

## ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПО ГРУППАМ КРОВИ ЭСТОНСКОЙ БЕКОННОЙ ПОРОДЫ С КРУПНОЙ БЕЛОЙ И ШВЕДСКИМ ЛАНДРАСОМ

В. ТИХОНОВ,

кандидат сельскохозяйственных наук

В 1963 году исполняется 50 лет со дня опубликования исследования М. Фишбейна, положившего начало изучению групп крови свиней. Он обнаружил, что эритроциты некоторых свиней агглютинируются сывороткой крови одних свиней и не агглютинируются сывороткой других. На этой основе свиней можно разделять по принадлежности к разным группам крови так же, как других животных и человека.

В 1926 году Шимановский, Стеткевич и Вахлер установили у некоторых свиней в эритроцитах антиген А, а в сыворотке других свиней, агглютинирующей эти эритроциты, соответствующее антитело А (а). Эти данные вскоре были подтверждены Берчи (1927), Кайзером (1929), Шермером (1930), Дёрманом (1930), Кампфером (1932) и советскими учеными Макаровым и Барановым (1934) и Капковой (1934).

В Советском Союзе работа по исследованию групп крови свиней была начата около 30 лет назад. В 1934 году были опубликованы первые результаты исследования по этому вопросу, полученные М. А. Макаровым и А. Д. Барановым в Вятском ветеринарном институте, а также В. С. Капковой, которая работала над этим вопросом во Всесоюзном институте свиноводства в Полтаве. Указанные советские исследователи, как и зарубежные, исходили из распространенного тогда заблуждения, что дифференциация животных по группам крови подчиняется правилам, обнаруженным Ландштейнером для АВ0-системы человека. Этими правилами предусматривается, что формула групп крови определяется не только антигеном, но и присутствием в сыворотке антител, соответствующих отсутствующим антигенам. В результате изучения перекрестными агглютинациями сочетания антигенов и естественных антител в сыворотках Макаров, Баранов и Капкова пришли к выводам, аналогичным тем, которые были получены вышеперечисленными зарубежными авторами, о существовании у свиней трех групп крови с формулами А<sub>о</sub>, О<sub>а</sub> и О<sub>о</sub>.

Вместе с этим Макаров и Баранов пришли к выводу, что у свиней кроме этих трех групп крови существуют по крайней мере еще две группы крови. А. Капкова, в связи с полученными ею фактическими данными, сделала очень важное заключение, прямо заявив о необходимости «тщательной расшифровки так называемых нефизиологических, не подчиняющихся правилам Ландштейнера, групп».

В 1945—1946 гг. в Советском Союзе группы крови свиней изучал П. И. Омельченко в Украинском научно-исследовательском институте животноводства. Он обнаружил два естественных антитела и на основании встречаемости этих двух антител и соответствующих двух антигенов пришел к выводу о наличии у свиней четырех групп крови. Четыре естественных антитела в нормальной сыворотке свиней нашли также Кунс (1950), Эйкуем (1953), Сент-Ивани и Сабо (1954).

В фундаментальной работе, вышедшей в 1954 году, венгерские ученые Сент-Ивани и Сабо детально изложили первый опыт получения у свиней моноспецифических сывороток, т. е. реагентов, позволяющих определить группы крови, каждую в отдельности. Они также предложили при классификации групп крови учитывать только антигенный состав эритроцитов. Это явилось важным этапом в истории изучения групп крови свиней. Дальнейший решительный сдвиг в этом долгом и извилистом пути изучения групп крови свиней был обусловлен работой Андресена, начатой в 1955 г., который предложил получать реагенты из изо-и гетероиммунных сывороток. В сравнительно короткий срок, уже к 1957 году, Андресен получил семь различных моноспецифических сывороток на разные антигены эритроцитов, названные E, F, G, H, I, J и K. К настоящему времени выяснилось, что это лишь небольшая часть из целого ряда групп крови, которые наследуются определенными комбинациями, как принято выражаться — системами. Так, например, по системе F все свиньи делятся только на две группы: свиньи, имеющие группу крови Fa и группу Fo, по системе G — на три группы: Ga, Gb и Gab, по системе E, которая наиболее полно изучена, — на группы Ee, Eb, Eae, Eeb и некоторые другие.

