

Сорбиновая кислота: новые формы стабильной суспензии для сыроделия

Александр Альбертович Майоров¹, д-р. техн. наук, главный научный сотрудник

Ольга Николаевна Мусина², д-р техн. наук, главный научный сотрудник

Виталий Анагольевич Логинов³, канд. техн. наук, доцент

Наталья Михайловна Сурай³, канд. техн. наук, доцент

¹Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, отдел Сибирский НИИ сыроделия, г. Барнаул

²Центр комплексных исследований и экспертной оценки пищевой продукции «АлтайБиоЛакт», Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

³Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, г. Москва

Сорбиновая кислота и ее соли являются одним из самых распространенных консервантов пищевых продуктов, в том числе сыров. Однако, водные растворы сорбиновой кислоты малоэффективны в отношении воздействия на микроорганизмы. Соответственно, растворение сорбиновой кислоты в водной фазе продукта приводит к ослаблению или полной потере фунгистатического эффекта. В работе описан новый способ получения стабильной наносуспензии сорбиновой кислоты, основанный на различной растворимости сорбиновой кислоты в воде и в этиловом спирте. Наносуспензия, получаемая по запатентованной технологии, стабильная, гомогенная и с низкой вязкостью. Что позволяет применять ее в распылительных аппаратах для нанесения на поверхности и распыления в воздухе. Способ получения суспензии сорбиновой кислоты прост и может быть реализован в промышленных условиях.

Ключевые слова: сыроделие, сорбиновая кислота, консервирование, микробиологическая порча, стабильная суспензия, наносуспензия

Для цитирования: Сорбиновая кислота: новые формы стабильной суспензии для сыроделия / А. А. Майоров, О. Н. Мусина, В. А. Логинов, Н. М. Сурай // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 2. С. 64–67. <https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-1>

В мире одним из самых распространенных консервантов является сорбиновая кислота и ее соли – сорбаты кальция и калия. Применение сорбиновой кислоты для борьбы с нежелательной микрофлорой известно достаточно давно. Также сорбиновая кислота является фунгистатиком – останавливает развитие плесневых грибов. Вследствие физиологической безопасности и органолептической нейтральности сорбиновую кислоту часто предпочитают другим консервантам. Сорбиновая кислота, сорбаты калия и кальция разрешены для консервирования многих пищевых продуктов. Разрешенные максимальные количества, за некоторым исключением, составляют от 0,1 до 0,2 %.

Сорбиновая кислота представляет собой белые, слабо пахнущие, кисловатые на вкус моноклинные кристаллы. При комнатной температуре растворимость сорбиновой кислоты составляет не более 0,16 г на 100 г воды, причем температура воды практически не влияет на растворимость.

Действие сорбиновой кислоты многосторонне, в том числе она угнетает в клетках микроорганизмов различные ферменты. Из них особенно важны ферменты углеводного обмена – фосфопируватгидратаза и лактатдегидрогеназа [1, 2]. Кроме того, она воздействует на клеточные мембраны, разрушая их и вынуждая клетки микроорганизмов расходовать больше энергии^{1,2} [3, 4].

Поскольку сорбиновая кислота активно влияет на бактерии, дрожжи и плесневые грибы, участвующих в порче пищевых продуктов, ее активно используют в сыроделии, при этом применяются различные способы: – добавляют к сырной массе, собственно, сорбиновую кислоту или сорбат калия; – добавляют к рассолу сорбат калия; – используют для обсыпки сыра кристаллическую сорбиновую кислоту; – водным раствором сорбата калия обрабатывают сыр путем окунания, опрыскивания или обмывания;

¹Калинина, И. О. Оптимизация пробоподготовки молочных продуктов для определения сорбиновой, пропионовой и бензойной кислот с помощью ВЭЖХ / И. О. Калинина, И. Г. Соболева // Вестник научных конференций. 2022. № 5-2 (81). С. 41–43.

²Раманаускас, И.-Р. И. Технология и оборудование для производства натурального сыра: Учебник для вузов / И.-Р. И. Раманаускас, А. А. Майоров, О. Н. Мусина [и др.] – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 508 с.

– суспензией сорбата кальция обрабатывают созревающий твёрдый сыр;
– используют сорбиновую кислоту, сорбаты калия и кальция в фунгистатических упаковочных материалах и покрытиях.

Основной проблемой при этом является то, что водные растворы сорбиновой кислоты малоэффективны в отношении воздействия на микроорганизмы. Соответственно, растворение сорбиновой кислоты в водной фазе продукта приводит к ослаблению или полной потере фунгистатического эффекта.

