

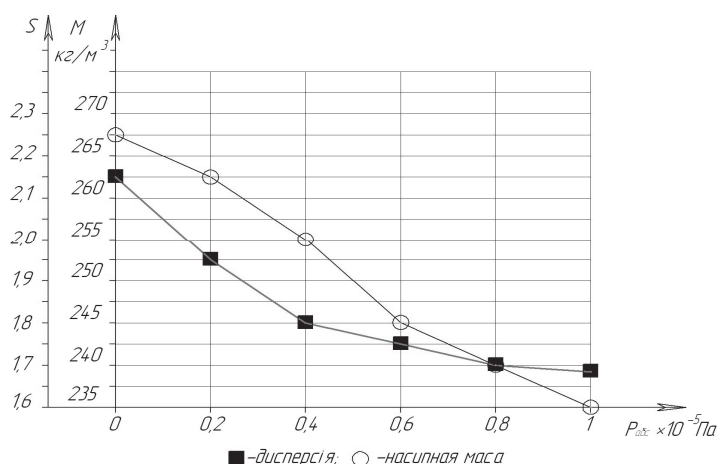


Рис 2 – Вплив тиску повітря на дисперсію та насипну масу

Література

1. Богомолов Н. В., Назаренко В. А., Гальперин Г. Л., Петько В. Ф. Исследование операции вакуумного дозирования муки. //Основные задачи теории конструирования и исследования упаковочных автоматов – Каунас: Каунасский политехнический институт им. Снечкус, 1972 - С. 94 - 98..
2. Данене В. А. Исследование порционного дозирования пищевых концентратов объемным дозатором с вибрирующими элементами мерных емкостей, имеющих полимерное покрытие: Автореферат дис...канд. техн. наук.: 05. 02. 14 / Каунасский политехнический ин-т им. А. Снечкус. - Каунас, 1975. - 22 с.
3. Прозоровский В.В. Современные объемные дозаторы сыпучих материалов и системы управления ими. - М.: Легпищемаш, 1983. - 31с.
4. Патент 7636 (UA) Спосіб порційного дозування сипучих тіл./ Заплетніков І.М., Владіміров С.В. - Опубл. в Бюл. №7, 15.07.2005
5. Патент 8045 (UA) Пристрій для порційного дозування сипучих тіл./ Заплетніков І.М., Владіміров С.В. - Опубл. в Бюл. №7, 15.07.2005

УДК 66.047.1:663.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «ЛАКТИН-К» НА СИСТЕМЕ «КАПЛЯ – ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПАРОВАЯ СРЕДА»

Переяславцева Е.А., канд. техн. наук
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

Экспериментально исследована кинетика обезвоживания единичных капель биомассы клеток и биосуспензии («биомасса + защитная среда») бактериального препарата «Лактин-К». Установлено, что введение компонентов защитной среды меняет характер термограмм процесса: способствует исчезновению периода кипения и снижению темпа нагрева капли в сушильной стадии, что позволяет проводить процесс распылительной сушки при повышенных температурах теплоносителя

The kinetics of dehydration of single drops of cells' biomass and biosuspension ("biomass + protective medium") of "Лактин-К" bacterial preparation has been experimentally studied. It has been established that the input of protective medium components changes the nature of the thermogram of the process, specifically facilitates the disappearance of the boiling period and favors the reduction of drop's heating speed in the drying stage, which in its turn allows to fulfill spray drying process at elevated temperatures of the heat carrier when entering the drying chamber.

Ключевые слова: биомасса, биосуспензия, кинетика, распылительная сушка, тепломассообмен, температурные режимы.

Биологически активные препараты на основе микроорганизмов имеют широкие перспективы использования. Ассортимент такой продукции особенно для здравоохранения, ветеринарии, пищевой промышленности и сельского хозяйства постоянно расширяется.

Наиболее приемлемой формой бакпрепаратов является порошкообразная форма, которая обеспечивает более длительный срок хранения, удобна при транспортировке, дозировке и применении.

Существуют различные методы сушки бакпрепаратов, но многими специалистами приоритет отдается сублимационной сушке, так как она проходит при низких температурах, что важно для таких продуктов. Однако процесс такой сушки является энерго- и трудоёмким, длительным и периодичным, а, следовательно, дорогостоящим. Поэтому для целого ряда продуктов, как например, препарат «Лактин-К», интерес представляет распылительный способ.

