

## Доклады Национальной академии наук Беларуси

2015

май–июнь

Том 59 № 3

## АГРАРНЫЕ НАУКИ

УДК 636.4.082.12

Академик И. П. ШЕЙКО, Р. И. ШЕЙКО

## ОЦЕНКА ОБЩЕЙ, СПЕЦИФИЧЕСКОЙ И АССОЦИАТИВНОЙ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МАТЕРИНСКИХ И ОТЦОВСКИХ ФОРМ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД СВИНЕЙ

НПЦ НАН Беларуси по животноводству, Жодино

Поступило 23.03.2015

**Введение.** Увеличение откормочной и мясной продуктивности свиней, получение стабильного эффекта гетерозиса при скрещивании и гибридизации требует совершенствования существующих и создания новых линий с высокой мясностью, хорошо сочетающихся на гетерозисный эффект и стойко передающих свои качества потомкам, помесям и гибридам не только в первом, но и в последующих поколениях. В результате линейного разведения создаются животные с высокой наследственной устойчивостью. Возрастает гомозиготность и в то же время сохраняется достаточная изменчивость хозяйственно полезных признаков [1–5].

Используя только характеристику абсолютных показателей продуктивности, трудно дать объективную оценку породе или линии и определить их значимость при отборе. На основании концепции ассоциативного отбора наиболее ценным генотипом для селекции является высоко интегрированный генотип, поэтому выявление и анализ структуры связей признаков, а также количественной характеристики комплекса признаков представляет собой одну из важнейших задач ассоциативного отбора [6–10].

**Материалы и методы исследований.** Для выбора оптимальной программы селекции свиней крупной белой, белорусской черно-пестрой, белорусской мясной и породы дюрок нами проведена оценка их общей (ОКС), специфической (СКС) и ассоциативной (АКС) комбинационной способности по методу В. К. Савченко и ассоциативный подбор отцовских и материнских форм для расчета гетерозисного потенциала сочетаний.

Генетическому анализу подвергнуты показатели продуктивности 2718 маток крупной белой породы (КБ), 1009 – белорусской черно-пестрой (БЧ), 1048 – белорусской мясной (БМ) и 625 – дюрок (Д) из ведущих племзаводов и СГЦ. У 2545 голов чистопородного и 646 голов гибридного молодняка проведен генетический анализ показателей откормочной и мясной продуктивности.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что положительная комбинационная способность по многоплодию имеет место у животных крупной белой и белорусской черно-пестрой пород, а также у материнской формы белорусской мясной, отрицательная – у отцовской формы белорусской мясной и дюрок (табл. 1).

Таблица 1. Эффекты общей комбинационной способности репродуктивных качеств

Показатель продуктивности	Материнские формы				Отцовские формы			
	КБ	БЧП	БМ	Д	КБ	БЧП	БМ	Д
Многоплодие	0,10	0,22	0,13	0,11	0,18	0,24	-0,06	-0,07
Молочность	0,83	1,32	0,49	0,42	-1,68	0,46	1,23	0,42
Масса гнезда в 2 месяца	9,01	2,03	6,97	1,94	3,60	-3,01	3,63	1,79
Количество поросят в 2 месяца	0,01	0,15	-0,16	0,10	0,33	0,26	0,10	0,15

Наибольший положительный эффект ОКС по этому показателю проявился у животных белорусской черно-пестрой породы (0,22 и 0,24). Несколько меньшей величиной эффекта характеризовались животные крупной белой породы (0,10 и 0,18). Белорусская мясная и порода дюрок в качестве материнской имели положительное значение ОКС, а в качестве отцовской проявили отрицательный эффект (в первом случае соответственно 0,13–0,11, во втором – –0,06...–0,07).

Положительным эффектом ОКС по молочности обладали все родительские формы, за исключением отцовской крупной белой породы (–1,68), использование которой привело к снижению данного показателя при скрещивании. Высокие показатели ОКС имели матки белорусской черно-пестрой и хряки белорусской мясной пород (1,32 и 1,23 соответственно). Наиболее высокими показателями ОКС по массе гнезда в 2 месяца обладали материнские формы крупной белой породы (9,01), несколько ниже этот показатель был у маток белорусской мясной породы (6,97). Отцовские формы белорусской черно-пестрой породы оказали отрицательное влияние на формирование данного признака. Положительное влияние на значение показателя количества поросят в 2 месяца имели отцовские формы крупной белой и черно-пестрой пород.

