

МИКРОСТРУКТУРА ВОДНОЙ СУСПЕНЗИИ ДОБАВКИ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА

М.Ю. Махонина, аспирант, НУПТ, Украина

Т.А. Рашевская, к.т.н., доц., НУПТ, Украина

А.И. Украинец, д.т.н., проф., НУПТ, Украина

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Национального университета пищевых технологий разработана технология функциональных видов сливочного масла с растительными пищевыми добавками: полисахаридами пектином, инулином и криопорошками из свеклы столовой красной, почек черной смородины, моркови и топинамбура, на которые утверждена нормативно-техническая документация и получено 30 патентов Украины. На основе медико-биологических исследований, проведенных Институтом экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя МОЗ Украины и заключения МОЗ Украины рекомендовано использование созданных видов масла в лечебно-профилактическом и диетическом питании. Данные комплексных исследований показали, что внесение растительных пищевых добавок улучшает органолептические характеристики масла, положительно влияет на формирование его структуры и консистенции, тормозит процессы окисления. Впервые выявлено, что на улучшение качества сливочного масла и его хранимоспособности влияет наноструктура. Показано, что внесение растительных добавок приводит к измельчению структурных элементов сливочного масла, размеры которых уменьшаются в 5...25 раз и находятся в наноразмерном диапазоне, в том числе 1...100 нм, что способствует изменению физико-химических свойств масла и, соответственно, повышает его качество и биологическую ценность. Выявлено, что на наноструктуру и свойства сливочного масла существенное влияние оказывает природа внесенной растительной пищевой добавки. Полученные данные показали перспективность дальнейшего развития начатого нами направления создания функциональных видов сливочного масла и других пищевых продуктов путём целенаправленного регулирования их наноструктуры посредством подбора добавок из растительного сырья.

В последние годы повышенный интерес учёных, пищевиков и медиков привлекает льняное семя. Высокая ценность и лечебные свойства семени льна подтверждены рядом клинических исследований, проведенных в США, Канаде, Германии и России. Среди физиологически активных веществ льняного семени особое значение имеют жир, белок, полисахариды, полифенольные соединения, лигнин. Жир семян льна богатый полиненасыщенными жирными кислотами семейств ω -3 и ω -6, которые применяются для профилактики и лечения сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, нервных и онкологических заболеваний. Белок льна содержит аминокислоты метионин и цистин, известные своими антиоксидантными свойствами. Полисахариды льняного семени обладают влагоудерживающей, эмульгирующей и связующей способностью в производстве пищевых продуктов и оказывают протекторное действие на пищеварительную систему. Ценность льняного семени также связана с высоким содержанием в нём лигнинов – до 500...700 мг/г, что в 200...250 раз превышает его количество в фруктах и зерновых. Лигнины являются фитостероидными и уменьшают риск развития гормонально-зависимых форм рака. В Украине в профилактических целях медики рекомендуют употреблять до 10-15 г семян льна в сутки, в США и Канаде – до 24 г. В настоящее время, в России в рамках научных программ по льну изучаются технологические возможности выделения составляющих семян льна: лигнинов, белка, жира. Но такое избирательное выделение одних компонентов семян приводит к потере других не менее важных. Учитывая ценность семени льна, нами разработан способ производства сливочного масла с добавкой из семян льна, на который на сегодня получено три патента Украины. Нами специально создана технология получения высокодисперсной добавки из семян льна, которая содержит до 50 % наноразмерных частиц. Совокупность оздоровительных и технологических свойств свидетельствует о её полифункциональности. Добавку из семян льна вносили в виде суспензии. Ранее было выявлено, что на наноструктуру сливочного масла существенное влияние оказывает наноструктура вносимой добавки. Предыдущие исследования показали, что внесение полифункциональной добавки из льняного семени способствует улучшению органолептических показателей масла, а также его структуры и консистенции, что, по-видимому, связано с формированием наноструктуры продукта. Для более углубленного понимания механизма формирования наноструктуры сливочного масла с добавкой из льняного семени необходимо изучить наноструктуру её суспензии. Это позволит в дальнейшем глубже понять её влияние на процессы структурообразования в масле и формирование его наноструктуры.

Цель работы – изучение микроструктуры водной суспензии добавки из семян льна.

Методом оптической микроскопии исследовали водную суспензию добавки из семян льна, приготовленную при 30 ± 2 °С и скорости вращения мешалки 350 об/мин. Проведенными исследованиями установлено, что при всех скоростях вращения мешалки, в микроструктуре суспензии формируются идентичные структурные элементы, а именно: непрерывная фаза водного раствора полисахаридов, которая содержит частички семени льна величиной до 25 мкм, глобулы диаметром 1...10 мкм и многогранные ячейки, имеющие размер 11...18 мкм. На рис. 1 представлены снимки микроструктуры суспензии, приготовленной при температуре 30 ± 2 °С и скорости вращения мешалки 350 об/мин.

