УДК 637.1
DOI: 10.31515/1019-8946-2023-03-53-54

К вопросу апробации оптимальных технологических режимов производства кисломолочного продукта

Дарья Вячеславовна Зенина, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности
E-mail: d_zenina@vnimi.org

Приведены результаты полнофакторного эксперимента по апробации наиболее значимых технологических режимов производства кисломолочного продукта на основе творога. К наиболее значимым параметрам отнесены температура пастеризации исходного молока 81 °С и температура подогрева сгустка перед разрезанием 54 °С. При биотестировании продукта, изготовленного в соответствии с указанными режимами, максимальная величина относительной биологической ценности составила в среднем 131,6±10,5 % для обезжиренного продукта и 107,4±8,6 % для продукта 9 %-ной жирности. Выявлен статистически значимый прирост биомассы тест-организмов, размер которых превышает 50 мкм, что характерно для взрослой особи. Установленные экспериментом наиболее значимые технологические режимы следует считать адекватными и приемлемыми для воспроизводства опытного кисломолочного продукта на основе творога.

Ключевые слова: *кисломолочный продукт на основе творога, полнофакторный эксперимент, апробация, относительная биологическая ценность, показатели жизнедеятельности биологической модели Tetrahymena pyriformis.*

Zenina D.V. To the approbation of optimal technological regimes of fermented milk product production
All-Russian Dairy Research Institute

The article presents the results of experimental studies on approbation of the most significant technological modes of curd-based sour-milk product production revealed in the process of full-factor experiment. The most significant parameters were pasteurization temperature of raw milk 81 °C and the temperature of clot heating before cutting 54 °C. When biotesting the product made in accordance with the above regimes, the maximum value of relative biological value was on average 131,6±10,5 % for the skimmed product and 107,4±8,6 % for the product of 9 % fat content. In addition, the results obtained showed a statistically significant increase in the biomass of test organisms larger than 50 μm characteristic of an adult. Thus, the most significant technological regimes established in the experiment should be considered adequate and acceptable for the reproduction of the experimental fermented dairy product based on cottage cheese.

Key words: *curd-based fermented milk product, full-factor experiment, approbation, RBV, vital signs of the biological model Tetrahymena pyriformis.*

Катализатором изменений на рынке молочных продуктов во всем мире является тенденция к продлению сроков годности и формированию потребительского спроса на новые продукты, вследствие чего возникает необходимость расширения области оценочных критериев качества. При выборе оптимальной рецептуры и эффективного технологического регламента, обеспечивающих максимальную биологическую ценность, особое значение имеют экспресс-методы биологической оценки, которые адекватно отражают совокупность свойств пищевого продукта: безвредность, питательность, усвояемость, полезность и т.д. Это обусловлено тем, что степень соответствия продукта физиологическим потребностям организма может оценить лишь сам живой организм [1].

В основе биологических методов лежит ответный сигнал организма на изменение строго определенного состава питания [2]. При этом аналитическими тест-объектами являются различные живые организмы, их органы и ткани, физиологические функции, биохимические реакции и т.д. Ответный сигнал индикаторного объекта на изменение химического состава может быть самым разнообразным: изменение характера поведения, стимуляция или подавление роста, накопление биомассы, изменение пигментации, состава крови, биоэлектрической активности органов и тканей.

В этой связи изучаются методические аспекты ускоренной биологической оценки молочных продуктов с применением тест-организмов. Во ВНИМИ за последние три года на основе биотестирования с использованием *Tetrahymena pyriformis* разработаны методологические подходы к созданию кисломолочных продуктов с оптимальной относительной биологической ценностью (ОБЦ). Методология апробирована в технологии кисломолочных продуктов как обогащенных функциональными ингредиентами, так и без добавления ингредиентов, а также творога и творожных продуктов [3–5].

