

О НАСЛЕДОВАНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У КУР

Л. А. Алексеевич

Сложная картина наследования и проявления количественных признаков, к которым относится и большинство хозяйственно ценных признаков у животных, убеждает в необходимости поисков и изучения корреляции этих признаков с физиологическими особенностями организма. Выяснение характера наследования физиологических особенностей и включение их в селекцию могло бы привести к повышению эффективности отбора (Беляев, 1962; Беляев и Ратнер, 1961; Unshelm, 1961). Особую роль в организме высших животных играет нервная система, которая регулирует деятельность всех систем и органов, вследствие чего генетика нервной деятельности привлекает внимание исследователей (Крушинский, 1959; Лобашев, Касимов и Маршин, 1962; Пономаренко, 1959; Холл, 1960).

Все сказанное о наследовании количественных признаков относится и к поведенческим реакциям. На примере оборонительной реакции у крыс и собак Л. В. Крушинский (1946, 1959) показал, что интенсивность проявления поведенческих реакций зависит от степени общей возбудимости животного, которая в свою очередь зависит от деятельности эндокринных желез. Выведенные К. С. Холлом (1960) линии эмоциональных и неэмоциональных крыс различались по абсолютному и относительному весу надпочечников и щитовидной железы (самцы) и щитовидной железы и гипофиза (самки). Эти показатели были выше у особей эмоциональной линии. Сопоставление диких и домашних животных показывает, что обмен веществ у первых выше (Томмэ, 1949). Рандквист и Беллис (Rundquist a. Bellis, 1933) исследовали обмен веществ у двух инбредных линий крыс, различающихся по спонтанной активности, и нашли, что основной обмен у активной линии выше (по весу, возрасту и дыхательному коэффициенту существенных различий не было).

Все эти данные подтверждают заключение Л. В. Крушинского о том, что для полного проявления генетически обусловленной поведенческой, в частности оборонительной, реакции необходима достаточная степень общей возбудимости животного, которая поддерживается усиленным функционированием коры надпочечника, находящейся под стимулирующим воздействием гипофиза. К. С. Холл (1960) на основании данных по различию эмоциональных и неэмоциональных крыс по относительному весу некоторых желез внутренней секреции и результатов, полученных Рандквистом и Беллисом, считает возможным предположить, что в ряде случаев различия в поведении животных могут быть обусловлены только генетическими различиями в активности желез внутренней секреции.

Мы изучали характер наследования реакции торможения откладки

яйца у кур при межпородном скрещивании (Алексеевич, 1963) и несколько раньше (1956—1958) характер наследования интенсивности обмена веществ в тех же популяциях кур. В данном сообщении будут изложены результаты опытов по изучению наследования уровня обмена веществ и проведено сопоставление с характеристиками кур по внешнему торможению.

В качестве исходных форм были взяты куры пород леггорн (яйценоского типа) и австралорп (общепользовательного типа). Для анализа характера наследования обмена веществ были проведены реципрокные скрещивания и возвратные скрещивания кур F_1 с петухами обеих родительских пород. Поскольку работа велась с популяциями кур, где не было предварительного отбора на определенный уровень обмена веществ, скрещивание проводили таким образом, чтобы чистопородные и гибридные куры были полусестрами по отцу. Для получения F_{II} были использованы те же петухи, что и для получения F_1 .

Об интенсивности обмена веществ животного судят на основании определения так называемого основного обмена, т. е. обмена, который определяется работой внутренних органов, необходимой для обеспечения жизни, и химическими превращениями веществ в клетке. Основной обмен измеряют у животных натощак, при полном мышечном покое и, что касается сельскохозяйственных животных, то в такой период, когда у них не происходит образования специфической продукции. Хорошим показателем интенсивности протекающих в организме обменных реакций является газообмен. По результатам измерений газообмена можно выразить обмен веществ в единицах теплопродукции, выделенной за единицу времени в расчете на единицу веса животного.

Опыты проводились на взрослых, закончивших рост курах, через 18—20 ч после кормления (сухим овсом), в темноте (чтобы предотвратить движение). По данным В. П. Никитина (1948), время прохождения пищи через пищеварительный канал у кур колеблется в пределах 8—11 ч.

