

ПРЕДИСЛОВИЕ

Когда в начале 1917 года при Московском Обществе Научного Института был учрежден Институт Экспериментальной Биологии и я был избран его директором, то при самом начале организационной работы я считал необходимым обратить особое внимание на постановку опытов по генетике с мелкими лабораторными животными и курами. При городском помещении Института был устроен птичник и были произведены первые скрещивания под наблюдением моих первых ближайших сотрудников — *В. Н. Лебедева* и *Л. П. Кравца*.

Уже ближайшие годы показали невозможность ставить генетические опыты в сколько-нибудь широких размерах в городе и необходимость организации загородной генетической станции. В конце 1918 года было подыскано для этой цели небольшое хозяйство с необходимыми на первое время постройками в 60 верстах от Москвы, в Звенигородском уезде, близ Гидробиологической Станции, устроенной еще в 1910 году *С. Н. Скадовским*. По имени соседней деревни генетическая станция получила название Аниковской. В это время Институт Экспериментальной Биологии вошел в состав Государственного Научного Института Народного Здравоохранения (ГИНЗ). В виду того, что генетика мелких животных не имеет прямого отношения к медицине, будучи связана с нею только через посредство антропогенетики или евгеники, пришлось для обеспечения материальных средств вновь учрежденной станции прибегнуть к иному источнику. На помощь пришла прежде всего Российская Академия Наук через посредство ее комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). При Московском отделении этой комиссии был учрежден генетический отдел (сначала называвшийся отделом птицеводства). На средства этого отдела и содержались со второй половины 1918 года сотрудники, работавшие по генетике, и производились расходы по содержанию и оборудованию станции. В 1919 году была устроена при КЕПС вторая птицеводная станция в Тульской губ., в зоопарке бывш. *А. С. Хомякова*. Заведывание Аниковской станцией было поручено *В. Н. Лебедеву*, Тульской — *А. С. Серебровскому*, а опыты в Москве велись под наблюдением *С. С. Леонтьева*.

В течение 1919 года выяснилась необходимость связать работу обеих станций с отделом животноводства Наркомзема, так как только через посредство последнего можно было обеспечить разводимых на станциях животных необходимым фуражем. Отдел животноводства очень внимательно отнесся к новому делу и оценил практическое значение опытов по генетике сельскохозяйствен-

ных животных для развития русского животноводства. Весной 1921 года Тульская генетическая станция со всем инвентарем переводится в Аниково. С этого времени участие трех учреждений, при содействии которых была учреждена Аниковская станция, распределяется следующим образом. Отдел животноводства Наркомзема содержит все хозяйство Аниковской станции и обеспечивает ее техническим персоналом; генетический отдел КЕПС Российской Академии Наук дает средства на штаты научных работников, работающих на станции; наконец, Институт Экспериментальной Биологии объединяет работу в лице своего директора и несет все расходы по организации и ведению лаборатории и пользуется станцией для генетических опытов с животными, не имеющими сельскохозяйственной ценности, и для собирания данных по наследственности человека. Таким образом, Аниковская станция является междудепартаментным учреждением и обслуживает научные задания трех Наркоматов.

Непосредственное заведывание станцией находилось в руках проф. *В. Н. Лебедева*, заведующим лабораторией состоял проф. *А. С. Серебровский*. (В 1924 году станция перешла из ведения отдела животноводства в опытный отдел Наркомзема, с соответствующими изменениями в штатах. Заведующим станцией назначен *В. А. Рациборский*). Помимо постоянно живущего на станции персонала, летом для занятий на станцию собирались и другие научные сотрудники; в сезон 1923 года на станции жило около 30 научных работников.

Настоящий выпуск является плодом коллективного труда всей Аниковской станции со времени ее возникновения. И хотя в нем нет статьи *В. Н. Лебедева*, но не подлежить сомнению, что без его активного и порою самоотверженного участия в деле организации станции эти работы не могли бы осуществиться. Я желал бы также упомянуть здесь имена двух сотрудников, отдавших много сил работе по научному разведению кур в первый самый трудный организационный период и скончавшихся в 1919 году: *Л. П. Кравца* и *С. С. Леонтьева*.

Приложенные к настоящему выпуску таблицы изготовлены художниками *А. Н. Мартыновым* и *Н. Н. Львовым*. Оба они соединяют умение владеть кистью со специальными знаниями по зоологии и состоят преподавателями Московского университета. Это совершенно самостоятельная научная работа, которая велась, главным образом, под моим непосредственным руководством с первых лет постановки наших опытов с курами. Рисунки в тексте исполнены *О. В. Епишкиной* и покойной *С. К. Исполатовой*.