Таким образом, установлено, что лучшими при оценке эффектов ОКС по многоплодию, молочности, массе гнезда в 2 месяца и количеству поросят в 2 месяца были свиноматки крупной белой и белорусской черно-пестрой пород, имеющие положительные значения ОКС по всем изучаемым показателям. Следовательно, матки этих пород при скрещивании будут оказывать значительное положительное влияние на формирование репродуктивных качеств [11; 13].

Вариансы специфической комбинационной способности (табл. 2) свидетельствуют, что популяции могут образовывать удачные гибридные комбинации. Показатели СКС по многоплодию незначительны, хотя наиболее высокие у белорусской мясной и крупной белой пород (0,05 и 0,07). Данный факт указывает, что на формирование многоплодия влияние неаддитивных эффектов (эпистаз и доминирование) невелико и при гибридизации увеличение данного признака будет несущественно.

Т а б л и ц а 2. **Вариансы специфической комбинационной способности репродуктивных качеств**

Показатель продуктивности	Вариансы СКС			
	КБ	БЧП	БМ	Д
Многоплодие	0,07	0,03	0,05	0,02
Молочность	0,39	0,13	0,11	0,10
Масса гнезда в 2 месяца	5,43	2,95	3,83	2,85
Количество поросят в 2 месяца	0,29	0,11	0,18	0,12

По величине варианты молочности выделяется крупная белая порода (0,39). Высокая специфическая комбинационная способность признака масса гнезда в 2 месяца крупной белой породы (5,43) стала следствием больших различий показателей в гибридных комбинациях с ее участием. По признаку количество поросят в 2 месяца варианты СКС невысокие, за исключением крупной белой (0,29).

Во всех случаях по репродуктивным признакам значение ОКС превышало СКС, то есть их величины определяются преобладанием аддитивных эффектов, что позволяет проводить отбор по фенотипу. Следовательно, эффект гетерозиса по репродуктивным признакам обусловлен высокой общей комбинационной способностью, а рассматриваемые для использования в скрещивании породы отличаются высокой разнородностью и фактически не прошли надлежащего отбора по ОКС [14].

Для оценки материнской и отцовской форм исходных пород нами проведено их ранжирование по общей комбинационной способности репродуктивных признаков (табл. 3).

Установлено удачное совпадение оценок комбинационной способности отцов и матерей крупной белой и белорусской мясной пород, характерное почти для всех признаков. У белорусской черно-пестрой породы не наблюдается полного совпадения оценок. Так, по полученным данным, у животных этой породы материнская форма может являться причиной снижения у гибридов таких признаков, как молочность и масса гнезда в 2 месяца. У животных крупной белой породы

отцовская форма может снизить уровни признаков молочности и массы гнезда в 2 месяца, одновременно положительно влияя на многоплодие и количество поросят в 2 месяца. Хряки черно-пестрой породы при скрещиваниях являются ухудшателями таких признаков, как молочность, масса гнезда и количество поросят в 2 месяца.

Оценки эффектов общей и варианс специфической комбинационной способности родительских форм по откормочным и мясным качествам представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 3. Ранжирование оценок общей комбинационной способности репродуктивных качеств материнских и отцовских форм

Показатель продуктивности	Материнские формы				Отцовские формы			
	КБ	БЧП	БМ	Д	КБ	БЧП	БМ	Д
Многоплодие	3	1	2	4	2	1	3	4
Молочность	2	4	1	3	3	2	1	3
Масса гнезда в 2 месяца	1	3	2	4	2	3	1	3
Количество поросят в 2 месяца	2	1	3	4	1	2	3	2

Таблица 4. Оценка общей комбинационной способности откормочных и мясных качеств у материнских и отцовских форм

Показатель продуктивности	Материнские формы				Отцовские формы			
	КБ	БЧП	БМ	Д	КБ	БЧП	БМ	Д
Возраст достижения живой массы 100 кг	0,46	-1,23	0,78	1,14	0,84	0,62	1,45	1,76
Среднесуточный прирост	-14,32	22,81	-8,49	21,3	-16,94	11,80	15,13	16,20
Затраты корма на 1 кг прироста	-0,01	-0,04	0,05	0,06	-0,03	-0,01	0,04	0,06
Длина туши	-0,32	-0,08	-0,23	-0,07	0,04	0,03	0,05	0,06
Толщина шпика	0,37	-0,43	0,07	0,07	-0,15	0,23	0,39	0,41
Масса окорока	-0,06	0,07	-0,02	0,11	-0,07	0,09	0,16	0,19
Площадь «мышечного глазка»	-0,01	0,09	-0,09	0,12	-0,18	-0,21	0,38	0,42