В темноте животные вели себя спокойно. Опыты проводились в одни и те же часы (с 6 до 12 ч), поскольку меняющаяся в течение суток активность животных, связанная с определенным выработанным стереотипом, влияет на газообмен (Слоним, 1957). Однако определенный в таких условиях обмен веществ лишь условно можно считать основным, так как куры в период проведения опытов всегда находились в состоянии яйцекладки. Выделить период полного покоя у хороших несушек не представляется возможным, так как перерыв в яйцекладке у них связан обычно с линькой.

Применялась обычная, принятая для мелких животных методика определения газообмена. Курицу помещали в пневматическую камеру объемом 81,5 л на 30 мин, в течение которых воздух в камере все время перемешивался, по истечении 30 мин брали пробу воздуха. Анализ пробы производили с помощью газоанализатора Холдена. Предварительно путем трехкратных 30-минутных опытов было установлено, что на основании таких кратковременных опытов можно характеризовать газообмен животного. К аналогичным выводам пришли М. М. Тихомирова (1955) и К. Зелинский (1958). Мы судили о газообмене каждого животного на основании среднего из двух определений, проведенных с интервалом в 5—7 дней. Опыты проводили при 17—20°, в отдельных редких случаях температура поднималась до 25°. Эта область температур близка к критической для кур, т. е. такой температуре, при которой энергетический обмен организма минимален (Лобин, 1947, 1950; Иванкин, 1949; Томмэ, 1949).

Газообмен определяли у исследуемых пород кур трижды: в возрасте 12—13 месяцев (в мае) и затем во второй год яйцекладки — в декабре и в июле. Во всех трех повторностях получены однотипные результаты (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика родительского поколения кур по обмену веществ

Повторность опытов	Порода	Число обследованных кур	Выделено CO ₂ в л на кг/ч	Поглощено O ₂ в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
I (май)	Леггорн . . .	59	0,74±0,017	1,01±0,018	0,72±0,007	4,78±0,097
	Австралорп . .	32	0,51±0,017	0,82±0,022	0,63±0,006	3,70±0,104
II (декабрь)	Леггорн . . .	28	0,66±0,014	0,88±0,024	0,76±0,005	4,21±0,090
	Австралорп . .	22	0,58±0,005	0,74±0,022	0,79±0,006	3,50±0,114
III (июль)	Леггорн . . .	22	0,62±0,012	0,86±0,016	0,70±0,007	4,14±0,082
	Австралорп . .	16	0,58±0,013	0,75±0,016	0,79±0,007	3,54±0,084

Как видно из таблицы, куры породы леггорн отличаются более высоким уровнем обмена веществ по сравнению с курами породы австралорп. В период проведения опытов куры обеих пород находились в состоянии довольно интенсивной яйцекладки (табл. 2).

Таблица 2

Яйценоскость кур родительских пород в периоды проведения опытов по газообмену (количество яиц в месяц)

Порода	Повторность опытов		
	I (май)	II (декабрь)	III (июль)
Леггорн	17,3	8,5	15,4
Австралорп	20,1	9,2	11,4

Вес кур, приведенный в табл. 3, свидетельствует, что отклонений от стандартов для пород не было, т. е. состояние кур было нормальным.

Таблица 3

Вес кур родительских пород в периоды проведения опытов по газообмену (в г)

Порода	Повторность опытов		
	I (май)	II (декабрь)	III (июль)
Леггорн	1655±24	1815±45	1754±50
Австралорп	2275±25	2719±101	2655±126

О более высоком обмене веществ у кур яйценоского типа, по сравнению с общепользовательными, свидетельствуют работы А. А. Сергеева (1941), В. И. Трусова (1956), К. Зелинского (1958).

Между леггорнами и австралорпами наблюдаются статистически достоверные различия не только по интенсивности обмена веществ, но и по его характеру, о чем можно судить по дыхательным коэффициен-

там. В мае величина дыхательного коэффициента у леггорнов (0,72) совпадает с таковой, приводимой К. Н. Кржишковским (1933) для основного обмена. У австралорпов наблюдается значительно более низкий дыхательный коэффициент. Как известно, у млекопитающих в норме, исключая животных, впадающих в спячку, дыхательный коэффициент не опускается ниже 0,7 (Соколов, 1951). У кур часто наблюдаются более низкие дыхательные коэффициенты. Меллен и Хилл (Mellen a. Hill, 1955) многочисленными опытами показали, что для кур это нормальное явление и объясняется оно, по-видимому, либо преобладанием у особей с дыхательными коэффициентами ниже 0,7 белкового обмена, который отличается от такового у млекопитающих, либо неполным окислением жиров. Дыхательный коэффициент у леггорнов более константен: он достоверно увеличивается зимой, а в июле снова снижается до величины, характерной для основного обмена. У австралорпов во второй год яйцекладки дыхательный коэффициент резко увеличивается и остается на этом уровне как в зимний (декабрь), так и в летний периоды и свидетельствует, по-видимому, о возрастном изменении характера обмена веществ.

