

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 543.241.5

DOI 10.26456/vtchem2020.1.14

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЛОКА РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В.А. Лобзова, Н.В. Баранова

Тверской государственный университет, Тверь

С помощью физико-химических методов были определены основные показатели качества молока разных производителей: жирность, плотность, кислотность, а также процентное содержание белка.

Ключевые слова: молоко, жирность, кислотность, плотность, физико-химические методы.

Молоко представляет собой, с химической точки зрения, достаточно сложную систему. В нем содержатся примерно около двухсот индивидуальных веществ, позволяющих дать огромную почву для проведения физико-химических, органолептических и биохимических исследований. Все компоненты можно разделить на несколько отдельных групп: вода, белки, жиры, минеральные вещества, витамины, ферменты, гормоны и пигменты.

Для подтверждения качества молока проводится ряд экспресс исследований, позволяющих определить основные характеристики, такие как жирность, кислотность, плотность, содержание белка, а также процентное содержание сухого остатка.

Были определены показатели плотности, кислотности, жирности, количество белка и процентное содержание сухого остатка в образцах молока следующих торговых марок: ТМ «Простоквашино», ТМ «Домик в деревне», ТМ «Агуша», ТМ «Тема» и ТМ «Молоко из Ржева».

Кислотность молока является одним из наиболее важных показателей его свежести. Она обусловлена наличием дигидрофосфатов натрия, калия, кальция, а также лимоннокислых солей и углекислоты. В ходе длительного хранения кислотность молока может существенно возрасти, поскольку происходит накопление молочной кислоты. Для свежего молока установлена кислотность, значение которой варьируется от 16 до 18 Т°. При значении порядка 22 Т° молоко считается прокисшим [1].

Для определения кислотности молока был использован титриметрический метод исследования. В колбу для титрования помещали 10 мл молока, 20 мл дистиллированной воды и несколько

капель 1% спиртового раствора фенолфталеина. Титрование проводили 0,1М раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина. В ходе титрования фиксировали появление розовой окраски, устойчивой в течение 30 секунд [4]. Результаты приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1
Результаты исследования кислотности образцов молока

Торговая марка молока	Кислотность молока	
	Практическая	Теоретическая (по ГОСТу)[13]
Простоквашино	21°Т	Не ниже 16,0 и не выше 21,0°Т
Домик в деревне	20°Т	
Тема	19°Т	
Агуша	18°Т	
Молоко из Ржева	21°Т	

Из полученных результатов видно, что все исследуемые образцы соответствуют установленному ГОСТу и являются свежими.

Жирность молока – главный показатель качества молочной продукции. Количество жира может быть общим и относительным. Чаще всего используется относительная, позволяющая определить жирность молочных продуктов в процентном соотношении. Средняя жирность для коровьего молока составляет порядка 3,7% [2].

Жирность исследуемых образцов определена кислотным методом, основанным на выделении фазы жира под действием серной кислоты, плотностью 1810 кг/м³ и изоамилового спирта. Анализ проводился в специальном молочном жиромере, позволяющим определить объем выделившегося жира по градуировочной шкале. В два молочных жиромера, обычно используются вида 1-6 или 1-7, наливали по 10 мл серной кислоты ($\rho=1810$ кг/м³). Затем так, чтобы жидкости не смешивались, помещали в жиромер 11 мл молока. После того как молоко и серная кислота оказались в жиромере, при помощи дозатора добавляли 1 мл изоамилового спирта. Жиромеры плотно закрывали с помощью резиновых пробок, вводя их чуть больше, чем на половину горлышка. Содержимое взбалтывали до тех пор, пока белковые составляющие полностью не растворяются, а смеси не перемешаются. Устанавливали жиромеры пробкой вниз в водяную баню, на 5 минут при температуре не менее 65°С.

Затем жиромеры помещали в центрифугу. Время центрифугирования составило 5 минут. Уровень жира регулировали за счет резиновой пробки, таким образом, чтобы он находился в градуировочной части жиромера [5]. Результаты анализа представлены в табл. 2.

