



# КОНТРОЛЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ



## ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФЕРЕЗА «КАПЕЛЬ®»

**В** последние десятилетия метод капиллярного электрофореза (КЭ) занимает все большее место среди современных методов инструментального контроля в молочной промышленности. Метод КЭ реализован в международном стандарте ISO 17129:2006 (IDF 206:2006), а также используется в Мексике и Бразилии в качестве официального для анализа молока и молочной продукции.

В Российской Федерации метод КЭ использован в следующих стандартах:

- **ГОСТ 33500-2015** «Молоко и молочные продукты. Определение содержания фосфатов»;
- **ГОСТ 33527-2015** «Молочные и молочные составные продукты для детского питания. Определение массовой доли моно- и дисахаридов с использованием капиллярного электрофореза»;
- **ГОСТ ISO 17129-2017** «Сухое молоко. Определение содержания соевого и горохового белка с помощью капиллярного электрофореза в присутствии додецилсульфата натрия (SDS-CE). Метод просеивания»;
- **ГОСТ Р 52995-2008** «Молоко сухое. Определение содержания соевого и горохового белков с использованием капиллярного электрофореза в присутствии додецил сульфата (SDS-CE). Метод разделения».

Более 20 лет Группа компаний «ЛЮМЭКС» разрабатывает и серийно производит системы КЭ «КАПЕЛЬ®» и методики.

**С** помощью систем КЭ «КАПЕЛЬ®» можно определять следующие компоненты:

- **неорганические анионы** (фосфаты, хлориды, нитраты, сульфаты);
- **неорганические катионы** (аммоний, калий, кальций, магний, натрий);
- **сахара** (лактоза, сахароза, глюкоза, фруктоза);
- **консерванты** (бензойная и сорбиновая кислоты и их соли);
- **подсластители** (ацесульфам К, сахарин, аспартам);
- **другие пищевые добавки** (синтетические красители, таурин, карнитин);
- **органические кислоты** (молочная, лимонная, муравьиная, уксусная, винная, яблочная и другие);
- **D- и L-изомеры кислот** (молочной, винной и яблочной);
- **витамины** (холин, аскорбиновая кислота);
- **аминокислоты** (аргинин, пролин, тирозин, треонин, триптофан и другие);
- **молочные белки** (казеины, сывороточные белки – лактальбумины, лактоглобулины, лактоферрин) и **пептиды** (казеиномакропептид);
- **растительные белки** (соевые, гороховые);
- **токсичные соединения** (меламин, 5-гидроксиметилфурфурол).

Меняя условия подготовки проб к анализу, можно определять:

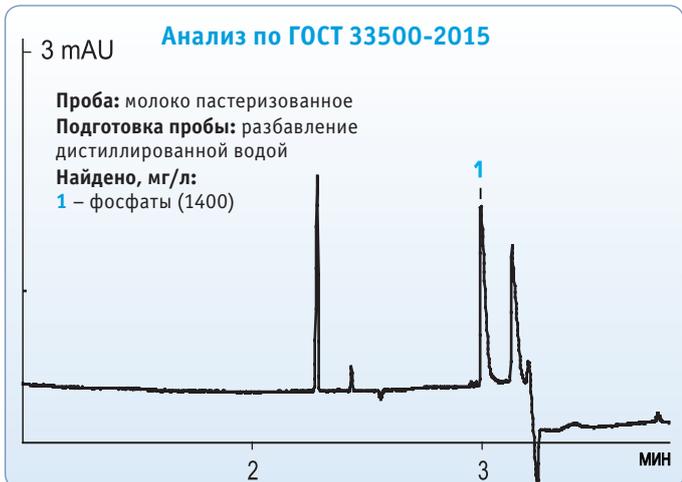
- **водорастворимые формы** катионов и анионов и их **валовое содержание**;
- **свободные и связанные формы** аминокислот.