В самые последние годы установлено, что у свиней имеется по меньшей мере 25 иммунологических факторов эритроцитов, которые образуют около 40 групп крови. Есть основания предполагать, что дальнейшие исследования приведут к открытию еще целого ряда групп крови. Большое количество групп крови у свиней не является исключительным случаем: известно, что у крупного рогатого скота, например, изучено более 70 антигенов крови, а у человека — еще больше.

Учитывая исключительную специфичность, четкую наследуемость и особое постоянство групп крови, в 1959 году мы начали изучение возможности использования иммунологической характеристики крови для прямого генетического контроля при селекции животных. В 1961 году мы провели в течение нескольких месяцев совместную с чехословацкими учеными К. Гала и И. Гойни в лаборатории профессора И. Матоушека работу по изучению групп крови. С помощью реагентов, полученных в Чехословакии, нами при участии научного сотрудника А. П. Плетнева и лаборанта В. Н. Хмельницкой были определены группы крови у свиней специально организованного племенного стада в экспериментальном хозяйстве Сибирского отделения АН СССР. Это дало возможность идентифицировать первые отечественные сыворотки — реагенты, полученные нами в результате нескольких серий иммунизаций, с международными стандартами.

Кроме обычной изоиммунизации внутри- и межпородной, мы проводили также гетероиммунизацию кроликов кровью свиней и внутрилинейную иммунизацию. Таким образом было получено 49 иммунных «сырых» сывороток, которые содержали по 1, 2, но чаще по 3—4 и более различных групповых антител. Для некоторых вариантов реагентов сырьем послужили также нормальные, т. е. неиммунные сыворотки, выявленные у свиней экспериментального хозяйства и тех, которых

забивали на городском мясокомбинате. Чистые реагенты приготавливали из полученных сывороток методом последовательных адсорбций. Получение реагентов является длительной и кропотливой работой, но только при наличии их можно организовать систематическое изучение возможности использования иммуногенетики для племенной работы.

Для дальнейшего изучения проблемы гетерозиса, особенно хорошо наблюдаемого при скрещивании некоторых пород, большое значение имеет отыскание четких наследственных различий между ними. Работы А. Я. Малаховского (1941), М. Плама (1959) на крупном рогатом скоте, В. Е. Брайлса с сотрудниками на курах (1957) дают предварительный обнадеживающий результат в этом направлении. Вместе с тем известно, как трудно найти четкие морфологические или физиологические различия между породами близкого происхождения и сходного типа. Вот здесь, по нашему мнению, очень подходящими признаками могут служить группы крови, благодаря, в частности, тому, что являются не количественными, а качественными признаками.

Мы изучали частоту встречаемости 15 групп крови у свиней трех пород: эстонская беконная, крупная белая порода и шведский ландрас. Свины эстонской беконной породы были взяты в пяти лучших племенных хозяйствах, издавна разводящих эту породу в западной Эстонии. Они происходили из 8 семейств: Фриды, Лалли, Сенны, Ану, Кайи, Вийу, Краты и Тути. Свины крупной белой породы были взяты из стада старейшего и одного из лучших в Сибири племенного совхоза «Катунь» Алтайского края. Это стадо генеалогически тесно связано с основными племзаводами Советского Союза «Никоновское», «Большое Алексеевское», «Венцы-Заря», откуда регулярно завозят хряков-производителей. Изучавшиеся свины происходили из семейств Беатрисы, Волшебницы, Герани, Сои, Снежинки и Гвоздики. Свины породы ландрас были закуплены на лучших племенных заводах Швеции и происходили из семейств Туры, Али, Алвы, Тираны и Алтины.

Таким образом, животные в генеалогическом отношении в каждой породе были разнообразны, хотя, разумеется, нет основания рассматривать полученные результаты как типичные для всех изучавшихся пород в целом.