Цель работы — апробация и установление зависимости ОБЦ и величины прироста биомассы тест-организмов от оптимальных режимов производства кисломолочного продукта на основе творога, выявленных в ходе полнофакторного эксперимента (ПФЭ). Исследования проводили в лаборатории новых технологических процессов производства цельномолочных продуктов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности (ВНИМИ) совместно со Всероссийским научно-исследовательским институтом ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (ВНИИВСГЭ).

Объекты исследований — кисломолочные продукты на основе творога. В качестве контроля выбраны образцы обезжиренного творога и 9 %-ной жирности, произведенные в соответствии с требованиями нормативных документов.

ОБЦ кисломолочного продукта на основе творога, а также динамику роста инфузорий (по приросту биомассы) оценивали с использованием экспресс-метода биотестирования. В качестве тест-организма применяли *Tetrahymena pyriformis* (штамм Wh-18). Методика проведения тестирования описана в статье [4]. Необходимой частью оценки ОБЦ стала модификация этапа пробоподготовки, заключающегося во внесении углеводно-солевой дрожжевой среды (УСС) и 9 мл дистиллированной воды в колбу с 1 г исследуемого образца продукта. Прирост биомассы тест-организмов оценивали визуально.

В результате ПФЭ, проведенного во ВНИМИ, выявлен оптимальный режим получения кисломолочного продукта

Физико-химические и биологические показатели образцов кисломолочного продукта

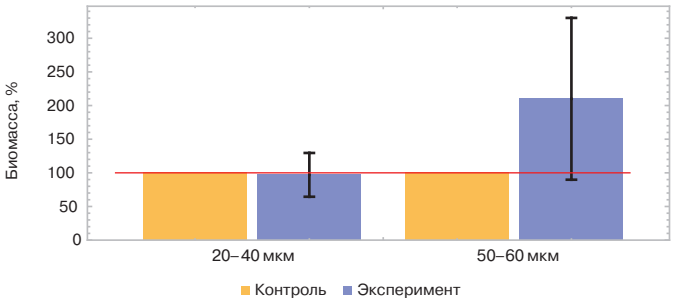
Образец	Массовая доля, %		Среднее количество клеток, биомасса	ОБЦ, %
	белка	влаги		
Контроль – продукт обезжиренный (температура пастеризации 78±2 °С, подогрева сгустка – 45±2 °С)	18,15±0,33	79,5±3,5	130	100
Продукт обезжиренный (температура пастеризации 81±2 °С, подогрева сгустка – 54±2 °С)	18,23±0,27	79,8±3,2	171	131,6±10,5
Контроль – продукт с массовой долей жира 9 % (температура пастеризации 78±2 °С, подогрева сгустка – 45±2 °С)	16,87±0,17	72,4±3,3	105	100
Продукт с массовой долей жира 9 % (температура пастеризации 81 °С, подогрева сгустка – 54±2 °С)	17,43±0,21	72,9±2,9	113	107,4±8,6

на основе творога (обезжиренного и 9 %-ной жирности) для максимизации ОБЦ: температура пастеризации молока 81°С и температура подогрева сгустка 54 °С. Для сопоставления результатов опытные и контрольные образцы вырабатывали из одной и той же партии сырья. Повторность опытов 3–5-кратная.

Химический состав готового продукта определяли стандартизованными методами: массовую долю жира — бутирометрическим методом Гербера (ISO 2446:2008); общего белка — методом Кьельдаля с использованием автоматической системы KJELTEC (ISO 8968-1:2014); массовую долю влаги — ускоренным методом высушивания навески продукта (3–5 г) при 150±2 °С.

Показатель ОБЦ был выше в образцах обезжиренного продукта, изготовленного в соответствии с режимами, установленными ПФЭ, и составил 131,6±10,5 % (см. таблицу). Для творога 9 %-ной жирности средняя величина ОБЦ была в пределах 107,4±8,6 %.

