

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АКУСТИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ НА ЖИРОВУЮ ФРАКЦИЮ КОЗЬЕГО МОЛОКА

К.А. Канина, к.т.н., старший преподаватель

ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

О.Н. Красуля, д.т.н., профессор

ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Н.А. Жижин, к.т.н., научный сотрудник

ФГАНУ Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, г. Москва, Россия

Введение. Ультразвуковая (УЗ) обработка продуктов питания решает многочисленные задачи, связанные с увеличением сроков хранения, улучшением вкусовых и технологических свойств пищевых продуктов. Козье молоко среди молочных продуктов выделяется своей повышенной востребованностью из-за антиаллергенных свойств и особой диетической усвояемости. Известно, что получение масла из сливок козьего молока из-за пониженного значения агглютина и малых размеров жировых глобул (<3,5 мкм) затруднено и приводит к низкому выходу продукции. Таким образом, УЗ воздействие, возможно, поможет решить такого рода задачу. Кроме того УЗ поможет снизить тепловую нагрузку на сырье и сохранить нативные свойства молока, которые важны с точки зрения нутритивных свойств.

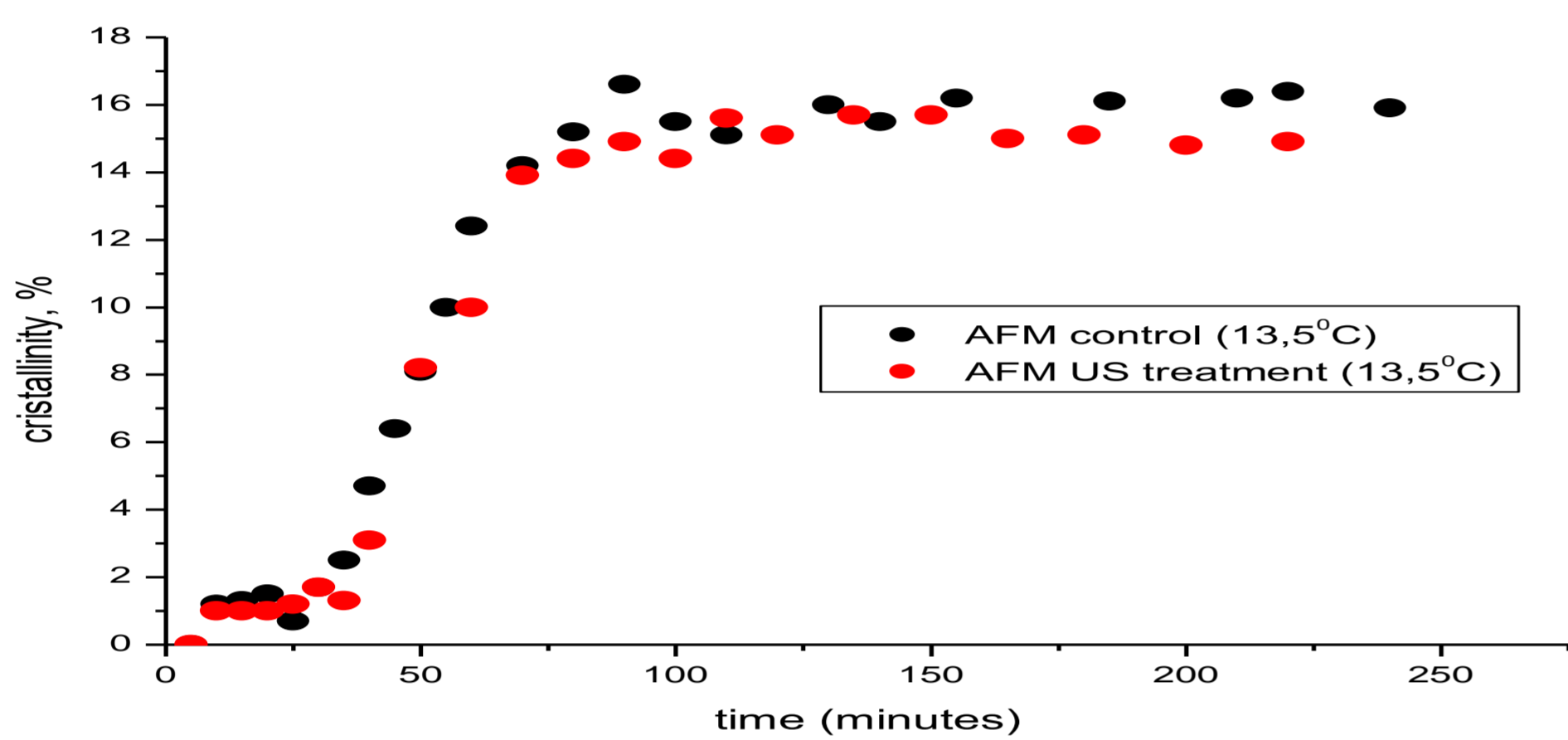


Рисунок 2. Процесс кристаллизации как функция времени изотермической кристаллизации для образцов из УЗ обработанного и нативного молока. Температура кристаллизации 13,5°C.

Результаты собственных исследований. При воздействии акустической кавитации на жировую составляющую молока, как правило наблюдается эффект – гомогенизации. Жировые частицы уменьшаются в диаметре. При длительном воздействии размер образующихся жировых частиц увеличивается в результате столкновения их друг с другом, образуя при этом диэмульсионное состояние – агломерацию жировых частиц. Этот эффект возможно применить в технологии получения масла – методом сбивания сливок из козьего молока и повышение выхода продукции. Согласно ряду авторов [1,2,3] акустическая кавитация влияет на энзимный гидролиз т.к. под действием липаз увеличивается его скорость при сл. режимах – 25 кГц, 22 ватт/л. Результаты собственных исследований показывают, что, энергия УЗ воздействия ниже (45 кГц, 6 ватт/л) не имеет отрицательного воздействия на процесс энзимного гидролиза, наблюдается неизменность триглицеридного профиля продукта (рис.4).

