

ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ

1. Определение актуальной кислотности почвы
2. Определение обменной кислотности почвы
3. Определение гидролитической кислотности почвы
4. Определение суммы обменных оснований
5. Расчет емкости катионного обмена, степени насыщенности почв основаниями и доз извести

1. Определение актуальной кислотности почвы

Ход анализа. На теххимических весах отвешивают навеску почвы 10 г и переносят в стаканчик. К навеске прибавляют 25 мл воды (соотношение почва : раствор = 1 : 2,5). Содержимое стаканчика перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 5-10 мин. После отстаивания величину рН определяют на потенциометре и записывают ее значение.

Потенциометрическое измерение проводят после проверки рН метра по буферному раствору.

Ополаскивают электроды дистиллированной водой, снимают лишние капли воды фильтровальной бумагой и опускают электроды в испытуемый раствор. Показания снимают с точностью до сотых.

По окончании работы электроды промывают и погружают в дистиллированную воду, закрыв пробкой вспомогательный электрод. Прибор выключают из сети.

2. Определение обменной кислотности почвы

Ход анализа. На теххимических весах берут 10 г воздушно-сухой почвы, помещают ее в стаканчик на 50 мл и приливают 25 мл 1 М раствора KCl (для торфяных почв соотношение почва : раствор 1 : 25). Содержимое стаканчика перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 5-10 мин. После отстаивания величину рН определяют на потенциометре и записывают ее значение.

Потенциометрическое измерение проводят после проверки рН метра по буферному раствору.

Ополаскивают электроды дистиллированной водой, снимают лишние капли воды фильтровальной бумагой и опускают электроды в испытуемый раствор. Показания снимают с точностью до сотых.

По окончании работы электроды промывают и погружают в дистиллированную воду, закрыв пробкой вспомогательный электрод. Прибор выключают из сети.

3. Определение гидролитической кислотности почвы

Ход анализа. На теххимических весах отвешивают 20 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм, и высыпают в колбу на 250 мл, приливают к почве 50 мл 1 М раствора CH_3COONa с рН 8,3-8,4 и взбалтывают в течение 1 ч. Суспензию отфильтровывают через складчатый фильтр, предварительно хорошо взболтав. Если фильтрат окажется мутным, то его перефильтровывают. Из прозрачного фильтрата берут пипеткой 25 мл и переносят в коническую колбу на 100 мл. Прибавляют 1-2 капли фенолфталеина и оттитровывают 0,1 М NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Гидролитическую кислотность вычисляют по приведенной ниже формуле, а результаты определения записывают в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определения гидролитической кислотности

Горизонт и глубина взятия образца, см	Навеска почвы, г	Количество NaOH, пошедшее на титрование, мл	Поправка к титру NaOH	Коэффициент гигроскопичности	Гидролитическая кислотность, мэкв/100 г
	C	a	K _{NaOH}	K _{H₂O}	H _г

$$H_{г} = \frac{a \times K_{NaOH} \times 100 \times 0,1 \times 1,75 \times K_{H_2O}}{C},$$

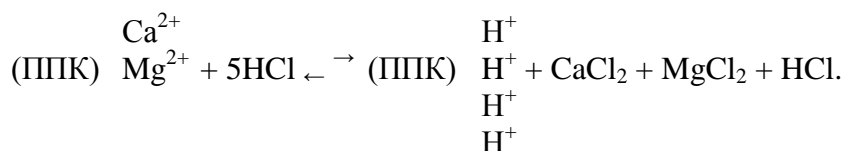
где H_г – гидролитическая кислотность (мэкв/100 г почвы);
 a – количество 0,1 М NaOH, пошедшего на титрование, мл;
 K_{NaOH} – поправка к титру;
 C – навеска воздушно-сухой почвы, соответствующая взятому для титрования объему фильтрата (10 г);
 100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;
 0,1 – коэффициент пересчета в мэкв;
 1,75 – поправка на полноту вытеснения ионов H⁺;
 K_{H₂O} – коэффициент гигроскопичности.

4. Определение суммы обменных оснований

Принцип метода. Определение суммы обменных оснований основано на способности их вытесняться каким-либо другим катионом, находящимся в растворе или же введенном в раствор.

В кислых почвах сумма обменных оснований определяется по методу Каппена-Гильковица. В основу метода положено взаимодействие почвы с 0,1 М раствором HCl. Образующиеся при диссоциации HCl водородные ионы вытесняют из поглощенного состояния основания (Ca²⁺, Mg²⁺ и др.). Зная количество соляной кислоты до взаимодействия с почвой и после взаимодействия, вычисляют сумму обменных оснований.