В таблице показана частота встречаемости 15 разных групп крови у изучавшихся пород свиней. Для определения статистической достоверности разницы между количеством животных разных пород, имеющих разные группы крови, мы применили метод ф А. Р. Фишера. Фишер предложил брать вместо каждой доли угол  $\phi$ , синус которого равен корню квадратному из этой доли. Как справедливо отмечает Н. А. Плехинский (1961г.), этот метод не только проще, но и надежнее других. Ошибка репрезентативности угла не зависит от его величины и обуславливается только численностью группы. Для малых и больших долей, когда группы животных меньше 23% или больше 75%, определение достоверности этим методом дает наиболее правильные результаты.

Предварительно с помощью метода  $\phi$  мы убедились, что в пределах отдельных изучавшихся пород нет достоверной разницы между рандомически выбираемыми партиями животных по группам крови. После этого мы приступили к определению разницы и ее достоверности по группам крови между породами.

Данные таблицы прежде всего показывают, что отдельные антигены, определяющие группы крови, встречаются в пределах изучавшихся пород с различной частотой. В связи с этим, например, к группе  $A_0$  относятся  $\frac{2}{4}$  свиней эстонской беконной и крупной белой пород и  $\frac{6}{7}$

Таблица

## Частота встречаемости различных групп крови у некоторых пород свиней

№ п.п.	Группа крови	Ландрас шведский		Эстонская беконная		Крупная белая		Достоверность разницы между породами						Примечание: генотипы животных, которые могут иметь данную группу крови			
		Всего животных	С группой крови	%	Всего животных	С группой крови	%	Ландрас и эстонская белая	Ландрас и крупная белая	Эстонская и крупная белая	dst	dφ	dst		dφ		
1.	Aa	104	15	14,4	49	15	30,6	84	28	33,3	10,0	11,28	9,0	12,94	11,0	1,7	A a/a, A <sup>a</sup> /-
2.	Ao	104	89	85,6	49	34	69,4	84	56	66,7	10,0	11,28	9,0	12,94	11,0	1,7	A <sup>-</sup> /-
3.	Eb	106	2	1,9	49	0	0	86	7	8,1	10,0	7,92	8,5	8,62	11,0	16,54	E <sup>b</sup> /b
4.	Ee	106	29	27,4	49	20	40,8	86	31	36,1	10,0	8,14	8,5	5,37	11,0	2,77	E <sup>e</sup> /e
5.	Eeb	106	24	22,6	49	4	8,2	86	37	43,0	10,0	11,74	8,5	12,60	11,0	24,34	E <sup>e</sup> /b
6.	Eae	106	29	27,4	49	22	44,9	86	5	5,8	10,0	10,51	8,5	17,62	11,0	28,13	E <sup>ae</sup> /ae, E <sup>ae</sup> /e
7.	Eaeb	106	22	20,8	49	3	6,1	86	6	7,0	10,0	12,83	8,5	11,79	11,0	1,04	E <sup>ae</sup> /b
8.	Fa	103	8	7,8	49	20	40,8	23	0	0	10,0	23,48	14,0	16,22	15,5	39,70	F <sup>a</sup> /a, F <sup>a</sup> /-
9.	Fo	103	95	92,2	49	29	59,2	23	23	100	10,0	23,48	14,0	16,22	15,5	39,70	F <sup>-</sup> /-
10.	Ga	100	7	7,0	48	18	37,5	80	27	33,7	10,0	22,42	9,0	20,15	11,0	2,27	G <sup>a</sup> /a
11.	Gb	100	93	93,0	48	30	62,5	80	53	66,3	10,0	22,42	9,0	20,15	11,0	2,27	G <sup>b</sup> /b, G <sup>a</sup> /b
12.	Ko	104	15	14,4	48	7	14,6	23	2	8,7	10,0	0,16	14,0	5,14	15,5	5,30	K <sup>-</sup> /-
13.	Ka	104	41	39,5	48	17	35,4	23	4	17,4	10,0	2,43	14,0	14,29	15,5	11,86	K <sup>a</sup> /a, K <sup>a</sup> /-
14.	Kb	104	25	24,0	48	13	27,1	23	10	43,5	10,0	2,04	14,0	11,94	15,5	9,90	K <sup>b</sup> /b, K <sup>b</sup> /-
15.	Kab	104	23	22,1	48	11	22,9	23	7	30,4	10,0	0,55	14,0	5,42	15,5	4,87	K <sup>a</sup> /b