## ИОННЫЙ СОСТАВ

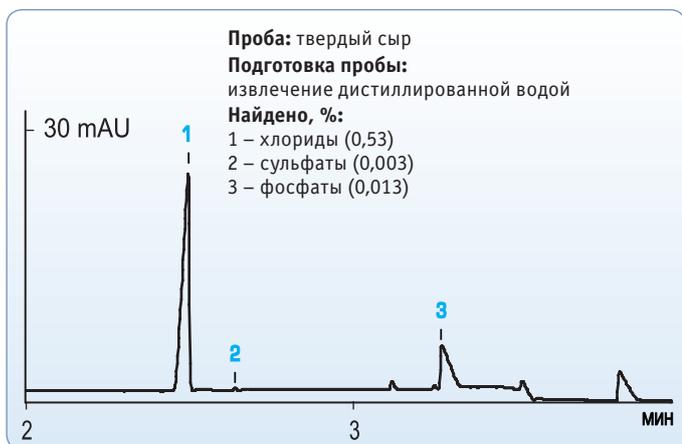
### 1. Анионы

С 1 июля 2016 г. в России введен в действие ГОСТ 33500-2015 «Молоко и молочные продукты. Определение содержания фосфатов». В качестве метода измерений в нем предусмотрен КЭ. Фосфаты при необходимости пересчитывают на общий фосфор и  $P_2O_5$ .

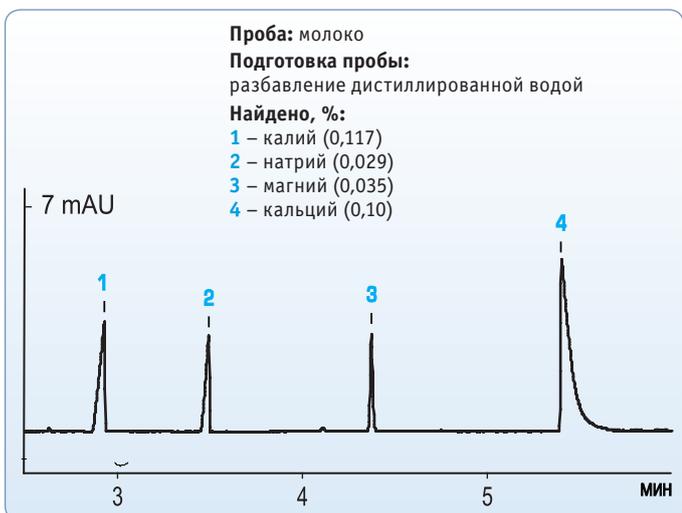
Наименование продукта	Диапазон измерений, мг/л
Молочное сырье	5,0 – 900
Молоко питьевое, сливки питьевые	50 – 1500



Кроме фосфатов, методом КЭ можно определять и другие анионы не только в молоке, но и в продуктах его переработки.



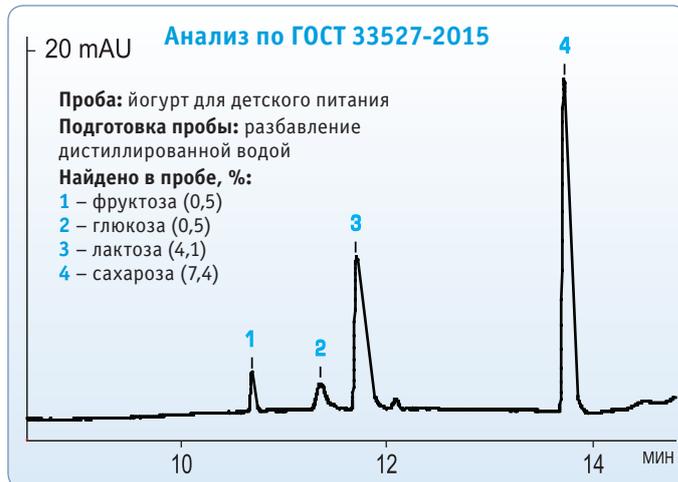
### 2. Катионы



## САХАРА

С 1 июля 2016 г. в России действует ГОСТ 33527-2015 «Молочные и молочные составные продукты для детского питания. Определение массовой доли моно- и дисахаридов с использованием капиллярного электрофореза».

