

УДК (637.145+547.455.623+547.477).047.1

Определение параметров сушки пищевых кристаллических материалов

В. В. МАНК д-р хим. наук, **В. А. МИХАЙЛИК** канд. техн. наук, Институт техн. теплофизики АН УССР,
Л. А. ОРЛОВ канд. техн. наук, **А. М. ЛИТВИНЕНКО**, Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

Наличие нескольких форм связи влаги в пищевых кристаллических материалах обусловлено их структурой, технологией получения и подготовкой к тепловой обработке: кристаллизация из растворов, промывка кристаллов и отделение влаги в центрифугах. Расчет и выбор оптимальных параметров процесса сушки этих материалов связан с удалением свободной влаги. При этом не допускается удаление кристаллизационной воды, так как это приводит к ухудшению качества готового продукта.

Целью настоящей работы является совершенствование методов количественной оценки содержания влаги, находящейся в различных формах связи с пищевыми кристаллическими материалами и установление температурных пределов ее

удаления. В качестве объектов исследования выбраны лимонная кислота, рафинированная лактоза и глюкоза. Эти продукты относятся к классу монокристаллогидратов. Образцы для исследования отбирались в производственных условиях непосредственно перед поступлением их в сушильный аппарат.

Для изучения процессов дегидратации кристаллических продуктов использованы гравиметрические методы анализа: высушивание в сушильном шкафу и термогравиметрия [1, 2].

Общее содержание влаги в образцах определяли высушиванием их до постоянной массы в сушильном шкафу при атмосферном давлении и температуре $105 \pm 3^\circ\text{C}$. Термогравиметрический анализ (ТГА) исследуемых продуктов проводили

на дериватографе марки Q-1000. Навеску изменяли от 280 до 345 мг в зависимости от плотности продукта, скорость нагрева поддерживали постоянной: 0,6 °С/мин для лимонной кислоты и глюкозы при чувствительности весов 50 мг и 1,25 °С/мин — для лактозы при чувствительности весов 100 мг. Полученные результаты представлены в таблице.

Характерной особенностью кривых дегидратации (рис. 1) является быстрое удаление влаги в начальный период сушки, которое затем замедляется. Так, основная масса влаги из глюкозы удаляется в первые 20 мин, а затем в течение 100 мин наблюдается незначительное изменение массы образца до постоянного влагосодержания. Время достижения условий равновесия при сушке лактозы в 2 раза меньше.

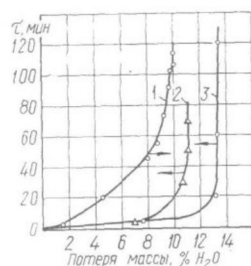


Рис. 1.

Рис. 1. Кривые дегидратации при 105 °С:

1 — лимонной кислоты; 2 — лактозы; 3 — глюкозы.

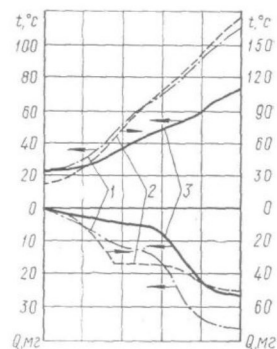


Рис. 2.

Рис. 2. Термогравитометрия:

1 — глюкозы; 2 — лактозы; 3 — лимонной кислоты.

Образец	Расчитанное содержание кристаллизационной воды, %	Массовое содержание влаги, %			
		общей	свободной	свободной	кристаллизационной
Лактоза	5,0	16,2	11,2	10,5	4,76
Глюкоза	9,09	13,7	4,61	4,44	8,58
Лимонная кислота	8,57	9,98	1,41	1,3	8,4

В отличие от глюкозы и лактозы, лимонная кислота значительно медленнее теряет воду и условия равновесия достигаются в течение 26—27 ч сушки, при этом кривая дегидратации не является монотонной, как при обезвоживании глюкозы и лактозы. Тем не менее, из полученных кривых дегидратации, обычно используемых для анализа процесса сушки дисперсных материалов, невозможно получить достоверные данные о наличии различных форм связи влаги и о количественном содержании каждой из них в исследуемых материалах. Поэтому можно полагать, что разность между общим содержанием влаги в продукте и кристаллизационной водой следует отнести к свободной влаге.

Более эффективным является метод термогравиметрии. Применяя малую скорость повышения температуры (≤ 1 °С/мин), процесс сушки мелкодисперсных материалов можно вести в режиме, близком к равновесному состоянию при каждой данной температуре. При этом кривые сушки пищевых кристаллических материалов разделяются на отдельные участки, характеризующиеся разной энергией связи влаги с материалом.

Как видно из рис. 2, обезвоживание образцов начинается уже при комнатных температурах и заканчивается для лимонной кислоты, глюкозы и лактозы соответственно при 43, 55 и 69 °С. По-видимому, на начальном этапе обезвоживания происходит удаление влаги, которая слабо связана с поверхностью материала. Ее обычно называют

свободной. Свидетельством этого предположения является то, что количество свободной влаги по данным ТГА близко к ее содержанию, рассчитанному по результатам высушивания в сушильном шкафу (см. таблицу). После удаления свободной влаги в некотором диапазоне температур потери массы образцов не наблюдается, а затем начинается удаление кристаллизационной воды. Из глюкозы и лактозы она удаляется в интервале температур соответственно 63—110 и 110—173 °С. Для лимонной кислоты характер кривой разложения кристаллогидрата является более сложным и протекает в три стадии в интервале температур 47—146 °С. Можно предположить, что разложение лимонной кислоты происходит с образованием промежуточных кристаллогидратов нестехиометрического состава.

Анализ термогравиметрических кривых дегидратации пищевых кристаллических материалов показал, что при высушивании лимонной кислоты и глюкозы при температуре 105 °С происходит удаление свободной и кристаллизационной воды, тогда как при высушивании лактозы в аналогичных условиях кристаллизационная вода еще не удаляется. Это согласуется с результатами работы [3].

Таким образом, метод ТГА позволил определить температурные границы удаления свободной и кристаллизационной воды из лимонной кислоты, рафинированной лактозы и глюкозы, оценить ее содержание, что дает возможность устанавливать оптимальные параметры процесса сушки этих продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митчелл Дж., Смит Д. Акватметрия: Пер. с англ./Под ред. Ф. Б. Шермана — М.: Химия, 1980. — С. 69, 157.
2. Берг Л. Г. Введение в термографию. — М.: Наука, 1960. — 294 с.
3. Tate F. G. H. and L. A. Warren. Analyst. — 1937. — 61. — 362 p.