Исследуемый препарат, характеристика которого представлена в табл.1, используется в ветеринарии для лечения и профилактики болезней сельскохозяйственных животных и птиц.

Таблица 1 – Характеристика препарата «Лактин-К»

Наименование	Показатель
Культура бактерий биомассы (БМ)	Lactobacterium salivarius, Lactobacterium fermentum, Enterococcus faecium.
Содержание сухих веществ (СВ) биомассы, (Собм), %	10,0
Защитная среда (ЗС)	сухое обезжиренное молоко (СОМ) и сахар
Массовое соотношение компонентов биосуспензии, %	БМ : СОМ : Сахар 45 : 28 : 27
Содержание СВ биосуспензии, (Со), %	17,3
pH	5,5...6,0

Жидкий бактериальный препарат представляет собой сложную, высоковлажную, многокомпонентную систему, состоящую из живых клеток бактерий, их метаболитов, остатков питательной среды, компонентов защитной среды (ЗС) и содержит значительное количество различных полисахаридов, биополимеров и кислот. Поэтому, изучение кинетики их обезвоживания является одним из важных этапов в комплексе исследований процесса распылительной сушки, выбора оптимальных параметров сушки и разработки технологических схем.

В Институте технической теплофизики НАН Украины разработаны и созданы лабораторные установки для исследования кинетики процесса термического обезвоживания с целью выявления степени влияния внутренних процессов тепловлагопереноса в единичной капле (частице) на интенсивность и длительность обезвоживания [1].

Экспериментальные исследования кинетики процесса обезвоживания подвешенных на термопаре единичных капель бактериального препарата «Лактин-К» проводили на стенде в потоке теплоносителя [1], скорость которого составляла 0,5 м/с. Температура газового теплоносителя (воздуха) изменялась в диапазоне 70...160 °С. Начальный диаметр подвешенных на термопаре капель составлял $\delta \approx 1,3...1,5$ мм.

Для более глубокого изучения влияния компонентов защитной среды на изменение кинетических закономерностей, исследования проводились как с биомассой клеток (основой препарата), так и с биосуспензией, представляющей собой систему «биомасса + ЗС».

Термограммы процесса испарения и сушки одиночных капель биомассы ($Co=10,0$ %) при низкотемпературном обезвоживании ($T_g < T_{кип}$) имеют 3 периода (рис. 1, а):

I — период прогревания;

II — период испарения влаги со свободной поверхности, который протекает при температуре близкой к температуре мокрого термометра ($T_k \approx T_{м.т.}$);

III — период коркообразования ($\kappa p1 - \kappa p2$) в котором интегральная температура капли (T_k) резко повышается за счет образования на поверхности капли слоя растворенных веществ, который лимитирует массоперенос и часть тепла используется на нагрев капли. Заключительный период протекает при повышении температуры до $T_{к,г}=T_g$.

Анализ термограмм, полученных при условии $T_g > T_{кип}$, показал отличие, которое состоит в наличии 5-ти периодов обезвоживания (рис. 1 б, в). Такой характер $T_k=f(\tau)$ обусловлен влиянием большей интенсивности нагрева и образованием достаточно плотной структуры частицы в III периоде, что существенно лимитирует интенсивность влагоотдачи. Под коркой жидкая биомасса имеет еще достаточно высокое влагосодержание. Темп нагрева капли в III периоде (рис. 1 б, в) тоже достаточно резкий, так как плотная корка не позволяет влаге испаряться. Однако высокое влагосодержание совместно с высокой температурой являются губительными для клетки.