Компонент	Диапазон измерений, %
Глюкоза	0,5 – 10
Фруктоза	
Лактоза	
Сахароза	



## КОНСЕРВАНТЫ И ДРУГИЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (Прил. 8) и стандарты (ГОСТ 31690-2013, ГОСТ 32269-2013, ГОСТ 32263-2013, ГОСТ Р 52686-2006) допускают применение сорбиновой кислоты и ее солей при производстве отдельных групп сыров.

Обнаружение этой пищевой добавки а также бензойной кислоты в молоке и молочной продукции можно легко осуществить с помощью системы КЭ «КАПЕЛЬ®» по методике ЛЮМЭКС® М 04-51-2008. В ходе этого же анализа можно определить и содержание подсластителей – сахарина и ацесульфам К.

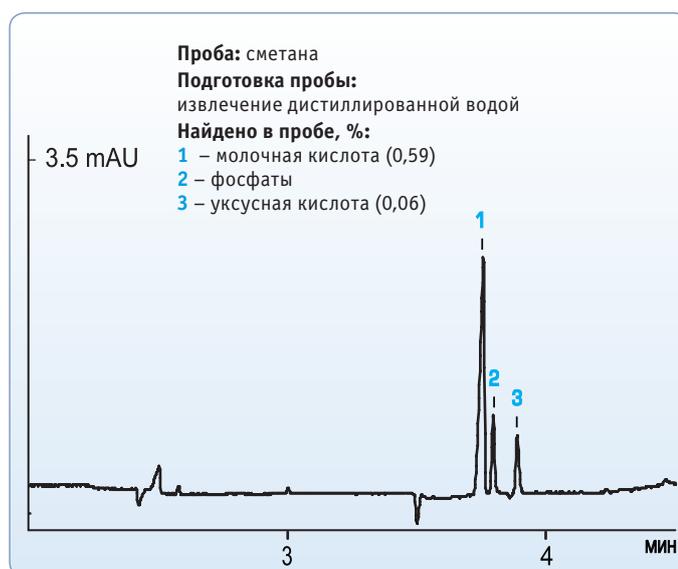
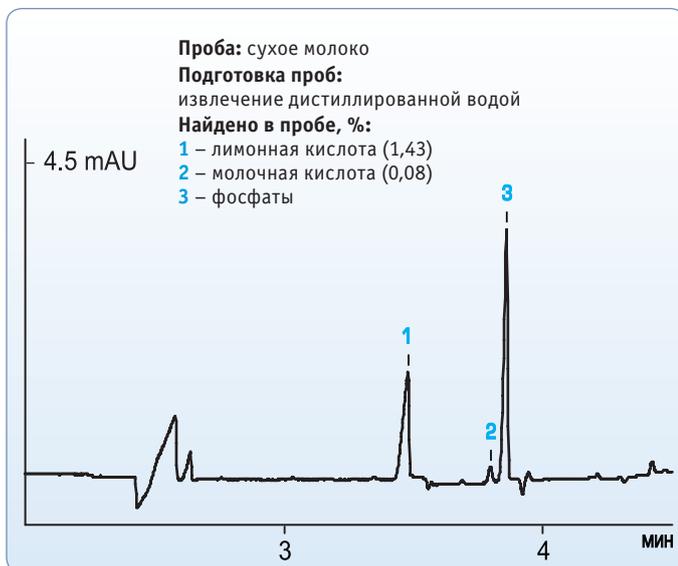
Компонент	Диапазон измерений, мг/кг
Сорбиновая кислота и ее соли	20 – 10 000
Бензойная кислота и ее соли	
Ацесульфам К	
Сахарин	



## ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ И ИХ СОЛИ

Содержание органических кислот – один из важнейших показателей качества и безопасности молочной продукции.

Используя один набор реактивов, в ходе одного анализа методом КЭ можно определить все важные органические кислоты (молочную, лимонную, яблочную, винную, уксусную), а также один из консервантов – сорбиновую кислоту в широком диапазоне концентрации. Общее время анализа не превышает 5 минут.