* * *

Разведение сельскохозяйственных животных получило твердую опору лишь с того времени, как возникло современное учение о наследственности,—генетика, т.-е. с начала XX столетия. Но русские животноводы только за самое последнее время ознакомились с успехами этой науки и получили возможность в той или иной степени применять ее достижения к практическому делу улучшения русских пород сельскохозяйственных животных и выводу новых пород путем отбора лучших представителей каждой или скрещивания с другими испытанными породами. Русское сельское хозяйство обладает огромным богатством в виде бесконечного количества разнообразнейших местных пород лошадей, рогатого скота, в особенности овец, а также домашних птиц. На Всесоюзной Сельско-Хозяйственной Выставке 1923 года было выставлено большое количество местных «беспородных» животных, и получалась ясная картина величайшего разнообразия—может-быть в больших размерах, чем на какой бы то ни было другой выставке во всем мире, так как здесь были выставлены животные с огромного пространства от Владивостока до западно-европейской границы и от Гималаев до Одессы. Согласно современным генетическим воззрениям, эта «беспородность» в значительной мере только кажущаяся. Местные породы обычно не подбираются сознательно по определенным внешним признакам, напр., по масти, по характеру рогов у скота или гребней у кур; но по существенно жизненным свойствам, по приспособленности к местным условиям эти породы, конечно-подобраны длинным, естественным отбором и в отношении выносливости и приспособляемости к местному хозяйственному укладу могут быть даже выше тех или иных лучших заграничных пород. Для кавказского горца выставочная тяжелая симментальская порода не заменит его маленькой коровенки, которая легко карабкается по скалам и достаточно неприхотлива. Задача животновода, подходящего к проблеме улучшения животноводства с научной точки зрения, заключается не в том, чтобы всюду во что бы то ни стало вводить лучшие заграничные породы, уничтожая местные, мало-культурные, а в том, чтобы прежде всего изучить эти местные породы с генетической стороны и, не стесняясь пестротой их внешних признаков, оценить их наследственные достоинства и недостатки; если первые окажутся достаточно существенными, то попытаться закрепить их, устранив недостатки и влив недостающие ценные качества—путем ли подбора наиболее ценных представителей данной породы, или же путем осторожного, обдуманного скрещивания с хорошо изученными стойкими породами.

Эта работа генетического изучения местных пород сельскохозяйственных животных должна быть проведена в широком масштабе по всему СССР и притом возможно скорее, так как запоздание грозит привести к полной, невосстановимой гибели очень ценного в хозяйственном отношении материала. Последние годы войны, революции и голода уже вычеркнули, вероятно, из списка русских пород немало ценного материала; а на его богатства обращают большое внимание и иностранцы. Так, каракулевые овцы вывезены из России в Западную Европу, Африку и Америку и подверглись уже здесь обстоятельному генетическому анализу, между тем как мы сами при изо-

ляции материала сделали еще очень мало для научного изучения этой ценной породы. Генетические опытные станции, в роде нашей Аниковской, должны быть в самом скором времени организованы во всех крупных русских центрах животноводства.

Недостаток средств и особенно трудные хозяйственные условия того времени, когда создавалась Аниковская опытная станция, заставили нас при выборе материала остановиться на курах. Но мы полагаем, что результаты наших исследований не только представляют интерес для лиц, заинтересованных этой областью мелкого животноводства, но могут послужить примером для генетического обследования всякой другой группы сельскохозяйственных животных, так как основные формы генетического анализа для всех родов животных, вообще говоря, одни и те же.

В основу своих исследований мы положили изучение двух типичных русских пород кур—орловских и павловских. Из всех русских кур эти две расы наиболее заслуживают названия настоящих пород, так как они отбирались, очевидно, не только бессознательно, но и сознательно охранялись от скрещивания и даже подвергались специальному подбору. Обе эти породы имеют, несомненно, древнее происхождение и, может-быть, являются остатками, наприм., тех азиатских кур, которые распространялись из Азии в Европу вместе с человеком через Россию. Орловские куры обнаруживают древность своего происхождения наиболее полным генотипом своего ореховидного гребня и родственны малайским и гилянским бойцовым, хотя у нас, в центральной области СССР, утратили свой бойцовый характер. Русские птицеводы почему-то смотрят на них как на декоративную породу, но вряд ли с этим можно согласиться. Не задолго перед войной орловцами заинтересовались и в Западной Европе, куда они были вывезены. В Англии во время войны обнаружилось даже настоящее увлечение русскими Mahagani Orloffs, и в птицеводных журналах 1916—17 г.г. можно было почти в каждом номере видеть объявления с предложением этих птиц и заметки по поводу их хозяйственных качеств, нередко с самой высокой оценкой. Весьма вероятно, что Англия обладает в настоящее время гораздо большим количеством чистокровных орловцев, чем СССР. У нас эта порода почти перевелась. На выставках, имевших место в Москве, с 1918 года ни одного полного гнезда орловцев выставлено не было. Организованные нами осенью 1923 года экспедиции в Нижний-Новгород и Павловское, откуда мы получили наших первых производителей, обнаружили, что эти птицы перевелись почти во всех хозяйствах, где их разводили ранее. Были обнаружены случаи самого варварского отношения к последним остаткам этой редкой породы. Целый завод племенных орловцев был снесен за зиму 1922 года, и семья, оказавшаяся вынужденной истребить таким образом все свое птицеводное хозяйство, своим горьким опытом убедились в высоких мясных качествах этой породы. Необходимы дальнейшие розыски остатков этой породы в СССР, или же нам придется обратиться к обратному ввозу их из Англии, так как хозяйственная ценность породы не может быть окончательно установлена на потомстве тех немногих случайных производителей, которых нам удалось достать в 1917 и 1918 г.г., а также в 1923 году в Нижегородской губ.

