



УДК 665.1.09

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЛИПИДОВ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Гоноцкий В.А., заведующий лабораторией, д-р техн. наук**Дубровская В.И.**, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук**Олесюк С.В.**, младший научный сотрудник**Филиппова Г.В.**, научный сотрудник**Гоноцкая В.А.**, старший научный сотрудник

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИПП Россельхозакадемии)

Аннотация: В статье рассмотрено влияние антиоксидантов нового поколения на химическую стабильность липидов льняного масла — одного из биологически активных компонентов рубленых полуфабрикатов из мяса птицы.

Summary: The effect of new generation antioxidants has been considered in the paper on linseed oil lipids stability. Linseed oil is one of the biologically active components of poultry meat ready-to-cook ground products.

Ключевые слова: льняное масло, антиоксиданты, химическая стабильность, период индукции.

Key Words: : Linseed oil, antioxidants, chemical stability, induction period.

Введение

Льняное масло является одним из важнейших источников полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 и омега-6), при этом доля омега-3 жирных кислот достигает 57% от общего количества полиненасыщенных кислот. Это масло также содержит вещества, обладающие антиоксидантной активностью (токоферолы, каротиноиды), поэтому его целесообразно использовать в рецептуре рубленых полуфабрикатов с целью повышения их биологической ценности. Однако масло льна, как и многие масложировые продукты, подвержено окислительным изменениям в процессе хранения, приводящим к значительному ухудшению органолептических свойств продуктов и снижению их пищевой ценности.

Для замедления процессов окисления липидов в продуктах питания и соответственно увеличения сроков годности необходимо принимать меры по защите их от порчи. Одной из таких мер является применение антиоксидантов. Их действие основано на способности обрывать цепь окисления за счет ликвидации активных радикалов [1].

Среди антиоксидантов естественного происхождения наиболее известны токоферолы и каротиноиды [2].

Токоферолы (E307 — E309) являются природными антиоксидантами, содержащимися во многих растительных маслах. В большинстве случаев уровень токоферола составляет от 0,02 до 0,06%, что обеспечивает хорошее антиокислительное воздействие. В некоторых растительных маслах содержание природных токоферолов очень высоко, и даже после переработки они сохраняются в достаточном количестве. Внесение токоферолов широко используется для стабилизации жиров животного происхождения в связи с их отсутствием в этих продуктах.

Каротиноиды широко распространены в природе. В свободном виде они чаще всего встречаются в пластидах растений, мышечной ткани рыб, яйцах птиц. В организмах людей и животных каротиноиды не могут синтезироваться, их поступление зависит только от источников питания. Благодаря наличию сопряженных двойных связей каротиноиды связывают кислород и ингибируют образование свободных радикалов, предупреждая их негативное действие на организм.

Среди антиоксидантов синтетического происхождения широкое применение получили бутилгидрокситолуол (БОТ), бутилгидроксанизол

(БОА), а из акседантов естественного происхождения — дигидрохверцетин (ДГК) [3, 4]. Эти антиокислители обладают хорошей эффективностью и устойчивостью к воздействию высоких температур. Даже небольшие количества этих антиоксидантов (0,01–0,05%) способны обеспечить химическую стойкость липидов масложировых продуктов в течение всего срока годности.

Для усиления активности антиокислителей применяют вещества, обладающие способностью дезактивировать ионы металлов переменной валентности, являющиеся сильными катализаторами. Такие вещества называют синергистами. Наибольшее применение в качестве синергистов получили лимонная, аскорбиновая, щавелевая, винная и некоторые другие кислоты.

Целью настоящей работы стало изучение кинетики окисления липидов льняного масла и определение наиболее эффективного антиоксиданта.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили льняное масло и три разных антиоксиданта — Novasol C, Novasol COF и дигидрохверцетин (ДГК).

Известно, что окисление липидов наиболее активно происходит при участии атмосферного кислорода и ускоряется при повышенных температурах (45–55°C). Значительно ускоряет процесс окисления полиненасыщенных жирных кислот применение ультрафиолетового облучения (УФ). Окислительные изменения липидов льняного масла определяли гравиметрическим методом при комнатной температуре [5]. В основе этого метода лежит изменение массы образцов в связи с накоплением продуктов окисления.