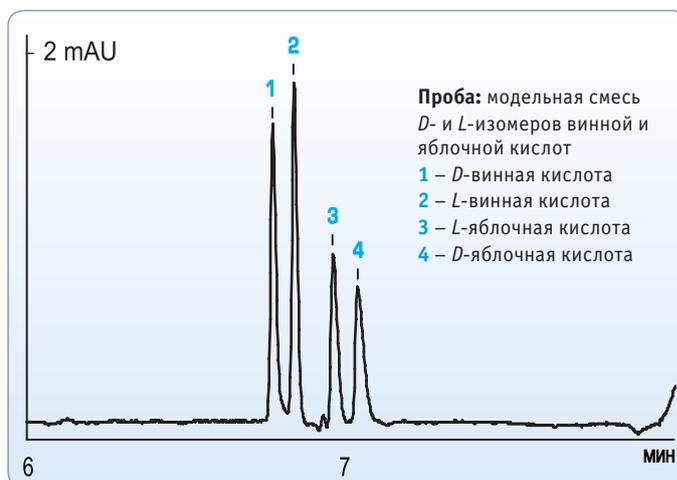


### Определение оптических изомеров органических кислот

Согласно ТР ТС 033/2013 (прил. 15) и «Кодекс Алиментариус» (CODEX STAN 72-1981, CODEX STAN 73-1981, CODEX STAN 74-1981) при производстве прикормов для детей допускается использование только L(+)-изомера молочной и других органических кислот.

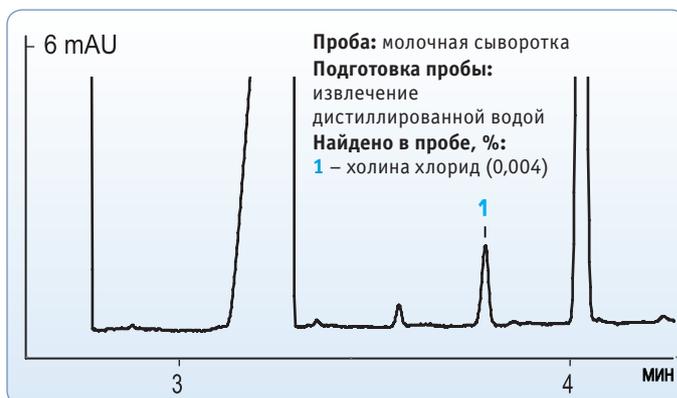
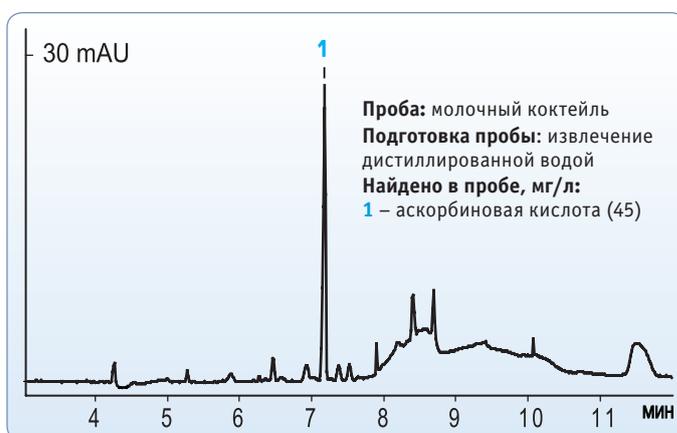
Определение энантиомерной чистоты этих кислот является достаточно сложной аналитической задачей. Для ее решения применим ферментативный метод с фотометрическим окончанием. Используя только один из специфических ферментов, можно установить содержание соответствующего изомера – D или L. Для определения другого изомера необходимо повторить весь анализ.

С помощью метода КЭ можно сразу в ходе одного анализа получить информацию о содержании обоих оптических изомеров каждой из органических кислот.



