

УДК 664.34

ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАСЛА КАКАО И ЭКВИВАЛЕНТОВ МАСЛА КАКАО, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШОКОЛАДНОЙ ГЛАЗУРИ

**Мазукабзова Э.В., Линовская Н.В., к.т.н.
ФГБНУ ВНИИКП, Москва, Россия**

Ключевые слова: *масло какао, жиры-эквиваленты масла какао, кристаллизация, кривая охлаждения*

Эквиваленты масла какао (ЭМК) находят широкое применение в производстве шоколадной глазури[1]. В настоящее время на сырьевом рынке представлены не только жиры-эквиваленты масла какао, но и масложировые продукты, являющиеся их составной частью, а именно пальмовое масло и его фракции, а также экзотические масла и их фракции. Кроме того, компании-поставщики масложировой продукции предлагают предприятиям самостоятельно производить эквиваленты масла какао путём смешивания средней фракции пальмового масла и фракций экзотических масел в температурных сборниках. В связи с этим целью данной работы стало проведение сравнительных исследований характеристик кристаллизации: масла какао различных производителей и ЭМК, полученных разными способами. Исследование показало, что ЭМК отличаются от масла какао по своим кристаллизационным свойствам. При этом ЭМК, полученные по классической технологии и ЭМК, полученные путем смешивания имеют сходные характеристики кристаллизации, что позволяет их использовать в производстве шоколадной глазури.

Введение. Шоколадная глазурь – полуфабрикат, жировая фаза которого состоит из масла какао и жиров-эквивалентов масла какао [2]. Согласно ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» эквиваленты масла какао (ЭМК) – продукты с массовой долей жира не менее 99%, обладающие совместимостью с маслом какао в любых соотношениях, нуждающиеся в темперировании, имеющие сходные с маслом какао физико-химические свойства и состав жирных кислот, содержащие не более 1% массовой доли лауриновой кислоты, не менее 50% массовой доли 2-олеодинасыщенных триглицеридов, изготавливаемые из немодифицированных масел раститель-

ных (эллипе, борнео, пальмового, сал, ши, кокум, из ядер манго) и их фракций с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов.

Масло какао и ЭМК обладают полиморфными свойствами, имеющими важное практическое значение в технологии шоколадной глазури. Полиморфные свойства проявляются в способности к образованию нескольких кристаллических модификаций (полиморфных форм), обладающих неодинаковой устойчивостью. Физико-химические свойства у полиморфных форм триглицеридов различаются по кристаллической структуре, температуре плавления, плотности и другим свойствам. Начиная с низких температур плавления, в порядке их возрастания полиморфные формы обозначаются греческими буквами: γ , α , β' и β_v . Первые три нестабильны. Вполне стабильна только β_v -форма, она наиболее высокоплавкая из всех. Температура плавления β' -формы находится между температурами плавления β_v -(33,8°C) и α -(23,3°C) формы. γ -форма аморфна[3].

На сырьевом рынке наряду с ЭМК представлены масложировые продукты, являющиеся их составной частью, такие как пальмовое масло и его фракции, а также экзотические масла и их фракции. Кроме того, компании-поставщики масложировой продукции предлагают предприятиям самостоятельно производить эквиваленты масла какао путём смешивания средней фракции пальмового масла и стеарина Ши в температурных сборниках. В связи с этим целью данной работы явилось проведение сравнительных исследований характеристик кристаллизации: масла какао различных производителей и ЭМК, полученных разными способами (классическая технология и технология смешивания фракций).

Объекты и методы исследования. Объекты исследования: масло какао, жиры-эквиваленты масла какао, полученные различными способами.

Исследование процесса кристаллизации проведено на приборе MultiTherm компании Buhler (Швейцария). Принцип измерений основан на калориметрическом, экзотермическом анализе [4].