Павловские куры принадлежат также, как и орловские, к чисто русской и в то же время очень древней расе; немецкие исследователи считают павловскую самую древней из всех хохлатых кур, и они обладают такими генами, которых нет ни в одной хохлатой расе (сплюснутый с боков хохол и своеобразно оперенные ноги). В Европе этих птиц знают мало. Русские птицеводы, столь пристрастные к новым расам, выведенным за границей, также по большей части мало обращали внимания на собственных павловцев. Декоративные качества этой породы—мундир и своеобразие внешней формы—весьма привлекательны. По тем немногим экспериментам, которые были получены в нашем рассаднике, можно заключить о хорошей носкости этой породы, но яйца у наших экземпляров развивались плохо, а потому чистокровные павловцы у нас совсем перевелись. Попытка достать новых производителей в Нижегородской губернии, откуда были получены первые экземпляры, не удалась, так как там эта порода также вывелась за эти годы. По отзывам некоторых птицеводов, выдавших большое количество павловцев, разводимых на Урале, там эта порода считалась очень ценной в хозяйственном отношении. Надо надеяться, что там порода эта еще сохранилась, но точных сведений об этом у нас нет.

В виду небольшого количества производителей, мы не могли заняться скрещиванием различных представителей в пределах этих исчезающих пород и поставить задачу улучшения их качеств путем отбора. Вся работа велась путем скрещивания орловцев и павловцев с представителями других пород для проведения их генетического анализа. Как мы вели этот анализ и какие результаты были

при этом получены, видно из опубликованных в настоящем выпуске исследований. Генетический анализ «мундира» курицы и вообще ее внешних признаков нам удалось провести глубже, чем это было сделано до настоящего времени в Европе и Америке (работы А. С. Серебровского). Приступлено также к совершенно новой проблеме изучения химических наследственных свойств курицы. Первая работа из этой серии—содержание в крови каталазы (Н. Г. Савич)—печатается в настоящем выпуске; уже получены интересные результаты по группировке кур по агглютинативным свойствам крови, и ряд исследований по другим свойствам крови (величина эритроцитов и пр.) находятся в периоде разработки. Весьма вероятно, что дальнейшая разработка наследственных свойств крови позволит подойти к вопросу о происхождении хозяйственно полезных наследственных признаков: яйценоскости, мясности и резистентности. Сосредоточить главное внимание на хозяйственных признаках нам, кроме новизны научной проблемы, мешало также отсутствие в нашем питомнике производителей с особенно высокими хозяйственными признаками. Мы надеемся, что в будущем нам удастся выпустить из заграничных генетических станций проверенных производителей с особенно высокой яйценоскостью или отыскать таких производителей в русских хозяйствах. Тогда можно будет при имеющемся у нас опыте и уже полученных данных по генетическому анализу кур поставить практическую задачу: связать высокую яйценоскость с выносливостью и с определенным «мундиром», который в виде ясной фабричной марки должен лишь свидетельствовать о хозяйственных качествах данной породы.

Н. К. КОЛЬЦОВ.

А. С. Серебровский.

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ПО ГЕНЕТИКЕ КУРИЦЫ**

ВВЕДЕНИЕ

Исследование генетики домашней курицы имеет во-первых выдающееся научное значение, а во-вторых—не меньшее значение и прикладное. В этом прикладном значении мы также можем различить две стороны—теоретически-прикладную, поскольку подлежит выяснению вопрос о приложимости идей современной генетики к животноводству, и практически-прикладную, поскольку нужно вести улучшение пород кур, пользуясь этими идеями.

Широкое теоретическое значение исследования генетики курицы определяется тем, что после мухи дрозофилы курица по праву занимает второе место в качестве объекта, богатого разнообразными и менделирующими признаками и в то же время удобного для экспериментов, чего нельзя сказать, напр., о еще более богатой менделирующими признаками собаке, пригодной для экспериментов в гораздо меньшей степени. Богатейший ряд идей, развитый исследователями дрозофилы, во главе с Морганом, до сего времени остается необобщенным, так как дрозофила продолжает занимать одинокое место по степени своей изученности в генетическом отношении. И очередной задачей генетики стоит—выяснить, насколько идеи морганизма общи, насколько в праве мы признавать их учением о механике наследственности вообще, а не только о механике наследственности дрозофилы, или в лучшем случае мух. Решить этот первостепенной важности вопрос можно только на объектах, позволяющих наблюдать одновременно менделирование многих признаков. Для этого в свою очередь необходимо, чтобы объект был богат наследственными, уже менделирующими признаками, и, кроме того, достаточно изучен, проанализирован и удобен для экспериментов.