Реакция взаимодействия HCl с поглощающим комплексом протекает по схеме



Ход анализа. Из воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм, берут навеску 20 г и переносят в колбу емкостью 250 мл. К почве приливают 100 мл 0,1 М раствора HCl, содержимое взбалтывают в течение 1 ч на ротаторе и оставляют на сутки. Через сутки содержимое колбы отфильтровывают через складчатый фильтр. Берут пипеткой 50 мл фильтрата в коническую колбу объемом 200 мл и кипятят в течение 1-2 мин для удаления CO₂. В горячий фильтрат прибавляют 2-3 капли фенолфталеина и оттитровывают 0,1 М раствором NaOH до слабо-розовой окраски.

Сумму обменных оснований вычисляют по формуле

$$S = \frac{(a \times K_1 - b \times K_2) \times 100 \times 0,1 \times K_{H_2O}}{C},$$

где S – сумма обменных оснований, мэкв/100г;
 a – количество фильтрата, взятое для титрования, мл;
 b – количество 0,1 М NaOH, пошедшее на титрование, мл;
 K₁ – поправка к титру 0,1 М HCl;

K_2 – поправка к титру 0,1 М NaOH;
 100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;
 0,1 – коэффициент пересчета в мэкв;
 С – навеска воздушно-сухой почвы, соответствующая взятому для титрования
 объему фильтрата, г;
 K_{H_2O} – коэффициент гигроскопичности.

Результаты определений записывают в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения суммы обменных оснований

Количество фильтрата, взятого для анализа, мл	Навеска почвы, соответствующая объему фильтрата, г	Навеска почвы, соответствующая объему фильтрата, г	Поправка к титру		Коэффици- ент гигро- скопичнос- ти	Сумма обмен- ных основа- ний, мэкв/100 г
			0,1 М NaOH	0,1 М HCl		
a	c	b	K_1	K_2	K_{H_2O}	C

5. Расчет емкости катионного обмена, степени насыщенности почв основаниями и доз извести

Емкость катионного обмена наряду с лабораторным определением может быть рассчитана по формуле $EKO = S + H_r$,

где EKO – емкость катионного обмена, мэкв/100 г почвы;

S – сумма обменных оснований, мэкв/100 г;

H_r – гидролитическая кислотность, мэкв/100 г.

Насыщение почвы обменными катионами имеет тесную связь с плодородием и физическими свойствами. Присутствие двухвалентных катионов обуславливает структуру почвы, наличие водорода и алюминия связано с кислотностью почвы.

Доля участия в ППК обменных оснований определяется степенью насыщенности почв основаниями и рассчитывается по формуле

$$V = \frac{S}{EKO} \cdot 100,$$

где V – степень насыщенности почвы основаниями, %;

S – сумма обменных оснований, мэкв/100 г;

EKO – емкость катионного обмена, мэкв/100 г.

Степенью насыщенности почвы основаниями называется доля обменных катионов оснований, выраженная в процентах от общего числа всех поглощенных катионов почвы. Она показывает, какую часть емкости поглощения занимают обменные основания (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ и др.) и какую H^+ и Al^{3+} . Величина степени насыщенности основаниями – важный показатель для характеристики поглотительной способности и степени кислотности почвы. Ее вычисление необходимо для определения потребности почв в известковании (табл. 3).

При насыщенности основаниями легких почв меньше 65% и тяжелых меньше 75% и при рН солевой вытяжки 5,1-5,5 кислотность почв считается средней и они известкуются наравне с почвами, имеющими рН в солевой вытяжке 4,6-5,0; при этом же рН, если насыщенность основаниями легких почв больше 65% и тяжелых больше 75%, почвы считаются слабокислыми и известкуются при наличии извести и под культуры, особо чувствительные к кислотности (сахарную и столовую свеклу, клевер и др.).

Таблица 3. Определение степени нуждаемости почв в известковании

рН солевой вытяжки	Степень насыщенности почв основаниями, %		Степень кислотности почвы	Очередность из- весткования	Примечание
	песчаные и супесчаные почвы	суглинистые и глинистые почвы			
<4,5	–	–	Сильная	1	Почвы известкуются при всех условиях
4,6-5,0	–	–	Средняя	2	
5,5-5,0	<65	<75	Средняя	2	
5,1-5,5	>65	>75	Слабая	3	Почвы известкуются при наличии дешевой извести
>5,5	–	–	Близка к нейтральной	4	Почвы обычно не известкуются

Проведенные физико-химические анализы необходимы для решения одной из важнейших практических задач в зонах распространения кислых почв, а именно при определении доз извести в соответствии с особенностями почвы и возделываемых растений.

В табл. 4 представлены оптимальные параметры кислотности почв, а в табл. 5 и 6 – средние дозы известковых удобрений (CaCO₃ т/га).

