

631.83

П 859 к. ф.

402412

Трапезников

И физиологический опыт

русская

Мин

КРМ

БЕЛОРУССКОЙ	
Стд.	63185
Диф.	Т. 859 К. 9
Инд.	402412

К.

Ленин

К

Д. Н. ПРЯНИШНИКОВ и С. И. ИНОЗЕМЦЕВ. К физиологической характеристике хлористого калия.

[D. PRIANISNIKOV (D. Prianishnikov) et S. INOZEMCEV (S. Inosemtzev). Contributions à la caractéristique physiologique du chlorure de potassium.]

(Доложено в ОФМ 14 V 1929.)

С самого возникновения идеи о физиологической кислотности и щелочности солей (Ad. Mayer, 1881), такие соли калия, как KCl и K₂SO₄ обычно зачислялись в список физиологически-кислых; однако, нужно признать, что в данном случае делалось это не на основании каких-либо опытных данных, а под влиянием чисто дедуктивных соображений о том, например, что калий растению необходим, а хлор ненужен, следовательно, при поглощении растением калия (напр., в виде KHCO₃) в растворе должен оставаться избыток хлора, в виде ли HCl или в соединении с другими катионами — это должно зависеть от состава среды (и, как позднее выяснилось, от обменных реакций, происходящих между средой и составными частями растения).

Это давнее представление о физиологической кислотности калийных солей, казалось, находило себе подтверждение в том факте, что при систематическом применении стассфуртских солей приходится чаще прибегать к внесению извести в почву, чем в других случаях.

Однако прямым физиологическим опытом пока никто не констатировал этой тенденции к сдвигу реакции в сторону кислотности при питании растения хлористым калием, а имеющиеся в литературе данные относительно сравнительной скорости поступления калия и хлора в растение отличаются противоречивостью.

Так, Пантанелли (1909) выставил утверждение, что проростки вообще поглощают энергичнее катионы, чем анионы, в частности, берут больше хлора, чем калия из раствора KCl. Если обобщение Пантанелли оказалось слишком поспешным, а в ряде случаев прямо неверным, как было показано автором по отношению к NH₄NO₃, то все же для KCl наши данные подтвердили, что проростки злаков ведут себя или так, как утверждал Пантанелли или поглощение идет равномерно, перевеса же в поглощении калия не наблюдалось.*

* См. работы Е. Н. Синской, А. С. Каблукова, А. А. Стольгана и Ф. В. Чирикова в «Результатах вегетационных опытов», т. IX, 1913.

Позднее Hoogland* наблюдал эквивалентное поглощение калия и хлора ассимилирующими растениями ячменя, в то время, как для K₂SO₄ наблюдалось преобладание в поглощении катиона, а для KNO₃ — аниона.

Ввиду того, что в Соликамских залежах мы будем иметь дело с хлористым калием, наши опыты имели в виду прежде всего изучение отношения именно к этой соли различных растений; в опытах 1927 и 1928 гг. мы начали с представителей двух семейств — злаковых (овес) и бобовых (горох). Опыты велись на этот раз с ассимилирующими растениями, которые выращивались на полной питательной смеси, а затем переносились на время опыта (3—6 и более часов) в раствор KCl.

В 1927 г. сравнение реакции раствора до опыта и после него обнаружило, что овес и горох ведут себя различно: так, овес вызывает небольшой сдвиг реакции в сторону кислотности, если реакция раствора KCl лежит выше pH = 6.2, для гороха же сдвиг этот более значителен, как видно из следующих примеров:

Опыты с горохом

Концентрация раствора KCl	pH до опыта	pH после опыта	
		3 часа	6 часов
0.0001 норм.	6.2	4.9	4.8
0.0005 »	6.6	4.8	4.6
0.0010 »	6.6	4.4	4.3

Опыты с овсом

Концентрация раствора KCl	pH до опыта	pH после опыта			
		24 часа	24 часа	48 часов	144 часа
0.0001 норм.	6.4	5.2	5.3	5.4	5.0
0.0005 »	6.6	5.8	5.7	5.4	5.3
0.0010 »	6.6	5.9	5.5	5.5	5.3

Если же растворы имели исходную реакцию более кислую (4.4—4.6 pH),** то горох все же вызывал дальнейшее подкисление раствора (кроме самых слабых концентраций), у овса же обычно наблюдалось некоторое повышение pH (кроме более сильных концентраций и более продолжительных опытов).