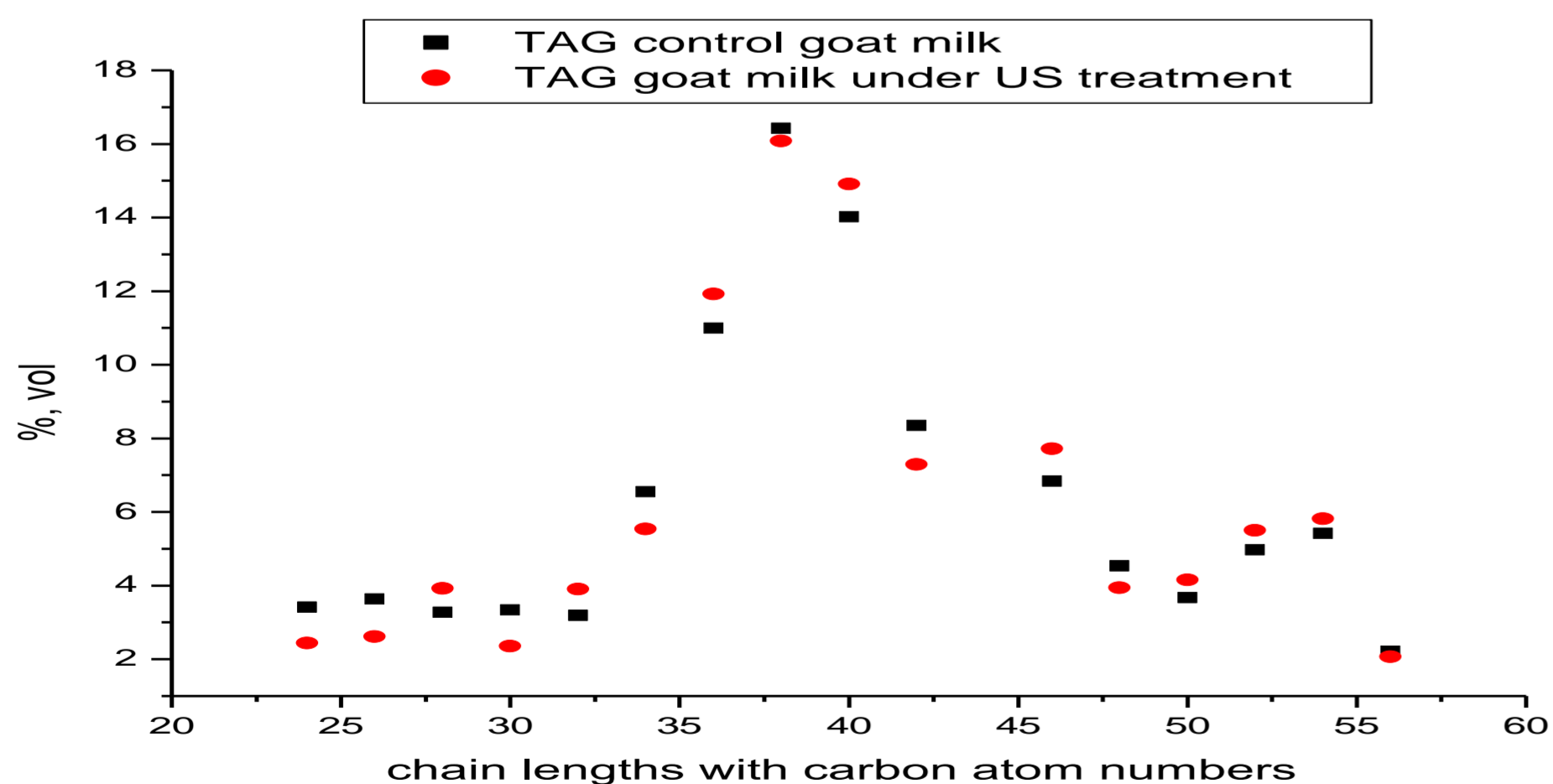


Рисунок 4. Хроматографические профили триацилглицеридов жировой фазы козьего молока в контрольных образцах и образцах молока, обработанных УЗ. Точки данных – это среднее значение трех экспериментов

Список литературы:

- [1] МакСуини, П.Л., Фокс, П.Ф., Коттер, П.П., Эверетт, Д.У. (2019). Сыр. Научные основы и технологии. М.: Профессия, 2019;
- [2] Tepel, A. (2012). Chemistry and physics of milk. Moscow: Profession, 2012. (In Russian)
- [3] Y.W. Park, M. Juarez, M. Ramos, G.F.W. Haenlein, Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, 68 (2007) 88 – 113