Результаты исследования. Характер кривой охлаждения, полученной на приборе MultiTerm, на примере масла какао показан на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, зарождение центров кристаллизации в образце масла какао начиналось при температуре 21,7°C. Первый поворотный момент во время зарождения фазы (точка А) наблюдался

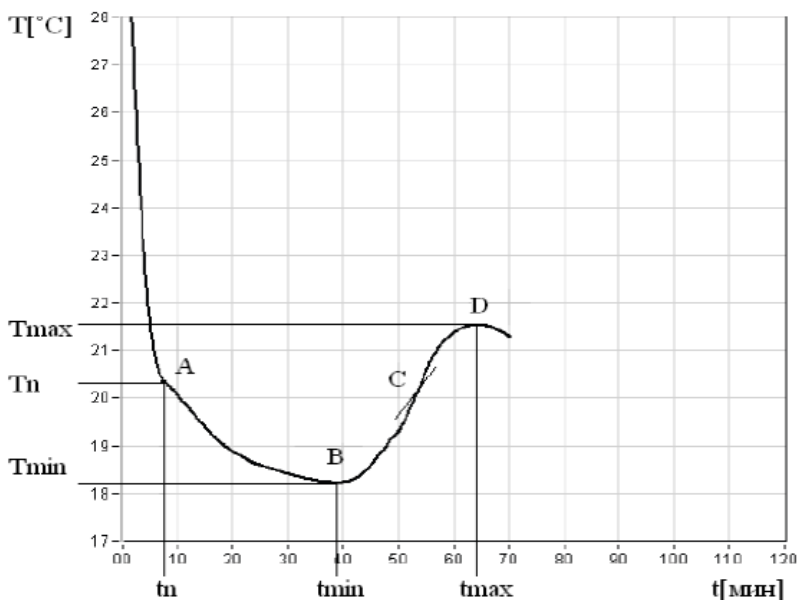


Рисунок 1 – Кривая охлаждения образца масла какао

при температуре $T_n = 20,2^\circ\text{C}$ на девятой минуте измерения. Причиной являлось выделение в процессе кристаллизации неустойчивых α -кристаллов. В результате температура образца еще более понижается. Постепенное превращение нестабильных α -кристаллов в стабильные β_v -кристаллы происходит до момента достижения минимальной температуры $T_{\min} = 18,2^\circ\text{C}$ на тридцать девятой минуте измерения (точка B). Рост стабильных β_v -кристаллов инициируется под воздействием накопления определенной массы уже трансформировавшихся β_v -кристаллов. Одновременно протекает процесс преобразования в β_v -кристаллы также и нестабильных α -кристаллов, образованных в ходе зарождения центров кристаллизации в образце. Выделяемое тепло кристаллизации ведет к возрастанию температуры образца, несмотря на то, что он охлаждается снаружи.

Второй поворотный момент (точка C) наступает, когда выделяемая энергии в единицу времени достигает своего максимума. Градиент максимального повышения температуры $Q = 0,29^\circ\text{C}/\text{мин}$. Значение Q

Таблица 1 – Физическо-химические характеристики процесса кристаллизации масла какао и эквивалентов масла какао (ЭМК)

№ п/п	Температура зарождения центров кристаллизации T_n , [°C]	Время зарождения центров кристаллизации, t_n , [мин]	Градиент максимального повышения температуры Q , [°C/мин]	Температура начала кристаллизации T_{min} , [°C]	Время начала кристаллизации t_{min} , [мин]	Температура застывания T_{max} , [°C]	Время кристаллизации t_{max} , [мин]	Коэффициент кристаллизации по Бюлер BCI
Масло какао								
1	20,2	8,6	0,29	18,2	38,8	21,5	64,3	4,7
2	19,6	11,5	0,17	18,2	34,7	21,3	66,2	4,4
3	20,9	7,5	0,19	18,0	40,2	20,6	68,2	3,6
4	19,9	9,2	0,17	18,0	41,6	20,6	69,2	3,5
ЭМК, полученные по классической технологии								
5	23,3	6,6	0,12	18,2	37,9	20,0	62,8	2,7
6	22,8	6,6	0,13	17,9	37,6	19,8	63,2	2,8
7	21,3	7,9	0,13	17,5	38,8	19,6	70,6	2,8
8	22,6	7,7	0,14	18,0	36,7	19,8	60,1	2,6
9	22,8	7,7	0,12	17,8	39,7	19,7	66,0	2,6
10	22,6	7,8	0,12	17,8	39,5	19,7	67,0	2,5
11	22,7	6,9	0,12	17,8	40,2	19,7	69,1	2,8
ЭМК, полученные путем смешивания средней фракции пальмового масла и стеарина Ши								
12	21,9	7,5	0,13	17,6	40,3	19,5	69,1	2,6
13	22,2	6,9	0,12	17,6	40,4	19,5	69,9	2,6