Одним из самых распространенным способом применения сорбиновой кислоты для защиты сыров от плесневения является кратковременное погружение сыров в суспензию сорбиновой кислоты в растворе хлористого натрия (пищевая соль). При этом в насыщенный раствор хлористого натрия добавляют избыточное количество сорбиновой кислоты. Удельная плотность насыщенного раствора пищевой соли составляет 1,2 кг/л, удельный вес сорбиновой кислоты 1,2 кг/дм³. Это позволяет получать достаточно стойкую суспензию сорбиновой кислоты в растворе соли. В процессе погружения сыров в суспензию плотность раствора постепенно снижается, что приводит к выпадению кристаллов кислоты на дно сосуда и снижению эффективности обработки. Кроме того, при извлечении сыра из емкости, значительная часть кристаллов сорбиновой кислоты смывается, что также отрицательно сказывается на равномерности покрытия поверхности сыра. Поэтому такой способ обработки сыра требует непрерывного перемешивания суспензии и постоянного поддержания плотности раствора.

На практике случается, что для обработки поверхности сыров используют спиртовые растворы сорбиновой кислоты. Обработку делают с помощью тампонов, смоченных спиртовым раствором кислоты перед упаковкой в полимерные пакеты. Способ не регламентирован какой-либо документацией, является огнеопасным и применяется крайне редко.

Специалистами Сибирского научно-исследовательского института сыроделия проведены исследования, в результате которых разработан и запатентован инновационный способ получения стабильной наносуспензии сорбиновой кислоты: взвесь агломератов частиц размером около 100 нм в жидкости³. Способ основан на различной растворимости сорбиновой кислоты в воде и в этиловом спирте: растворимость сорбиновой кислоты в этиловом спирте значительно выше, чем в воде и дополнительно повышается с повышением температуры растворителя (см. табл.).

При разбавлении водой спиртового раствора сорбиновой кислоты происходит ее кристаллизация, при которой формируются мелкие кристаллы, образующие гомогенную суспензию, стойкую к оседанию. На рисунке 1 приведены фотографии исходных крупных кристаллов сорбиновой кислоты и высушенного препарата, полученного при смешивании 10 мл 15 % раствора сорбиновой кислоты в этиловом спирте с 120 мл воды.

Таблица
Зависимость растворимости сорбиновой кислоты от температуры, г/100мл

Растворитель	Температура, °С		
	25	50	75
Вода	0,15	0,48	1,29
Этанол	12,33	27,30	62,90

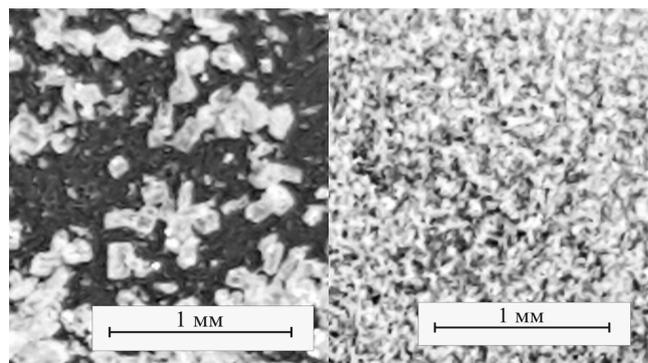


Рисунок 1. Сорбиновая кислота: а) исходные кристаллы сорбиновой кислоты; б) препарат суспензии

³Патент РФ № 2765193 «Способ приготовления антимикробного состава для сыров». Заявл. 26.12.2019; опубл. 31.01.2022 / Майоров А. А., Мусина О. Н., Сурай Н. М. [и др.]. – 7 с.

Добавление раствора сорбиновой кислоты в избыточное количество воды вызывает образование белой суспензии, сохраняющей свое состояние в течение длительного времени. Использование концентрированного раствора хлористого натрия (пищевой соли) с плотностью 1,2 г/мл вместо воды дополнительно увеличивает стабильность получаемой суспензии в 2–3 раза. Стабильность суспензии зависит от плотности растворителя (воды или раствора соли).

Проведены сравнительные опыты по осаждению суспензии сорбиновой кислоты в насыщенном растворе пищевой соли с концентрацией 26 % и суспензии, полученной добавлением 15 % раствора сорбиновой кислоты. Суспензию получали введением раствора сорбиновой кислоты в раствор пищевой соли с плотностью 1,2 г/мл. При этом осаждение кристаллов сорбиновой кислоты в первом варианте происходило в течение 25–30 минут,



Источник изображения: freerik.com

а наносуспензия, полученная добавлением спиртового раствора, сохраняла свою стабильность в течение 3–4 часов. По истечении 3 часов отстаивания в верхней части пробирки с суспензией наблюдалось незначительное осветление содержимого (рис. 2). Анализ структуры наносуспензии под микроскопом показал, что размеры микро-частиц находятся в диапазоне от 100 до 200 мкм.

Для дополнительного повышения дисперсности наносуспензии были предприняты попытки модификации способа: в интенсивно перемешиваемый раствор соли вводили спиртовой раствор сорбиновой кислоты тонкой струей через иглу шприца. Хотя это позволило предотвратить срашивание образующихся кристаллов и получить наносуспензию, более устойчивую к осаждению образовавшихся агломератов наночастиц, однако получение монослоя такой суспензии представляется нетривиальной задачей, которую авторам еще предстоит решить.