В эксперименте образцы выдерживали в термостате марки ТС-80 при постоянной температуре 55–56°C. Динамику окислительных изменений льняного масла определяли в образцах без антиоксидантов и с натуральными антиоксидантами — *Novasol C*, *Novasol COF* и ДГК. *Novasol C* представляет собой мицеллированную форму аскорбиновой кислоты. *Novasol COF* является смесью мицеллированной формы аскорбиновой кислоты и DL- α -токоферола. Дигидрокверцетин — это флавоноид, получаемый из древесины лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственницы даурской (*Larix dahurica* Turcz.).

Отметим, что недостатком гравиметрического метода является суще-

ственная продолжительность. В связи этим с целью сокращения длительности опыта на втором этапе эксперимента использовали УФ-облучение льняного масла. В термостат были помещены две лампы марки САВ 201 220–240 V/50 Hz T5/8W, являющиеся источниками ультрафиолетовых лучей (длина волны 260 нм), катализирующих окисление масла. Бюксы с льняным маслом располагались на решетке термостата равномерно, на расстоянии 2–3 см друг от друга. Результаты исследований окисления льняного масла отражены на графике (рис. 1). Кроме того, был определен период индукции образцов по методике В.Ф. Цепалова [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования по окислению масла проводили в два этапа. В качестве образцов использовали льняное масло без антиоксидантов (контроль) и с различными антиоксидантами:

- льняное масло + ДГК;
- льняное масло + *Novasol C*;
- льняное масло + *Novasol COF*;
- льняное масло + *Novasol C* + ДГК.

В эксперименте *Novasol C*, *Novasol COF* и ДГК использовали в количестве по 0,02 г% к маслу. При совместном использовании ДГК и *Novasol C* концентрацию каждого уменьшали

в два раза (т.е. каждого компонента по 0,01% к маслу).

На первом этапе исследований проводили определение окислительных изменений льняного масла при комнатной температуре (20–22°C). Результаты приведены в таблице 1.

Как показал эксперимент, антиоксидант *Novasol COF* был менее эффективным по сравнению с *Novasol C* и ДГК. Эффективность *Novasol C* и ДГК была одинаковой, причем как при отдельном использовании, так и при совместном. Признаки окислительной порчи контрольных образцов наблюдались уже спустя сутки (24 ч) после начала эксперимента, а образцы с применением антиоксидантов *Novasol C* и ДГК сохраняли органолептические свойства, характерные для свежего льняного масла, в течение 4 сут. хранения.

С целью определения индукционного периода окисления масла на втором этапе эксперимента исследования проводили гравиметрическим методом с использованием УФ-облучения, в термостате, при этом взвешивали образцы льняного масла каждые 3–4 ч. Параллельно проводили органолептическую оценку контрольных и опытных образцов. Наибольшее увеличение массы наблюдалось в контрольном образце, наименьшее — в опытных (рис. 1).

Таблица 1

Изменение органолептических показателей льняного масла в процессе хранения при комнатной температуре

Наименование образцов	Время проведения эксперимента, ч				
	24	48	72	96	120
Льняное масло (контроль)	Легкая горечь во вкусе, запах, свойственный свежему маслу	Слабый запах рыбьего жира, легкая горечь во вкусе	Слабый запах рыбьего жира, легкая горечь во вкусе	Горечь во вкусе, неприятный запах рыбьего жира	Неприятный запах и прогорклый вкус сильно выражены
Льняное масло + <i>Novasol C</i>	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Легкая горечь во вкусе, запах, свойственный свежему маслу
Льняное масло + ДГК	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Легкая горечь во вкусе, запах, свойственный свежему маслу
Льняное масло + <i>Novasol COF</i>	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Слабый запах рыбьего жира, легкая горечь во вкусе	Слабый запах рыбьего жира, легкая горечь во вкусе	Слабый запах рыбьего жира, легкая горечь во вкусе
Льняное масло + <i>Novasol C</i> + ДГК	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Запах и вкус, свойственные свежему маслу	Легкая горечь во вкусе, запах, свойственный свежему маслу