описывает максимальную интенсивность роста кристаллов при кристаллизации. Вслед за этим рост температуры превалирует вплоть до момента достижения точки максимальной температуры $T_{max}=21,5^{\circ}\text{C}$ на шестьдесят четвертой минуте измерения. После этого снова наблюдается понижение температуры образца.

В ходе исследования изучены характеристики кристаллизации: 4 образцов масла какао, 7 образцов ЭМК, полученных по классической технологии и 2 образца ЭМК, полученных путем смешивания средней фракции пальмового масла и стеарина Ши (таблица 1).

На рисунке 2 представлены кривые охлаждения исследуемых образцов масла какао.

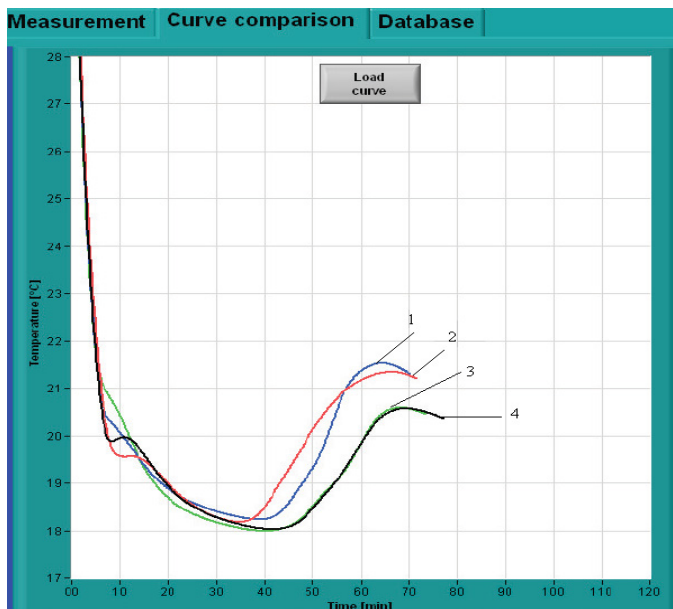


Рисунок 2– Кривые охлаждения исследуемых образцов масла какао различных производителей

Изучение процесса кристаллизации, показало, что образцы масла какао различных производителей отличаются друг от друга и их основные характеристики кристаллизации лежат в следующих пределах:

- температура зарождения центров кристаллизации T_n ($19,6 \div 20,9$)°C;
- температура начала кристаллизации T_{min} ($18,0 \div 18,2$)°C;
- температура застывания T_{max} ($20,6 \div 21,5$)°C;
- продолжительность кристаллизации t_{max} ($64,3 \div 69,2$) мин;
- коэффициент кристаллизации по Бюлер BCI ($3,5 \div 4,7$).

На следующем этапе были изучены характеристики кристаллизации ЭМК, полученные по классической технологии. Анализ полученных данных показал, что образцы ЭМК имеют следующие характеристики кристаллизации:

- температура зарождения центров кристаллизации T_n ($21,3 \div 23,3$)°C;
- температура начала кристаллизации T_{min} ($17,5 \div 18,0$)°C;
- температура застывания T_{max} ($19,6 \div 20,0$)°C;