Таблица 4. Оптимальные параметры кислотности дерново-подзолистых почв и нормативы изменения рН от 1 т CaCO₃

Почвы	Кислотность рН _{KCl}	Зона оптимума средние значения рН _{KCl}	Нормативы сдвига рН от 1 т CaCO ₃
Суглинистые и глинистые	<4,5	<u>6,0-6,7</u> 6,4	0,10
	4,6-5,0		0,08
	5,1-5,5		0,07
	5,6-6,0		0,05
Супесчаные	<4,5	<u>5,8-6,2</u> 6,0	0,13
	4,6-5,0		0,10
	5,1-5,5		0,08
	5,6-6,0		0,06
Песчаные	<4,5	5,6-5,8 5,7	0,14
	4,6-5,0		0,11
	5,1-5,5		0,08
Торфяно-болотные	<4,5	5,0-5,3 5,1	0,06
	4,6-5,0		0,04

Таблица 5. Средние дозы известковых удобрений (т/га, CaCO₃) для известкования пахотных почв, при залужении и перезалужении сенокосов и пастбищ

Гранулометрический состав пахотного горизонта	Содержание гумуса, %	рН _{KCl}							
		4,25 и менее	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,0	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	5,76–6,00
Пески	<1,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	–	–
	1,5-3,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	–	–
	>3,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–	–
Рыхлые супеси	<1,5	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	–
	1,5-3,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	–
	>3,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–
Связные супеси	<2,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,0	2,5
	>2,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,0	4,5	4,0	3,0

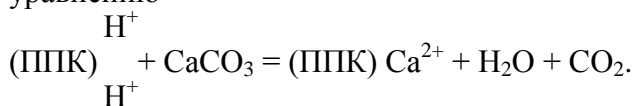
Окончание таблицы 5

Легкие и средние суглинки	<2,0 >2,0	8,0 9,0	7,5 8,5	7,0 8,0	6,5 7,5	6,0 7,0	5,0 6,0	4,5 5,0	3,5 4,0	
Тяжелые суглинки и глины	Независимо от содержания гумуса		10	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0
Минеральные почвы сенокосов и пастбищ в целом	<3,0 >3,0	7,0 7,5	6,5 7,0	6,0 6,5	5,5 6,0	5,0 5,5	4,5 5,0	3,5 4,0	3,0 3,5	

Таблица 6. Средние нормы известковых удобрений (т/га, CaCO₃) для известкования торфяно-болотных почв

pH _{KCl} торфяного горизонта	CaCO ₃ , т/га
3,00-3,35	14
3,36-3,75	12
3,76-4,15	10
4,16-4,45	8
4,46-4,65	6
4,66-4,85	5
4,86-5,00	3

Реакция взаимодействия извести с ППК, насыщенным ионами H⁺, протекает по уравнению



Более точно полную дозу извести можно определить по гидролитической кислотности.

Доза извести CaCO₃, т/га = H_г × 1,5.

Указанная формула получается в результате следующих расчетов. Для нейтрализации 1 мэкв кислотности (вышеприведенных ионов H⁺) на 100 г почвы согласно реакции требуется 1 мэкв CaCO₃, или 50 мг CaCO₃, а на 1 кг почвы – 500 мг CaCO₃. Умножив эту величину на массу пахотного слоя 1 га, которую в среднем принимаем за 3000000 кг (d_v – 1,5 г/см³, мощность пахотного слоя h – 20 см) и разделив на 1000000000 для перевода миллиграммов в тонны, получаем:

$$\text{Доза CaCO}_3, \text{ т/га} = \frac{\text{H}_g \times 500 \times 3000000}{1000000000} = \text{H}_g \times 1,5.$$

Полученные результаты заносят в табл. 7, т.е. величина H_г, умноженная на плотность сложения (d_v) данного слоя.

Таблица 7. Результаты определения степени насыщенности почвы основаниями и расчета доз извести

Сумма обменных оснований, мэкв/100 г почвы	Гидролитическая кислотность, мэкв/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	Емкость катионного обмена, мэкв/100 г	Плотность почвы, г/см ³	Мощность A _{пах} , см	Масса пахотного слоя 1 га	Обменная кислотность	Доза CaCO ₃ , т/га	
								по pH _{KCl}	по H _г
S	H _г	V	EKO	d _v	h	M	pH _{KCl}		

Различия в дозах извести при одинаковой величине pH_{KCl}, но различающихся по содержанию гумуса и гранулометрическому составу в почвах (табл. 5), объясняются тем, что песчаные и супесчаные почвы бедные гумусом, отличаются от суглинистых низкой емкостью поглощения и низкой буферной способностью, т.е. способностью противостоять изменению реакции почвенного раствора в кислую или щелочную сторону.