

УДК 579.678

**ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ НА
ПРИМЕРЕ КЕФИРА И БИОПРОДУКТА «БИФИТАТ»**

А.И. Иванова, 4 курс

Научный руководитель – Т.Г. Пекун

Полесский государственный университет

Введение. Кисломолочные продукты занимают значительную долю в структуре питания населения Республики Беларусь благодаря высокой пищевой ценности и наличию пробиотических микроорганизмов. [1, с. 110]. Стабильность качественных характеристик и потребительских свойств в течение установленного срока годности определяет безопасность продукции для потребителя. Требования ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» обязывают производителей подтверждать заявленные сроки годности данными о динамике микробиологических и физико-химических показателей [2, с. 45]. Кефир, получаемый с помощью симбиотической

закваски на кефирных грибах, представляет собой сложную микробную экосистему, где бактерии и дрожжи взаимодействуют в тесной метаболической кооперации [3, р. 337]. В свою очередь, биопродукт «Бифитат» относится к категории обогащённых пробиотиками продуктов, при производстве которых используется закваска, содержащая бифидобактерии и лактобациллы [4, с. 46]. Работа посвящена оценке стабильности биохимических (титруемая кислотность, массовая доля белка) и микробиологических (количество пробиотических микроорганизмов, дрожжей, плесеней, наличие БГКП) показателей кефира и биопродукта «Бифитат» при хранении в регламентированном температурном режиме.

Материалы и методы. Исследовали биопродукт кисломолочный «Бифитат» с массовой долей жира 2,5% (расфасовка в ПЭТ-бутылки, срок годности 12 сут) и кефир с массовой долей жира 2,5% (ПЭТ-бутылки, срок годности 12 сут). Отбор проб выполняли по ГОСТ 32901-2014 в трёх контрольных точках: первые сутки после выработки, шестые сутки и последний день годности (12-е сутки). Хранение – при (4 ± 2) °С. Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624-92 (фенолфталеиновый метод), массовую долю белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 23327-98. Микробиологические исследования проводили по следующим нормативным документам: БГКП – по ГОСТ 9225-84 (не допускаются в 0,1 см³ продукта для «Бифитата» и в 0,01 см³ для кефира); микроскопический препарат – по ГОСТ 9225-84; количество молочнокислых микроорганизмов – по ГОСТ 10444.11 и ГОСТ 33566-15 (не менее 1×10^7 КОЕ/см³); количество дрожжей – по ГОСТ 10444.12 (не более 50 КОЕ/см³); количество плесеней – по ГОСТ 10444.12 (не более 50 КОЕ/см³); количество бифидобактерий и лактобацилл *Lactobacillus acidophilus* в сумме – по СТБ 1552 и ГОСТ 10444.11 (не менее 1×10^6 КОЕ/см³). Нормативные требования для кефира по кислотности (85–130 °Т) и молочнокислым микроорганизмам (не менее 1×10^7 КОЕ/см³) соответствовали СТБ 970-2017.

Статистическая обработка данных. Каждый образец анализировали в трёх повторностях ($n=3$) для каждой контрольной точки. Данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Достоверность различий между показателями в разные сроки хранения оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим апостериорным критерием Тьюки. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Статистическую обработку проводили с использованием программного обеспечения STATISTICA 12.0 (StatSoft Inc., США).

Результаты и их обсуждение. Все образцы в начальной точке хранения соответствовали нормативным требованиям по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. В процессе хранения значения всех контролируемых параметров оставались в пределах установленных норм. Установлено статистически значимое увеличение титруемой кислотности в обеих группах продуктов к концу срока хранения ($p < 0,05$).

Таблица 1. – Изменение титруемой кислотности (°Т) в процессе хранения ($M \pm SD$, $n=3$)

Продукт / упаковка	Срок годности, сут	1-е сутки	6-е сутки	Конец срока (12 сут)
«Бифитат», ПЭТ-бутылка	12	$76 \pm 1,5$	$92 \pm 2,0^*$	$116 \pm 1,8^*$
Кефир, ПЭТ-бутылка	12	$92 \pm 1,8$	$108 \pm 2,0^*$	$126 \pm 2,0^*$

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с 1-ми сутками ($p < 0,05$).

Кислотность нарастала во всех образцах (таблица 1) вследствие метаболизма остаточной заквасочной микрофлоры, что согласуется с данными, полученными при хранении кефира при 4 ± 1 °С в течение 10 суток: титруемая кислотность возрастала в 1,2 раза, достигая $108,4 \pm 8,3$ °Т [5, с. 200]. К концу срока годности значения не превышали верхней границы нормы (120 °Т для «Бифитата», 130 °Т для кефира). Массовая доля белка во всех образцах оставалась в пределах 2,85–2,92% (норма – не менее 2,8%) на протяжении всего срока хранения, что указывает на отсутствие выраженного протеолиза [1, с. 113]; статистически значимых различий по содержанию белка между сроками хранения не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 2. – Динамика микробиологических показателей в процессе хранения (Бифитат, ПЭТ-бутылка) ($M \pm SD$, $n=3$)

Показатель	Норма	1-е сутки	6-е сутки	Конец срока (12 сут)
Сумма бифидо+лактобациллы, $\times 10^6$ КОЕ/см ³	$\geq 1,0$	$4,5 \pm 0,4$	$3,1 \pm 0,2^*$	$1,6 \pm 0,1^*$
Молочнокислые микроорганизмы, $\times 10^7$ КОЕ/см ³	$\geq 1,0$	$3,8 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,2^*$	$1,3 \pm 0,1^*$
Дрожжи, КОЕ/см ³	≤ 50	< 10	< 10	< 10
Плесени, КОЕ/см ³	≤ 50	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
БГКП в 0,1 см ³	не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с 1-ми сутками ($p < 0,05$).