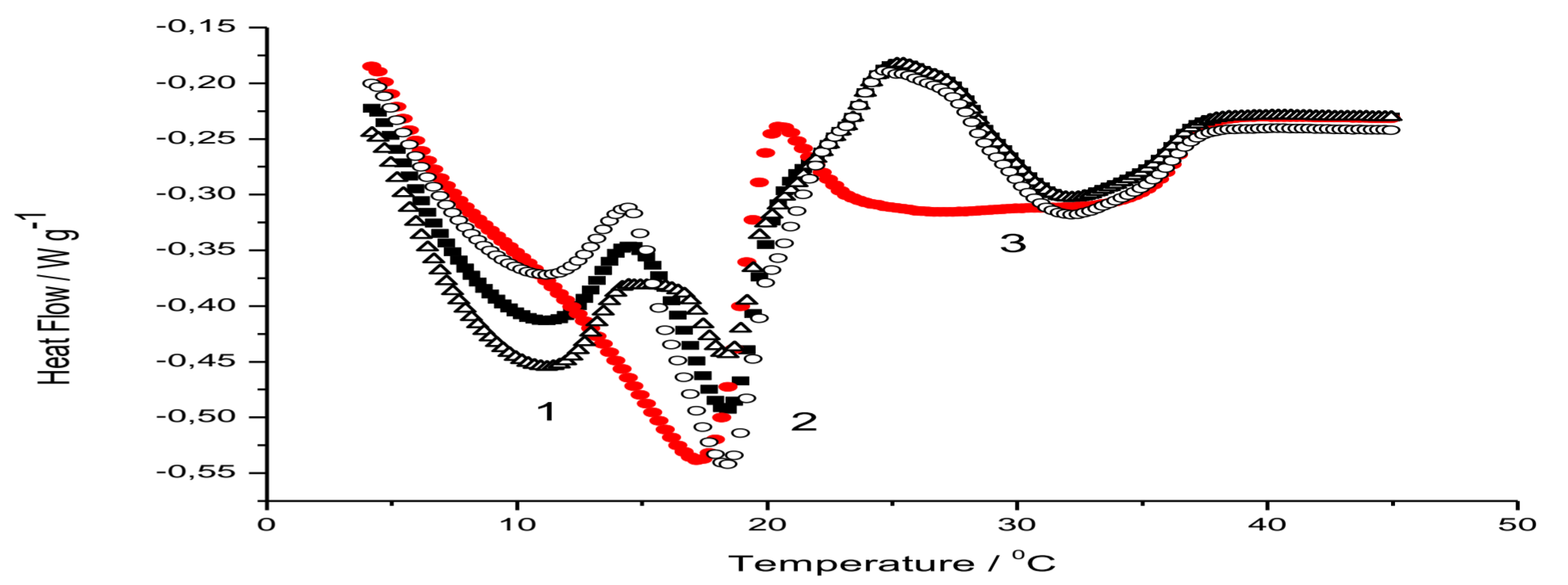


Рисунок 1. Кривые плавления с использованием метода остановки и возврата. Изотермическая кристаллизация жира козьего молока прервана при 10 (Δ), 15 (■), 20 (○) и 40 (●) минутах.

Цель исследования – изучение процесса ферментативного гидролиза при воздействии акустической кавитации (45 кГц) на жировую фракцию козьего молока с последующим использованием результатов в повышении эффективности технологии получения сливочного масла из этого вида молока

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования выбрано сырое молоко, полученное от коз зааненской породы. Высокочастотные ультразвуковые колебания (свыше 45 кГц), генерировали электрическим ультразвуковым прибором погружного типа импульсного воздействия УЗО «Активатор-150»; обработка осуществлялась в импульсном режиме – 55 импульсов в минуту. Основные методы оценки молока и молочных продуктов осуществляли по общепринятым методикам на этот вид продукции. Процессы кристаллизации и плавления козьего жира изучали с применением колориметра DSC204E Phoenix (Германия) с программным обеспечением Proteus. Температурная калибровка проводилась по индию (156,6°C) и ртути (-38,8°C). Разложение пиков ДСК проводилась с помощью программы NETZSCH Peak Separation по алгоритму Fraser-Suzuki для асимметричных пиков. Термограммы плавления снимались при следующих условиях: нагрев до 50°C и выдерживание при этой температуре 15 минут; охлаждение до -60°C со скоростью 20°C в минуту, выдерживание при -60°C в течении 15 минут, нагрев до 50°C со скоростью 5°C в минуту