Обе породы кур по уровню обмена веществ оказались довольно выравненными. Коэффициенты изменчивости в обеих группах не превышают 15—16%.

Определение обмена веществ у F_1 проводилось также три раза: зимой в возрасте 6—7 месяцев, весной в возрасте 10—11 месяцев и летом в годовалом возрасте (табл. 4).

Таблица 4

Характер наследования обмена веществ в F_1

Повторность опытов	Порода или комбинация	Число обследованных кур	Выделено CO_2 в л на кг/ч	Поглощено O_2 в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
I (январь—февраль)	Леггорн	26	$0,77 \pm 0,013$	$1,02 \pm 0,018$	$0,76 \pm 0,009$	$4,87 \pm 0,082$
	F_1 ♀ легг. × ♂ австр. . .	19	$0,76 \pm 0,015$	$0,98 \pm 0,037$	$0,79 \pm 0,011$	$4,69 \pm 0,076$
	F_1 ♀ австр. × ♂ легг. . .	16	$0,68 \pm 0,019$	$0,88 \pm 0,019$	$0,76 \pm 0,011$	$4,12 \pm 0,064$
II (май—июнь)	Леггорн	24	$0,80 \pm 0,024$	$1,02 \pm 0,032$	$0,78 \pm 0,008$	$4,98 \pm 0,150$
	F_1 ♀ легг. × ♂ австр. . .	17	$0,75 \pm 0,023$	$1,00 \pm 0,030$	$0,75 \pm 0,008$	$4,72 \pm 0,169$
	F_1 ♀ австр. × ♂ легг. . .	13	$0,67 \pm 0,017$	$0,90 \pm 0,024$	$0,74 \pm 0,016$	$4,29 \pm 0,115$
III (август)	Леггорн	20	$0,70 \pm 0,010$	$0,94 \pm 0,017$	$0,74 \pm 0,007$	$4,49 \pm 0,075$
	F_1 ♀ легг. × ♂ австр. . .	14	$0,71 \pm 0,021$	$0,94 \pm 0,029$	$0,74 \pm 0,007$	$4,31 \pm 0,104$
	F_1 ♀ австр. × ♂ легг. . .	12	$0,61 \pm 0,016$	$0,84 \pm 0,023$	$0,73 \pm 0,009$	$3,98 \pm 0,103$

В опыт не была взята группа чистопородных австралорпов одного вывода с гибридами F_1 , так как в этой группе имела место высокая смертность среди цыплят, что было вызвано, по-видимому, изменением в условиях выращивания. Хорошее совпадение результатов определений газообмена у родительского и дочернего поколения леггорнов позволяет использовать для сравнения с F_1 данные по родительскому поколению австралорпов.

Гибриды занимают промежуточное положение между леггорнами и австралорпами. На промежуточный характер наследования уровня обмена веществ у рыб указывает Д. В. Шаскольский (1961). Однако реципрокные гибриды резко отличаются друг от друга. Истинно промежуточ-

ное положение занимают лишь гибриды от скрещивания ♀ австралорп × ♂ леггорн, которые достоверно отличаются по показателям обмена от кур обеих пород. Гибриды обратного направления скрещивания по этим показателям не отличаются достоверно от кур породы леггорн. Сравнение реципрокных гибридов особенно интересно тем, что животные обеих гибридных групп имели одинаковый вес (табл. 5), так что различия в интенсивности обмена веществ нельзя отнести за счет того, что более мелкие животные имеют более интенсивный обмен на килограмм живого веса, по сравнению с животными более крупными, как в случае исходных пород.

