

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ
И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Методические указания

Красноярск 2006

Рецензент
Бойченко М.В., канд. биол. наук, доцент

Составитель Хохлова А.И.

Хохлова, А.И. Определение реакции среды природной воды и пищевых продуктов: метод указания / А.И. Хохлова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006. – 14 с.

Предназначены для студентов факультета пищевой и перерабатывающей промышленности.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Определение прозрачности природной воды.....	4
2. Определение реакции среды природной воды.....	4
2.1. Определение реакции среды природной воды с помощью индикатора (или индикаторной бумаги).....	7
2.2. Определение реакции среды природной воды методом потенциометрии (ионометрии).....	7
3. Определение кислотности пищевых продуктов титриметрическим методом.....	9
4. Методика получения вытяжки для определения кислотности пищевых продуктов.....	10
Библиографический список.....	13

Исследование свойств состава воды и пищевых продуктов начинается с отбора проб.

Способы отбора проб зависят от продукта и цели, которая ставится перед аналитиком. Для хранения воды нужно пользоваться посудой из боросиликатного стекла (пирекс) или из полиэтилена. Качество воды предварительно оценивается по органолептическим показателям: цвет, прозрачность, запах, пенистость.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

Реактивы и оборудование: высокий стеклянный цилиндр с прозрачным плоским дном, печатный шрифт Снеллена (высота букв 0,7см).

Ход опыта: при количественном определении прозрачности в лаборатории сначала рассматривают бутылку с водой и отмечают количество осадка, а также качественную его характеристику: кристаллический, аморфный, хлопьевидный, илистый, незначительный, заметный, большой. Затем исследуемую воду хорошо взбалтывают и наливают в один высокий стеклянный цилиндр с прозрачным плоским дном, под которое на расстоянии 4 см кладут печатный шрифт Снеллена. Воду из цилиндра отливают через имеющийся кран или трубочку до тех пор, пока при рассматривании сверху вниз буквы шрифта не станут совершенно ясными. Определение прозрачности производят в хорошо освещенном помещении на расстоянии 1м от окна. Высота столба в цилиндре, через который читается шрифт, выраженная в см, указывает степень ее прозрачности. Чистые воды имеют прозрачность около 20 см. При отсутствии другого водоисточника или невозможности очистки допускается прозрачность до 30 см. Вода прозрачностью выше 30 см не пригодна для питья, такую воду необходимо предварительно осветлить.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

Определение рН природной воды можно определить с помощью индикатора. Чтобы уметь выбирать нужный индикатор, разберем в начале механизм действия индикаторов.

Учитывая, что индикаторы являются слабыми электролитами, для определения константы их диссоциации может быть использован закон действия масс:

$$K_{\text{кисл}} = \frac{[\text{H}^+][\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} \text{ откуда } [\text{H}^+] = \frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]}$$

$$K_{\text{осн}} = \frac{[\text{Ind}^+][\text{OH}^-]}{[\text{IndOH}]} \text{, а } [\text{OH}^-] = K_{\text{осн}} \frac{[\text{IndOH}]}{[\text{Ind}^+]}$$

Рассмотрим изменения окраски индикатора, происходящие в зависимости от реакции среды, на примере индикатора – слабой кислоты.

При какой-то определенной реакции среды количество диссоциированных молекул индикатора будет равно количеству недиссоциированных молекул. В этом случае $[\text{HInd}] = [\text{Ind}^-]$, т. е. их отношение будет равно единице. Следовательно, в этом случае концентрация водородных ионов будет численно равна константе диссоциации K , т. е. $[\text{H}^+] = K$. Взяв отрицательные логарифмы этих величин, получим. $\text{pH} = \text{p}K$, т.е. водородный показатель равен показателю константы диссоциации. В этих условиях окраска раствора будет иметь смешанный цвет (например, красный+желтый = оранжевый).

Точкой перехода (pK) индикатора называют то значение pH, при котором количество недиссоциированных и диссоциированных молекул одинаково.