Информативность экспресс-методов будет более полной при использовании большего числа жизненных функций тест-организма в качестве аналитических индикаторов. Поэтому также изучена зависимость прироста биомассы тест-организма *Tetrahymena pyriformis* от используемых в эксперименте режимов тепловой обработки молока и подогрева сгустка перед разрезанием. При



Распределение прироста биомассы Tetrahymena pyriformis по размерам клеток в обезжиренном продукте

микроскопии образцов кисломолочных продуктов на основе творога с массовой долей жира 9 % наблюдалось большое количество лизированных особей и наличие мелких клеток (20–40 мкм) шаровидной формы, свидетельствующих об их гибели. В образцах обезжиренного продукта преобладали анатомо-морфологические формы, соответствующие взрослым особям *Tetrahymena pyriformis* с длиной туловища 50–60 мкм (см. рисунок). Показан статистически значимый рост количества тест-организмов, размер которых превышает 50 мкм в обезжиренном продукте.

Среднее значение ОБЦ, равное 131,6±10,5 % для обезжиренного творога, использовано для корректировки регрессионных теоретических уравнений, описанных в [4]. С учетом линейного корректирующего коэффициента (1), уточняющего данные полнофакторного анализа, пересчитаны точечные значения ПФЭ:

$$ОБЦ_{нов} = \frac{(ОБЦ_{нов}^{макс} - 100)}{(ОБЦ_{пред}^{макс} - 100)} (ОБЦ_{пред} - 100) + 100 , \quad (1)$$

где $ОБЦ_{нов}$ — новое значение для ОБЦ; $ОБЦ_{пред}$ – теоретическое значение ОБЦ; $ОБЦ_{нов}^{макс}$ – экспериментально подтвержденное значение ОБЦ в оптимальной точке (равное 131,6 %); $ОБЦ_{пред}^{макс}$ — теоретическое значение ОБЦ в оптимальной точке (равное 282 %).

После трансформации регрессионного уравнения для обезжиренного творога зависимость ОБЦ от температуры пастеризации и подогрева сгустка имеет следующий вид:

$$ОБЦ(T_{паст},T_{пс})=-3774+71,3\,T_{паст}-0,39\,T_{паст}^2+37,5\,T_{пс}-0,14\,T_{паст}\,T_{пс}-0,24\,T_{пс}^2 , \quad (2)$$

где $T_{паст}$ – температура пастеризации, °С; $T_{пс}$ — температура подогрева сгустка, °С.

Апробация оптимальных технологических режимов, установленных ПФЭ, показала их адекватность для производства кисломолочного продукта на основе творога и соответствие режимам, установленным нормативными документами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Шульгин, Ю.П.*** *Биологическая экспресс-оценка мышечной ткани гидробионтов с использованием Tetrahymena pyriformis/ Ю.П.Шульгин, Ю.Г.Блинов, Л.В.Шульгина// Известия ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 294–303.*
2. ***Аргунов, М.Н.*** *Токсикологическая оценка нового продукта из кориандрового жмыха/ М.Н.Аргунов, Л.П.Пашенко, И.М.Тареева// Вопросы питания. 1999. Т. 68. № 4. С. 45–48.*
3. ***Zobkova, Z.S.*** *Methodological Approach to Designing Fermented Dairy Products with Optimal Biological Value/ Z.S.Zobkova, E.G.Lazareva, V.K.Semipyatniy// Foods. 2022. V. 11. P. 114. DOI: https://doi.org/10.3390/foods11010114.*
4. ***Zobkova, Z.S.*** *Modification of Biotesting-Based Fermented Dairy Product Design for Curd and Curd Products/ Z.S.Zobkova [et al.]// Foods. 2022. V. 11(20). P. 3166. DOI: https://doi.org/10.3390/foods11203166.*
5. ***Шелагинова, И.Р.*** *Влияние состава творога на относительную биологическую ценность/ И.Р.Шелагинова// Молочная промышленность. 2022. № 5. С. 28–29. DOI 10.31515/1019-8946-2022-05-28-29.*