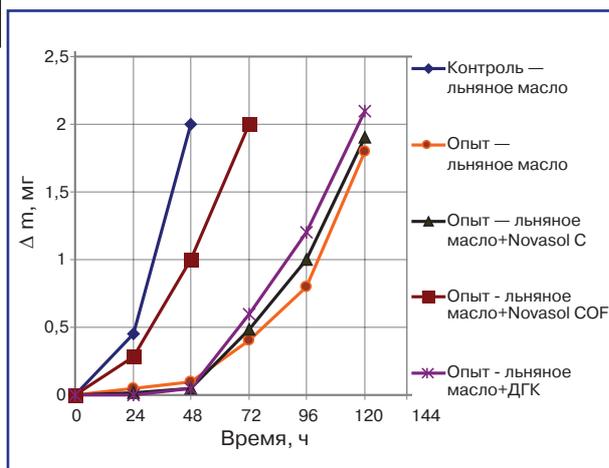


Рис. 1. Кинетика окисления льняного масла при температуре 55–56°C

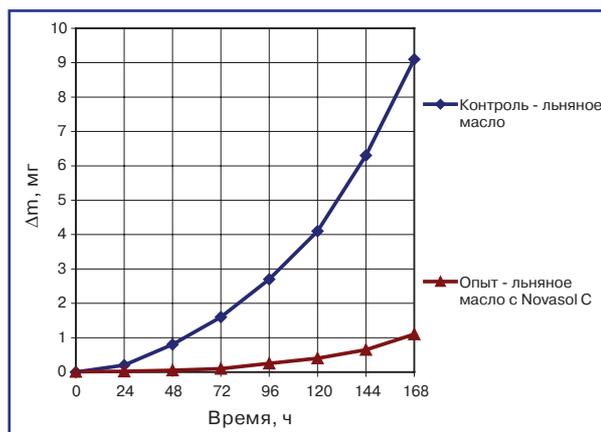


Рис. 2. Зависимость изменения массы льняного масла от времени хранения под действием УФ-облучения при температуре 55–56°C

Кинетические параметры окисления льняного масла

Наименование образцов	Период индукции, ч
Льняное масло (контроль)	24
Льняное масло + <i>Novasol C</i>	69
Льняное масло + <i>Novasol C</i> + ДГК	75
Льняное масло + <i>Novasol COF</i>	48
Льняное масло + ДГК	70

Таблица 2

от темно-желтого до светло-желтого (рис. 3). В то же время образцы с использованием *Novasol C* сохранили исходный цвет, характерный для свежего масла. Возможно, данные изменения связаны с разрушением каротиноидов в льняном масле под действием УФ-облучения.

Исследуя зависимость изменения массы льняного масла от времени хранения при температуре 55–56°C, определили период индукции, который отражает эффективность применения антиоксидантов (табл. 2).

Использование антиоксидантов обусловило замедление окислительного процесса в льняном масле (табл. 2). Наилучший эффект был достигнут при применении антиоксидантов *Novasol C* и ДГК. Использование *Novasol C* увеличивало срок хранения льняного масла в 3,8 раза, ДГК — в 3,7 раза, т.е. практически одинаково, а *Novasol C* и ДГК — в четыре раза.

Через 340 ч (14 сут.) после начала эксперимента можно было наблюдать изменение консистенции — уплотнение массы по всему объему, как в контрольных, так и в опытных образцах, что свидетельствует о полимеризации липидов масла. Полимеризация характерна для соединений, содержащих большое количество непереносимых связей (жирные кислоты липидов льняного масла).

С целью снижения длительности эксперимента на третьем этапе исследования для окисления масла также применяли УФ-облучение. При

исследовании стойкости в процессе хранения льняного масла использовали в качестве антиоксиданта только *Novasol C*. Это объясняется тем, что хотя и ДГК, и *Novasol C* проявили себя как высокоэффективные препараты, но *Novasol C* является менее изученным, с чем и связан интерес к его антиоксидантной активности.