Сдвиг реакции среды в ту или другую сторону от точки перехода $\text{p}K$ сопровождается нарушением соотношения окрашенных форм индикатора и, следовательно, изменением цвета, указывающего на преобладание в растворе кислотных или щелочных форм. Так, например, для индикатора метиловый красный преобладает окраска недиссоциированных молекул (красная): $[\text{Ind}^-] < [\text{HInd}]$ при $\text{pH} < \text{p}K$; окраска будет смешанная (оранжевая), когда $[\text{Ind}^-] = [\text{HInd}]$ и $\text{pH} = \text{p}K$; если же преобладает окраска анионов (желтая), то $[\text{Ind}^-] > [\text{HInd}]$ и $\text{pH} > \text{p}K$.

Точки перехода разных индикаторов соответствуют разным значениям pH (табл.1), что зависит от их констант диссоциации; так, например, для индикатора метилового оранжевого $K=4.6 \cdot 10^{-4}$, $\text{p}K=3.7$; для метилового красного $K=1.05 \cdot 10^{-5}$, а $\text{p}K=5.1$; для фенолового красного $K=1.4 \cdot 10^{-8}$, а $\text{p}K=7.4$ и др.

Таким образом, $\text{p}K$ первых двух индикаторов лежит в кислой среде, а третьего – в слабощелочной. То же можно сказать и про одно-

цветные индикаторы; так, например, для *p*-нитрофенола точка перехода соответствует рН 6.18, для *m*-нитрофенола – при рН 8.33, а для фенолфталеина – при рН 9.73.

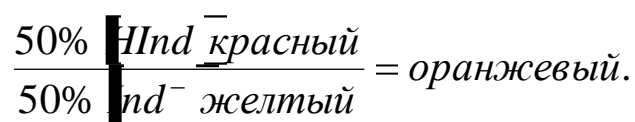
Таблица 1

Одноцветные индикаторы

Индикатор	Химическое название	Зона окраски (рН)	Точка перехода при 18 ⁰ € (рК)	Цвет, в щелочной среде	Способ приготовления индикатора
У-динитрофенол	1-Окси-2,6-динитробензол	2.2-4.0	3,6	Желтый	0.1 г в 300 мл H ₂ O
α-динитрофенол	1-Окси-2,4-динитробензол	2,8–4,5	4,16	-П-	0.1 г в 200 мл H ₂ O
У-динитрофенол	1-Окси-2,5 динитробензол	4,0 - 5.5	5,10	-П-	0,1 г в 200 мл H ₂ O
<i>p</i> -нитрофенол	1-окси-4-нитробензол	5,2 - 7,0	6,14	-П-	0.1 г в 100 мл H ₂ O
<i>m</i> -нитрофенол	1-Окси-3-нитробензол	6,7-8,4	8,30	-П-	0,3 г в 100 мл H ₂ O
Фенолфталеин	Фенолфталеин	8,5-10,5	9,73	Красный (малиновый)	0.4 г в 30 мл спирта и 70 мл H ₂ O
Ализариновый желтый	<i>m</i> -нитробензол азосалициловая кислота	10,0-12,0	11,16	Желтый	0.05 г в 50 мл спирта и 50 мл H ₂ O

Можно подобрать такой комплект индикаторов, при помощи которого можно было бы определять примерное значение рН исследуемых растворов.

Любым индикатором можно пользоваться только в том случае, если наш глаз в состоянии уловить изменения оттенков в окраске индикатора. Оттенки же окраски индикаторов зависят от соотношения в растворе концентраций его окрашенных форм; так, для метилового красного смешанный цвет получится при соотношении 50% и 50% каждой из форм индикатора:



При увеличении количества недиссоциированных молекул [HInd] цвет постепенно изменяется на красный и, наоборот, при увеличении количества анионов [Ind⁻] оранжевый цвет постепенно перейдет в желтый.

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА (ИЛИ ИНДИКАТОРНОЙ БУМАГИ)

Реактивы и оборудование: пробирка, индикаторная лакмусовая бумага, исследуемая вода.