Таблица 5

Вес реципрокных гибридов F_1 (в г)

Комбинация	Повторность опытов		
	I (январь—февраль)	II (май—июнь)	III (август)
♀ легг. × ♂ австр.	1812 ± 53	1765 ± 77	1760 ± 81
♀ австр. × ♂ легг.	1824 ± 52	1885 ± 96	1850 ± 93

Большое влияние на интенсивность обмена веществ оказывает упитанность животных (Benedict и Lee, 1937). Кур, обнаруживавших признаки ожирения или истощения, в опыт не брали. Контролем в этом отношении может служить яйцекладка кур в период проведения опытов (табл. 6).

Таблица 6

Яйценоскость F_1 в периоды определения газообмена (количество яиц в месяц)

Порода или комбинация	Январь	Февраль	Май	Июнь	Август
Леггорн	9,5	10,5	17,6	15,5	13,2
♀ легг. × ♂ австр.	14,9	14,4	19,8	18,2	16,8
♀ австр. × ♂ легг.	16,8	15,1	22,9	19,2	20,7

По характеру обменных процессов реципрокные гибриды не обнаруживают различия: дыхательные коэффициенты у них одинаковы.

На основании анализа F_1 можно предположить, что в наследовании интенсивности обмена веществ большую роль играют ядерно-цитоплазменные отношения. Для проверки правильности этого предположения было обследовано $F_{в}$. Опыты на гибридах от скрещивания кур F_1 с петухами породы австралорп (первый бэккросс) проводили в ноябре, а на гибридах от скрещивания тех же кур с петухами породы леггорн (второй бэккросс) — в январе. Возраст кур в период опытов был 6—7 месяцев.

Теплопродукция гибридов от первого бэккросса составила в среднем $4,01 \pm 0,068$ кал на 1 кг в 1 ч, гибридов от второго бэккросса — $4,70 \pm 0,068$ кал на 1 кг в 1 ч. Гибриды от первого бэккросса не отличаются по обмену от F_1 ♀ австралорп × ♂ леггорн, а гибриды от второго бэккросса — от F_1 ♀ леггорн × ♂ австралорп. Хотя разница в величинах обмена и небольшая, но статистически она достоверна. Гибриды от обоих бэккроссов обнаруживают очень низкую изменчивость: коэффициенты

изменчивости в каждой группе меньше 10%. По весу достоверных различий между гибридами от первого и второго бэккроссов нет (1813 ± 34 г и 1687 ± 33 г соответственно).

Среди гибридов от второго бэккросса нет различий по обмену в зависимости от происхождения матери (табл. 7).

Таблица 7

Обмен веществ у F_B ($F_1 \times$ легг.)

Матери	Число обследованных кур	Выделено CO_2 в л на кг/ч	Поглощено O_2 в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
F_1 ♀ легг. \times ♂ австр.	18	0,71	1,00	0,71	4,69
F_1 ♀ австр. \times ♂ легг.	17	0,70	0,99	0,72	4,63

F_B от скрещивания с петухами породы австралорп различаются по теплопродукции в зависимости от происхождения матери (табл. 8): теплопродукция у кур, полученных от матерей F_1 от скрещивания ♀ леггорн \times ♂ австралорп, достоверно выше, чем у кур, полученных от матерей от реципрокного скрещивания ♀ австралорп \times ♂ леггорн, хотя эта разница очень мала.

Таблица 8

Обмен веществ у F_B ($F_1 \times$ австр.)

Матери	Число обследованных кур	Выделено CO_2 в л на кг/ч	Поглощено O_2 в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
F_1 ♀ легг. \times ♂ австр.	18	$0,64 \pm 0,015$	$0,88 \pm 0,016$	$0,74 \pm 0,006$	$4,14 \pm 0,070$
F_1 ♀ австр. \times ♂ легг.	13	$0,60 \pm 0,015$	$0,82 \pm 0,024$	$0,73 \pm 0,008$	$3,87 \pm 0,090$

На основании сходства величин дыхательных коэффициентов у гибридов, полученных в обоих возвратных скрещиваниях, можно сделать вывод, что по характеру обмена веществ эти гибриды не различаются.

Анализ характера наследования интенсивности обмена веществ в F_1 и F_B позволяет сделать вывод о доминировании высокой интенсивности обмена веществ и о значительной роли цитоплазмы в наследовании этого свойства. Аллен (Allen, 1962) отмечает, что у кур влияние цитоплазмы сказывается в наследовании многих хозяйственно полезных признаков, причем особенно сильно это проявляется в наследовании таких признаков, как выживаемость и устойчивость к висцеральному лимфоматозу. Если резистентность связана с интенсивностью обмена, с более высокой температурой тела кур (Ram a. Nutt, 1955), то в данных Аллена можно видеть подтверждение вывода о цитоплазматическом влиянии на характер наследования интенсивности обмена веществ.

