

*ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА РЯЖЕНКИ*

**И.В. ПОДОРОЖНЯЯ<sup>1</sup>, С.С. ВЕТОХИН<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО «Приборостроительный завод Оптрон»,  
220141, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 52,

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
220006, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова, 13а;  
*iaya@tut.by, serega49@mail.ru*

**Аннотация.** Современные экспресс-методы анализа редко представлены на предприятиях молочной промышленности. В данной работе приведены результаты измерений кислотностей, удельной электропроводности и температуры замерзания ряженок, изготовленных в лабораторных условиях с использованием сухой закваски. Показаны изменения титруемой кислотности в процессе ферментации каждой молочной смеси по отдельности; конечные результаты исследуемых показателей. Обнаружены линейные зависимости между исследуемыми физико-химическими показателями молочных смесей как по отдельности, так и совокупно, что делает все рассматриваемые методы контроля эквивалентными.

**Ключевые слова:** кислотность, температура замерзания, удельная электропроводность, ряженка, закваска.

Ряженка – кисломолочный продукт, произведенный путем сквашивания топленого молока с добавлением или без добавления молочных продуктов с использованием заквасочных микроорганизмов (термофильных молочнокислых стрептококков) с добавлением или без добавления болгарской молочнокислой палочки [1]. Окончание технологического процесса производства ряженки резервуарным способом определяют по достижении установленного уровня титруемой кислотности.

Обеспечение безопасности и качества продовольственных товаров является весьма актуальным вопросом и невозможно без постоянного контроля технологического процесса производства пищевого продукта.

Современные экспресс-методы анализа просты в эксплуатации, не требуют специальной пробоподготовки, способствуют повышению надежности технологического контроля на предприятиях и улучшению качества готовых продуктов. Несмотря на это данных о физико-химических показателях ряженок и их взаимосвязей в литературных источниках представлено недостаточно. Поэтому целью данной работы являлся поиск зависимостей между кислотностями, температурой замерзания и удельной электропроводностью ряженок, полученных в лабораторных условиях.

Температуру замерзания молочных продуктов определяли криоскопическим методом с помощью миллиосмометра-криоскопа термоэлектрического МТ-5-01 (РФ) по [2]. Титруемую кислотность находили методом с применением индикатора фенолфталеина по [3]; активную кислотность устанавливали при помощи потенциометрического метода с использованием рН-метра милливольтметра рН-150М (РБ) по [4]. Удельную электропроводность определяли кондуктометрическим методом на настольном кондуктометре НІ 2300 (ФРГ) с автоматической температурной компенсацией (25°С) согласно руководству по эксплуатации.

Объектами исследований выступали ряженки, приготовленные в лабораторных условиях из отечественного сырья: ультрапастеризованного питьевого коровьего молока 2,5% жирности объемом 1000 мл в пластиковых бутылках и сухой закваски молочнокислых

микроорганизмов (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*), изготовленной РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с дозой внесения 0,7 г/л (не менее  $10^9$  КОЕ/г).

Приготовление ряженки в лабораторных условиях проводилось путем ферментации ультрапастеризованного молока в потребительской таре с использованием соответствующей сухой закваски молочнокислых микроорганизмов, не требующей применения топленого молока. Молоко в пластиковых бутылках перед внесением закваски подогревалось на водяной бане и имело температуру от 37°C до 39°C.

Каждый пакетик сухой закваски пятикратно ополаскивался используемым молоком с возвращением полученной смеси обратно в бутылку. Проводилось параллельное приготовление ряженки из двух пакетиков сухой закваски двух различных партий. Температура культивирования 37°C, продолжительность – до получения одинаковых значений двух последовательных измерений титруемой кислотности каждого из параллельных образцов (в одной партии сухой закваски).

Для проведения испытаний содержимое бутылок тщательно перемешивалось в закрытом состоянии, в том числе при образовании сгустка. Максимально избегая попадания посторонних микроорганизмов извне, отбирались образцы молочной смеси и вновь закрытые бутылки возвращались в термостат.

Результаты исследования титруемой кислотности процесса ферментации каждой молочной смеси по отдельности приведены на рис. 1.

