

# ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПОРЧИ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Д. А. Медведев, О. И. Лазовская, В. Н. Леонтьев, к. х. н.,  
Белорусский государственный технологический университет

Статья посвящена проблеме порчи масел и жиров при их производстве, транспортировке и хранении, которая обусловлена гидролитическими и окислительными процессами, приводящими к ухудшению органолептических свойств масложировой продукции и снижению ее пищевой ценности.



Главной проблемой при производстве, транспортировке и хранении масел и жиров является их порча, которая обусловлена гидролитическими и окислительными процессами [1]. При этом ухудшаются органолептические свойства масложировой продукции, снижается ее пищевая и биологическая ценность.

Все жиры и масла состоят из триацилглицеринов и сопутствующих веществ (фосфолипиды, стерин, токоферолы, свободные жирные кислоты и др.) [2]. Причем триацилглицерины жиров содержат в основном насыщенные жирные кислоты, а триацилглицерины масел – ненасыщенные. Ненасыщенные кислоты в маслах могут находиться при С1 и С3, а в жирах – при С2 и С3, при этом степень нена-

сыщенности жирных кислот в жирах меньше, чем в маслах.

При гидролитическом расщеплении триацилглицеринов сначала образуются 1,2- и 2,3-диацилглицерины, затем – моноацилглицерины и в итоге – жирные кислоты и глицерин.

Ферментативный гидролиз триацилглицеринов может протекать под действием липаз растений – при разрушении клеток семян в процессе холодного отжима масла. Однако его вклад в порчу масла незначителен, и этот тип гидролиза возникает при нарушении технологии его получения. Наиболее часто к порче масла приводит ферментативный гидролиз триацилглицеринов под действием липаз (фосфолипаз) микроорганизмов. Такой гидролиз начинается при несоблю-

дении технологических инструкций и санитарно-гигиенических норм производства, транспортировки и хранения масложировой продукции.

Неферментативный гидролиз триацилглицеринов может протекать при кислотном или основном катализе, при этом скорость процесса зависит от температуры продукта и содержания в нем воды (влажности). Гидролиз под действием оснований носит название «омыление жиров». При этом гидролитическое расщепление ацильных связей происходит как бимолекулярная реакция и при кислотном механизме ААС2, и при основном ВАС2 [3].

Образующиеся при гидролизе триацилглицеринов жирные кислоты изменяют кислотность продукта. Высокомолекулярные кислоты практически

не отражаются на органолептических свойствах жиров и масел, а некоторые низкомолекулярные кислоты, такие как масляная, валериановая, капроновая, придают масложировой продукции неприятные вкус и запах. Однако удельное содержание этих низкомолекулярных кислот в природных триацглицеринах не высоко, поэтому обнаружить наличие гидролитической порчи можно лишь путем определения кислотного числа [4].

Ферментативное окисление липидов происходит под действием липоксигеназ микроорганизмов с образованием гидропероксидов. Неферментативное окисление (автоокисление)

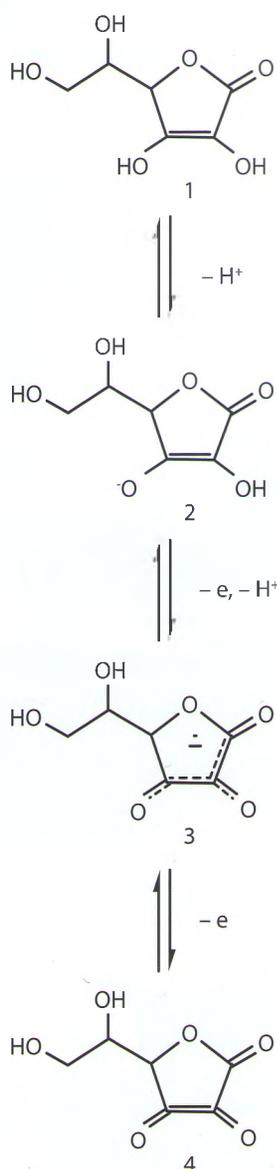


Рис. 1. Механизм антиоксидантного действия аскорбиновой кислоты: 1 – Asc; 2 – анион Asc; 3 – анион-радикал Asc; 4 – дегидроаскорбиновая кислота