Интересно сопоставить данные, касающиеся породных различий по уровню обмена веществ и характеру его наследования, с характеристиками нервной деятельности кур этих пород и их гибридов. Прежде всего нужно отметить, что куры породы леггорн отличаются неуравновешенностью основных нервных процессов с преобладанием возбуждательного, тогда как куры породы австралорп обладают хотя и слабыми, но урав-

изменчивости в каждой группе меньше 10%. По весу достоверных различий между гибридами от первого и второго бэккроссов нет (1813 ± 34 г и 1687 ± 33 г соответственно).

Среди гибридов от второго бэккросса нет различий по обмену в зависимости от происхождения матери (табл. 7).

Таблица 7

Обмен веществ у F_B ($F_1 \times$ легг.)

Матери	Число обследованных кур	Выделено CO_2 в л на кг/ч	Поглощено O_2 в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
F_1 ♀ легг. \times ♂ австр.	18	0,71	1,00	0,71	4,69
F_1 ♀ австр. \times ♂ легг.	17	0,70	0,99	0,72	4,63

F_B от скрещивания с петухами породы австралорп различаются по теплопродукции в зависимости от происхождения матери (табл. 8): теплопродукция у кур, полученных от матерей F_1 от скрещивания ♀ леггорн \times ♂ австралорп, достоверно выше, чем у кур, полученных от матерей от реципрокного скрещивания ♀ австралорп \times ♂ леггорн, хотя эта разница очень мала.

Таблица 8

Обмен веществ у F_B ($F_1 \times$ австр.)

Матери	Число обследованных кур	Выделено CO_2 в л на кг/ч	Поглощено O_2 в л на кг/ч	Дыхательный коэффициент	Обмен в кал на кг/ч
F_1 ♀ легг. \times ♂ австр.	18	$0,64 \pm 0,015$	$0,88 \pm 0,016$	$0,74 \pm 0,006$	$4,14 \pm 0,070$
F_1 ♀ австр. \times ♂ легг.	13	$0,60 \pm 0,015$	$0,82 \pm 0,024$	$0,73 \pm 0,008$	$3,87 \pm 0,090$

На основании сходства величин дыхательных коэффициентов у гибридов, полученных в обоих возвратных скрещиваниях, можно сделать вывод, что по характеру обмена веществ эти гибриды не различаются.

Анализ характера наследования интенсивности обмена веществ в F_1 и F_B позволяет сделать вывод о доминировании высокой интенсивности обмена веществ и о значительной роли цитоплазмы в наследовании этого свойства. Аллен (Allen, 1962) отмечает, что у кур влияние цитоплазмы сказывается в наследовании многих хозяйственно полезных признаков, причем особенно сильно это проявляется в наследовании таких признаков, как выживаемость и устойчивость к висцеральному лимфоматозу. Если резистентность связана с интенсивностью обмена, с более высокой температурой тела кур (Ram a. Nutt, 1955), то в данных Аллена можно видеть подтверждение вывода о цитоплазматическом влиянии на характер наследования интенсивности обмена веществ.

Интересно сопоставить данные, касающиеся породных различий по уровню обмена веществ и характеру его наследования, с характеристиками нервной деятельности кур этих пород и их гибридов. Прежде всего нужно отметить, что куры породы леггорн отличаются неуравновешенностью основных нервных процессов с преобладанием возбуждительно-тогда как куры породы австралорп обладают хотя и слабыми, но урав-

новешенными нервными процессами (Пономаренко, 1958). По изучавшемуся нами внешнему торможению яйцекладки (Алексеевич, 1963) эти породы получили следующие характеристики. Куры породы австралорп представляют собой однородную группу с низкими показателями реакции торможения откладки яйца в период нарастающей яйценокости и повышающимися в период ее снижения. Среди кур породы леггорн выявились две группы: одна — с низкими показателями внешнего торможения, другая — с высокими как в начале, так и в конце сезона яйцекладки. На основании появления среди гибридов обоих направлений скрещивания групп кур с высокими показателями торможения откладки яйца можно говорить о доминировании этого свойства. Наличие среди леггорнов двух групп кур — как с низкими, так и с высокими показателями торможения яйцекладки — свидетельствует, по-видимому, об отсутствии генетической корреляции между величиной этой реакции и интенсивностью обмена веществ. Характер наследования в F_1 этих признаков различен, так как в отношении внешнего торможения не наблюдается матроклинии.

