данные таблицы 2 свидетельствуют о неравнозначности коэффициентов корреляции между показателями воспроизводства двух пород. В целом объем эяку-

Таблица 2. Парные коэффициенты корреляции (r)

Признак	Обозначения	Объем эякул. ( $x_1$ )	Концентрация ( $x_2$ )	Подвижность ( $x_3$ )	Переживаемость ( $x_4$ )	Оплодотворяемость ( $x_5$ )	Многоплодие ( $x_6$ )
Объем эякулята	( $x_1$ )		-0,417	-0,177	-0,153	-0,074	-0,127
Концентрация спермы	( $x_2$ )	-0,203		-0,093	0,345	0,528	0,332
Подвижность	( $x_3$ )	-0,029	0,250		-0,042	0,181	0,134
Переживаемость	( $x_4$ )	0,311	0,017	0,137		0,196	0,012
Оплодотворяемость	( $x_5$ )	-0,352	0,285	0,117	-0,029		0,268
Многоплодие	( $x_6$ )	-0,002	0,224	0,059	0,127	0,254	

Примечание. \* - в правом верхнем углу приведены "r" по белорусской мясной породе, в левом нижнем — по крупной белой

Таблица 3. Ранги коэффициентов детерминации воспроизводительных качеств животных

Признак	Обозначение признака	Коэффициенты детерминации		Доля значимости коэффициента детермин., %		Ранг	
		БМ	КБ	БМ	КБ	БМ	КБ
Объем эякулята	$x_1$	0,2111	0,2027	15,6	22,9	3	2
Концентрация	$x_2$	0,4680	0,2909	34,6	32,9	1	1
Подвижность	$x_3$	0,0800	0,0372	5,9	4,2	6	6
Переживаемость	$x_4$	0,1115	0,1053	8,9	11,9	5	5
Оплодотворяемость	$x_5$	0,3436	0,1396	25,9	15,7	2	3
Многоплодие	$x_6$	0,1342	0,1081	9,9	12,2	4	4

лята спермы хряков обоих генотипов имеет отрицательную взаимосвязь с другими признаками, определяющими воспроизводительные способности животных, за исключением положительной сопряженности между объемом эякулята и переживаемостью у хряков крупной белой породы.

По белорусской мясной породе статистически высокодостоверная отрицательная корреляция при  $P < 0,05$  установлена между объемом эякулята и концентрацией спермы. Концентрация спермы производителей находится в положительной сопряженности с переживаемостью ( $P \leq 0,05$ ), с оплодотворяемостью маток ( $P < 0,001$ ) и с их многоплодием ( $P \leq 0,05$ ). Подвижность спермы положительно коррелирует с процентом оплодотворяемости маток и с многоплодием при незначительных коэффициентах ( $r = 0,181$  и  $r = 0,134$ ), а процент оплодотворяемости с многоплодием маток ( $P < 0,05$ ). По признакам воспроизводства животных крупной белой породы наиболее существенная отрицательная сопряженность наблюдается между объемом эякулята и оплодотворяемостью, а также с переживаемостью спермы ( $P < 0,05$ ). Концентрация спермы производителей положительно коррелирует с подвижностью ( $P < 0,05$ ), оплодотворяемостью ( $P < 0,05$ ) и многплодием маток.

Сравнение коэффициентов корреляции одноименных признаков двух пород показывает, что у животных белорусской мясной породы они отличаются большей величиной сопряженности, нежели эти величины среди особей крупной белой породы.

В силу высокой достоверности корреляционных отношений концентрации спермы хряков с её переживаемостью, а также с объемом эякулята, оплодотворяемостью и многоплодием осемененных маток данный признак может служить в качестве основного прогнозируемого при отборе производителей на воспроизводительные способности. Остальные признаки, с несколько меньшими коэффициентами корреляции, могут быть использованы как дополняющие тесты к прогнозируемым.

При оценке связей между признаками, выбранными на основе тестов косвенного отбора, необходимо выяснить их приоритетность и роль каждого из них при формировании других, используемых в селекции

признаков. Это устанавливается с помощью коэффициентов детерминации, показывающих, какую долю в общем разнообразии признаков занимает каждый из изучаемых и используемых в прогнозе. По величине коэффициентов детерминации проводилось ранжирование признаков по убывающему значению и в установленной последовательности они включались в уравнения множественной регрессии, рассчитанные для прогнозирования воспроизводительных качеств животных.

Ранги коэффициентов детерминации по степени влияния каждого на последующий приведены в таблице 3.

По рангу степени влияния каждого признака на остальные (табл. 3) среди животных белорусской мясной породы первое место занимает показатель концентрации спермы хряков, второе — оплодотворяющая способность и третье — объем эякулята спермы. Среди особей крупной белой породы на первом месте стоит концентрация спермы, на втором — объем эякулята и на третьем — оплодотворяющая способность спермы.

В целом по доли влияния признаков среди двух пород лидирующее положение занимают концентрация спермы хряков и объем эякулята, которые в наибольшей степени определяют остальные показатели. Это дает основание считать их наиболее приемлемыми для прогнозирования воспроизводительных качеств животных.