Ход работы: исследуемую воду наливают в пробирку или в чашку и погружают полоску индикаторной лакмусовой бумажки. Через 5-8 мин бумажку вынимают из пробирки и сравнивают с эталоном, подбирая подходящую по цвету.

Вывод: природная вода имеет чаще слабощелочную реакцию. Увеличение щелочности или кислотности указывает на приток к источнику сточных вод, а также это наблюдается при цветении водоемов. Кислая реакция воды бывает в результате наличия гуминовых веществ или проникновении в источник промышленных сточных вод, содержащих кислоты.

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ (ИОНОМЕТРИИ)

Теоретические основы метода

Потенциометрический метод анализа основан на измерении потенциалов электродов. Используют прямую потенциометрию (ионометрию) и титриметрическое титрование (см. подробнее содержание лекции). Примеры определения методом потенциометрии: определение pH природной воды, определение хлороводородной кислоты, определение содержания уксусной кислоты в уксусе, определение хлорида натрия с помощью ионоселективного рNa- электрода и т.д).

Потенциометрическому определению рН воды не мешают окраска, присутствие окислителей, восстановителей, взвешенных частиц.

Аппаратура и реактивы

рН-метр-милливольтметр рН-121 (или другой марки).

Стеклянный электрод с водородной функцией ЭСЛ-43-07.ЭСЛ-63-07.

Хлорсеребряный электрод сравнения типа ЭВЛ-1МЗ.

Стакан вместимостью 50 или 100 мл.

Стандартные буферные растворы с различным значением рН:

Буферный раствор	рН при температуре 298 К (25 С)	рН при температуре 293 К (20 С)
1. 0,05 М раствор тетраоксалата калия	1.68	1,68
2. Насыщенный при 25 °С раствор гидротартрата калия	3.56	-
3. 0,05 М раствор гидрофталата калия	4,01	4,00
4. 0,025 М раствор фосфата калия однозамещенного и 0,025 М раствор фосфата натрия двузамещенного	6.86	6.88
5. 0.01 М раствор тетрабората натрия.....	9.18	9.22

Выполнение работы. Перед началом работы стеклянный электрод выдерживают в слабом растворе кислоты, лучше НСl. Настройку прибора по буферным растворам проводят в следующем порядке: наливают в стакан один из буферных растворов (например с рН = 4,01), опускают в него электроды, подключают электроды к прибору. Включают прибор на соответствующий диапазон измерения рН. Установив указатель температурного корректора на соответствующую температуру, настраивают прибор на значение рН данного буферного раствора (в рН-121-ручкой резистора «Калибровка»). Проверяют настройку прибора по другим буферным растворам так же. При отклонении показания прибора от значения рН раствора более, чем на ± 0.5 рН (в диапазоне I -и 14), или на 0,05 (в диапазонах 1-4,4-9,9-14), необходимо провести корректировку ручкой резистора «крутизна».

При каждом погружении электродов в буферный раствор электроды тщательно промывают дистиллированной водой, удаляют избыток воды с них фильтровальной бумагой. Отсчет рН по шкале прибора берут через 0,5-1 мин.

После настройки прибора приступают к исследованию. В стакан наливают пробу воды, в которой требуется определить рН. Электроды промывают дистиллированной водой, избыток воды удаляют фильтровальной бумагой. Погружают электроды в исследуемый раствор и измеряют рН. Рассчитывают концентрацию водородных и гидроксидных ионов (в моль/л): $[H^+] = 10^{pH}$; $[OH^-] = 10^{pH - pK_w}$.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Знания и умения по определению реакции среды на примере анализа природной воды можно использовать для продовольственного сырья и продуктов питания. Кислотность продовольственного сырья и продуктов питания характеризует их свежесть, пригодность для хранения и возможность использования в пищу. В свежих изделиях кислотность обычно не превышает 3, она выражается в градусах Тернера, соответствующих количеству мл раствора гидроксида натрия (или калия), израсходованных на нейтрализацию кислот, содержащихся в 100 г исследуемого продукта, либо в процентах.