В качестве контроля было взято льняное масло без антиоксидантов, в качестве опытного образца — масло с антиоксидантом *Novasol C*.

Кинетические параметры окисления льняного масла при температуре 55–56°C под действием УФ-облучения показаны на рисунке 2.

На графике кривые иллюстрируют значительную роль антиоксиданта в торможении окислительных изменений в льняном масле. Период индукции контрольного образца составил около 24 ч, опытного — 96 ч, т.е. применение антиоксиданта (в данном случае *Novasol C*) позволило увеличить индукционный период окисления льняного масла в четыре раза при температуре 45–55°C.

За 40 ч эксперимента в контрольном образце произошло существенное изменение цвета льняного масла —



Рис. 3. Изменение цвета льняного масла под действием УФ-облучения

Наиболее явные изменения органолептических свойств произошли в контрольном образце через 168 ч (7 сут.) после начала эксперимента, при этом на поверхности льняного масла образовалась полимерная пленка. Опытный образец за указанный период сохранил консистенцию, свойственную свежему льняному маслу. Однако на данном этапе проведения опыта произошли изменения и запаха, и вкуса контрольного и опытного образцов. Масло с использованием антиоксиданта приобрело едва заметную горечь, а контрольный образец имел более явные признаки окислительной порчи.

Заключение

Выполненные исследования показали эффективность использования антиоксидантов для обеспечения стабильности качества льняного масла при хранении. На основании экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что использование ДГК или *Novasol C*, а также их совместное применение позволяют увеличить период индукции окисления льняного масла в 2,9–3,1 раза.

Литература

1. Лясковская Ю.Н., Крылова Н.К., Воловинская В.Л. и др. Применение химических консервантов, антиокислителей, стабилизаторов и ионообменных смол в мясной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, — 1967. — 183 с.
2. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами // Наука и технология. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во — 2004. — 548 с.
3. Гоноцкий В.А., Дубровская В.И., Дубровский Н.В., Гоноцкая В.А. Антиоксидантная защита витамина Е и каротиноидов в процессе хранения рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров // «Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц»: сб. науч. тр. — Ржавки: ВНИИПП. — 2012. — С. 35–38.
4. Булдаков А.С. Пищевые добавки. — М.: ДеЛи, 2001. — 436 с.
5. Elizabeth Maforimbo. Evaluation of Capsicum as a Source of Natural Antioxidant in Preventing Rancidity in sunflower oil // The Journal of Food Technology in Africa. — 2002. — Vol. 7. — Apr — Jun. — P. 68–72.
6. Гладышев Г.П., Цепалов В.Ф. Тестирование химических соединений как стабилизаторов полимерных материалов // Успехи химии. — 1975. — Т. 44. — № 10. — С. 1830–1850. □

*Для контактов с авторами:
Гоноцкий Василий Александрович
e-mail: vniipp-tehn@mail.ru
Дубровская Валентина Ивановна
Олесьюк Сергей Владимирович
Филиппова Галина Васильевна
Гоноцкая Валентина Афанасьевна*

Международный Центр Стандартизации и Сертификации «Халяль» Совета муфтиев России осуществляет сертификацию предприятий, продукции и услуг на соответствие требованиям стандартов «Халяль» в Российской Федерации, странах Таможенного союза, СНГ, Евросоюза и государствах Исламского мира.

- Центр основан и успешно работает с 2002 года
- На Центр возложены все полномочия по сертификации «Халяль» руководством Централизованной мусульманской религиозной организации «Совета муфтиев России»
- Налажены взаимоотношения с посольствами стран ближнего и дальнего зарубежья, с международными органами сертификации «Халяль»
- Система добровольной сертификации по канонам Ислама - Система «Халяль» («HALAL») зарегистрирована в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

ХАЛЯЛЬ – ВЕРА, РАЗУМ, БЕЗОПАСНОСТЬ!



Россия, 129090, Москва, Выпозов пер., д.7, оф. 305
(административный корпус Московской Соборной Мечети)

тел./факс: (495) 688-95-09, (495) 926-03-10

www.halalcenter.org; E-mail: halal.smr@gmail.com