Результаты исследования жирности молока

Торговая марка молока	Жирность, %	
	Практическая	Теоретическая (по информации на упаковке)
Простоквашино	2,4	2,5
Домик в деревне	2,3	2,5
Агуша	3,0	3,2
Тема	3,1	3,2
Молоко из Ржева	3,0	3,2

В ходе проведения данного исследования было замечено незначительное занижение практического результата по сравнению с значением указанным на упаковке. Это можно объяснить с результатом проведенной термической обработки образцов.

Так же показателем натуральности молока является плотность. Напрямую она зависит от содержания жира в молоке. Иначе говоря, чем больше содержание жира в молоке, тем ниже его плотность. Содержание обезжиренных сухих веществ более существенно влияет на плотность, чем содержание жира. Главным образом, белки, углеводы и минеральные вещества повышают ее, а жир понижает. По показателям плотности можно обнаружить фальсификацию продукта. Нормальная плотность варьируется в пределах 1,028-1,032г/см³. Таким образом, молоко имеющее плотность 1,028 является натуральным, а 1,027 и ниже – разбавленное [3].

Определение плотности производилось пикнометрическим методом. Данный метод основан на определении массы заключенного в пикнометр вещества и объема вещества, равного объему пикнометра. Для того что бы получить измерения плотности исследуемого молока при помощи пикнометра, для начала его взвешивали, затем заполняли дистиллированной водой. Закрытый пикнометр помещали в термостат и выдерживали в течении 20 минут при температуре порядка 20°С. При данной температуре уровень воды доводили до метки с помощью фильтровальной бумаги, после чего выдерживали в термостате еще 10 минут и постоянно проверяли положение мениска относительно нанесенной метки. Убрав все излишки воды, пикнометр взвешивали с точностью до 0,0002 г.

После того, как были проделаны все опыты с дистиллированной водой, пикнометр заполняли исследуемой пробой молока, и проводили те же самые операции [6]. Результаты измерений представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерения плотности молока

Торговая марка молока	Плотность	
	Практическая	Теоретическая (по ГОСТу) [16]
Простоквашино	1,0316 г/см ³	Не ниже 1,027 и не выше 1,033г/см ³
Домик в деревне	1,0312 г/см ³	
Тёма	1,0288 г/см ³	
Агуша	1,0306 г/см ³	
Молоко из Ржева	1,0289 г/см ³	

Все полученные показатели плотности входят в установленные нормы. Что касается молока под торговой маркой «Тёма», его результат наиболее близок к показателям натурального молока. Все исследуемые образцы в ходе производства не были подвергнуты разбавлению.

Для определения процентного содержания сухого остатка в молоке был использован гравиметрический метод исследования. Сущность метода заключалась в точном измерении массы вещества после его выпаривания. В самом начале опыта проводили измерения пустых бюксов, с целью уточнения их массы. Затем их наполняли 3 мл исследуемой жидкости и так же производили измерения. После проведения предварительной подготовки бюксы помещали в сушильный шкаф при температуре $102 \pm 2^\circ\text{C}$ и выдерживали в течении 1,5-2 часов.

По истечении данного времени бюксы с оставшимся сухим остатком остужали в эксикаторе, а затем производили взвешивание. Исходя из полученных данных, вычисляли процентное содержание сухого остатка в молоке [7]. Результаты полученных вычислений представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты гравиметрического анализа молока

Торговая марка молока	m молока	m сухого остатка	ω , %	Теоретические значения [18]
Тёма	3,11	0,40	12,86	10-13%
Агуша	3,10	0,39	12,58	
Простоквашино	3,14	0,37	11,78	
Домик в деревне	3,10	0,36	11,61	
Молоко из Ржева	3,15	0,33	10,48	

Исходя и имеющихся теоретических значений, содержание сухого остатка исследуемых образцов полностью соответствует

значениям ГОСТа. Наибольшее значение сухого остатка наблюдается в образцах под торговыми маркам «Тема» и «Агуша».