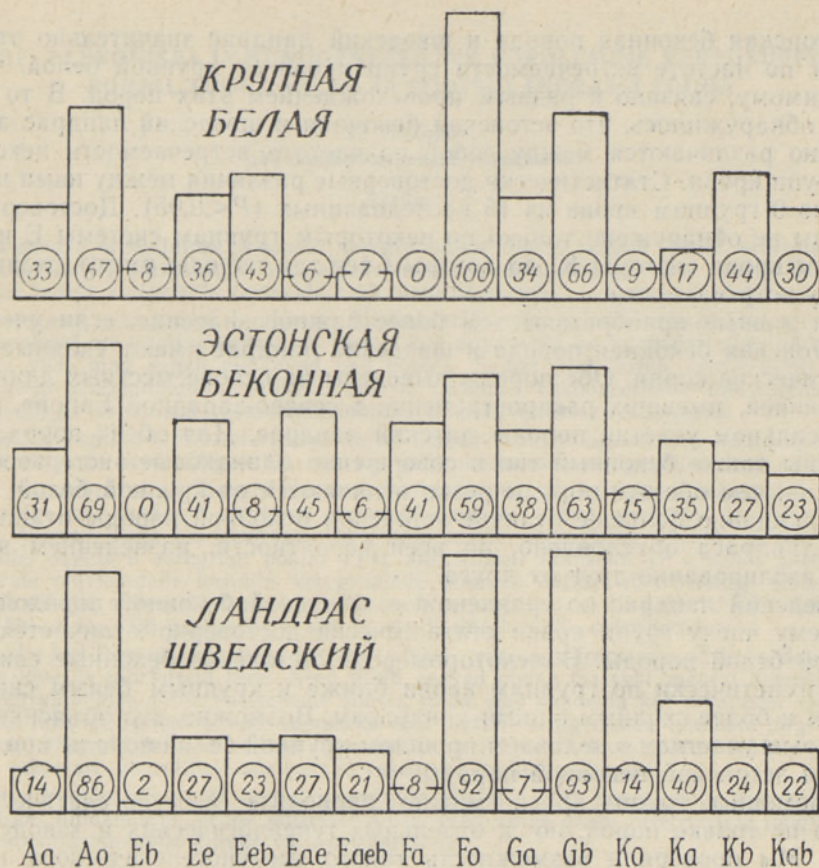


Рис. 1. Частота встречаемости групп крови, %.

ландрасских свиней. Наоборот, к группе крови Ga относятся  $\frac{1}{3}$  свиней первых двух пород и менее  $\frac{1}{10}$  ландрасов.

Даже в пределах одной породы некоторые группы крови очень редко встречаются, а другие, наоборот, весьма распространены. Так, среди животных эстонской беконной породы нам не встретилось ни одного с группой крови Eb, тогда как животных с группой Eae было 44,9%, с Ao — 69,4%. Среди ландрасов животных с группой крови Eb было менее 2%, а с группами крови Ee, Eae, Ao и Fo соответственно — 27,4%, 27,4%, 85,6%, 92,2%.

Из приведенных в таблице данных видно, что между породами свиней может иметь место существенное статистически достоверное различие ( $P < 0,05$ ) по некоторым группам крови. Очень интересно, что такое различие обнаружилось между породами эстонская беконная и шведский ландрас по группам крови генетических систем A, F, G, а также по группам крови ae, aeb и eb системы E.

Еще более значительно отличались эстонские беконные свиньи от крупной белой породы по группам крови системы F, а также по группам крови b, ae и eb системы E. Однако по группам крови системы A, G и группе крови aeb системы E эстонские беконные свиньи в противоположность шведским ландрасам существенно не отличались от свиней крупной белой породы.