Опыты с горохом

Концентрация раствора KCl	pH до опыта	pH после опыта	
		3 часа	6 часов
0.0001 норм.	4.4	4.7	4.6
0.0005 »	4.6	4.4	4.3
0.0010 »	4.6	4.3	4.1

Опыты с овсом

Концентрация раствора KCl	pH до опыта	pH после опыта		
		24 часа	24 часа	48 часов
0.0001 норм.	4.4	5.4	5.4	4.6
0.0005 »	4.6	5.0	5.0	4.4
0.0010 »	4.6	5.4	4.9	4.3

* Soil Science, 1923, vol. 16.

** Это достигалось введением небольших количеств соляной кислоты.

В согласии с этим, анализ растворов обнаружил для гороха ясное преобладание поступления калия над хлором, в случае же овса это преобладание было или не так ясно выражено или даже вовсе не обнаруживалось.

Так, например, для гороха наблюдалось:

Концентрация раствора KCl	Поглощение в миллиграмм-эквивалентах					
	3 часа		6 часов		3 часа*	
	K	Cl	K	Cl	K	Cl
0.0005 норм.	0.43	0.07	0.46	0.11	0.26	0.04
0.0010 »	0.90	0.23	0.93	0.30	0.67	0.26

Для овса же имеем (при 24-часовых опытах):

Концентрация раствора KCl	K	Cl	K	Cl	K	Cl
	0.0000 норм.	0.28	0.17	0.31	0.31	0.11
0.0010 »	0.97	0.82	0.84	0.78	0.66	0.43

Осенью 1927 г. нами получена была работа Lemanczyk'a, сделанная в лаборатории проф. Никлевского (в Познани); в ней обстоятельно изучено отношение ячменя (ассимилирующих растений) к растворам хлористого калия при разной концентрации раствора, разной реакции среды и разной продолжительности опыта (в пределах 48 часов). В согласии с той частью наших опытов, которая была проведена с овсом, ячмень также не обнаружил определенного перевеса в поглощении калия над хлором, несмотря на значительное варьирование условий опыта.

Считая, что вопрос о физиологической реакции солей калия для злаковых в главных чертах достаточно выяснен,** мы в опытах 1928 г. сосредоточились на опытах с горохом с тем, чтобы взять больше вариантов как по концентрации раствора KCl, так и по продолжительности опытов, чем это имело место в опытах 1927 г.

Из опытов с различной концентрацией приведем здесь следующий пример 6-часового опыта с горохом:

Концентрация раствора KCl	pH до опыта	pH после опыта	Поглощено м-ионов		Выделено м-эквивалентов Ca
			K	Cl	
0.00025 норм.	5.0	4.7	0.22	0.14	0.085
0.0005 »	5.0	4.6	0.43	0.35	0.181
0.0025 »	5.0	4.2	1.56	0.70	0.174
0.0050 »	5.0	4.2	1.70	0.69	0.197

Здесь можно определенно говорить о проявлении физиологической кислотности при концентрациях 0.0025—0.0050.

Так как при слабых концентрациях обменные реакции играют относительно большую роль, то эти опыты были поставлены при концентрации 0.0025, при

* При pH = 4.6.

** Хотя и желательно провести, кроме краткосрочных, еще опыты, охватывающие целый вегетационный период.

которой влияние обменных реакций уже не столь велико; опыты эти были проведены при двух различных постановках, именно: в одном случае растворы не сменялись, но отдельные сосуды убирались через разные сроки; в другом же случае растворы периодически сменялись и учитывалось влияние тех же самых растений на новые порции раствора.

