

УДК 637.146.33.04

*О. Г. СОТЧЕНКО*

## **ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

*УП «БЕЛНИКТИММП» НАН Беларуси*

Важным и обязательным компонентом для производства ферментированных молочных продуктов являются бактериальные концентраты, которые представляют собой специально подобранные и подготовленные комбинации молочнокислых бактерий [1]. Наибольшее применение для их производства нашел метод сублимационного (лиофильного) высушивания бактериальной массы, так как он позволяет добиться высокого содержания жизнеспособных микроорганизмов и хорошей их выживаемости при хранении, кроме того, сухие бактериальные концентраты удобны для транспортировки на предприятия молочной отрасли.

Сублимационная сушка молочнокислых микроорганизмов осуществляется при первоначальном замораживании бактериальной массы до температуры  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , так как при этой температуре около 96% влаги находится в твердом агрегатном состоянии [2]. Однако, исходя из материалов научно-технической литературы [3, 4], более высокой выживаемости микроорганизмов можно добиться при мгновенном замораживании в среде жидкого азота при температуре  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При сверхбыстром охлаждении вода не успевает выйти из клетки, что уменьшает ее обезвоживание, структура льда становится более мелкокристаллическая, уменьшается время действия гиперконцентрированных растворов солей. Повреждения, вызванные воздействием мелких кристаллов льда, не вызывают гибели клетки [5].

Для увеличения выживаемости микроорганизмов при замораживании используют защитные среды, содержащие криопротекторы, т. е. вещества, обладающие способностью предупреждать развитие криоповреждений биообъектов и обеспечивать их сохранность в жизнеспособном состоянии после замораживания. В качестве криопротекторов используют: углеводы (глюкоза, фруктоза, лактоза, сахароза и др.), белки (альбумин, желатина), аминокислоты (аланин, валин, глицин и др.), полимеры (декстран), неорганические соли ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  и др.) Криопротекторными свойствами обладают также сухое обезжиренное молоко, пептон, сыворотка и другие вещества [5].

При сушке замороженной биомассы происходит целый комплекс явлений, которые влияют на выживаемость микроорганизмов. Необходимость сохранения белков обусловлена их главной ролью в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. Денатурация белков и инактивация ферментов являются причинами гибели клеток. Большую опасность для клетки при обезвоживании представляют минеральные вещества, содержащиеся в ней в виде электролитов. В процессе обезвоживания их концентрация повышается и может достигнуть уровня, при котором белок денатурируется. При сушке также может изменяться реакция среды или повышаться сверхдопустимой величины концентрация токсичных компонентов, что понижает жизнеспособность микроорганизмов непосредственно в процессе обезвоживания или вызывает их быструю гибель при хранении [2].

Скорость сушки лимитируется не только внешним, но и внутренним тепло- и массообменом. Так как при испарении льда зона парообразования углубляется в толщу продукта, образующийся сухой слой оказывает сопротивление как проникновению пара из зоны парообразования к поверхности материала, так и передаче тепла извне к зоне сублимации. Таким образом, слой подсохшего материала оказывает гидродинамическое и термическое сопротивление, величина которого возрастает по мере увеличения толщины самого слоя. Одним из способов ликвидации отрицательного влияния сухого слоя при сублимационном высушивании является гранулирование продукта.

Цель настоящей работы – исследовать влияние криозамораживания в среде жидкого азота на молочнокислые микроорганизмы, а также интенсифицировать процесс сублимационной сушки, используя предварительное гранулирование продукта.

**Материалы и методы исследований.** Биомассу мезофильных лактококков смешивали со стерильной защитной средой в соотношении 1:1. В качестве защитной среды использовали две части 10% сахарозы и 5% натрия лимоннокислого и одну часть 14% сухого обезжиренного молока. Полученную суспензию замораживали по двум вариантам. По первому варианту ее разливали в металлические контейнеры слоем 8–10 мм и замораживали в морозильном шкафу при температуре  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение не менее 3 ч. По второму варианту суспензия продавливалась через капилляры диаметром  $d = 2$  мм, формируемая капля замораживалась в жидком азоте при температуре  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Массу, замороженную по первому и второму способу, высушивали методом сублимации в течение 26–27 ч, постепенно увеличивая температуру от  $-40$  до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бактериальный концентрат, высушенный в металлическом контейнере, растирали до получения порошка. Число колониеобразующих единиц (КОЕ/г) определяли чашечным методом посева в агаризованную питательную среду на основе гидролизата казеина [6].

**Результаты и их обсуждение.** При использовании в качестве защитной среды сахарозы, лимоннокислого натрия и обезжиренного молока не происходило существенного снижения количества жизнеспособных клеток мезофильных лактококков при замораживании (табл. 1). Таким образом, сахароза, лимоннокислый натрий и обезжиренное молоко обладают хорошими криопротекторными свойствами и могут быть рекомендованы для использования в качестве компонентов защитных сред при замораживании молочнокислых микроорганизмов.