Эстонская беконная порода и шведский ландрас значительно отличаются по частоте встречаемости групп крови от крупной белой, что, по-видимому, связано с разным происхождением этих пород. В то же время обнаружилось, что эстонская беконная и шведский ландрас значительно различаются между собой по частоте встречаемости некоторых групп крови. Статистически достоверные различия между ними найдены по 9 группам крови из 15 исследованных ( $P < 0,05$ ). Достоверной разницы не обнаружено только по некоторым группам системы E и по группам крови системы K, по которым все три породы имеют сходную частоту встречаемости.

Эти данные приобретают тем более важное значение, если учесть, что эстонская беконная порода и шведский ландрас имеют сходные генеалогические корни. Обе породы выведены на основе местных длинноухих свиней, имевших распространение в северо-западной Европе, при очень сильном участии породы датский ландрас. Для обеих пород характерны также беконный тип и совершенно одинаковые экстерьерные признаки, чем обе эти породы резко отличаются от крупной белой.

Неожиданно большое отличие эстонской беконной породы от шведского ландраса обусловлено, по всей вероятности, разведением этих пород изолированно друг от друга.

Шведский ландрас по сравнению с эстонской беконной породой по большему числу групп крови статистически достоверно отличается от крупной белой породы. В некотором роде, эстонские беконные свиньи иммуногенетически по группам крови ближе к крупным белым свиньям, чем к более сходным с ними ландрасам. Возможно, это объясняется некоторым участием в недавнем прошлом крупной белой породы при выведении эстонской беконной породы.

С помощью групп крови можно проводить иммуногенетический анализ не только пород, но и отдельных генеалогических и заводских линий. Мы проверили возможность такого иммуногенетического контроля при выведении инбредных линий на трех поколениях свиней и пяти поколениях кроликов. Было обнаружено, в частности, что инбридинг без специального отбора, независимо от интенсивности и продолжительности, во многих случаях ведет не к однообразию линии, а наоборот к разнообразию потомков в ней.

На основе иммуногенетики представляется возможным создание неродственным (или отдаленным родственным) подбором по группам крови специальных линий, однородных в пределах себя, но резко различающихся между собой. Изучение возможности получения повышенного гетерозиса путем скрещивания таких линий вместо инбредных, выведение которых очень дорого, имеет большое практическое значение.

Изучение групп крови, по-видимому, может оказаться важным для прогноза сочетаемости отдельных особей при спаривании или линий и пород — при скрещивании. Уже в настоящее время можно широко использовать в практике проверку происхождения ценных хряков и маток с помощью групп крови, а также идентификацию, т. е. установление подлинности их в случае сомнения из-за плохо читаемого номера, что нередко бывает из-за обмороживания и укусов ушей.

Нельзя исключить и вероятность того, что дальнейшие исследования групп крови обнаружат коррелятивную зависимость некоторых из них с плодовитостью, скороспелостью или оплатой корма. Это откроет исключительно большие новые возможности для племенной работы по свиноводству.

## EESTI PEEKONISEA IMMUNOGENEETILINE VÖRDLEMINE VEREGRUPPIDE PÕHJAL SUURE VALGE JA ROOTSI LANDRASSI TOUGA

V. Tihhonov,  
põllumajandusteaduste kandidaat

*Resüme*

Kaasaegse efektiivsuse loomade veregruppidest oleme saanud ainult erütrotsütaarse antigeenide määramisega. Vaadeldava looma verekeerumise jäetakse aga arvestamata ühele või teisele antigeenile vastavate antikehade olemasolu.

Teatavas veregruppi kuuluvuse kindlaksmääramine ainult erütrotsütaarse antigeeni alusel on tingitud sellest, et loomulikud antigeenid on loomadel väga nõrgad ja neid on vähe ning sageli puuduvad nad hoopis. Samal ajal leidub verekeerumise palju immuunseid ebaregulaarseid antikehi, mis on tekkinud vaksineerimise tulemusena ning tõenäoliselt ka organismi vastusreaktsioonina mõnede infektsioonide puhul.

Kõikide isendite täpsel diferentseerimisel põhineva immunogeneetilise kontrolli võimalus tuleneb suure arvu antigeenide, eriti aga erütrotsütaarse antigeeni olemasolust.