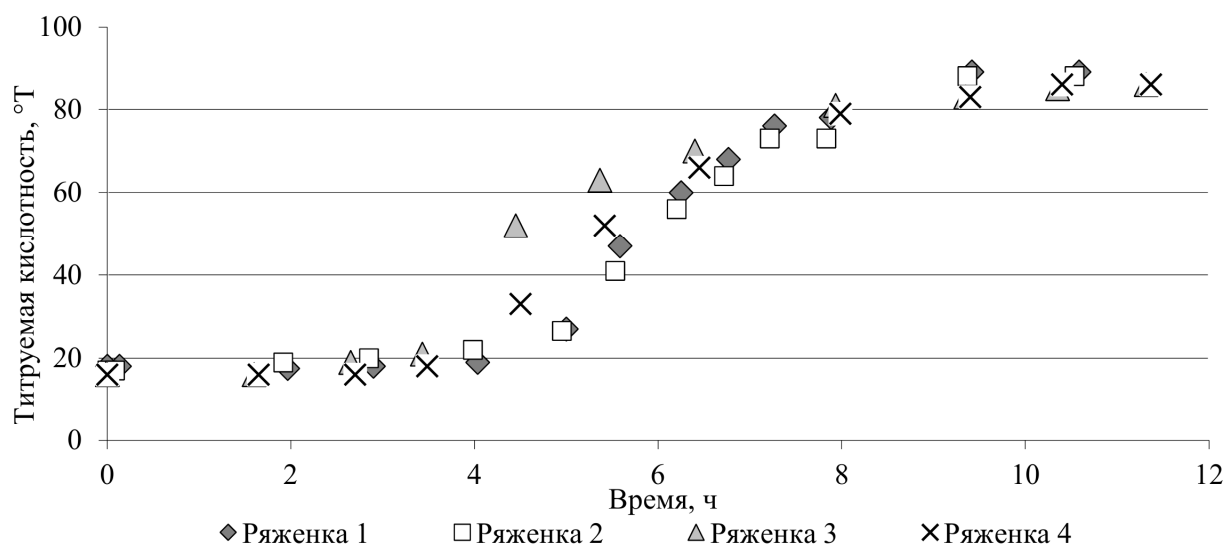


Рисунок 1 – Изменение титруемой кислотности каждой молочной смеси при культивировании

Несмотря на достижение постоянных значений титруемой и активной кислотности готового пищевого продукта значения удельной электропроводности продолжали медленно нарастать, а температура замерзания – потихоньку понижаться.

При достижении одинаковых значений двух последовательных измерений титруемой кислотности каждого из параллельных образцов последние измерения исследуемых показателей ряженки, изготовленных в лабораторных условиях, отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения физико-химических показателей ряженки в конце сквашивания

Показатели	Полученные результаты по каждому номеру образца			
	1	2	3	4
Время сквашивания, ч	10,58	10,53	11,32	11,37
Титруемая кислотность, °Т	89,0±1,0	88,0±1,0	86,0±1,0	86,0±1,0
Температура замерзания, °С	-0,671±0,008	-0,668±0,008	-0,686±0,008	-0,691±0,008
Удельная электропроводность, мСм/см	7,07±0,07	7,08±0,07	7,22±0,07	7,23±0,08
pH	4,41±0,04	4,46±0,04	4,46±0,04	4,48±0,04

Проведенные эксперименты показали, что между исследуемыми физико-химическими показателями молочных смесей как по отдельности, так и совокупно, с высокой достоверностью существуют линейные зависимости (таблица 2).

Таблица 2 – Общие линейные уравнения зависимостей между отдельными физико-химическими показателями при культивировании молочной смеси

Вид зависимости	Вид линейного уравнения	Величина достоверности аппроксимации, $R^2$
Титруемая кислотность от: - температуры замерзания - удельной электропроводности - рН	$y = 413,31x - 193,11$ $y = 34,226x - 159,55$ $y = -29,373x + 217,21$	0,9694 0,9847 0,9927
Температура замерзания от: - удельной электропроводности - рН	$y = 0,0814x + 0,09$ $y = -0,0695x + 0,9837$	0,9808 0,9788
Удельная электропроводность от: - рН	$y = -0,8494x + 10,958$	0,9875

Проведенные эксперименты показали, что между значениями титруемой и активной кислотности, температуры замерзания и электропроводности смесей с высокой достоверностью существует линейная зависимость во всем интересующем нас диапазоне, что делает все методы контроля эквивалентными. При этом меньше всего времени занимает измерение электропроводности, которое можно вести и в непрерывном режиме со специально откалиброванными электродами, помещаемыми непосредственно в тару с продуктом. Аппаратурная погрешность всех методов также имеет примерно одинаковый уровень, вполне приемлемый для решения задачи контроля созревания кисломолочного продукта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции [Текст]. – Введ. 01.05.2014 (введен впервые). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 108 с.
2. ГОСТ 30562-97 (ИСО 5764-87). Молоко. Определение точки замерзания. Термисторный криоскопический метод [Текст]. – Введ. 01.07.1999 (введен впервые). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 12 с.
3. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности [Текст]. – Взамен ГОСТ 3624-67; введ. 01.01.1994. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 10 с.
4. ГОСТ 26781-85. Молоко. Метод измерения рН [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.87. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26781-85>. – Дата доступа: 03.03.2021.

#### *INTERDEPENDENCE EXPRESS METHODS FOR CONTROL TECHNOLOGICAL PROCESS PRODUCTION RYAZHENKA*

**I.V. PODOROZHNIAYA<sup>1</sup>, S.S. VETOKHIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Instrument-making Factory Optron,  
220141, Republic of Belarus, Minsk, F. Skoriny Str., 52,*  
<sup>2</sup>*Belarusian State Technological University,  
220006, Republic of Belarus, Minsk, Sverdlova Str., 13a;  
iaya@tut.by, serega49@mail.ru*

**Abstract.** Modern express methods of analysis are rarely presented in the dairy industry. The average results of freezing point, titratable and active acidities, conductivity of fermented baked milk as known as ryazhenka were analyzed. Ryazhenka was made in laboratory conditions using dry starter culture. Changes in titratable acidity during fermentation of milk mixture and the final results of the studied properties are shown. Linear relationships between the investigated physical and chemical properties of milk mixtures were found. All the considered control methods are equivalent.

**Key words:** acidities, freezing point, conductivity, ryazhenka, starter culture.