Используя метод пошагового корреляционно-регрессионного анализа, для прогноза каждого показателя продуктивности обеих пород было составлено по 6 уравнений линейной регрессии, соответствующих учтенным признакам животных (табл. 4).

По животным белорусской мясной породы из шести признаков, которые были включены в математическую модель (табл. 4), адекватными экспериментальными данными оказались только переменные: объем эякулята — концентрация спермы, концентрация — оплодотворяемость, концентрация — многоплодие и оплодотворяемость — многоплодие маток, которые можно использовать для прогноза воспроизводительных качеств у свиней двух пород.

Среди животных крупной белой породы наибольшее соответствие экспериментальным данным

Таблица 4. Уравнения линейной регрессии для прогнозирования признаков воспроизводства

Переменные в уравнении		Свободный член уравнения (a)	Коэффициент регрессии (b)	Критерий (F)	Значимость (P<)
Прогнозируемое	Факториальное				
<b>Белорусская мясная порода</b>					
Концентрация	Объем эякулята	374,800	-0,3860	4,39	0,0010
Оплодотворяемость	Концентрация	43,190	0,1250	9,82	0,0001
Многоплодие	Концентрация	4,493	0,0165	5,08	0,0010
Концентрация	Переживаемость	95,800	0,2060	2,55	0,0500
Многоплодие	Оплодотворяемость	4,050	0,0664	4,50	0,0010
<b>Крупная белая порода</b>					
Концентрация	Объем эякулята	320,000	-0,1503	2,06	0,0500
Концентрация	Оплодотворяемость	54,500	-0,0724	4,26	0,0010
Концентрация	Подвижность	7,500	0,0050	3,22	0,0010
Объем эякулята	Многоплодие	88,600	-0,0661	6,75	0,0001
Объем эякулята	Переживаемость	101,800	0,2648	5,16	0,0001

установлено между переменными: концентрация — оплодотворяемость, концентрация — подвижность, объем эякулята — многоплодие маток и объем эякулята — переживаемость спермы. Это еще раз подтверждает, что из всех уравнений линейной регрессии для прогноза отдельных показателей воспроизводства можно применить такие признаки, как объем эякулята и концентрацию спермы, несмотря на отрицательную взаимосвязь между ними.

Признаки оплодотворяемости и многоплодия маток не могут быть использованы в качестве прогнозируемых тестов вследствие их конечной результативности, которая в значительной степени зависит от качества спермы производителей и многих паратипических факторов.

В результате произведенных расчетов были составлены уравнения множественной регрессии воспроизводительных качеств свиной белорусской мясной и крупной белой пород.

**Уравнения множественной регрессии по белорусской мясной породе**

$$J_1 = 334,36 - 0,4997xX_2 - 7,1760xX_3 - 0,0743xX_4 + 0,9660xX_5 + 1,5171xX_6$$

$$J_2 = 163,79 - 0,3366xX_1 - 2,9440xX_3 + 0,2395xX_4 + 1,8750xX_5 + 4,2120xX_6$$

$$J_3 = 122,78 - 0,0384xX_1 + 0,1840xX_2 - 2,1420xX_3 + 0,2590xX_4 - 1,4920xX_6$$

$$J_5 = 11,316 + 0,0450xX_1 + 0,1290xX_2 + 1,5420xX_3 + 0,0230xX_4 + 0,4480xX_6$$

$$J_6 = 2,303 + 0,0033xX_1 + 0,0140xX_2 + 0,1780xX_3 - 0,0060xX_4 + 0,0210xX_5$$

**Уравнения множественной регрессии по крупной белой породе**

$$J_{X1} = 302,42 - 0,2133xX_2 + 1,1075xX_3 + 0,3711xX_4 - 1,532xX_5 + 0,6231xX_6$$

$$J_{X2} = 213,28 - 0,1458xX_1 + 6,0107xX_3 + 0,0412xX_4 + 0,411xX_5 - 0,2172xX_6$$

$$J_{X3} = 7,89 + 0,0002xX_1 + 0,0016xX_2 + 0,0004xX_4 + 0,001xX_5 - 0,0031xX_6$$

$$J_{X4} = 31,18 + 0,3011xX_1 + 0,0489xX_2 + 1,7168xX_3 + 0,417xX_5 - 0,3022xX_6$$

$$J_{X5} = 60,94 - 0,0646xX_1 + 0,0249xX_2 + 1,7467xX_3 + 0,021xX_4 + 0,0653xX_6$$

$$J_{X6} = 19,28 + 0,0823xX_1 - 0,0420xX_2 - 2,2800xX_3 - 0,049xX_4 + 0,2044xX_5$$

Использование в этих уравнениях данных каждого отдельного признака позволило получить прогнозируемые параметры изучаемых показателей и провести их сравнение с фактическими величинами (табл. 5).