Таким объектом на втором месте после дрозофилы бесспорно стоит курица, с ее громадным разнообразием пород и рас и с уже длинным списком исследованных генов, с рядом явлений того же порядка, как и явления наследственности у дрозофилы. Вопросы о распределении генов курицы в группы, соответственно числу хромосом, о расположении генов курицы в том или ином порядке, ряд вопросов из области механики хромосом, определения пола и пр.—вот некоторые из многих серьезнейших вопросов современной теоретической генетики, к решению которых или, по крайней мере, к постановке на очередь которых мы уже подошли при работах с курицей. И то, что при этом намечается значительный параллелизм явлений между курицей, с одной стороны, и удаленной от нее почти на противоположный конец животного мира дрозофилой—с другой, обещает показать столь широкое значение идей Морганов, что может-быть скоро мы будем спокойно говорить об универсальности их для всего животного и вероятно и растительного царства.

Однако, возможность приложения идей морганизма к тем животным, с которыми работает сельский хозяин и заводчик, ставит, по крайней мере теоретически, все учение и всю проблему разведения животных на столь необычный фундамент, что мы можем говорить о полном перевороте всего учения о разведении. Несколько слов о дрозофиле пояснят сказанное.

Более чем десятилетие исследования этой мухи сотрудниками Морганов и им самим познакомили нас с длинным рядом наследственных признаков этой мухи,

охвативших самые разнообразные стороны морфологии и физиологии ее. В настоящее время список генов дрозофилы достигает цифры около 400, а в действительности может быть еще длиннее, так как множество генов оказываются незаметными или малозаметными по внешним признакам своего проявления, и их регистрация требует особых приемов. Среди этих 400 генов, помимо множества относящихся к окраске, деталям строения крыла и пр., которые могут быть названы признаками, индифферентными в хозяйственном отношении, имеется не меньшее количество генов, затрагивающих самые существенные стороны организации и отправления организма этой мухи. И поскольку дрозофила может быть уподоблена «домашнему животному», постольку множество этих генов имеет «первенствующее хозяйственное значение» и представляет для «дрозофиловода» выдающийся интерес. Многие гены касаются величины тела и силы роста, являются так или иначе полезными мухе, предохраняя, например, ее от прилипания к той пище, на которой она живет (ген *Curly*). Другие влияют роковым образом на плодовитость, вполне или частично стерилизуя самок или самцов, или оба пола. Множество генов оказывается «летальными», т.-е. губительно отражающимися на жизнеспособности мух на разных стадиях развития и убивающими целые категории мух.

В итоге экспериментатор, которого мы нарочно назовем здесь «дрозофиловодом», оказывается в состоянии, так или иначе комбинируя имеющиеся в его распоряжении гены, получать мух больших и мелких, здоровых и слабых, плодовитых или бесплодных, и так далее. При этом он получает нужную ему комбинацию генов по заранее намеченному плану, в заранее рассчитанное число поколений.

Перед таким «дрозофиловодом» лежит на его рабочем столе «генетический топографический план» дрозофилы. На этом плане изображены 4 хромосомы и на каждой из них нанесено множество генов, располагающихся в той или иной хромосоме. Для каждого гена указано расположение его относительно того или другого соседнего гена, указаны в условных единицах «расстояния» генов друг от друга, и кроме того имеется отдельный список генов, где подробно описано, в чем именно заключается проявление того или иного гена.

С этим планом в руках «дрозофиловод» наблюдает за своими скрещиваниями. Сплошь и рядом, видя на своей мухе в том или другом скрещивании два каких-либо признака окраски и т. п., он рассуждает: раз эти признаки налицо и раз они располагаются, судя по плану, на таком-то расстоянии друг от друга, в такой-то хромосоме, то между ними должен находиться еще такой-то ген, не проявляющийся благодаря своей рецессивности, но имеющий важное хозяйственное значение. Значит, я должен поставить такое-то скрещивание, которое даст возможность рецессивному признаку проявиться. И, следя за менделированием двух «бесполезных» признаков, «дрозофиловод» ведет сквозь ряд скрещиваний нужный ему участок такой-то хромосомы, ведя вместе с тем до времени невидимый, но важный для него хозяйственный признак, который по его расчету обнаружится лишь в четвертом или пятом поколении

у той категории потомков, которых он сможет узнать по наличию тех же самых «бесполезных» признаков.