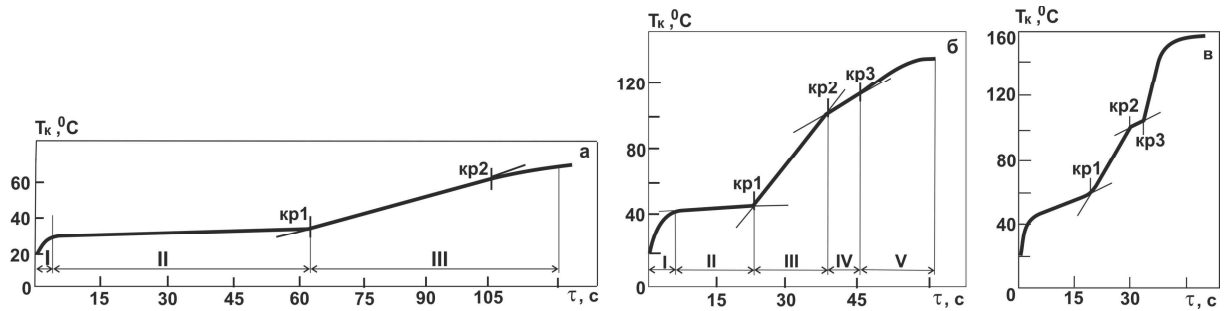


Рис. 1 – Термограммы обезвоживания единичных капель биомассы препарата «Лактин-К», ($C_o=10,0\%$), на стенде в потоке теплоносителя $v\tau=0,5\text{м/с}$, T_g : а) 70°C ; б) 140°C ; в) 160°C

Такие условия обезвоживания приводят к появлению, так называемого, периода кипения (IV) т.е. $T_k \approx T_{\text{кип}}$, что может оказывать нежелательное термическое воздействие на клетки и быть причиной изменения структурно-механических характеристик частицы. Конечный размер частицы меньше начального ($\delta_k < \delta_o$), а значит капля (частица) в этом периоде не образует раздутую частицу. Заключительный период (V) протекает при повышении температуры частицы до температуры теплоносителя $T_k = T_g$.

На этом же стенде было исследовано влияние на кинетические характеристики обезвоживания введения в биомассу компонентов защитной среды (COM+сахар). Начальная концентрация СВ биосуспензии составила $C_o=17,3\%$.

Из рис.2 видно, что при $T_g = 120 \dots 160^\circ\text{C}$ термограммы (1, 2) показали наличие 3-х периодов обезвоживания как при низкотемпературном обезвоживании капель биомассы (рис. 1 а). Однако, в периоде испарения температура капли до точки кр1 растет значительно быстрее (табл. 2).

Наличие компонентов ЗС, в той или иной степени, повышает концентрацию растворенных веществ в поверхностном слое капли, что и определяет выявленный характер изменения ее температуры. Значение $T_{\text{кр1}}$ биосуспензии составляет $50 \dots 60^\circ\text{C}$, однако такое повышение температуры не влияет на жизнеспособность клеток [2].

Значение темпа нагрева капли в периоде коркообразования ($dT_{\text{ккорк}}/dt$) характеризует структуру корки капли (частицы), которая зависит от физико-химических свойств продукта и его дисперсности. Значение темпа нагрева капли в периоде коркообразования ($dT_{\text{ккорк}}/dt$) характеризует структуру корки капли (частицы), которая зависит от физико-химических свойств продукта и его дисперсности. Сравнительная $dT_{\text{ккорк}}/dt$ (табл. 2) для капель биомассы и биосуспензии необходимо отметить:

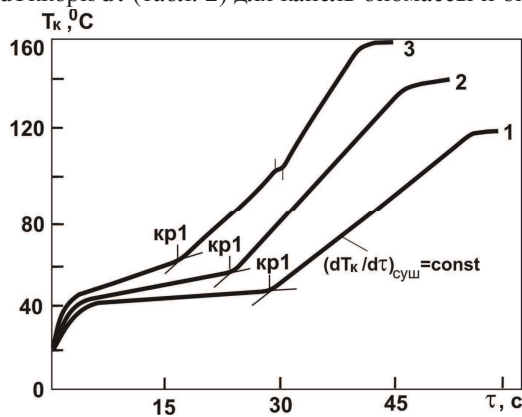


Рис. 2 – Термограммы обезвоживания единичных капель биосуспензии препарата „Лактин-К” ($C_o=17,3\%$), с компонентами ЗС (COM+сахар) на стенде в потоке теплоносителя $v\tau=0,5\text{м/с}$, T_g : 1- 120°C ; 2- 140°C ; 3- 160°C

для диапазона $T_g=120 \dots 160^\circ\text{C}$ темп нагрева капель биосуспензии (рис.2) ниже ($2,5 \dots 3,0, 0\text{C/с}$), чем при обезвоживании капель биомассы (рис. 1 б, в) ($3,5 \dots 4,0 0\text{C/с}$), что и определяет защитную функцию вводимых компонентов ЗС.