15 veregrupi esinemissageduse uurimine mõnedes geneetilistes süsteemides näitas suure valge tõu tunduvalt erinevust peekonitõugudest — eesti peekonist ja rootsi landrassist. Viimase kahe tõu erinevus, vaatamata nende ühesugusele tüübile ja lähedasele päritolule, osutus 9 veregrupi põhjal 15-st statistiliselt oluliseks ( $P < 0,05$ ). Üksteisele järgnevate põlvkondade isendite veregruppide analüüs näitas, et inbriiding ilma spetsiaalse valikuteta, sõltumata tema intensiivsusest ja kestusest, ei vii paljudel juhtudel mitte liinide ühtlusele, vaid vastupidi — viib nende liinide isendite mitmekesisusele.

Valiku teel immunogeneetilise kontrolli alusel, mitte aga formaalse päritolu järgi, võib aretada liine ja inbriidseid liine. Need liinid peavad olema teataval määral homosügootsed veregrupe määravate antigeenide suhtes, mida võib vaadelda kui organismi homosügootsuse tunnust. Heteroosi saavutamiseks võib aretada antigeenide tunnuste järgi alternatiivselt erinevaid ja markeeritud liine, mida on selgelt iseloomustatud teatava profiiliga — erinevate geneetiliste süsteemide veregruppide kogumikuga.

Veregruppidel põhinevat immunogeneetilist analüüsi võib suure eduga kasutada kultide kiireks hindamiseks nende järglaste alusel ning kõige enam heteroossete tõugude ja liinide kombinatsioonide kiireks väljaselgitamiseks.

NSV Liidu Teaduste Akadeemia  
Siberi Osakonna  
Tsütoloogia ja Geneetika Instituut

Saabus toimetusse  
19. VI 1962

## IMMUNOGENETICAL COMPARISON OF ESTONIAN BACON BREED WITH LARGE WHITE AND SWEDISH LANDRAS BREEDS BY BLOOD GROUPS

V. Tikhonov

*Summary*

The contemporary conception of blood groups of animals is based on the consideration of erythrocyte antigens only. The presence, of any kind of antibodies in the blood serum of the animal in question is not taken into account (as, e.g., in case of blood groups ABO of man).

The determination of blood groups of animals, by the erythrocyte antigens only is based on the fact that normal antibodies are very weakly developed in animals, there being few of them, and frequently altogether missing. At the same time, there exists in the serum a number of irregular antibodies of immune origin as a result of vaccinations against various diseases, or probably, as a response of the organism to some infections and invasions.

The possibility of an immunogenetical control in form of a precise determination of all individuals is based on the presence of a considerable number of antigens in general, and erythrocyte antigens in particular.

The investigation of the frequency of occurrence of 15 blood groups in some genetic systems revealed a considerable difference between pigs of the Large White breed and

the Estonian Bacon and Swedish Landras breeds. Between the two latter breeds, in spite of their similarity of type and proximity of origin, some statistically proved differences were established in 9 blood groups out of the 15 studied ones ( $P < 0.05$ ).

An individual analysis of blood groups of animals in successive generations showed that inbreeding without a special selection, irrespective of intensity and duration, leads in many cases not to a homogeneity of lines, but to a heterogeneity of progeny in them.

By selection and matching under an immunogenetical control, and not according to formal pedigrees it is possible to breed farm-bred and inbred lines. These lines have to be more or less homozygous according to antigens determining blood groups, which must be considered as a signal of a lowered homozygosis of the organism. For obtaining a heterosis effect it is possible to breed outbred, marked lines alternatively differing, by antigenous properties, and which are clearly characterized by certain features — a wide range of blood groups of different genetic systems.

The immunogenetical analysis by the blood groups can be very effectively used for an evaluation of ancestors, and for a quick and reliable determination of the most heterosis-giving combinations of breeds and lines.

Academy of Sciences of the U.S.S.R.,  
Siberian Section  
Institute of Cytology and Genetics

Received  
June 19th, 1962