Генетические исследования курицы показывают, что может-быть не так далеко то время, когда на рабочем столе и куровода, и овцевода, и скотовода будут лежать такие же «топографические планы хромозом» его животных с указаниями о расположении тех или иных генов, вредных и полезных. И сам он будет следить за какими-нибудь совершенно казалось бы бесполезнейшими признаками окраски или гребней не с тем спортивным чувством, как ныне, а с волнением биолога, следящего по этим мелким внешним признакам за ходом сложного механизма наследственности, ведя с их помощью незримый участок хромозомы по плану скрещивания, рассчитанному впредь может-быть на десяток поколений.

Правда, топографический план дрозофилы основан на изучении почти 300 поколений мух, и столь же подробного плана коровы или лошади мы дождемся не скоро. Но важное значение исследования генетики кур в том и состоит, чтоб выяснить, насколько возможно вообще перенесение на птиц,— а вместе с тем вероятно и на млекопитающих,—самого разговора о составлении подобного плана, о котором недавно еще животноводу не приходило в голову и мысли, даже животноводу-менделисту. Конечно, еще необходимы обширные опыты, чтоб подтвердить и доказать эту возможность. Природа всегда богаче человеческих теорий, и несомненно, что и у птиц и у млекопитающих мы найдем много нового по сравнению с тем, что знаем по дрозофиле. Кое-что нового прибавляют уже и наши, печатаемые ниже, опыты. Но, вместе с тем, мы повидимому уже в праве говорить с большой долей уверенности о полном принципиальном единстве механизмы наследственности во всем животном царстве, или, по крайней мере, в типах членистоногих, позвоночных и, может-быть, некоторых других.

Но не только эти широкие проблемы могут и должны интересовать животновода, знакомящегося с генетикой курицы. Курица является в настоящее время пока единственным сельско-хозяйственным животным, для которого приложение генетики к разведению уже не является чем-то отдаленно возможным, но в значительной степени оказывается практикой сегодняшнего дня. А между тем, практика животноводственной генетики оказывается еще совершенно неразработанной. Поясню примером. Пусть животновод выберет 10 полезных признаков и захочет их соединить вместе. Теоретический менделизм скажет, что достаточно ему приготовить производителей гетерозиготных по всем этим 10 генам, чтобы во втором поколении уже получить нужную ему комбинацию, которая будет гомозиготной по всем этим 10 генам. Но такая нужная ему комбинация возникнет в количестве $(1/4)^{10}$, т.-е. практически никогда не возникнет, и если животновод все-таки захочет получить то, что ему нужно, то очевидно ему придется сначала разработать вопрос о той системе скрещиваний, которая бы с наименьшей затратой живого материала вела в кратчайший срок к намеченной цели. Очевидно, что для каждого животного, в зависимости от степени его плодовитости и дороговизны воспитания, должно будет получиться свое особое решение, и остроумию генетика на этом поприще предоставляется достаточно широкое поле приложения.

Другой вопрос, для практики генетики не менее важный. Схематический менделизм говорит, что и морфологические и физиологические признаки наследуются по одинаковым схемам. Но генетик-практик очевидно не может удовлетвориться этим утверждением, потому что не а б л ю д а т ь менделирование формы гребня или окраски легко, а наблюдать менделирование яйценоскости или жирномолочности настолько трудно, что мы в праве задаться вопросом о том, удастся ли вообще наблюдать менделирование этих признаков, не прибегая к каким-либо специальным приемам и ухищрениям, о которых мы скажем ниже.

Третий вопрос: элементарный менделизм, подвергнув жестокой и заслуженной критике учение о стандарте, провозгласил автономность признаков и признал «бесполезными» множество признаков, по которым ранее пытались судить о внутренних достоинствах животных, о чистоте «крови» и пр. Однако, идеи Моргана говорят, что многие по существу «бесполезные» признаки могут оказаться незаменимо важными для животновода, в тех случаях, когда они смогут быть использованы в качестве «сигнальных» генов, по которым можно будет судить о наличии того или иного участка хромозомы в данном производителе. И разработка теории и практика таких сигнальных генов должна быть также полна глубокого интереса для животновода.

Таковы некоторые вопросы теории генетической техники, разработка которых, начатая на курах, должна привлечь внимание не только генетика-птицевода, но и генетика-животновода вообще. Но далее начинается генетика самой курицы, как таковой, как видного фактора народного хозяйства, и здесь получают значение исследования уже самих генов и того значения, которое они могут иметь для куроводства. Здесь перед нами становятся задачи такие.

Исследование генетики различных сторон курицы, имеющих то или иное практическое значение: генетики яйца, генетики яйценоскости, генетики развития и роста, генетики оперения, скелета, материнских и прочих инстинктов, исследование всех вообще генов, имеющих «летальное» или просто вредное значение. Для каждой из этих областей должно быть полностью выяснено число генов и характеристика каждого из них, исследованы всевозможные комбинации генов, для выяснения полезнейших среди них.