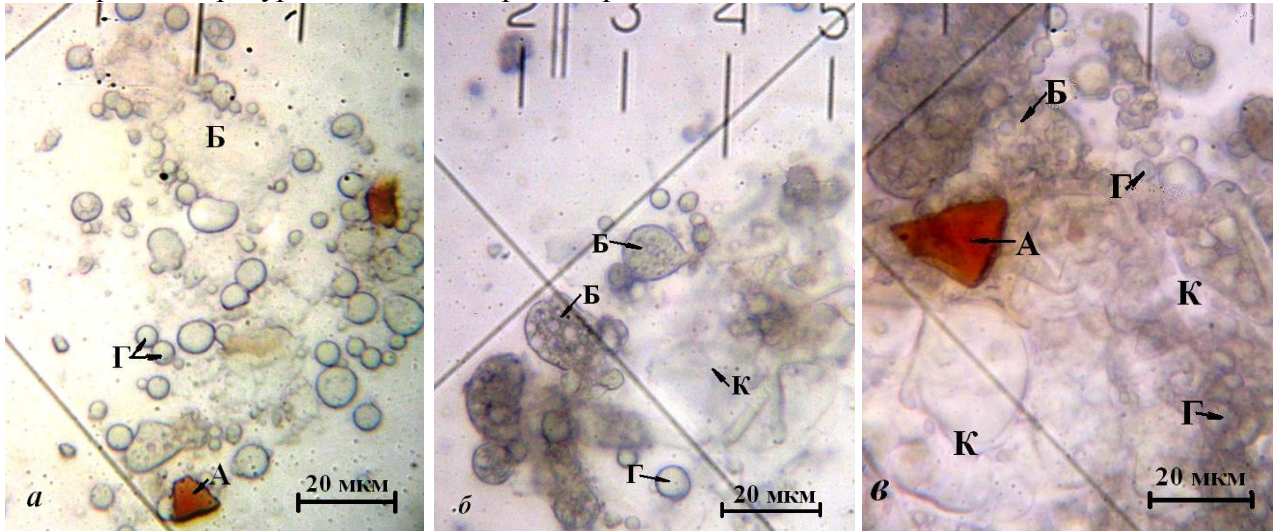


Рис. 1. Микроструктура водной суспензии добавки из семян льна, термостатированная при температуре 30 ± 2 °С и скорости вращения мешалки 350 об/мин в течение: *a* – 5 мин, *б* – 10 мин, *в* – 15 мин, А – частичка добавки из семян льна, Г – глобулы, Б – агрегаты, К – участок с ячеистой структурой.

В течение первых пяти минут выдержки суспензии в её микроструктуре присутствуют частички льняного семени А, глобулы Г и агрегаты Б, состоящие из глобул (рис. 1, *a*). Поверхностный слой агрегата Б на рис. 1, *a* можно отнести к жидкокристаллической системе со структурной организацией смектической фазы. Через десять минут перемешивания из жидкокристаллической фазы на поверхности агрегатов формируются округлые структуры диаметром 1...3 мкм (рис.1, *б*). Одновременно образуются участки с ячеистой структурой К. В дальнейшем формируется ячеисто-глобулярная структура (рис.1, *в*), состоящая из ячеек многогранной формы и глобул диаметром 1...8 мкм. При скорости вращения мешалки 350 об/мин высокоструктурированные участки в микроструктуре суспензии образуются через 15 минут перемешивания, а при 250 об/мин, как нами ранее выявлено, – через 20 мин. С увеличением скорости вращения мешалки формирование структурированной ячеисто-глобулярной структуры происходит быстрее вследствие интенсификации процесса диффузии водорастворимых веществ семян льна, в том числе и полисахаридов, из частичек добавки в водную среду. Образование разных структурных элементов в суспензии, по-видимому, объясняется гетерогенным составом полисахаридов семян льна. Согласно данным ряда исследователей, полисахариды льняного семени состоят из двух фракций: кислых пектиноподобных веществ и нейтральных арабиноксиланов. Формирование глобул, очевидно, связано с высоким содержанием кислой фракции полисахаридов в суспензии в первые минуты её подготовки. Образование ячеистой структуры можно объяснить дальнейшей экстракцией полисахаридов, что приводит к повышению концентрации нейтральных арабиноксиланов в суспензии. Образование агрегатов из глобул происходит вследствие уменьшения избытка поверхностной энергии дисперсной фазы в лиофобных системах. В настоящий момент полученные результаты используются для обсуждения и углубленного понимания механизма формирования микро- и наноструктуры сливочного масла с добавкой из семян льна.

Результаты исследований показали, что на формирование микроструктуры водной суспензии добавки из семян льна, вносимой в масло, влияет время и интенсивность её перемешивания.