

Перспективы производства козьего молока распылительной сушки



Дмитрий Николаевич Володин, канд. техн. наук, директор ООО «ДМП»
Ирина Кирилловна Куликова, канд. техн. наук, доцент
Иван Алексеевич Евдокимов, д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий базовой кафедрой
Игорь Юрьевич Михайлов, аспирант
Северо-Кавказский федеральный университет

Высокая биологическая ценность и особенности состава и свойств козьего молока позволяют считать его уникальным сырьем, которое в настоящее время все более широко используется для создания целого спектра продуктов, оказывающих благотворное влияние на организм человека.

Компонентный состав козьего молока в целом близок к коровьему (табл. 1). Тем не менее имеется ряд существенных отличий, которые и делают козье молоко привлекательным сырьем для продуктов здорового питания. В частности, белковая фракция козьего молока в отличие от коровьего содержит меньшее количество α_{s1} -, α_{s2} - и γ -казеиновых фракций, а в сывороточных белках козьего молока доля α -лактальбумина выше. Считается, что при употреблении козьего молока низкий уровень α_{s1} -казеина и повышенный β -лактоглобулина способствуют образованию «мягкого» сгустка, что, в свою очередь, ускоряет переваривание белков пищеварительными ферментами [1]. Помимо этого низкое содержание основного аллергена — α_{s1} -казеина снижает в определенной мере аллергенный потенциал козьего молока [3].

Таблица 1
Усредненные показатели состава козьего, коровьего и женского молока [1, 2]

Показатель	Козье молоко	Коровье молоко	Женское молоко
Массовая доля общего белка, %	3,3	3,4	0,9
Массовая доля, % от общего белка:			
α_{s2} -казеина	16	27	4
α_{s1} -казеина	–	34	30
β -казеина	51	9	8
κ -казеина	8	16	–
β -лактоглобулина	17	16	–
α -лактальбумина	6	4	25
Массовая доля, %:			
лактозы	4,1	4,5	6,5
олигосахаридов	0,3	0,06	12
жира	3,5	3,0	3,4
Содержание кальция, мг/100 мл	121	87	26
Содержание фосфора, мг/100 мл	104	76	16
Содержание витамина А, МЕ/100 г	185,00	126,00	190,00
Содержание витамина D, МЕ/100 г	2,30	2,00	1,40
Содержание витамина В ₂ , мг/100 г	0,21	0,16	0,02
Содержание ниацина, мг/100 г	0,27	0,08	0,17

Массовая доля жира и содержание жирных кислот в козьем и коровьем молоке почти одинаковы. Однако в жире козьего молока преобладают коротко- и среднецепочечные жирные кислоты, а также жирные кислоты с разветвленной цепью, придающие характерный вкус. Более высокая диспергируемость жировых шариков козьего молока и наличие жирных кислот, всасывающихся без участия панкреатической липазы, в значительной степени облегчают усвоение козьего жира по сравнению с коровьим [4].

Углеводная фракция козьего молока помимо основного компонента — лактозы содержит олигосахара, состав которых более приближен к женскому молоку. Поэтому козье молоко часто позиционируется как естественный источник олигосахаридов для детских сухих смесей — заменителей грудного молока [5].

Хотя козье молоко считается хорошим источником некоторых витаминов (табл. 1), при производстве специализированных продуктов на основе козьего молока проводят их дополнительное обогащение витаминными премиксами. Содержание кальция, фосфора, калия, магния, марганца и селена в козьем молоке выше, чем в коровьем. Уровень других минералов сопоставим с коровьим, но считается, что минеральные вещества козьего молока обладают лучшей биодоступностью [6].

Ассортимент продуктов, вырабатываемых из козьего молока в России, представлен, главным образом, пастеризованным и стерилизованным молоком, сырами, творогом и кисломолочными напитками. При этом в общей структуре потребления продукции из козьего молока сыры составляют более 40 %. Сегмент сухих продуктов на основе козьего молока в России незначителен. Хотя на мировом рынке его развитие довольно интенсивно [7]. В первую очередь это обусловлено все более широким использованием козьего молока в рецептурах смесей для детского питания, особенно в сегменте стартовых адаптированных смесей заменителей женского молока (Infant & Follow on), предназначенных для питания детей с рождения до 6 мес или до года [7].

Как самостоятельный продукт (табл. 2) сухое цельное и сухое обезжиренное козье молоко производятся во многих странах Европы, Новой Зеландии, Австралии и США. Продукт активно продвигается на розничном рынке как альтернативный коровьему молоку. С другой стороны, как и в случае с коровьим молоком, выработка сухого козьего молока также обоснована необходимостью переработки сырья на молокоемкую продукцию, которая имеет длительный срок хранения и может быть использована в период межсезонья при производстве детского питания, сыров, мороженого, кисломолочных продуктов и т. д.

Технологический процесс выработки сухого козьего молока включает операции приемки, резервирования сы-

Таблица 2
Пример спецификации сухого цельного и обезжиренного козьего молока

Показатель	Молоко козье цельное сухое, medium heat (СВМ, Нидерланды)	Молоко козье обезжиренное сухое (СВМ, Нидерланды)*
Массовая доля белка в СВ, %	26,0*	38,0*
Массовая доля жира, %	31,0*	1,5*
Массовая доля лактозы, %	35,0*	46,0*
Массовая доля золы, %	6,0*	9,0*
Массовая доля влаги, %, не более	5,0	5,0
Индекс растворимости, мл, не менее	0,1	0,1
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	10000	10000

*Усредненный типовой состав

рья, его механической и тепловой обработки, сгущения, сушки и упаковки готового продукта.