## ВИТАМИНЫ

Метод КЭ позволяет определять содержание в молочной продукции водорастворимых витаминов (витамина В<sub>4</sub> – холина, витамина С – аскорбиновой кислоты и др.).



## АМИНОКИСЛОТЫ

Разработанные специалистами «ЛЮМЭКС» ГОСТ Р 55569–2013 и ГОСТ 31480–2012 по определению аминокислот в комбикормах и сырье методом КЭ хорошо зарекомендовали себя на российских и зарубежных предприятиях комбикормовой отрасли.

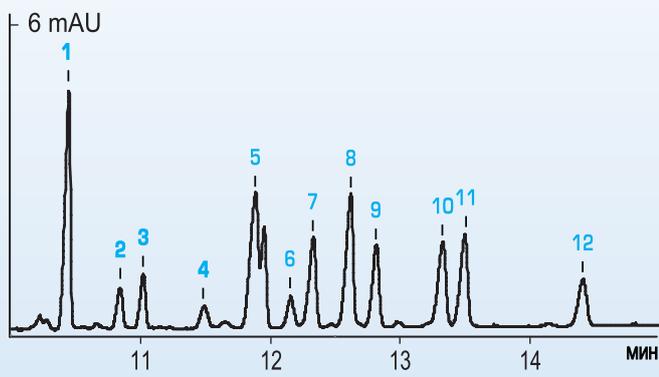
Опыт пользователей систем «КАПЕЛЬ®» показал, что предложенные решения можно с успехом применять и для анализа других объектов: овощей, фруктов, зернового сырья, мяса и других продуктов питания. Не является исключением и молоко и продукты его переработки. Для определения свободных аминокислот подготовка пробы предусматривает разбавление ее водой, для определения общего содержания необходимо проведение кислотного или щелочного (для триптофана) гидролиза.

**Проба:** молочная сыворотка

**Подготовка пробы:** кислотный гидролиз  
(для определения общего содержания аминокислот)

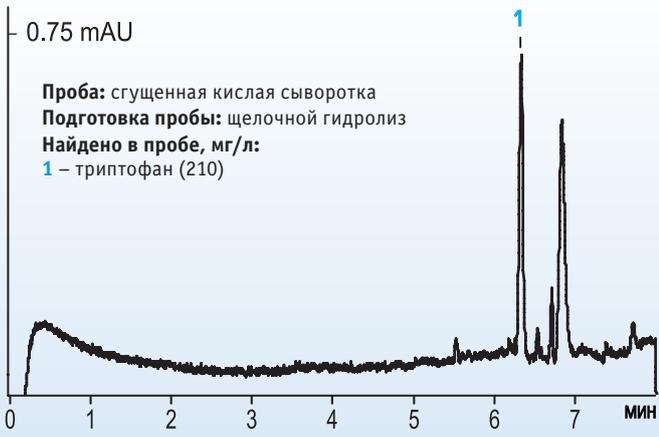
**Найдено в пробе, мг/л:**

1 – лизин (340)	7 – валин (170)
2 – тирозин (100)	8 – пролин (230)
3 – фенилаланин (115)	9 – треонин (190)
4 – гистидин (66)	10 – серин (200)
5 – лейцин + изолейцин (580)	11 – аланин (180)
6 – метионин (77)	12 – глицин (80)



0.75 mAU

**Проба:** сгущенная кислая сыворотка  
**Подготовка пробы:** щелочной гидролиз  
**Найдено в пробе, мг/л:**  
1 – триптофан (210)



## СЫВОРОТОЧНЫЕ БЕЛКИ

Один из критериев подлинности молока – качественный и количественный состав сывороточных белков, а также их соотношение.

В коровьем молоке до его технологической переработки количественно преобладают казеины (около 80 % от общего белка), а в составе сыворотки они почти отсутствуют, и ее главными компонентами являются:  $\beta$ -лактоглобулин,  $\alpha$ -лактальбумин, бычий сывороточный альбумин, иммуноглобулины, лактоферрин и другие минорные белки.