Из первой серии заимствуем следующий пример:

Время (в часах)	pH до опыта	pH после опыта	Поглощено м-ионов		Выделено м-эквивалентов Ca
			K	Cl	
3	5.4	4.4	0.82	0.35	0.04
6	5.4	3.9	1.32	0.91	0.21
12	5.4	3.6	2.68	1.19	0.18
24	5.4	3.4	3.17	1.59	0.21

Здесь достигнут больший сдвиг реакции в сторону кислотности, чем в предыдущих опытах; учет поглощения калия и хлора в то же время обнаруживает более энергичное поглощение катиона, чем аниона.

Для другой постановки, когда производилась смена растворов под теми же растениями (дробный учет во времени), получились в пределах 24 часов следующие результаты:

Смена раствора через	Сумма часов	pH до опыта	pH после опыта	Поглощено м-ионов		Выделено м-эквивалентов Ca
				K	Cl	
3 часа	3	5.4	4.4	1.15	0.23	0.19
3 »	6	5.4	4.0	1.02	0.95	0.06
3 »	9	5.4	4.2	2.30	0.71	—
3 »	12	5.4	4.0	2.45	1.23	0.03
12 »	24	5.4	3.8	3.40	0.95	0.07

Здесь точно также имело место значительное подкисление раствора; перевес в поглощении калия наиболее выражен в три последние срока (кстати отметим, что при этой постановке количество вытесняемого кальция во времени падает, поэтому поправка на обменные реакции становится ничтожной).

Таким образом, в случае гороха действительно проявляется, в отличие от злаковых, физиологическая кислотность хлористого калия.

В 1929 году предполагается расширить подобные опыты на растения, потребляющие много калия, как свекловица, табак, лен и картофель, а также и на другие соли калия, из которых для сернокислого калия намечается большая физиологическая кислотность, чем для хлористого.

Отметим, что отсутствие ясно выраженной физиологической кислотности у хлористого калия при питании им злаков не стоит в противоречии с сельскохозяйственным опытом Германии, согласно которому после обильного внесения стассфуртских солей (или одновременно с ним) приходится вносить в почву известь — объяснение этому лежит в другой плоскости: во-первых, в случае внесения калийных

солей (как и всяких других) в почвы, обладающие скрытой кислотностью, последняя становится явной и может вредить растениям (вследствие обогащения почвенного раствора ионами водорода за счет почвенных ацидоидов, обменивающих свой водород на калий); во-вторых, внесение солей калия (и натрия, обычно сопутствующего калию в «сырых» солях) вытесняет поглощенный кальций, который вымывается из почвы в виде хлористого кальция, почва же, обедненная кальцием, ухудшается по физическим свойствам. Для устранения вредных последствий того и другого рода и вносится известь.

Таким образом достаточное объяснение необходимости внесения извести в почву при обильном применении калийных солей мы находим уже в области химии почвы; значение этого приема остается в силе независимо от хода поглощения калия и хлора (или других анионов) тем или другим культурным растением.

Заключение.

1) Хлористый калий не обладает той резко выраженной физиологической кислотностью, какая всегда проявляется в случае, например, хлористого аммония, независимо от того, ведется ли опыт с злаковыми или с бобовыми.

2) Различия в энергии поглощения калия и хлора невелики или их вовсе не наблюдается в случае злаковых, по крайней мере в условиях опытов до сих пор произведенных. Из бобовых для гороха обнаружено более значительное преобладание поглощения калия над поглощением хлора. Для индивидуальной характеристики других растений в этом отношении необходимы дальнейшие исследования.

3) Из факта возрастания потребности почвы в известковании в связи с применением калийных солей нельзя делать общего вывода о физиологической кислотности этих солей. Объяснение этого факта лежит прежде всего в области химии почвы, и как бы ни решился вопрос физиологический по отношению к растениям, еще не изученным в этом отношении, всегда останется достаточно причин для того, чтобы усиленное применение калийных солей сопровождать внесением в почву извести.