Кроме того, компоненты ЗС в процессе обезвоживания способствуют образованию на поверхности капли более пористой структуры корки (отличной от структуры корки при обезвоживании капли биомассы), которая не лимитирует диффузию влаги к поверхности испаряющейся капли (частицы). Это способствует исчезновению периода кипения в процессе обезвоживания при температурах $T_g=120 \dots 140^\circ\text{C}$, что положительно влияет на качественные характеристики конечного продукта.

**Таблица 2 – Кинетические характеристики обезвоживания
единичных капель биомассы и биосуспензии препарата «Лактин-К»**

$T_r, ^\circ\text{C}$	продукт	тобщ, с	$\frac{\tau_{\text{кип}}}{\tau_{\text{обиц}}}$	$T_{\text{кр1}}, ^\circ\text{C}$	$\frac{dT_{\text{кр}}^{\text{корк}}}{d\tau}, ^\circ\text{C/с}$	$\delta_0, \text{мм}$	$\delta_{\text{кон}}, \text{мм}$
70	биомасса	120	-	32	0,65	1,5	0,6
120	биосуспензия	56	-	50	2,5	1,5	0,8
140	биомасса	62	0,1	47	3,5	1,3	0,5
	биосуспензия	50	-	60	3,0	1,5	0,75
160	биомасса	50	0,06	62	4,0	1,3	0,5
	биосуспензия	43	0,01	64	3,0	1,55	0,85

В процессе обезвоживания капли биосуспензии при $T_r = 160^\circ\text{C}$, под влиянием большей интенсивности нагрева, на термограмме наблюдается некоторый изгиб кривой (рис. 2, кривая 3), который трудно определить как период кипения т.к. длительность его мала. На наш взгляд учитывая, что в распылительной камере диспергированная биосуспензия будет иметь размер, на порядок меньше исследуемых капель и температура теплоносителя будет уменьшаться, вероятность появления периода кипения мала. Поэтому, при обезвоживании биосуспензии препарата «Лактин-К», в условиях распылительной камеры можно рекомендовать температуру теплоносителя на входе в камеру равной 160°C .

Выводы

Проведенный комплекс экспериментальных исследований позволил определить особенности процесса обезвоживания единичных капель бакпрепарата «Лактин-К», оценить термическое влияние и структурные изменения, происходящие в капле (частице) на каждой стадии процесса сушки. На основе экспериментально полученных термограмм установлено, что введение компонентов защитной среды приводит к изменению кинетических характеристик: исчезновению периода кипения (нежелательного для термолабильных продуктов) и снижению темпа нагрева капли (частицы) ~ в 1,3 раза, что позволяет для данного препарата рекомендовать проведение процесса распылительной сушки при повышенных температурах теплоносителя на входе в сушилку.

Литература

1. Долинский А.А. Кинетика и технология сушки распылением / А.А. Долинский, К.Д. Малецкая, В.В. Шморгун. – Киев: Наук. думка, 1987. – 224 с.
2. Нежута А.А. Теоретические и практические основы технологии высушивания биопрепаратов / А.А. Нежута, А.Я. Токарик, А.А. Самуйленко. - Курск: гос. сельскохозяй. Академия, 2002. - 118 с.

УДК 532.528:637.13

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ НА МОЛОЧНЫЕ БЕЛКИ

Недбайло А.Е., м.н.с.

Институт технической теплофизики НАН Украины, г.Киев

В статье рассмотрены механизмы воздействия эффектов гидродинамической кавитации на белковую систему молока в технологии термовакуумной обработки жидкостей. При рассмотрении увеличения термоустойчивости молока в условиях кавитации учитывалось прямое воздействие термогидродинамических эффектов процесса на белковые структуры, а также изменение свойств дисперсионной среды, что также обуславливает состояние коллоидной системы.

The paper deals with influence effects of hydrodynamic cavitation on protein system of milk in thermovacuum technology of processing of liquids. The direct influence of thermo- hydro- dynamical effects of process on protein structures and properties changes of the dispersion environment, which stipulate its state have been studied.

Ключевые слова: гидродинамической кавитация, термовакуумная обработка, белковая структура, дисперсионная среды, коллоидной системы.