

Татьяна Алексеевна Волкова, канд. техн. наук, руководитель лаборатории  
Эдуард Федорович Кравченко, канд. техн. наук, старший науч. сотрудник  
Елена Петровна Юдова, ведущий инженер  
Николай Анатольевич Белов, инженер

ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия» Россельхозакадемии, Углич

E-mail: uglich-cheese@mail.ru

УДК 637.3.074

# Кондуктометрический метод определения хлористого натрия в сырах

Статья посвящена новому национальному стандарту на кондуктометрический метод определения хлористого натрия в сырах и сырных продуктах. Использование метода позволит усовершенствовать систему производственного контроля массовой доли хлористого натрия в технологическом цикле выработки сыров, облегчить труд лаборантов на предприятиях отрасли.

**Ключевые слова:** сыр и сырные продукты, национальный стандарт, кондуктометрический метод, определение массовой доли хлористого натрия.

**Volkova T.A., Kravchenko E.F., Yudova E.P., Belov N.A. Conductometric method for determination of the sodium chloride in cheeses**

The article deals with a new national standard on the conductometric method of the sodium chloride determination in cheeses and cheese products. Application of the method will allow improve the system of the production control of the mass share of the sodium chloride in the technological cycle of cheeses manufacturing and to make work of the laboratories personnel at the dairy sector easier.

**Key words:** cheese and cheese products, national standard, conductometric method, determination of the mass share of sodium chloride.

Специалистами ВНИИМСа в соответствии с программой национальной стандартизации в 2010 г. разработан, согласован и утвержден (приказ Ростехрегулирования № 730-ст от 30.11.2010 г.) ГОСТ Р 54076—2010 «Сыры и сырные продукты. Кондуктометрический метод определения массовой доли хлористого натрия».

Кондуктометрия — один из экспресс-методов электрохимического анализа. В основе **прямой кондуктометрии** лежит принцип определения концентрации электролита в растворе по его удельной электропроводности с использованием кондуктометра-солемера. Сущность метода состоит в том, что электролиты в растворе диссоциируют на ионы, концентрация которых определяет его электропроводность.

Учитывая линейный характер зависимости удельной электропроводности растворов от концентрации электролитов, сотрудники ВНИИМСа разработали целый ряд экспресс-методик, основанных на вышеуказанном электрохимическом эффекте.

Данные исследований легли в основу метода определения поваренной соли в сычужном сыре с целью подготовки указанного ГОСТ Р 54076—2010.

Прибор, контролирующий массовую долю NaCl, например кондуктометр-солемер марки HI 8733 фирмы HANNA (Германия) с диапазоном измерения показаний удельной электропроводности в интервале от 0 до 199 мСм/см.



Техническая характеристика кондуктометра HI 8733

Диапазон измерения:	
мкСм/см	0,0–199,0/0–1999
мСм/см	0,00–19,99/0,0–199,9
Разрешение:	
мкСм/см	0,1/1
мСм/см	0,01/0,1
Точность (при 20 °C/68 °F)	±1 % шкалы
Типичное ЕМС отклонение	±2 % шкалы
Калибровка	Ручная
Термокомпенсация	Автоматическая
	от 0 до 50 °C
Электрод	HI 7633
	(автотермокомпенсация)
Рабочий диапазон:	
температуры, °C	от 0 до 50 (32–122 °F)
влажности, %	95
Элемент питания:	
тип	9 В
время непрерывной работы	100 ч
Размеры, мм	185×82×45
Масса, г	355

Поваренная соль в сырах играет роль вкусового ингредиента и регулятора микробиологических и ферментативных процессов, протекающих в процессе их созревания и хранения. От содержания соли в сыре зависят его вкус, цвет, запах, консистенция. Вот почему определение хлористого натрия (NaCl, поваренной соли) в сыре — ответственная операция технологического и лабораторного контроля.

Показатель массовой доли хлористого натрия в сырах регламентируется действующей нормативной и технической документацией на сыры и контролируется наряду с массовой долей жира и влаги в каждой партии готовой продукции. Требования к массовой доле хлористого натрия в сырах и сырных продуктах установлены ГОСТ Р 52686—2006 «Сыры. Общие технические условия»; ГОСТ Р 52972—2008 «Сыры полутвердые. Технические условия»; ГОСТ Р 53379—2009 «Сыры мягкие. Технические условия»; ГОСТ Р 53421—2009 «Сыры рассольные. Технические условия»; ГОСТ Р 53437—2009 «Сыры Сулугуни и Слоистый. Технические условия»; ГОСТ Р 53512—2009 «Продукты сырные. Технические условия».

Массовая доля поваренной соли в различных сырах и сырных продуктах согласно ГОСТу представлена в табл. 1.

Арбитражный метод определения массовой доли хлористого натрия в молочных продуктах в соответствии с ГОСТ 3627—81 «Молочные продукты. Методы определения хлористого натрия» основан на осаждении ионов Cl<sup>−</sup>, содержащихся в сыре, ионами Ag<sup>+</sup>. Недостатки данного метода — длительность и трудоемкость, использование многочисленных реактивов, в том числе в больших объемах дорогостоящего реактива AgNO<sub>3</sub> (азотнокис-