Т а б л и ц а 1. Основные характеристики бактериальных концентратов

№ партии	Количество бактерий в 1 г бакконцентрата (КОЕ/г)					Влажность материала, %		
	до замораживания	после замораживания		после высушивания массы		до замораживания	после высушивания массы	
		при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$	в жидком азоте	замороженной при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$	замороженной в жидком азоте		замороженной при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$	замороженной в жидком азоте
1	$2,7 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$6,5 \cdot 10^{10}$	$19,2 \cdot 10^{10}$	85	4,18	3,85
2	$6,3 \cdot 10^{10}$	$6,3 \cdot 10^{10}$	$6,3 \cdot 10^{10}$	$10,5 \cdot 10^{10}$	$26,1 \cdot 10^{10}$	85	4,53	3,93
3	$10,8 \cdot 10^{10}$	$10,5 \cdot 10^{10}$	$10,8 \cdot 10^{10}$	$21,6 \cdot 10^{10}$	$25,6 \cdot 10^{10}$	85	4,76	3,43
4	$3,0 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^{10}$	$4,6 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	85	4,70	4,04

Бактериальные концентраты, полученные путем гранулирования бактериальной массы, имели влажность на 8–28% меньше, чем бактериальные концентраты, полученные путем высушивания в тонком слое. Количество жизнеспособных микроорганизмов в 1 г гранулированного бактериального концентрата было на 18–195% выше, чем в бакконцентрате полученном в виде порошка.

Так же определяли изменение количества жизнеспособных микроорганизмов при хранении бактериальных концентратов при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Изменение количества молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения бактериальных концентратов при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ партии	Вид концентрата	Количество бактерий в 1 г бакконцентрата (КОЕ/г)			
		без хранения	через 4 мес. хранения	через 6 мес. хранения	через 8 мес. хранения
1	Порошок	$6,5 \cdot 10^{10}$	$6,4 \cdot 10^{10}$	$6,4 \cdot 10^{10}$	$6,4 \cdot 10^{10}$
	Гранулы	$19,2 \cdot 10^{10}$	$18,4 \cdot 10^{10}$	$18,2 \cdot 10^{10}$	$17,2 \cdot 10^{10}$
2	Порошок	$10,5 \cdot 10^{10}$	$10,0 \cdot 10^{10}$	$10,0 \cdot 10^{10}$	$9,9 \cdot 10^{10}$
	Гранулы	$26,1 \cdot 10^{10}$	$25,0 \cdot 10^{10}$	$24,4 \cdot 10^{10}$	$24,0 \cdot 10^{10}$
3	Порошок	$21,6 \cdot 10^{10}$	$20,5 \cdot 10^{10}$	$20,0 \cdot 10^{10}$	$19,6 \cdot 10^{10}$
	Гранулы	$25,6 \cdot 10^{10}$	$24,0 \cdot 10^{10}$	$23,4 \cdot 10^{10}$	$23,0 \cdot 10^{10}$
4	Порошок	$4,6 \cdot 10^{10}$	$4,6 \cdot 10^{10}$	$4,4 \cdot 10^{10}$	$4,3 \cdot 10^{10}$
	Гранулы	$5,8 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$5,7 \cdot 10^{10}$

Уменьшение количества жизнеспособных микроорганизмов в сухих бактериальных концентратах, полученных с использованием гранулирования микробной массы и без использования, при хранении в течение 8 месяцев при  $-18^{\circ}\text{C}$  составило  $1,7\div 10,4$  и  $1,5\div 9,2\%$  соответственно.

### **Выводы**

Гранулирование микробной массы молочнокислых микроорганизмов позволяет увеличить количество жизнеспособных микроорганизмов в 1 г концентрата, сократить время высушивания до достижения необходимой влажности продукта. Выживаемость микроорганизмов в процессе хранения в гранулированных бактериальных концентратах сравнима с выживаемостью в классических порошкообразных концентратах.

### **Литература**

1. Г у д к о в А. В. Сыроделие: биологические и физико-химические аспекты. М., 2003. С. 266.
2. К у ц П. С., Т у т о в а Э. Г. Сушка микробиологических препаратов. М., 1975.
3. Х а р и т о н о в Д. В., Р а й д н а Е. И. // Хранение и переработка сырья. 2003. № 9. С. 64–66.
4. Т а м и м А. Й., Р о б и н с о н Р. К. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии. СПб, 2003. С. 550–554.
5. Криоконсервирование клеточной суспензии / Под. ред. А. А. Цуцаевой. Киев, 1983.
6. Методы общей бактериологии / Под ред. Ф. Герхардта. Т. 1. М., 1983. С. 458.

*O. G. SOTCHENKO*

### **STUDYING OF SOME ASPECTS OF BACTERIAL CONCENTRATES PRODUCTION TECHNOLOGY**

#### **Summary**

One of ways of improvement of technology of bacterial concentrates production technology is drying by a method of sublimation of the granulated biomass received at freezing in the environment of liquid nitrogen.