Таблица 5. Оценка варианс специфической комбинационной способности откормочных и мясных качеств

Показатель продуктивности	Вариансы СКС			
	КБ	БЧП	БМ	Д
Возраст достижения живой массы 100 кг	2,53	1,64	3,27	4,7
Среднесуточный прирост	2,12	4,23	5,80	5,9
Затраты корма на 1 кг прироста	0,02	0,01	0,06	0,05
Длина туши	0,79	0,55	1,28	1,21
Толщина шпика	1,11	0,60	3,06	3,30
Масса окорока	0,01	0,01	0,02	0,02
Площадь «мышечного глазка»	0,70	0,53	2,44	2,49

Оценка эффектов ОКС позволила установить, что по откормочным качествам отцовские формы породы дюрок и белорусской мясной характеризуются в целом как положительные общие комбинаторы, так как способствуют снижению у потомков возраста достижения живой массы 100 кг, увеличению среднесуточного прироста, уменьшению затрат корма на 1 кг прироста, снижению толщины шпика, увеличению массы окорока и площади «мышечного глазка».

Аналогичные результаты по эффектам ОКС большинства признаков получены у отцовских форм белорусской черно-пестрой породы, что способствует улучшению в потомстве показателей среднесуточного прироста и толщины шпика (11,80 и 0,23).

Незначительные эффекты ОКС по массе окорока имели свиноматки и хряки крупной белой породы (-0,06 и -0,07), что указывает на несущественное влияние данной породы на увеличение массы окорока при гибридизации.

Проведенный анализ указывает, что на улучшение мясных качеств у помесного молодняка существенное влияние оказывают отцовские формы породы дюрок и несколько меньше белорусской мясной [12; 14].

Анализ вариантов специфической комбинационной способности (табл. 5) показал, что по возрасту достижения живой массы 100 кг у всех родительских форм СКС выше ОКС, что указывает на основополагающую роль эффектов доминирования и эпистаза.

При отрицательных эффектах ОКС по этому признаку у материнской формы черно-пестрой породы отмечена высокая положительная варианса СКС. Очевидно, данная форма эффективна при селекции на гетерозис, поскольку дает разнообразные результаты при скрещивании. Дюрок, белорусская мясная и белорусская черно-пестрая породы характеризовались высокими вариансами СКС по среднесуточному приросту, причем у дюроков (5,90), у белорусской мясной (5,80) данные показатели значительно превышали аналогичный у крупной белой (2,12). Признак затраты корма на 1 кг прироста и массы окорока имел невысокие значения варианс СКС, что, вероятно, в первом случае связано с косвенной селекцией по этому признаку, во втором – на формирование данного признака влияют аддитивные факторы отцовской формы пород дюрок и белорусской мясной.

Оценивая значения вариансы СКС по признакам длины туши и толщины шпика всех исходных форм следует отметить, что они были выше значений эффектов ОКС. Это дает основание предполагать возможность получения высоких результатов у гибридов при скрещивании.

Материнская форма породы дюрок и белорусской мясной по площади «мышечного глазка» имеет высокое положительное значение вариансы СКС (соответственно 2,49 и 2,44), что подтверждается колебаниями в эффектах СКС с участием этой формы от –0,91 до 0,45.

Следовательно, принимая во внимание величину эффектов ОКС и варианс СКС, для гибридизации наиболее приемлемым следует считать скрещивание свиней крупной белой породы с белорусской мясной и дюрок, причем последнюю целесообразно использовать в качестве отцовской, так как она характеризуется более высокой специфической способностью.

Ранжирование родительских форм по имеющимся оценкам ОКС (табл. 6) значительно повышает точность и разрешающую способность сетевых пробных скрещиваний при использовании их для проведения генетического анализа.

Таблица 6. Ранжирование оценок общей комбинационной способности материнских и отцовских форм откормочных и мясных качеств

Показатель продуктивности	Материнские формы				Отцовские формы			
	КБ	БЧП	БМ	Д	КБ	БЧП	БМ	Д
Возраст достижения живой массы 100 кг	3	4	1	2	3	4	2	1
Среднесуточный прирост	4	1	3	2	4	2	3	1
Затраты корма на 1 кг прироста	3	4	2	1	2	4	3	1
Длина туши	3	4	1	2	3	4	2	1
Толщина шпика	3	4	1	2	3	4	2	1
Масса окорока	3	4	2	1	3	4	2	1
Площадь «мышечного глазка»	3	4	2	1	4	3	2	1

Как следует из данных табл. 6, по откормочным и мясным признакам наблюдается большое несовпадение в результатах ранжирования материнской и отцовской форм различных пород свиней.