Таблица 1

Наименование сыров	NaCl, %
<b>Сыры полутвердые с высокой температурой второго нагревания</b>	
«Советский», «Швейцарский»	1,5–2,5
«Алтайский»	1,5–2
<b>Сыры полутвердые с низкой температурой второго нагревания</b>	
«Костромской», «Ярославский», «Эстонский», «Угличский»	1,5–2,5
«Степной»	2–3
«Российский»	1,3–1,8
<b>Слизневые сыры</b>	
«Латвийский»	2–2,5
<b>Сыры мягкие</b>	
«Русский камамбер», «Любительский»	Не более 2,5
«Адыгейский», «Моалей»	Не более 2,0
«Останкинский»	Не более 1,5
«Клиновский соленый»	Не более 2,0
<b>Рассольные сыры</b>	
«Кобийский»	4–7
«Осетинский»	
без созревания	2–4
зрелый	4–7
«Грузинский»	4–7
«Столовый»	
без созревания	2–4
зрелый	2,5–6
«Имеретинский»	2–4
«Карачаевский»	2–5
«Брынза»	2–4
<b>Сыры с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы</b>	
«Сулугуни»	1–5
«Слоистый»	1–3
<b>Сырные продукты</b>	
Мягкие	0,4–5
Полутвердые	0,5–4
Твердые	0,5–2,5
Сверхтвердые	1–3
Сухие	2–6

лого серебра), что увеличивает в конечном итоге себестоимость производства сыра.

Между тем информация, полученная от производителей сыров, буквально «кричала» о необходимости разработки «узаконенного» экспрессного инструментального метода для оперативного технологического и лабораторного контроля массовой доли хлористого натрия в сырах в дополнение к используемому в настоящее время арбитражному методу.

При разработке экспресс-метода образцами для установления зависимости удельной электропроводности от концентрации NaCl являлись водные вытяжки зрелого сыра, прошедшего все технологические операции, за исключением стадии посолки (несоленого зрелого сыра), с добавлением расчетного количества хлористого натрия.

Измеряемый показатель	Диапазон измерений	Предел повторяемости $r$	Предел воспроизводимости $R$	Точность (границы абсолютной погрешности), $\pm \Delta$
Массовая доля хлористого натрия, %	От 0,1 до 7,0 включительно	0,343	0,345	0,26

Водную вытяжку сыра готовили таким образом, чтобы массовая доля хлористого натрия в ней была в 5 раз меньше, чем в исследуемом образце сыра, чтобы электропроводность водной вытяжки сыра попадала в диапазон измерения кондуктометра-солемера.

Градуировочная характеристика (математическая зависимость) водной вытяжки зрелого сыра вычислялась методом наименьших квадратов на основе полученных статистических данных для массовых долей хлористого натрия в водной вытяжке 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 %. При вычислении градуировочной характеристики оператор в каждой точке ряда готовил три параллельные пробы и выполнял три параллельных определения. Погрешность нахождения градуировочной характеристики (математической зависимости) рассчитывалась с применением МУ 6/113-30-19-83.

Показатель точности методики измерений устанавливали на основе показателей повторяемости и правильности методики. Планирование эксперимента отвечало условиям внутрилабораторной прецизионности. С этой целью три рабочие пробы с разным содержанием хлористого натрия анализировали 2 оператора, каждый из которых получал 5 результатов измерений как среднее арифметическое двух повторяемых единичных измерений. Единичные измерения выполнялись так, как если бы это были  $N$  результатов единичного измерения различных проб. Пять групп из двух результатов единичного измерения одной представительной пробы выполнялись каждым оператором в разное время.

Вычисленная градуировочная характеристика имела вид  $Y = A_0 + A_1 X$ .

Математическая интерпретация экспериментально установленной зависимости удельной электропроводности водной вытяжки несоленого зрелого сыра от известной концентрации хлористого натрия, добавляемого в водную вытяжку сыра, выглядит следующим образом:

$$Y = 14,014 X_1 + 4,114,$$

где  $Y$  — удельная электропроводность водной вытяжки несоленого зрелого сыра,

мСм/см;  $X_1$  — известная концентрация хлористого натрия, добавляемого в водную вытяжку несоленого зрелого сыра, %; 4,114 — фоновая удельная электропроводность водной вытяжки несоленого зрелого сыра, мСм/см; 14,014 — коэффициент для выражения содержания хлористого натрия в водной вытяжке сыра, %, соответствующего удельной электропроводности вытяжки концентраций  $\text{NaCl} = 1 \%$ , мСм/см/%.

Математическая зависимость удельной электропроводности, мСм/см, от массовой доли хлористого натрия в водной вытяжке сыра, %, имеет вид

$$Y = 4,06 + 13,9 X_1,$$

$$\text{или } Y = 14,014 X_1 + 4,114,$$

где  $X_1$  — массовая доля хлористого натрия в водной вытяжке сыра, %:

$$X_1 = (Y - 4,114) / 14,014,$$

учитывая, что  $X = 5 X_1$ ,

$$X = 5 (Y - 4,114) / 14,014 = 0,36 Y - 1,46.$$

Характеристики погрешности и ее составляющих при  $P = 0,95$  приведены в табл. 2.

Использование метода прямой кондуктометрии позволит усовершенствовать систему производственного контроля массовой доли хлористого натрия в технологическом цикле выработки сыров, облегчить труд лаборантов на предприятиях отрасли, сэкономить рабочее время и дорогостоящие реактивы при осуществлении систематического оперативного контроля массовой доли хлористого натрия в сырах.


**ЭкоИнструмент**  
**EcoInstrument**

лучшие решения для электрохимических измерений, титрования и фотометрического анализа питьевой воды, напитков и пищевых продуктов от официального дистрибьютора HANNA Instruments

Москва: (495) 745-2290/91  
 Н.Новгород: (831) 428-3000  
 Екатеринбург: (343) 355-4447  
 mail@ecoinstrument.ru  
 www.ecoinstrument.ru




На правах рекламы