липидов протекает как радикальный процесс, который инициируется активными формами кислорода, такими как синглетный и атомарный кислород, гидроксильный или гидроперекисный радикал, супероксид-анион-радикал [5]. Количество пероксидов и гидропероксидов характеризуется перекисным числом, определяемым в масложировой продукции в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51487-2001. [6]. Конечным кислородсодержащим продуктом окислительной деструкции жирных кислот является малоновый диальдегид (MDA), содержание которого устанавливается по реакции с тиобарбитуровой кислотой [7].

В масложировой продукции перекисное окисление липидов происходит на границе раздела фаз в результате образования в водной среде активных форм кислорода либо развития микробиоты. Поэтому для предотвращения свободнорадикальных реакций, приводящих к окислительной порче масложировой продукции, необходимо использовать водо- и маслорастворимые ингибиторы. Такими ингибиторами могут служить водорастворимая аскорбиновая кислота и маслорастворимый  $\alpha$ -токоферол.

На рис. 1 представлен механизм автоокисления аскорбиновой кислоты (Asc).

Подвижные атомы водорода гидроксильных групп лактонной структуры аскорбиновой кислоты 1 (рис. 1) обеспечивают антиоксидантные свойства этому витамину. Кроме того, образующийся при автоокислении анион-радикал 3 может также выступать эффективной «ловушкой» свободных радикалов [8].

Антиоксидантные свойства  $\alpha$ -токоферолу 1 (рис. 2) обеспечивает фенольная гидроксильная группа благодаря возможности образования достаточно стабильного  $\alpha$ -токоферильного радикала 2, а также стабилизации структуры в виде токоферолхинона 4 [9].

Важными компонентами, стабилизирующими эмульсионные системы в масложировой продукции, являются эмульгаторы, среди которых наиболее часто используются лецитин и димодан (DIMODAN® HP 85-S6).

В качестве дополнительного эмульгатора, обладающего благодаря слабо-

кислотным свойствам хорошей буферной емкостью, а также антиоксидантными свойствами, нами был предложен мелкодисперсный препарат из корня солодки [1].

Корень солодки содержит различные биологически активные вещества, такие как моно-, олиго- и полисахариды, органические кислоты, эфирное масло, тритерпеноиды (глицирризиновая кислота), смолы, стероиды ( $\beta$ -ситостерин), фенолкарбоновые кислоты и их производные, кумарины, дубильные вещества, флавоноиды

