

МОРФОЛОГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАНОСТРУКТУРЫ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ПИЩЕВЫМИ КРИОПОРОШКАМИ

Украинец А.И., Рашевская Т.А., Вашека О.Н.

Национальный университет пищевых технологий,
01038, г. Киев, Украина, ул. Владимирская, 68, *e-mail: raschevsk@nuft.edu.ua*

В последние годы во всех странах проявляется большой интерес к производству пищевых продуктов функционального назначения с натуральными добавками растительного происхождения. Наиболее сложной многокомпонентной системой является сливочное масло. Нами разработаны функциональные виды масла с криопорошками из растительного сырья, полученными сублимационной сушкой.

Методом электронной микроскопии изучена наноструктура сливочного масла с криопорошком из красной столовой свеклы (МС). Установлено, что в МС формируется ячеистая кристаллическая структура, размер ячеек составляет около 100 нм. Ячейки имеют форму многогранников, а грани - форму четырех, пяти или шестиугольных кристаллов жира, имеющих октаэдрическую, декаэдрическую и икосаэдрическую форму. Вершины и ребра кристаллов наиболее высокоплавких глицеридов, имеющих наибольшую термодинамическую стабильность, являются центрами роста наночастиц влаги. В наноструктуре МС имеются три типа сферических наночастиц влаги. диаметром 3; 8 и 12 нм. В аморфном жире наиболее высокая концентрация наночастиц размером около 3 нм. Они термодинамически нестойкие и стремятся увеличить свой размер путем коалесценции до 6-8 нм вблизи плоских границ раздела и до 8-16 нм - на ребрах или вершинах многогранников. Изучался механизм формирования ячеистой наноструктуры МС. Он базируется на фазовых превращениях жира и влиянии на них примесей, которыми являются водорастворимые компоненты криопорошка. Начальной стадией формирования является возникновение шероховатых поверхностей на границе раздела кристаллических фаз и нанобугорков $d \sim 60 - 100$ нм и гетерогенное зарождение на них наночастиц водной фазы. Местом формирования первичных частиц влаги являются нанопоры, впервые выявленные нами в жировой фазе масла методом электронно-позитронной аннигиляции.

Структура нанобугорков состоит из чередующихся концентрических слоев из кристаллических нанозерен глицеридов $d \sim 3 - 6$ нм и слоев из нанокпель водной фазы $d \sim 3-12$ нм, которые сформировались на шероховатых поверхностях раздела концентрических кристаллических слоев с выступами высотой 4 - 8 нм. В процессе продвижения фронта кристаллизации границы смежных бугорков стикаются, что способствует формированию многогранных ячеек. В масле с криопорошком из почек черной смородины на оболочках жировых шариков и в межглобулярной области формируются пластинчатые многогранные нанокристаллы (10 - 200 нм) с наночастицами влаги на межфазных границах раздела.

Таким образом, внесение криопорошков способствует измельчению структурных элементов масла, которые находятся в наноразмерном диапазоне 1-100 нм, а на их архитектуру и морфологию влияет природа порошка.

По результатам клинических испытаний рекомендовано использование созданных видов масла в лечебно-профилактическом и диетическом питании, а также рекомендовано создать технологию производства функциональных видов масла непосредственно перед употреблением. Нами разработана технология обогащения сливочного масла порошками из моркови криогенной и холодной распылительной сушки, на которую получены патенты Украины.