Метод основан на нейтрализации раствором щелочи водных вытяжек свободных кислот и кислых солей, полученных из навесок исследуемых продуктов. Полученную вытяжку фильтруют через несколько слоев марли, ваты или бумажный складчатый фильтр (фильтры с синей лентой – самая крупнопористая фильтровальная бумага). Затем определенный объем фильтрата переносят в коническую колбу, добавляют 2-3 капли спиртового раствора индикатора фенолфталеина и титруют с помощью бюретки 0.1N раствором гидроксида натрия (или калия) до появления малинового окрашивания, не исчезающего при перемешивании в течение одной минуты.

Титрование нужно вести осторожно, не спеша взбалтывая колбу после прибавления каждой очередной порции щелочи, чтобы не пропустить момента появления устойчивой окраски (определить точку эквивалентности).

Объем щелочи, пошедшей на титрование, измеряют по бюретке. И далее проводят расчет кислотности по соответствующим формулам либо в процентах, либо в градусах. Методика титрования во всех случаях одинакова, но получение вытяжки из исследуемого продукта имеет свои особенности для каждого продукта.

4. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫТЯЖКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ЗЕРНО

Из среднего образца исследуемой культуры берут 50г зерна, очищают от сорной примеси, оставляя испорченные зерна и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы весь помол прошел при просеивании через сито № 08 (диаметр ячеек 0.8 мм). Затем из размолотого зерна берут навеску 5г по методу квартования. Навеску переносят в колбу на 100-150 мл, вливают в нее 50 мл дистиллированной воды, смесь перемешивают до исчезновения комочков. Приставшие к стеклам частицы смывают при помощи промывалки. Далее титруют. Кислотность зерна выражают в градусах. Расчет ведут по формуле (1).

МУКА

Отвешивают 5г муки из среднего образца, высыпают в коническую колбу на 150-200мл, добавляют 40мл дистиллированной воды и перемешивают до исчезновения комочков. Далее титруют, расчет ведут по формуле (1), результат выражают в градусах .

ДРОЖЖИ

Отвешивают 10г дрожжей из средней пробы в колбу на 250мл, добавляют в нее 50 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивают, взбалтывая до получения однородной массы. После титрования расчет ведут по формуле (1).

Результат выражают в мг уксусной кислоты на 100г дрожжей и рассчитывают следующим образом: цифру, полученную по стандартной формуле (1) умножают на коэффициент пересчета $K=6$ (количество уксусной кислоты, соответствующее 1мл 0.1 Н щелочи, мг). Поскольку в данном случае расчет ведется на 0.1Н щелочь, то делить на 10 общий результат не надо.

ХЛЕБ

Берут 25г хлеба, измельчают и помещают в сухую колбу (или бутылку) на 500 мл с хорошо подобранной пробкой, добавляют 250 мл дистиллированной воды. Колбу закрывают пробкой и встряхивают в течение двух минут, оставляют в покое на 10 минут, затем смесь энергично встряхивают в течение двух минут и оставляют в

покое на 8 минут. Через 8 минут отстоявшийся жидкий слой сливают через складчатый фильтр или несколько слоев марли в сухой стакан. Из стакана отбирают пипеткой по 50 мл фильтрата в две конические колбы вместительностью 100-150 мл. Далее после титрования расчет кислотности ведут по формуле (1).

СУХАРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Из 40-50 г измельченных в фарфоровой ступке сдобных сухарей отвешивают 10г, переносят в коническую колбу емкостью 250 мл. Приливают в 2 этапа 100 мл дистиллированной воды (30 мл приливают воды, потом взбалтывают; потом еще 70 мл и опять взбалтывают). Через 15 минут отстоявшуюся жидкость сливают через сито, или бумажный складчатый фильтр. Отбирают 25 мл фильтрата, переносят в колбу на 150 мл и титруют. Расчет кислотности в градусах по формуле (1).

БАРАНОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Из среднего образца отбирают не менее двух бубликов, трех баранок, шести сушек. От каждого изделия отламывают по небольшому кусочку, затем все кусочки измельчают в фарфоровой ступке до получения 40-50г крошки. Берут навеску крошки 10 г, растворяют в 100 мл дистиллированной воды (в два приема), взбалтывают, после отстаивания через 15 минут фильтруют смесь. Отбирают 25 мл и далее титруют 0.1Н щелочью. Расчет кислотности ведут по формуле (1).

МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Образец измельченной формы (навеска 5 г) помещают в колбу 100-150 мл, добавляют 40 мл дистиллированной воды. Содержимое взбалтывают в течение 3 минут до набухания комочков в воде. На стенках колбы не должно оставаться кусков изделий. Отбирают 25 мл фильтрата, переносят в колбу на 150 мл и титруют. Расчет кислотности ведут по формуле (1).

МЯСО

Взвешивают 5г из средней пробы, помещают в медную колбу на 50 мл, перемешивают и оставляют стоять. Через 30 минут фильтруют через складчатый фильтр. Переносят 25 мл фильтрата в коническую колбу на 100 мл и титруют. Расчет кислотности мяса в градусах проводят по формуле (1).

Расчет кислотности в градусах по формуле:

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot K \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot 10} \quad (1)$$

где V – объем щелочи, пошедший на титрование, мл;

V_1 – объем воды, взятый для получения вытяжки из продукта (общий объем: вытяжки), мл;

V_2 – объем фильтрата вытяжки, взятого для титрования, мл;

m – навеска продукта, взятая для получения вытяжки, г;

K – коэффициент для пересчета на соответствующую кислоту (см. табл. 2);

10 – коэффициент для пересчета на 1Н щелочь;

100 – коэффициент для пересчета на 100г продукта.

Когда для титрования берется вся вытяжка, формула (1) упрощается из-за сокращения соответствующих членов ее (так как в данном случае $V_1 = V_2$):

Таблица 2

Кислота	Коэффициент, мг/мл
Яблочная	0.0067
Лимонная	0.0064
Щавелевая	0.0063
Молочная	0.009
Уксусная	0.006
Винная	0.0075

РЫБНЫЕ КОНСЕРВЫ

Определение кислотности рыбных консервов в томатном соусе. В консервах она не должна превышать в пересчете на яблочную кислоту 0.3-0.6%; для консервов из скумбрии, ставриды и сардины – 0.3-0.7%.

Отвешивают 20 г продукта из средней пробы, без потерь переносят в мерную колбу на 50 мл и заливают горячей дистиллированной водой, хорошо периодически всряхивая, оставляют стоять в течение 15 минут. Содержимое колбы охлаждают холодной водой под краном, фильтруют через складчатый фильтр. Отбирают пипеткой 25 мл фильтрата, переносят в коническую колбу на 250 мл, титруют по методике, изложенной выше. Кислотность в процентах рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot V_1 \cdot 100}{m \cdot V_2}, \quad (2)$$

где V – объем 0.1N раствора щелочи, пошедшей на титрование, мл;
 V_1 – объем жидкости в мерной колбе (общий объем вытяжки), мл;
 m – навеска исследуемого продукта, г;
 K – коэффициент пересчета на соответствующую кислоту (табл. 1);
 V_2 – объем раствора, взятый для титрования, мл.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.Я. Фомичева и др.; под ред. Л.П. Ковалевской. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335с.
2. Равич-Щербо, М.И. Физическая и коллоидная химия: учеб. для мед. ин-тов / М.И. Равич-Щербо, В.В.Новиков. – М.: Высш. шк., 1975.
3. ГОСТ 10844-74. Методы определения кислотности по болтушке. – М., 1974.
4. ГОСТ 8756. 15–70. Определение кислотности рыбных консервов. – М., 1970.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Методические указания

Хохлова Альбина Ивановна

Редактор Т.М. Мاستрич

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.
Подписано в печать 31.08.2006. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Офсетная печать. Объем п.л. Тираж 110 экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117