Используя свой многолетний опыт в области разработки аналитических приборов и создания современного методического обеспечения, Группа компаний «ЛЮМЭКС» предлагает комплексные решения актуальных задач молочной промышленности:

- сертифицированный прибор,
- аттестованные методики,
- сервис на всей территории России и в странах ЕАЭС.

**Центральный офис «ЛЮМЭКС»:**  
**ООО «ЛЮМЭКС-МАРКЕТИНГ»**

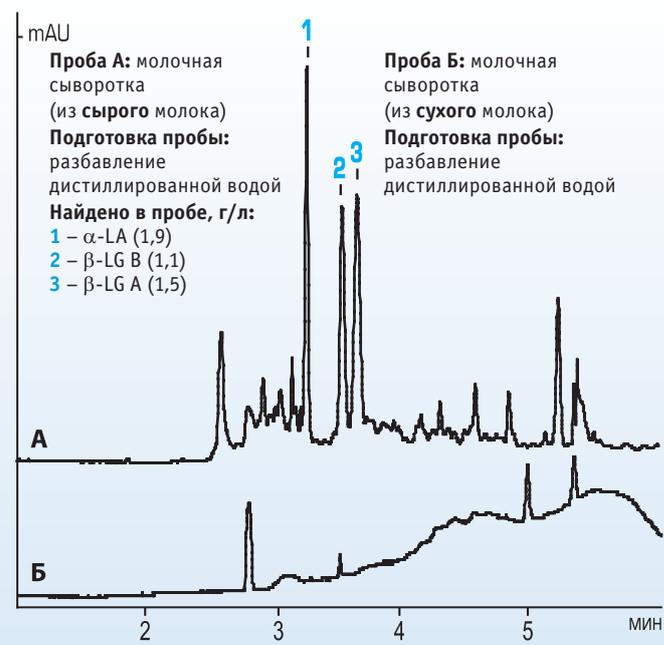
195220, Санкт-Петербург, ул. Обручевых, д. 1, лит. Б  
Тел./факс: +7 (812) 335-03-36  
Эл. почта: lumex@lumex.ru  
Почтовый адрес: 190000 Санкт-Петербург, BOX 1234

Белковый состав термически обработанного молока существенно отличается от сырого: часть сывороточных белков денатурирует при нагревании (из двух основных белков сыворотки наименее устойчив к нагреванию  $\beta$ -лактоглобулин).

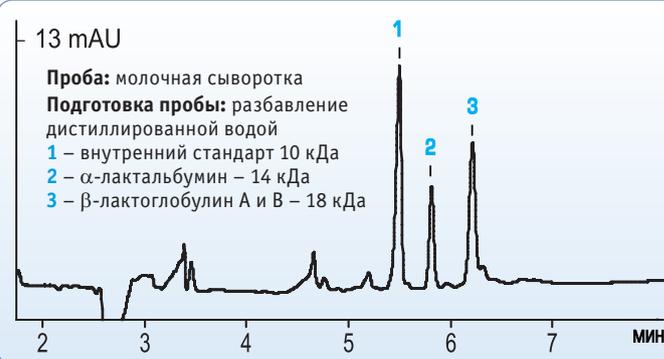
Все эти изменения можно увидеть на электрофоретических профилях сыворотки.

Компонент	Диапазон измерений, г/л
$\alpha$ -лактальбумин ( $\alpha$ -LA)	0,01 – 100
$\beta$ -лактоглобулин А ( $\beta$ -LG А)	0,02 – 10
$\beta$ -лактоглобулин В ( $\beta$ -LG В)	0,02 – 10

## 1. Профиль сывороточных белков



## 2. Определение молекулярной массы белков молочной сыворотки



**Проба:** молочная сыворотка  
**Подготовка пробы:** разбавление дистиллированной водой  
1 – внутренний стандарт 10 кДа  
2 –  $\alpha$ -лактальбумин – 14 кДа  
3 –  $\beta$ -лактоглобулин А и В – 18 кДа