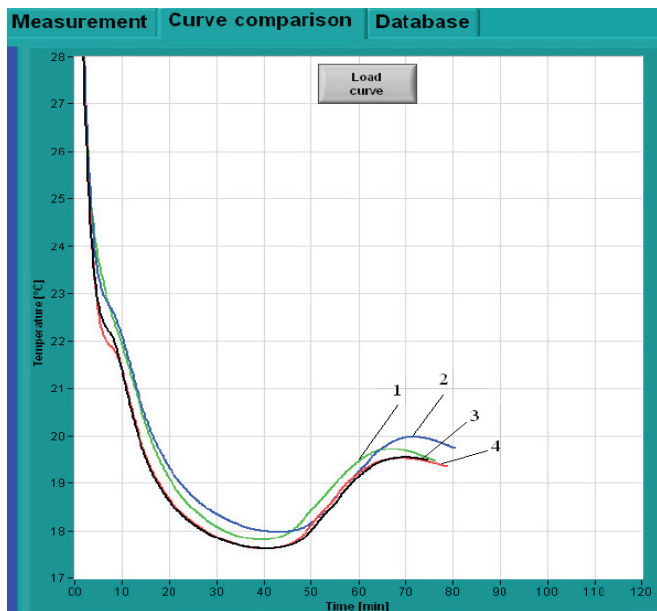


Рисунок 3 – Кривые охлаждения исследуемых образцов ЭМК: 1,2 – классическая технология; 3,4 – смешивание средней фракции пальмового масла и стеарина Ши

- продолжительность кристаллизации $t_{\max}$ (60,1÷70,6) мин;
- коэффициент кристаллизации по Бюлер ВСІ (2,5÷2,8).

Затем проведен сравнительный анализ кристаллизационных свойств ЭМК, полученных различными способами. На рисунке 3 представлены сравнительные кривые охлаждения ЭМК.

Из рисунка 3 можно сделать вывод, что образцы ЭМК, полученные по классической технологии и ЭМК, полученные путем смешивания имеют сходные характеристики кристаллизации.

Выводы. В ходе исследования изучен процесс кристаллизации масла какао различных производителей и ЭМК, полученных разными способами (классическая технология и технология смешивания фракций). Установлено, что ЭМК отличаются от масла какао по своим кристаллизационным свойствам. Кроме того, ЭМК, полученные по классической технологии и ЭМК, полученные путем смешивания имеют

сходные характеристики кристаллизации, что позволяет их использовать в производстве шоколадной глазури. Выявлена зависимость коэффициента кристаллизации по Бюлер масла какао и ЭМК от их характеристик кристаллизации. Чем ниже коэффициент кристаллизации по Бюлер, тем хуже кристаллизационные свойства жира.

Библиографический список:

1. Джеффт Талбот. Технологии глазированных изделий и изделий с начинками / Пер. с англ. В.Д. Широкова под науч. ред. Т.В. Савенковой, Л.И. Рысевой. – Санкт-Петербург: Профессия, 2011. – 496 с.
2. ГОСТ Р 53041 – 2008 Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения – М.: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
3. Драгилев А.И. Основы кондитерского производства / А.И. Драгилев, Г.А. Маршалкин. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
4. Руководство по эксплуатации MultiTherm™ SOTC/Buhler AG, 2011. – 48 с.

FEATURES OF CRYSTALLIZATION OF COCOA BUTTER AND COCOA BUTTER EQUIVALENTS ARE USED IN THE PRODUCTION OF CHOCOLATE COATING

Mazukabzova E. V., Linovskaya N. V.

Keywords: *cocoa butter, fat-equivalent cocoa butter, crystallization, cooling curve.*

Cocoa butter equivalents (CBE) are widely used in the production of chocolate coating [1]. Currently, the commodity market is not only a fats-cocoa butter equivalents, but also oil and fat products, which are their integral part, namely palm oil and its fractions, as well as exotic oils and their fractions. In addition, companies supplying fat-and-oil products offer enterprises to produce cocoa butter equivalents by mixing the middle fraction of palm oil and exotic oils in temperature compartments. In this regard, the aim of this work was to conduct a comparative research of characteristics of crystallization: cocoa butter from different manufacturers and CBE obtained in various ways. The study showed that CBE are different from cocoa butter by their crystallization properties. At the same time, the CBE obtained by the classical technology and the CBE obtained by mixing have similar crystallization characteristics, which allows them to be used in the production of chocolate coating.