Поскольку качество готового продукта в первую очередь определяется качеством используемого сырья, для производства сухого козьего молока используется свежее молоко без посторонних привкусов и запахов, не имеющее значительных отклонений от среднего состава и свойств. По аналогии с коровьим молоком козье молоко также нормализуется до требуемого содержания жира (26–40 % в сухом веществе для цельного молока и не более 1,5 % для обезжиренного) путем сепарирования, затем направляется на пастеризацию. При необходимости повышения микробиологических показателей готового продукта возможна интеграция в линию оборудования для удаления микроорганизмов методом бактофугирования либо микрофльтрации.

Режимы пастеризации оказывают значительное влияние на функциональные свойства сухого молока в целом, поэтому комбинации температуры и времени тепловой обработки могут широко варьироваться. Как правило, используется высокотемпературный режим: 85–90 °С с выдержкой 20–30 с. При необходимости снижения степени денатурации сывороточных белков, которая контролируется WPNI индексом (Whey Protein Nitrogen Index), могут использоваться более мягкие режимы пастеризации. Поскольку функциональные свойства (растворимость, гелеобразование, эмульгирование) нативных и денатурированных сывороточных белков отличаются, то и направления использования сухого молока с различной степенью денатурации сывороточных белков, в том числе козьего, также различны.

После пастеризации нормализованная смесь или обезжиренное молоко сгущается до массовой доли сухих веществ 48–50 % на вакуум-выпарных аппаратах с падающей пленкой, в которых используют однократный проход концентрируемого сырья через греющую поверхность, что существенно сокращает время теплового воздействия на компоненты сырья и способствует получению продукта высокого качества [8].

Сгущенный продукт с температурой ниже температуры кипения (50–60 °С) подается на распылительные сушильные установки. При производстве цельного молока сгущенный продукт предварительно гомогенизируется. Для сушки, как правило, используется двухстадийная распыли-

тельная сушилка. Сгущенный продукт подается на распылительное устройство (форсунку или диск) сушильной камеры, распыляется в сушильной среде и высушивается до влажности 6–8 %. Досушка продукта происходит на второй ступени в статическом псевдооживленном слое интегрированного виброфлюидного дна. Сухой продукт из сушилки направляется в бункеры хранения и на фасовку.

Тепловые режимы распылительной сушки малоинвазивны: из-за быстрого нагрева и охлаждения за счет испарения внутренняя температура частиц продукта обычно не превышает 60 °С, т. е. сушка не оказывает критического влияния на функциональные свойства готового продукта. При необходимости создания быстрорастворимого молока может предусматриваться агломерация — процесс создания небольших скоплений частиц, которые обеспечивают повышенную пористость и сокращают время диспергирования продукта в жидкостях.

Таким образом, сухое козье молоко рассматривается как перспективный продукт, который может позиционироваться самостоятельно в сегменте продуктов здорового питания, а также использоваться в качестве ингредиента при выработке продуктов на основе козьего молока.

ООО «ДМП» совместно с компанией «Вздохторг» может предложить практическую реализацию линии с учетом опыта, накопленного при внедрении современных высокоэффективных технологий получения сухих ингредиентов из молочного сырья, в том числе сухого козьего молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ullrey, D.E., Baer, C.K., & Pond, W.G.** (Eds.). (2011). *Encyclopedia of Animal Science - (Two-Volume Set) (2nd ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1081/E-EAS>
2. **Sonu, K.S.** *Compositional and therapeutic signatures of goat milk: A review/ K.S.Sonu, H.N.Basavaprabhu// International Journal of Chemical Studies*. 2020. V. 8(2). P. 1013–1019.
3. **Muñoz-Salinas, F.** *Comparative Analysis of the Protein Composition of Goat Milk from French Alpine, Nubian, and Creole Breeds and Holstein Friesian Cow Milk: Implications for Early Infant Nutrition/ F.Muñoz-Salinas [et al.]// Animals*. 2022. V. 12. P. 2236. <https://doi.org/10.3390/ani12172236>
4. **Симоненко, С.В.** *Козье молоко как сырье для детского питания/ С.В.Симоненко [и др.]// Переработка молока*. 2018. № 12. С. 32–34.
5. **Nayik, G.A.** *Nutritional Profile, Processing and Potential Products: A Comparative Review of Goat Milk/ G.A.Nayik [et al.]// Dairy*. 2022. V. 3(3). P. 622–647. <https://doi.org/10.3390/dairy3030044>
6. **Teixeira, J.L.** *Effect of processing on the bioaccessibility of essential minerals in goat and cow milk and dairy products assessed by different static in vitro digestion models/ J.L.Teixeira [et al.]// Food Chem*. 2022. Apr 16;374:131739. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131739. Epub 2021 Dec 1. PMID: 34875438.
7. **The Worldwide Goat Milk Products Industry is Anticipated to Reach \$17.9 Billion by 2030.** Source: Research and Markets, <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/03/30/2412630/28124/en/The-Worldwide-Goat-Milk-Products-Industry-is-Anticipated-to-Reach-17-9-Billion-by-2030.html>
8. **Володин, Д.Н.** *Современное оборудование для сгущения молочного сырья/ Д.Н.Володин [и др.]// Молочная промышленность*. 2018. № 10. С. 11–13.