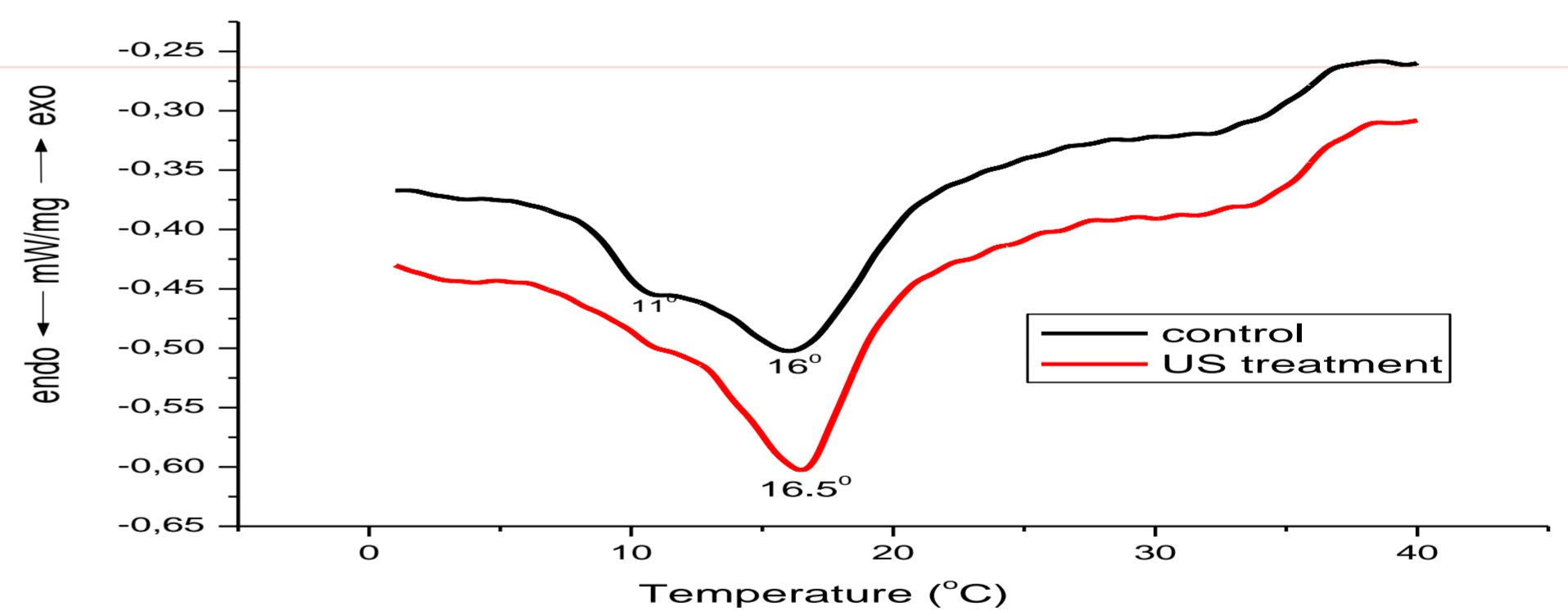


Рисунок 3. Кривые плавления DSC образцов жира из козьего молока. Нагрев при 5°C/мин.

Результаты воздействия ультразвука на образцы козьего молока можно оценить следующим образом:

Изменений в количественном составе триглицеридов не обнаружено (рис.4). Изотермическая кристаллизация обезжиренного козьего молочного жира, изучаемая методом ЯМР, релаксации показала изменение в характере кристаллизации при УЗ обработке. Результаты ДСК исследований методом прерывания кристаллизации показали, что изменения могут происходить из-за дополнительного образования кристаллов β'-формы из расплава. Кривые кристаллизации при температуре 13,5°C для опыта и контроля не различались и этот факт позволяет выдвинуть гипотезу в составе триглицеридов, происходят во фракции с низкой температурой плавления (рис. 1,2,3). Это предположение подтверждают данные ДСК исследования процесса кристаллизации, которые указывают на пониженный максимум температуры кристаллизации в опыте с УЗ воздействием по сравнению с контролем. Такое понижение может свидетельствовать о количественном увеличении фракции с низкой температурой плавления (моно- и диглицериды), однако для окончательного подтверждения этих предположений требуются дополнительные исследования (исследование состава моно- и диглицеридов и рентгено-дифракционные исследования.)