Далее возникает вопрос о «генетической топографии» курицы, о распределении исследованных генов по группам или «хромозомам». Однако, эта работа может быть выполнена только по исследованию достаточно обширного числа генов, и здесь особенное внимание приходится уделить «бесполезным», но легко наблюдаемым генам: окраски, формы гребня, различных внешних морфологических отличий и проч. Попарные исследования их на «сцепление» и «отталкивание» могут помочь распутать эти сложные вопросы. Завершение исследования должно выразиться составлением «топографического» плана хромозом.

Наконец, этот план должен сделать возможным систематическое обследование хозяйственного значения всех участков хромозом и отыскание на них таких генов, которые не поддадутся непосредственному менделевскому исследованию.

Таковы вкратце проблемы, стоящие перед генетиком, изучающим курицу. В дальнейшем изложении мы остановимся на некоторых из них более детально.

Рецессивные анализаторы

Скептическое отношение многих к возможности применения менделевских принципов к практическому животноводству базируется на том, что такому применению должно предшествовать аналитическое изучение животных, тем более длительное и трудное, чем крупнее и менее плодовито животное. Действительно, ждать, пока генетика коровы или лошади будет достаточно изучена, придется еще долго, но, признавая это, надо стараться выяснить те стороны менделевского учения, которые теперь же или в ближайшем будущем смогут найти практическое применение.

Такой очередной идеей менделизма, которая может быть теперь же применена к практическим заданиям животноводства, является идея гомо-гетерозиготности. Современный животновод должен прежде всего усвоить себе основное положение менделизма о том, что два животных, неразличимых или почти неразличимых по внешности, могут быть чрезвычайно различны по своим наследственным свойствам. Если мы, желая передать потомству полезные признаки А, В, С, D, Е, выберем для скрещивания с животными, этих признаков не имеющими (а, b, c, d, e), двух производителей, из которых один будет гомозиготным, т.е. иметь наследственную формулу ААВВССDDEE, а другой гетерозиготным, имеющим формулу АаВbCcDdEe, то оба эти производителя могут быть по внешности неразличимы, или почти неразличимы друг от друга, а между тем первый из них даст все потомство одинаковое (АаВbCcDdEe), получившее, хотя и в гетерозиготном состоянии все 5 генов, а другой даст такое потомство только в виде исключения, около 3%, все же остальные потомки обнаружат пеструю смесь признаков отца и матери. Подобные различия в «индивидуальной потенции» уже давно интересовали животноводов. Современный менделизм дал этому явлению блестящее объяснение. Естественно, что первым вопросом, который становится перед животноводом-менделистом, оставляющим на племя того или иного производителя, является вопрос о том, насколько гомозиготен этот производитель и по каким именно признакам он гомозиготен.

Если бы каждый животновод в настоящее время мог получить ответ на эти вопросы, то мы были бы предохранены от громадного количества неизбежных и невольных ошибок, а животноводство в целом — от громадных лишних расходов. Между тем — теоретически — нет ничего легче, как ответить на этот вопрос. Если мы желаем узнать, какого кандидата в производители предпочесть, а какого забраковать, мы должны, прежде нежели пустить его в стадо, дать ему на пробу маток рецессивных по всем интересующим нас генам, и на нескольких потомках проверить гомозиготность производителя.

Однако, практически такое решение вопроса почти никогда не удастся, так как найти животное одновременно рецессивное по всем нужным признакам можно только случайно. Вместо этого приходится удовлетворяться отдельным исследованием по каждому гену, скрестив производителя, напр., с ааВВССDDEE для проверки его на гетерозиготность по А, затем скрестив с ААВbCCddEe для проверки на гетерозиготность по В и D и т. д. Конечно, такое решение вопроса по частям будет гораздо труднее и дороже и поэтому возникает очередная задача — получения линии, рецессивной по возможно большему количеству генов, иными словами — получения линии «рецессивных анализаторов».

Если подобные рецессивные анализаторы будут иметься под рукой, то каждый производитель, прежде чем быть назначенным на племя, должен будет дать с такими «рецессивными анализаторами» некоторое необходимое количество потомства, на основании рассмотрения которого

и можно будет уже дать обоснованное решение о том, какого производителя надо оставить на племя.

По меткому сравнению Баура, генетик-анализатор, будучи по методам своей работы вообще похожим на анализатора-химика, в то же время похож на такого именно химика, у которого все реактивы, служащие ему для анализа, спутаны и смешаны и которому параллельно анализу испытуемого вещества приходится анализировать и употребляемые реактивы. Действительно, беря для скрещивания с исследуемой породой другую, генетик никогда не знает ясно, что именно он берет, и должен изучать одновременно обе исследуемые породы.

Вместе с тем ясно, какое значение для работ генетика имеет возможность располагать понятной ему линией «рецессивных анализаторов», не содержащих никаких доминантных признаков и поэтому не привносящих в предпринимаемые с ними скрещивания ничего лишнего. Такая линия, следуя метафоре Баура, должна быть сравнена с чистым реактивом, с реактивом *pro analysis* или может быть с дистиллированной водой, и получение ее должно быть поставлено по всему фронту животноводства на первую очередь.