Для определения содержания белков в молоке использовался колориметрический метод. Оптическая плотность снималась при использовании синего светофильтра. В пробирку приливали 1 мл исследуемого молока, затем, к нему добавляли 9 мл 2%-ного раствора гидроксида натрия. Растворы хорошо перемешивали и выстаивали в течении 10 минут. Во вторую пробирку помещали приготовленную смесь и концентрированную азотную кислоту в соотношении 1:1, и так же тщательно перемешивали. Полученный раствор помещали на водяную баню и выдерживали примерно 5 минут. Температура при этом должна быть порядка 100°C. Впоследствии его охлаждения наблюдали появление лимонно-желтой окраски.

После проделанных операций добавляли 2 мл 25%-ного раствор аммиака и 5 мл дистиллированной воды. Полученную смесь перемешивали, а затем фильтровали через обеззоленный фильтр, после чего фотометрировали с синим светофильтром. Стандартным раствором, при данном измерении являлась вода. Результаты анализа представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты определения содержания белка в исследуемых образцах

Торговая марка молока	Содержание белка, г	
	Практическое	Теоретическое (по информации на упаковке)
Простоквашино	2,54	2,91
Домик в деревне	3,37	3,00
Агуша	2,81	2,9
Тема	3,21	3,00
Молоко из Ржева	2,73	3,00

В ходе данного анализа было выявлено то, что содержание белка в исследуемых образцах немного отличаются от значений на упаковке, но все они варьируются в допустимых пределах.

Выводы:

1. При исследовании жирность молока обнаружено, что полученные значения были несколько заниженными;
2. По полученным данным плотности было обнаружено, что все образцы соответствовали ГОСТу и среди данных образцов не было обнаружено разбавленных;

3. При проведении анализа на кислотность все исследуемые образцы входили в границы установленные ГОСТом, что свидетельствовало о свежести исследуемых образцов;
4. В результате проведения анализа по определению процентного содержания белка, были получены значения отличные от указанных на упаковке. Наиболее близкие значения были получены у образцов под торговыми марками «Агуша» и «Тема».
5. В случае гравиметрического анализа, результаты полностью соответствовали установленным нормам.
6. Исходя из полученных данных было выявлено то, что образцы детского молока были более обогащены минеральными веществами.
7. Фальсифицированного продукта среди исследуемых образцов молока не обнаружено.

Список литературы

1. Вафина Г.Г. Свежесть молока. Определение кислотности молока / Г.Г. Вафина А.А. Шаймарданова // Сборник статей современных исследований основных направлений гуманитарных и естественных наук. Казань. – 2017. – С. 367-370.
2. Крусь Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.М. Шалыгина, З.В. Волокитина. – М.: КОЛОС, 2000. – 368 с.
3. Горбатов К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатов. –СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
4. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартиформ, 2012. – 14 с.
5. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – Введ. 1991-01-01. –М.: Стандартиформ, 2009. – 12 с.
6. ГОСТ Р 54758-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности. – Введ. 2013-01-01. –М.: Стандартиформ, 2012. – 15 с.
7. ГОСТ 22760-77. Молочные продукты. Гравиметрический метод определения жира (с Изменениями № 1,2). – Введ. 1979-01-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 5 с.

Об авторах:

БАРАНОВА Надежда Владимировна, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической и аналитической химии Тверского государственного университета, nbaranova78@mail.ru

ЛОБЗОВА Валентина Александровна, студентка 2 курса магистратуры химико-технологического факультета Тверского государственного университета, madam.lobzova2010@yandex.ru

PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF MILK FROM DIFFERENT PRODUCERS

V.A. Lobzova, N.V. Baranova

Tver State University, the faculty of chemistry

Using physical and chemical methods, the main indicators of milk quality of different producers were determined: fat content, density, acidity, as well as protein percentage.

Keywords: *milk, fat, acidity, density, physical and chemical method.*