Таблица 5. Множественные коэффициенты корреляции и эффективность прогноза признаков воспроизводства

Признаки	Множественные коэффициенты корреляции		Величина прогнозируемых признаков у пород		Отклонения прогнозир. признака от фактичес. (+, -), %	
	БМ	КБ	БМ	КБ	БМ	КБ
Объем эякулята	0,459	0,512	199,7	199,8	-1,6	+0,1
Концентрация	0,684	0,301	299,6	290,2	+0,5	-0,03
Переживаемость	0,334	0,340	157,1	155,0	+1,2	+0,6
Оплодотворяемость	0,586	0,373	80,4	74,9	0,0	-0,3
Многоплодие	0,366	0,286	9,34	9,0	+1,1	+5,5

Анализ данных таблицы 5 свидетельствует о межпородных особенностях сопряженности признаков и прогнозирования воспроизводительных качеств свиной. Наиболее существенные генотипические различия установлены по множественным коэффициентам корреляций, обозначающим зависимость изменения показателей отдельной величины признака при одновременном изменении других взаимосвязанных величин. Животные белорусской мясной породы характеризуются более высокими множественными коэффициентами корреляций, среди которых выделяются концентрация спермы и оплодотворяемость маток ( $P \leq 0,0001$ ), объем эякулята ( $P \leq 0,01$ ). У свиной крупной белой породы наиболее существенным коэффициентом множественной корреляции оказался объем эякулята при  $P \leq 0,0001$ . В то время как по остальным признакам статистическая достоверность составила  $P \leq 0,05$ .

Сравнение прогнозируемых величин с фактическими данными воспроизводительных качеств животных двух пород в основном показало незначительные отклонения, составившие от  $-1,6$  до  $+1,2\%$ , за исключением показателя многоплодия маток по крупной белой породе, реальная величина которых уступает прогнозу на  $5,5\%$ . Это свидетельствует о том, что наиболее приемлемыми признаками для прогноза воспроизводительных качеств среди хряков обеих пород можно считать концентрацию спермы, объем эякулята и переживаемость спермы, величины которых практически одинаковы с фактическими.

### Выводы

1. Свиные белорусской мясной и крупной белой пород характеризуются генотипическими различиями воспроизводительных качеств с превосходством первых над вторыми по объему эякулята, концентрации спермы, подвижности и переживаемости в пределах  $0,8-2,7\%$ , а по оплодотворяемости и многоплодию маток на  $7,1-8,2\%$  ( $P \leq 0,01$ ).

2. По величине парной корреляции между признаками воспроизводства обеих пород объем эякулята спермы хряков отрицательно коррелирует с другими показателями, за исключением положительной зависимости его с переживаемостью спермы у сверстников крупной белой породы.

3. Концентрация спермы хряков белорусской мясной породы находится в положительной сопряженности с переживаемостью спермы ( $P \leq 0,05$ ), с оплодотворяющей способностью ( $P \leq 0,001$ ) и с многоплодием маток

( $P \leq 0,05$ ), у особей крупной белой породы — с подвижностью спермы и оплодотворяемостью маток ( $P \leq 0,05$ ).

4. По ранжированию коэффициентов детерминации и степени влияния каждого признака на остальные среди животных белорусской мясной породы первое место занимает показатель концентрации спермы, второе — ее оплодотворяющая способность и третье — объем эякулята, по свиным крупной белой породы соответственно — концентрация спермы, объем эякулята и оплодотворяющая способность.

5. Животные белорусской мясной породы отличаются более высокими множественными коэффициентами корреляций по концентрации спермы и оплодотворяемости маток ( $P \leq 0,0001$ ), по объему эякулята ( $P \leq 0,01$ ), а свиные крупной белой породы — по объему эякулята ( $P \leq 0,0001$ ).

6. Из уравнений линейной регрессии с высокой статистической достоверностью ( $P \leq 0,001-0,0001$ ) для прогноза отдельных показателей воспроизводства у свиной белорусской мясной породы можно использовать данные концентрации спермы и объема эякулята, у крупной белой — переживаемости и подвижности спермы.

7. Составленные уравнения множественной регрессии воспроизводительных качеств свиной белорусской мясной и крупной белой пород позволяют получить расчетные величины прогноза изученных признаков при незначительных отклонениях от фактических данных, среди которых наиболее приемлемы концентрация спермы, объем эякулята и переживаемость спермы.

### Литература

1. Лэсли Дж. Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных: — Москва: Колос. — 1982. — 391 с.
2. Дмитриев В.Б. Соответствие критериев оценки племенных качеств животных, методов их отбора и подбора прогрессу популяции // Тезисы VI съезда генетиков и селекционеров России. — Санкт-Петербург. — 1999. — С. 35-36.
3. Соловьев И.В. Совершенствование асканийского типа украинской мясной породы свиной // Зоотехния. — 2000. — № 10. — С. 6-7.
4. Бажов Г.М., Бахирева Л.А. Прогнозирование продуктивных качеств свиной в раннем возрасте. — Краснодар, б. и., 1994. — С. 143.