Таблица 3. – Динамика микробиологических показателей в процессе хранения (Кефир, ПЭТ-бутылка) ($M \pm SD$, $n=3$)

Показатель	Норма	1-е сутки	6-е сутки	Конец срока (12 сут)
Молочнокислые микроорганизмы, $\times 10^7$ КОЕ/см ³	$\geq 1,0$	$3,8 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,2^*$	$1,2 \pm 0,1^*$
Дрожжи, КОЕ/см ³	не более 50	15 ± 3	$22 \pm 4^*$	$28 \pm 5^*$
Плесени, КОЕ/см ³	не более 50	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
БГКП в 0,01 см ³	не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с 1-ми сутками ($p < 0,05$).

В начале хранения количество целевой микрофлоры превышало минимальные требования в 3–4 раза (таблицы 2, 3). К концу срока численность снижалась, но оставалась выше нормативных значений, что соответствует литературным данным и нормативной документации о снижении уровня бифидобактерий и лактобацилл примерно на 1 log при хранении кисломолочных продуктов [6, р. 735; 7, р. 4]. Снижение количества молочнокислых микроорганизмов и суммы бифидобактерий с лактобациллами было статистически значимым ($p < 0,05$) для всех сроков хранения. Количество дрожжей в «Бифитате» на протяжении всего хранения не превышало 10 КОЕ/см³, в кефире варьировало от 15 до 28 КОЕ/см³, что находится в пределах нормы (не более 50 КОЕ/см³), увеличение количества дрожжей в кефире к 12-м суткам было статистически значимым ($p < 0,05$). Плесени не обнаружены ни в одном образце. Бактерии группы кишечных палочек отсутствовали во всех пробах,

Микроскопия мазков, окрашенных по Граму (ГОСТ 9225-84), показала типичную для каждого продукта морфологию. В «Бифитате» наблюдались грамположительные палочки (прямые и слегка изогнутые), встречались единичные кокки и диплококки, палочки располагались в скоплениях и одиночно. В кефире дополнительно присутствовали дрожжевые клетки, а также цепочки кокков, что соответствует составу симбиотической закваски на кефирных грибах [3, р. 340].

Соблюдение температурного режима (4 ± 2 °C) обеспечивает стабильность биохимических и микробиологических показателей обоих продуктов в течение гарантированного срока годности. Применение ПЭТ-бутылок, обладающих низкой газопроницаемостью, способствует сохранности анаэробных бифидобактерий [8, с. 90]. Все контролируемые показатели на протяжении всего срока хранения находились в пределах нормативных требований. Проведённый статистический анализ подтвердил достоверность наблюдаемых изменений кислотности и численности микроорганизмов ($p < 0,05$), что позволяет считать полученные результаты надёжными и воспроизводимыми.

Список использованных источников

1. Шайдуллин, Р. Р. Биохимические основы производства кисломолочных продуктов / Р. Р. Шайдуллин, А. Ф. Гайнуллина, Л. Е. Алехина // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 12. – С. 110–114.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». – М. : Евразийская экономическая комиссия, 2013. – 78 с.
3. Kukhtyn, M. Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter / M. Kukhtyn, O. Vichko, O. Kravets [et al.] // Archivos Latinoamericanos de Nutrición. – 2018. – Vol. 68, No 4. – P. 336–343.
4. Вобликова, Т. В. Жизнеспособность иммобилизованной микрокапсулированием культуры *Bifidobacterium bifidum* в кисломолочном напитке и смоделированных желудочно-кишечных жидкостях / Т. В. Вобликова // Фундаментальная медицина. – 2024. – № 3. – С. 45–52.
5. Носкова, В. И. Динамика показателей хранимостепособности кисломолочных напитков с овощными наполнителями / В. И. Носкова, Е. Ю. Неронова // Пищевые технологии на современном этапе. – 2024. – № 2. – С. 198–207. – DOI: 10.52231/2225-4269_2024_2_198.
6. Dalevska, D. Changes in organoleptic, microbiological and biochemical properties of kefir with iodine addition during the storage / D. Dalevska, O. Pokotylo, M. Kukhtyn [et al.] // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2021. – Vol. 15. – P. 732–740.
7. Guclu, A. U. Quantitative Probiotic Analysis of Various Kefir Samples / A. U. Guclu, E. Yeşil, A. Altay Koçak [et al.] // Jordan Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 14, No 3. – P. 1–7.
8. Тимкин, В. А. Баромембранные процессы в молочной промышленности / В. А. Тимкин // Прочие сельскохозяйственные науки. – 2023. – № 2. – С. 88–95.