Так, хряки породы дюрок при использовании в качестве отцовской формы являются стабильными улучшателями у гибридов таких признаков, как возраст достижения живой массы 100 кг, среднесуточный прирост, длина туши, толщина шпика, но особо не влияют на уровень признаков затраты корма на 1 кг прироста, массу окорока и площадь «мышечного глазка» при использовании в качестве материнской формы.

Ранги маток и хряков крупной белой и белорусской черно-пестрой пород совпадают практически по всем признакам, однако использование этих пород в качестве отцовской снижает у гибридов показатели затрат корма на 1 кг прироста.

Материнские формы белорусской черно-пестрой породы несколько ухудшают значения мясных и откормочных признаков. Отцовские формы, напротив, ухудшают уровни таких признаков, как среднесуточный прирост и площадь «мышечного глазка».

Полученные в сетевых пробных скрещиваниях достаточно полные данные о комбинационной способности отцовских и материнских форм изучаемых пород использованы нами при проведении экспериментов и получении породно-линейных гибридов.

Уровень продуктивности исходных родительских форм в ряде случаев не совпадает с их способностью положительно влиять на продуктивность гибридных комбинаций. Высокопродуктивные породы при низкой комбинационной способности могут понизить уровень продуктивности в гибридном потомстве, и, напротив, при скрещивании пород, обладающих высокой комбинационной способностью, возможно получение гибридов с повышенным уровнем продуктивности. В случае анализа комбинационной способности важным является не только прямое влияние генов на уровень признака, но и совместное действие на признак объединенных генетических систем обеих родительских форм.

В целом анализ полученных оценок комбинационной способности, их ранжирования, указывает на то, что при проведении сетевых пробных скрещиваний можно получить информацию, позволяющую достаточно надежно выбрать родительские формы, пригодные для синтеза гетерозисных гибридов.

Однако поиск генетической формулы гибрида затрудняется наличием у родительских форм положительных оценок комбинационной способности по одним признакам, и отрицательных – по другим. Это в значительной мере усложняет определение истинной ценности отдельных пород или линий как генетически целостной единицы, так как ассоциативный отбор ориентирован на изучение динамики не отдельно взятого признака, а их системы, взаимосвязанного комплекса. Поэтому для характеристики родительских форм по комплексу признаков предложено использовать оценки АКС, которая дала возможность связать представления о фенотипической ассоциации с понятием комбинационной способности и описать способность родительской формы как целостной системы, при скрещивании определенным образом влиять на комплекс ассоциированных признаков у гибридов (табл. 7).

Таблица 7. Оценка родительских форм по ассоциативной комбинационной способности

Родительская форма	Показатели АКС	
	репродуктивные качества	откормочные и мясные качества
Материнские		
КБ	12,33	1,92
БЧ	7,05	0,77
БМ	9,85	-0,49
Д	5,42	1,46
Отцовские		
КБ	3,38	-5,78
БЧ	1,37	1,04
БМ	6,79	1,84
Д	2,17	2,78

Установлено, что наиболее высокими значениями АКС по репродуктивным качествам характеризовались материнские формы КБ (12,3) и БМ (9,8) пород. Характерно, что показатели АКС материнских форм выше аналогичных показателей отцовских. Значения результирующего параметра у крупной белой породы также выше, чем у черно-пестрой, белорусской мясной и дюрок. Это указывает на преобладание материнского эффекта в формировании репродуктивных качеств [15–18].

По откормочным и мясным качествам наиболее высокими значениями ассоциативной комбинационной способности и результирующего параметра характеризовались материнские формы крупной белой (1,92) и отцовские дюрока (2,78) и белорусской мясной породы (1,84). В данном случае показатели отцовских форм в целом выше материнских, что указывает на влияние отцовского эффекта в детерминации признаков откормочной и мясной продуктивности.

**Заключение.** Проведенный генетический анализ дал возможность предположить, что породы с высокими показателями ассоциации системы количественных признаков, результирующего параметра и АКС по репродуктивным, откормочным и мясным качествам при скрещивании образуют лучшие комбинации для последующего синтеза гетерозисных гибридов.

Количественная оценка показателя АКС является завершающим этапом генетического анализа в сетевых пробных скрещиваниях. В результате проведенных исследований подтвердился прогноз и произошло совпадение прогнозируемых данных с фактическими.