ВЫВОДЫ

1. Куры породы леггорн отличаются более высоким уровнем обмена веществ, по сравнению с курами породы австралорп.

2. Высокая интенсивность обмена веществ наследуется как доминантный признак, причем большую роль в наследовании интенсивности обмена веществ играет цитоплазма.

3. Генетической корреляции между величиной реакции торможения откладки яйца и интенсивностью обмена веществ не обнаружено.

INHERITANCE OF THE INTENSITY OF METABOLISM IN FOWL

L. A. Aleksejevich

The inheritance of intensity of metabolism was studied by crossing the fowl of the breeds of Leghorn which have high level of metabolism and Australorp with low level of metabolism. F_1 and F_2 were studied. The intensity of metabolism is characterized by heat production, derived from gas exchange.

It was established that the high level of metabolism dominates and the nucleo-cytoplasmic relation plays an important role in the character of inheritance.

The results are discussed in connection with the data on inheritance of external inhibition of oviposition in fowl.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеевич Л. А. 1963. Вестник ЛГУ, 3 : 133—139.
Беляев Д. К. 1962. Изв. СО АН СССР, 10 : 111—123.
Беляев Д. К., В. А. Ратнер. 1961. ДАН СССР, 140, 3 : 699—702.
Зелинский К. 1958. Некоторые особенности физиологии развития кур различной скороспелости. Автореф. канд. дисс. Л.
Иванкин В. К. 1949. Обмен веществ и энергии у сельскохозяйственной птицы и обоснование норм кормления. Автореф. докт. дисс. Л.
Кржишковский К. Н. 1933. Физиология сельскохозяйственных птиц. М.—Л., Сельхозгиз
Крушинский Л. В. 1959. Бюлл. Московск. о-ва испытателей природы, отд. биол., 64, 1 : 105—117.
Лобашев М. Е., Р. Ю. Касимов, В. Г. Маршин. 1962. Изв. АН СССР, сер. биол., 1 : 56—69.

- Лобин Н. В. 1947. Докл. ВАСХНИЛ, 9 : 11—13.
Лобин Н. В. 1950. Тр. НИИП, 21 : 165—170.
Никитин В. П. 1948. Птицеводство. М.—Л., Сельхозгиз.
Пономаренко В. В. 1958. ДАН СССР, 118, 3 : 614—617.
Пономаренко В. В. 1959. Научн. сообщ. Ин-та физиол. им. И. П. Павлова АН СССР, 2 : 104—107.
Сергеев А. А. 1941. Сб. трудов НИИП. М., Сельхозгиз : 48—55.
Слоним А. Д. 1957. В кн.: Проблемы физиологии центральной нервной системы. М.—Л., Изд. АН СССР : 509—516.
Соколов Е. А. 1951. «Каракулевство и звероводство», 1 : 65—68.
Тихомирова М. М. 1955. Влияние интенсивности и характера обмена веществ животных на соотношение полов в потомстве. Автореф. канд. дисс. Л.
Томмэ М. Ф. 1949. Обмен веществ и энергии у сельскохозяйственных животных. М., Сельхозгиз.
Трусов В. И. 1956. Физиол. журн. СССР, 42, 5 : 407—412.
Холл К. С. 1960. В кн.: Экспериментальная психология. М., ИЛ : 405—436.
Шаскольский Д. В. 1961. Межвузовская конференция по экспериментальной генетике. Тез. док. Л. : 189.
Allen C. P. 1962. Poult. sci., 41 : 825—839.
Benedict F. u. R. Lee. 1937. Biochem Zs., 293 : 405.
Mellen W. J. a. F. W. Hill. 1955. Poult. sci., 34, 5 : 1085—1089.
Ram T. a. F. B. Hutt. 1955. Amer. j. veterin. res., 16, 60 : 437—449.
Rundquist E. A. a. C. J. Bellis. 1933. Amer. j. physiol., 106 : 670—675.
Unshelm J. 1961. Züchtungskunde, 33, 3 : 104—112.
-