Оговоримся, впрочем, что говорить об организмах, лишенных всех доминантных признаков, можно лишь условно. Мы имеем здесь в виду освобождение только от тех доминантных генов, которые менделируют в пределах данного вида животного. По отношению к курице, в частности, можно говорить об освобождении только от тех 50—60 генов, список которых помещен ниже. Но, конечно, помимо этих генов у кур имеется еще множество иных, которыми, напр., курица отличается от индюшки, голубя, ястреба, собаки, рыбы. Среди этих генов многие «доминантные» в том смысле, что могут дать рецессивную мутацию, но так как они ее пока не дали, то любая курица оказывается гомозиготной по всем этим генам, и освобождена от них быть не может. Так, например, при скрещиваниях кур с цесарками у гибридов исчезает свойственная цесаркам шишка на голове. Следовательно, в формуле курицы имеется ген, «тормозящий развитие шишки», но так как он имеется у всех кур в гомозиготном состоянии, то будет иметься и у «рецессивных анализаторов», что, однако, не изменит их практического значения.

Впрочем, надо иметь в виду, что быть-может идеальный рецессивный анализатор не сможет быть получен. Если среди рецессивных мутаций курицы окажутся такие, которые будут сильно отзываться на жизнеспособности организма или стерилизовать его, то, конечно, такая стерильная линия не может быть получена и разводима далее в себе. Среди мутаций дрозофилы имеется также много таких, одновременное присутствие которых делает мух почти нежизнеспособными. Однако, глубокое исследование дрозофилы открыло возможность соединения в одной чистой линии многих летальных генов, правда, в гетерозиготном состоянии, но тем не менее пригодных для использования их для нужд анализа. Мы имеем в виду систему «балансирующих летателей», о сущности которых было бы преждевременно здесь распространяться (см. нашу статью в «Успехах Экспериментальной Биологии» за 1923 год).

Остановимся теперь на вопросе о получении «рецессивных анализаторов». Задача эта, несмотря на свою теоретическую простоту, принадлежит к весьма трудным. Тем более, что по отношению ко многим животным мы еще не знаем, какие признаки являются доминантными, какие рецессивными.

Первоначальный выбор рецессивного анализатора может быть произведен уже из имеющегося теперь же материала. Так, рыжая лошадь может служить анализатором для почти всех генов окраски лошади,

трехцветная бело-розово-палевая морская свинка с длинной шерстью является почти идеальным анализатором для морских свинок, имея лишь 1—2 доминантных признака из числа известных для этих животных. Для такого выбора по внешнему осмотру, конечно, необходимо предварительно знать, как именно должен выглядеть рецессивный анализатор данного вида животных. По отношению к курице мы можем уже довольно подробно описать внешность такого рецессивного анализатора, хотя мы и очень далеки от того, чтобы иметь его.

Рецессивный анализатор кур должен иметь белое шелковое оперение, быстро оперяющихся цыплят, ноги зеленоватого цвета, покрытые со всех сторон перьями, как у павловской породы, без хохла, без бак, с рудиментарным гребнем, в задней части которого однако должны иметься два небольших сосочка, указывающих на то, что недоразвивается «листовидный», а не какой-либо иной гребень. На голове, на темени должна выдаваться костяная шишка, ноздри—высокие, яйца белые, шпоры у обоих полов—и так далее. Хотя чистых пород такого вида мы и не имеем, но при громадном разнообразии «беспородных» кур можно надеяться подыскать птиц, в значительной степени приближающихся к этой внешности, хотя, конечно, подобная внешность и не будет говорить за полную рецессивность птицы. Рецессивный анализатор, например, должен быть лишен всех тех 16—17 генов окраски, которые нам известны сейчас, а между тем белая птица может иметь их все, или почти все, или потому, что ее белый цвет будет вызван геном эпистатической белой окраски, или потому, что при рецессивном альбинизме в латентном состоянии будет находиться целый ряд непроявившихся генов.

Некоторые указания на то, где мы должны искать рецессивных анализаторов, могут дать нам самые первоначальные опыты скрещивания. Например, в литературе по овцеводству уже несколько раз отмечалось*), что при скрещивании валахских овец с каракулями первое поколение гибридов почти в точности повторяет каракулей. Это значит, очевидно, что по сравнению с каракулями валахские овцы обладают целым рядом рецессивных признаков, не привнося в скрещивание никаких признаков доминантных или, по крайней мере, эпистатических. Поэтому, можно утверждать, что рецессивных анализаторов надо искать, исходя именно из валахских овец, а не из каракулей, а для практики каракулеводоов валахские овцы могут быть уже с успехом использованы в качестве «рецессивных анализаторов».