Выявлено, что на формирование воспроизводительных качеств существенное влияние оказывает аддитивное действие эффектов генов материнских пород и часть эпистатического эффекта, взаимодействующая с аддитивным, что дает возможность проводить успешную селекцию в родительских стадах. В детерминации признаков откормочной и мясной продуктивности участвуют как аддитивные, так и эпистатические эффекты.

Лучшими при оценке эффектов ОКС по репродуктивным признакам оказались свиноматки крупной белой и белорусской черно-пестрой пород, по откормочным качествам отцовские формы белорусской мясной и породы дюрок, которые характеризовались в целом как положительные общие комбинаторы.

Выявлена высокая взаимосвязь (0,76–0,97) между ОКС и уровнем откормочных и мясных качеств родительских форм.

Анализ эффектов СКС гибридных сочетаний позволил установить лучшие варианты скрещивания, хорошо сочетающиеся на гетерозисный эффект: по репродуктивным качествам сочетания, у которых в качестве материнской формы используется крупная белая порода, по откормочным и мясным – комбинации БЧ × БМ и КБ × Д. Эти же формы имеют и наиболее высокие значения АКС.

Количественная оценка ОКС и СКС позволяет рекомендовать для селекционного процесса породы, сочетающиеся на аддитивный и гетерозисный эффект.

## Литература

1. Бекенев В. А. Селекция свиней. Новосибирск, 1997. – 182 с.
2. Беляев Д. К. // Генетика. 1966. № 10. С. 36–38.
3. Березовский Н. Д., Трусов Б. А., Бабич К. И. // Свиноводство: межвед. сб. К., 1979. Вып. 31. С. 15–20.
4. Гарт В. В. Генофонд пород свиней Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.01, 06.02.04. Новосибирск, 2006. – 42 с.
5. Кленовицкий П. М. и др. Генные карты сельскохозяйственных животных. Дубровицы, 2003. – 91 с.
6. Горин В. В. Повышение эффективности селекционного процесса в свиноводстве на основе разработки генетико-популяционных методов: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. докл.: 06.02.01. СПб.; Пушкин, 1992. – 50 с.
7. Горин В. Т., Никитченко И. Н. // Научные основы развития животноводства в Белоруссии: межвед. сб. Минск, 1974. Вып. 4. С. 66–70.
8. Горин В. Т., Никитченко И. Н. // Научные основы развития животноводства в Беларуси: межвед. сб. Минск, 1980. Вып. 10. С. 14–17.
9. Горин В. Т., Никитченко И. Н. Выведение высокопродуктивных линий и гибридов свиней. М., 1973. С. 76–98.
10. Зиновьева Н. А., Эрнст Л. К. Современное состояние и перспективы биотехнологии в животноводстве. Дубровицы, 2006. – 375 с.
11. Капелист И. В. Теория и практика селекционно-племенной работы в свиноводстве. М., 1984. С. 69–73.
12. Капелист И. В. Разведение, кормление и технология содержания свиней. М., 1986. С. 12–16.
13. Кедров-Зихман О. О., Шарено Т. И., Белько Т. И. Теоретические основы селекции зерновых культур на продуктивность. Минск, 1987. С. 77–87.
14. Коваленко В. П., Лесной В. А. // Цитология и генетика. 1986. Т. 20, № 5. С. 360–365.
15. Савченко В. К. Биологические основы селекции растений на продуктивность. Таллин, 1981. С. 86–101.

16. *Савченко В. К.* Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. Минск, 1984. – 223.
17. *Федоренкова Л. А., Шейко Р. И.* Селекционно-генетические основы выведения белорусской мясной породы свиней. Минск, 2001. – 223 с.
18. *Эрнст Л. К.* // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы 6-й междунар. науч. конф. Дубровицы, 2006. С. 12–23.

*I. P. SHEYKO, R. I. SHEYKO*

belniig@tut.by

**ESTIMATION OF THE OVERALL, SPECIFIC AND ASSOCIATIVE COMBINING ABILITY  
OF MATERNAL AND PATERNAL FORMS OF DIFFERENT BREEDS OF PIGS**

**Summary**

The highest values of the associative combining ability on reproductive traits were typical for maternal forms of Belarusian Large white breed of pigs (12.3) and Belarusian Meat breed of pigs (9.8). On fattening and meat traits the highest values of the associative combining ability and the resulting parameter were typical for the paternal forms of Duroc breed (2.78).