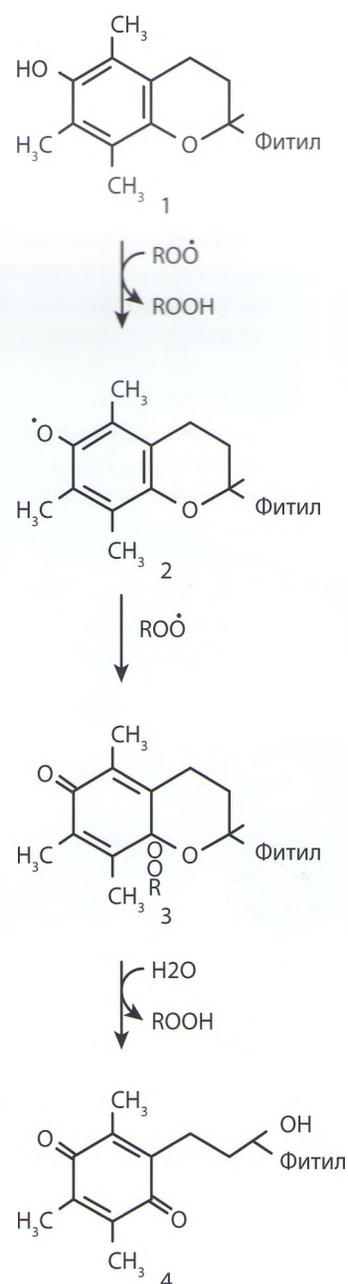


Рис. 2. Механизм антиоксидантного действия  $\alpha$ -токоферол: 1 –  $\alpha$ -токоферол; 2 –  $\alpha$ -токоферильный радикал; 3 – токоферолпероксид; 4 – токоферолхинон

Таблица 1. Накопление жирных кислот в образцах маргарина с разными эмульгаторами

Продолжительность хранения, сут	Кислотность, °К, образцов маргарина		
	с димоданом и лецитином	с димоданом, лецитином и сапонидами солодки	с димоданом и сапонидами солодки
3,3	1,54	2,63	1,71
4,5	2,80	3,55	2,11
5,9	3,95	4,10	2,62
6,9	4,70	4,40	2,95
8,1	5,53	4,71	3,20
9,6	6,15	5,09	3,40
11,0	6,74	5,56	3,63

Таблица 2. Накопление гидропероксидов в спредах в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут	Перекисное число, ммоль 1/2 O <sub>2</sub> /кг, образцов спредов		
	контрольного	с витамином С	с витаминами А, Е и С
0	1,2±0,5	0,6±0,4	0,6±0,3
15	4,7±0,2	3,9±0,1	3,3±0,2
30	8,6±0,3	6,2±0,3	5,3±0,1
45	10,4±0,3	8,5±0,2	7,8±0,1
60	12,9±0,2	9,2±0,3	8,3±0,3

(ликвиритин, изоликвиритин, ликвиритозид, кверцетин и др.), высшие алифатические углеводороды и спирты, высшие жирные кислоты, алкалоиды.

При совместном использовании разных эмульгаторов и биологически активных веществ корня солодки повысилась устойчивость маргаринов к гидролизу, что продемонстрировано на образцах, полученных на ОАО «Гомельский масложировой комбинат», в процессе хранения (табл. 1).

Как следует из табл. 1, наибольшим ингибирующим эффектом обладает

композиция, содержащая димодан и мелкодисперсный препарат из корня солодки.

Для оценки антиоксидантного действия витаминов в процессе хранения масложировой продукции провели анализ опытных партий спредов, выпущенных на ОАО «Гомельский масложировой комбинат».

В качестве критерия окислительной порчи использовали перекисное число, которое определяли в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51487-2001.) [6] (табл. 2).

Как видно из полученных результатов (см. табл. 2), после 60 сут хранения

перекисное число в контроле составило (12,9±0,2) ммоль 1/2 O<sub>2</sub>/кг, в образце с витамином С – (9,2±0,3), а с витаминами А, Е и С – (8,3±0,3). При этом экспериментально показано, что совместное применение водо- и масло-растворимых антиоксидантов более эффективно замедляет перекисные процессы в масложировой продукции.

Таким образом, сапонины солодки, а также водо- и масло-растворимые антиоксидантные витамины увеличивают срок годности масложировой продукции и переводят ее в категорию продуктов функционального питания.

Представленные теоретические основы гидролитических и окислительных процессов, приводящих к порче масложировой продукции, а также механизмы антиоксидантного действия витаминов (аскорбиновой кислоты и α-токоферола) легли в основу выполненных на ОАО «Гомельский масложировой комбинат» исследований, которые продемонстрировали возможность защиты маргаринов и спредов от негативных химических реакций.

Кроме того, введение в рецептуры маргаринов и спредов витаминов и растительного сырья переводит их в продукты функционального питания, которым придается все большее значение в современной диетологии. 🔥

Список литературных источников находится в редакции

