

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ СУХОГО МОЛОКА

Денисова К.А., Волынская Е.Л.

**Могилёвский государственный университет продовольствия
г. Могилёв, Беларусь**

Молочная промышленность одна из передовых отраслей перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса. Наличие в молочных продуктах таких веществ как белки, жиры, углеводы и витамины обуславливают их высокую биологическую ценность.

Развитию молочной промышленности уделяется большое внимание. На предприятиях отрасли увеличивается ассортимент, улучшаются вкусовые качества и свойства продукта.

Технологические процессы в молочной промышленности характеризуются высокой интенсивностью и сложностью. Сырье для производства сухого молока и молочных продуктов имеет нестабильные качественные и количественные характеристики, что требует контроля и управления параметрами технологического процесса в режиме реального времени. Оно должно быть термоустойчивым, а также иметь невысокую микробиологическую обсемененность. При подборе молока для консервов необходимо учитывать его химический состав и свойства. Массовая доля воды в молоке должна составлять 87,5 %, жира – 4,0. Кроме того, следует учитывать содержание сывороточных белков, которые понижают термостойкость. По этой причине считается непригодным для выработки консервов молозиво и стародойное молоко. Более пригодно молоко с меньшими размерами жировых шариков и мицелл казеина, так как в таком молоке замедляется отстаивание белково-жирового слоя при хранении. Таким образом, пригодность сырья устанавливают по результатам физико-химических и бактериологических анализов.

В зависимости от характера физико-химических изменений составных частей молока в процессе изготовления и хранения в продуктах могут появляться те или иные пороки. Пониженная растворимость сухих молочных продуктов наблюдается при сильной денатурации сывороточных белков в процессе сушки. Порок также возникает при хранении продукта с увеличенным содержанием свободного жира, который переходит на поверхность сухих частиц и снижает смачиваемость. Выделению свободного жира способствует повышенное содержание влаги в продукте (более 7 %). Влага вызывает кристаллизацию лактозы с одновременной дестабилизацией жира. Повышенная влажность сухих молочных продуктов, а также хранение в негерметической упаковке приводят к уменьшению растворимости за счет денатурации белков и образования плохо растворимых меланоидинов. Белки денатурируют при наличии в продуктах свободной влаги (связанная влага не изменяет коллоидных свойств белка). В связи с этим содержание влаги в сухом молоке не должно превышать 4–5%.

Потемнение молочных консервов возникает при образовании большого количества меланоидинов в результате реакции между аминокетонами белков и альдегидной группой лактозы и глюкозы. Порок образуется в результате длительного хранения сухих молочных продуктов в негерметической таре (в условиях повышенной влажности). Образование меланоидинов в сухом молоке сопровождается потемнением

продукта, появлением неприятных специфических привкуса и запаха и понижением растворимости. Для предупреждения потемнения сухого молока необходимо соблюдать требования по содержанию влаги (4-5%) и герметичности упаковки. Прогорклый вкус обусловлен гидролизом жира под действием оставшейся после пастеризации липазы. Встречается в сухих молочных продуктах распылительной сушки.

Схема сушильной установки представлена на рисунке 1.

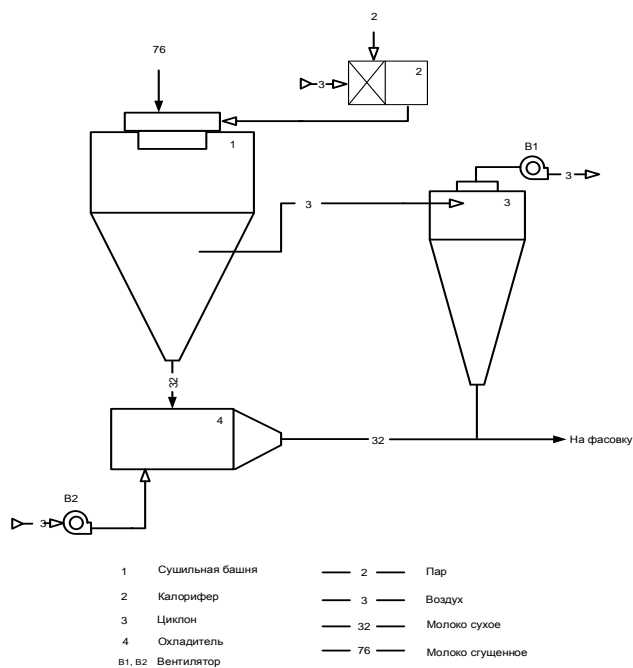


Рисунок 1 – Схема сушильной установки

Таким образом можно выделить основную проблему, встречающуюся в производстве сухого молока это нарушение температурного режима сушки, которое приводит к перегоранию частиц, сильному обезвоживанию и, как следствие, к необратимым изменениям белков молока, снижению растворимости и окислению молочного жира за счет увеличения содержания свободного жира. Так же влажность продукта не соответствует норме, что приводит к ускорению реакции окисления и образования меланоидинов.

При решении ряда задач, связанных с проектированием, подготовкой и функционированием технологических процессов прибегают к их моделированию. Модель играет активную роль в исследовании технологического процесса: с ее помощью можно с минимальными затратами и в сжатые сроки определять различные характеристики технологического процесса, такие как затраты энергии, расход сырья и выход готового продукта, показатели качества этого продукта.

При разработке автоматизированной системы управления процессом сушки молока в сушильных установках необходимо обеспечить заданную влажность продукта и производительность установки. В процессе производства сухих молочных продуктов значения параметров технологического процесса могут изменяться, вызывая отклонения от нормального режима. В связи с этим актуальным является разработка модели и автоматического управления процессом получения сухого молока, которая обеспечит повышение качества готовой продукции и ее конкурентоспособность.