Также стоит отметить, что стойкость полученной наносуспензии можно дополнительно повысить с помощью структурообразователей (загустителей), использование которых разрешено для контакта с пищевыми продуктами, например, альгинат натрия, карбоксиметилцеллюлоза, каррагинан и т. д. Нанесение состава, дополнительно содержащего 0,5–2,0 % структурообразователя, позволяет более прочно фиксировать микрокристаллы сорбиновой кислоты на поверхности сыра.

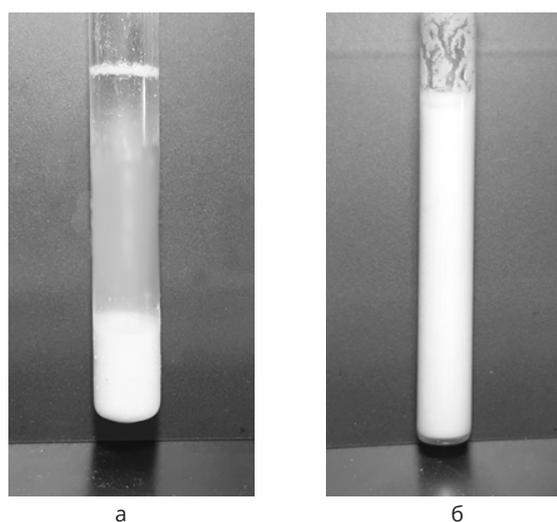


Рисунок 2. Оценка стойкости суспензий сорбиновой кислоты: а) суспензия сорбиновой кислоты (осаждение 30 мин), б) наносуспензия раствора сорбиновой кислоты в спирте (осаждение 3 ч)

Следует подчеркнуть, что получаемая по этой технологии наносuspension, получается не только стабильной, но и гомогенной, с низкой вязкостью, что позволяет ее применять в распылительных системах для нанесения на различные поверхности, а также для распыления в воздухе. Аппараты для такого нанесения фунгистатиков на поверхность сыров давно существуют, поэтому внедрение этой технологии в практику не должно вызвать затруднений.

Также следует отметить, что, учитывая различную растворимость сорбиновой кислоты в спирте, можно готовить спиртовые растворы с концентраций, значительно превышающей приведен-

ные примеры. Так, можно получить раствор сорбиновой кислоты с концентрацией более 60 % в этиловом спирте при температуре 75 °С. Кроме того, при промышленном производстве суспензии можно проводить отгонку спирта с использованием обычных систем перегонки, лучше с применением вакуумных устройств. Это позволит значительно сократить расход этилового спирта и снизить себестоимость получаемой суспензии.

Таким образом, патентованный способ получения стабильной суспензии сорбиновой кислоты весьма прост и может быть легко реализован не только в лабораторных, но и в промышленных условиях. ■

Sorbic Acid in Cheesemaking: New Forms of Stable Suspension

Alexander A. Mayorov¹, Olga N. Musina², Vitaly A. Loginov³, Natalia M. Suray³

¹Siberian Research Institute of Cheesemaking, Federal Altai Research Center for Agrobiotechnology, Barnaul

²Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

³Plekhanov Russian University of Economics, Moscow

Sorbic acid and its salts are one of the most common food preservatives worldwide, especially in the sphere of cheesemaking. Unfortunately, aqueous solutions of sorbic acid are ineffective against microorganisms. When sorbic acid dissolves in the aqueous phase of the product, it loses most of its fungistatic properties. This article offers a new method for stabilizing sorbic acid nanosuspension. The method is based on the fact that sorbic acid has different solubility in water and alcohol. The patented nanosuspension is stable, homogeneous, and low in viscosity. As a result, it can be sprayed on surfaces and in the air. The technology is simple enough to be implemented in industrial conditions.

Key words: cheesemaking, sorbic acid, preservation, microbiological spoilage, stable suspension, nanosuspension

Список литературы

1. **Феофилова, Е. П.** Видовой состав мицелиальных грибов, поражающих пищевые продукты / Е. П. Феофилова, Л. С. Кузнецова, Я. Э. Сергеева, Л. А. Галанина // Микробиология. 2009. Т. 78. № 1. С. 1–6. <https://www.elibrary.ru/jvldev>

2. **Богданова, Л. Л.** Изучение эффективности использования антимикробных и фунгицидных препаратов в сыроделии / Л. Л. Богданова, И. Б. Фролов // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2021. Т. 1. № 9. С. 77–82.

3. **Курилов, М. В.** Консерванты. Сорбиновая кислота. Содержание в винах / М. В. Курилов, Д. Э. Мусабилов, А. С. Фазлыева [и др.] // Эпоха науки. 2023. № 35. С. 36–38. <https://www.elibrary.ru/cncojg>

4. **Мусина, О. Н.** Процессы и оборудование в производстве натуральных сыров: монография / О. Н. Мусина, А. А. Майоров. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. – 176 с.