Таким образом, первоначальный выбор материала для получения настоящих, «универсальных» рецессивных анализаторов может и должен быть произведен по внешнему выбору. Однако, вряд ли можно все же рассчитывать получить таким образом достаточно рецессивную линию. И поэтому надо рассмотреть те приемы, которыми можно, исходя из выбранного готового полирецессива, получить рецессив, более или менее приближающийся к идеалу.

Основным приемом извлечения рецессивов является, как известно, получение F_1 (первого поколения) гетерозиготного по тем генам, которые мы желаем удалить, и затем отыскание среди F_2 (второго поколения) требуемой комбинации, освободившейся от этих доминантных генов. Однако, практически такой прием неосуществим, так как он требует огромного числа потомков во втором поколении. Для освобождения от одного доминантного гена таким приемом требуется около 8-ми особей во втором поколении, считая, что из числа этих 8-ми теоретически ожидаемые 25% рецессивов извлекаются в числе 2-х особей, одного самца и одной самки. Для освобождения, таким способом, от 2-х генов нужно уже 32 особи (генотип $aabb$ ожидается в количестве 1:16-й), для освобождения от 3-х генов уже 128, от 4-х—512 и т. д. Для освобождения от 20—30 генов нужны уже астрономические числа потомков во втором поколении, а между тем, для получения рецессивных анализаторов нужно освободиться от еще большего количества генов.

В настоящее время приемы получения рецессивных анализаторов представляются нам в таком виде. Для начала работы надо, как было уже сказано, выбрать форму, наиболее близкую к идеалу «рецессивного анализатора», а затем повести работу по дальнейшему обеднению ее.

Схема обеднения может быть представлена в таком виде. Пусть мы имеем в качестве исходного материала линию $aabbcc.... FF$ и требуется обеднить ее еще более, устранив и FF . Для этого подыскиваем какую-либо другую линию, имеющую ff . Конечно, она будет иметь зато гены $AABVCC$, или часть их, так как, если бы она их не имела, то сама была бы «рецессивным анализатором» в большей степени, чем избранная нами. Назовем эту линию «обедняющей». Скрестив ее с «обедняемой», получим F_1 с формулой $AaBbCc... Ff$. Скрестим ее обратно с «обедняемой» линией по схеме:

$$aabbcc...FF \times AaBbCc...Ff$$

Потомство от этого скрещивания будет очень разнообразно, при чем 50% его будет иметь FF ; а 50%— Ff . Весь дальнейший ход работы примет двоякий вид, в зависимости от того, будут ли формы FF и формы Ff различимы по внешности. При полном доминировании, когда FF формы будут совершенно сходны с Ff -формами, работа пойдет несколько сложнее. При неполном доминировании, когда Ff -формы можно будет отличить от гомозиготных FF -форм, работа упростится, поэтому мы разберем сначала последний случай.

При возможности отличить FF -формы мы их все забракуем, а из числа Ff -форм выберем те, которые окажутся наиболее обедневшими. Пусть, напр., среди последних мы находим форму, освободившуюся от A и B , т.-е. имеющую формулу $aabbCc...Ff$; скрещиваем теперь уже ее с «обедняемой» линией по схеме:

$$aabbcc...FF \times aabbcc...Ff.$$

Среди потомков этого скрещивания снова 50% будет Ff -форм, а из их числа большинство снова освободится от нескольких лишних генов, напр., C , D . Повторяя подобную манипуляцию на протяжении нескольких поколений, мы получим, наконец, форму во всем подобную «обедняемой» линии, но гетерозиготную по F . Получив такую форму в количестве самца и хотя бы одной самки, мы скрещиваем их уже друг с другом и получаем:

$$\begin{array}{l} aabbcc...Ff \times aabbcc...Ff. \\ 25\% \ aabbcc...FF \\ 50\% \ aabbcc...Ff \\ 25\% \ aabbcc...ff \end{array}$$

Последняя категория и будет тем, что нам нужно: «обедняемой» линией, обедневшей до ff .

Если мы имеем дело с полным доминированием, то FF и Ff неотличимы, и выбирать по внешности Ff формы будет невозможно. Тогда при первом обратном скрещивании по схеме:

$$aabbcc...FF \times AaBbCc...Ff$$

мы из разнообразного потомства, в большинстве освободившегося от нескольких доминантных генов, выбираем несколько маток наиболее обедневших и для проверки скрещиваем их с «обедняющей» линией ff . Тогда те из них, которые гомозиготны, по FF не дадут в потомстве ff -форм, а Ff -гетерозиготы дадут 50% ff -форм по схеме:

$$\begin{array}{l} AABVCC...ff \times AaBbCc...Ff \\ 50\% \ A, B, C...Ff \\ 50\% \ A, B, C...ff \end{array}$$

Маток, давших такое расщепление, мы скрещиваем снова с «обедняемой» линией и обедняем потомство еще на несколько генов, получая, наконец, форму $aabbcc...Ff$, при чем мы опять не знаем FF или Ff . Скрещивание

*) М. Ф. Иванов.—Что дала метизация овцеводству.