

УДК 665.372:543.422.25

ББК 35.782

А-235

*Агафонов Олег Сергеевич, аспирант кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров факультета инженерии, экспертизы и компьютерного моделирования высоких технологий Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Лисовая Екатерина Валериевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров факультета инженерии, экспертизы и компьютерного моделирования высоких технологий Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Бутина Елена Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров факультета инженерии, экспертизы и компьютерного моделирования высоких технологий Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Герасименко Евгений Олегович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров факультета инженерии, экспертизы и компьютерного моделирования высоких технологий Кубанского государственного технологического университета, т.:(861) 2536760;*

*Корнена Елена Павловна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, косметики и экспертизы товаров факультета инженерии, экспертизы и компьютерного моделирования высоких технологий Кубанского государственного технологического университета, т.:(861) 2752493.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЯДЕРНО-МАГНИТНЫХ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОЖНЫХ ЛИПИДНЫХ СИСТЕМ «ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНЫ-ФОСФОЛИПИДЫ» (рецензирована)**

*Объектами исследования являлись подсолнечные фосфолипидные концентраты.*

*Цель исследования – изучение ядерно-магнитных релаксационных характеристик подсолнечных фосфолипидных концентратов различного состава.*

*Ключевые слова: подсолнечные фосфолипидные концентраты, ядерно-магнитная релаксация, ядерно-магнитные релаксационные характеристики, фосфолипиды, триацилглицерины.*

*Agafonov Oleg Sergeevich, post- graduate of the Department of Technology of fats, cosmetics and expertise of the Faculty of Engineering, expertise and computer modeling of high technologies, Kuban State Technological University, tel.:(861) 2536760;*

*Lisovaya Ekaterina Valerjevna, Candidate Of Technical Sciences, senior researcher of the Department of Technology of fats, cosmetics and expertise of the Faculty of Engineering, expertise and computer modeling of high technologies, Kuban State Technological University, tel.:(861) 2536760;*

*Butina Elena Alexandrovna, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Technology of fats, cosmetics and expertise of the Faculty of Engineering, expertise and computer modeling of high technologies, Kuban State Technological University, tel.: (8861) 2536760;*

*Gerasimenko Eugene Olegovich, Doctor Of Technical Sciences, professor of the Department of Technology of fats, cosmetics and expertise of the Faculty of Engineering, expertise and computer modeling of high technologies, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2536760;*

*Kornena Elena Pavlovna, Doctor Of Technical Sciences, professor, head of the Department of Technology of fats, cosmetics and expertise of the Faculty of Engineering, expertise and computer modeling of high technologies, Kuban State Technological University, tel.: (861) 275-24-93;*

## **INVESTIGATION OF NUCLEAR-MAGNETIC RELAXATION CHARACTERISTICS OF COMPLICATED LIPID SYSTEMS' THRIACILGLICERINES-PHOSPHOLIPIDS'**

*The object of the research is sunflower phospholipidic concentrates. The goal of the research-studying nuclear- magnetic relaxation characneristics of sunflower phospholipidic concentrates.*

*Keywords: sunflower phospholipidic concentrates, nuclear- magnetic relaxation, nuclear- magnetic relaxation characneristics, phospholipids, thriacilglicerines.*

Фосфолипидные концентраты (лецитины) представляют собой комплексные вещества растительного происхождения, основными компонентами которых являются фосфолипиды. Фосфолипиды входят в состав клеточных мембран, обеспечивая существование организма как целостной системы. Кроме того, благодаря фосфолипидам осуществляются все обменные процессы [1].

Наиболее перспективным сырьем для получения отечественных физиологически ценных фосфолипидных продуктов и биологически активных добавок на их основе являются семена подсолнечника.

Состав фосфолипидных концентратов непостоянен и зависит от способа их получения, вида и качества растительного масла, из которого вырабатывают концентраты.

Одним из основных показателей качества фосфолипидных концентратов является содержание собственно фосфолипидов.

Известно, что метод ядерно-магнитной релаксации позволяет получить сведения о компонентном составе сложных систем путем сопоставления релаксационных характеристик их протонов [2].

Учитывая это, исследовали ядерно-магнитные релаксационные характеристики протонов компонент фосфолипидных концентратов с использованием импульсного метода Карра-Парселла-Мейбума-Гилла на ЯМР-анализаторе с управлением и обработкой результатов на базе персонального компьютера [3].

В качестве объектов исследования были взяты образцы подсолнечных фосфолипидных концентратов с различным содержанием фосфолипидов.

Показатели качества исследуемых фосфолипидных концентратов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели качества исследуемых подсолнечных фосфолипидных концентратов

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля, %:	
фосфолипидов	45,0 – 67,5
масла	30,7 – 52,8
влаги и летучих веществ	0,49 – 0,91
Кислотное число продукта, мг КОН/г	23,3 – 25,1
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	2,5 – 4,1
Цветное число, мг J <sub>2</sub>	8 – 10

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что в исследуемых образцах фосфолипидных концентратов наблюдается значительный диапазон колебаний основных показателей качества, особенно это отмечено для такого показателя, как массовая доля фосфолипидов, содержание которых является критерием идентификации фосфолипидных концентратов на принадлежность к пищевым.

На первом этапе исследовали влияние температуры на изменение ядерно-магнитных релаксационных характеристик фосфолипидных концентратов.

Результаты проведенных исследований показали, что в сигналах ЯМР протонов фосфолипидных концентратов наблюдается четыре группы протонов, с существенно различающимися временами спин-спиновой релаксации.

В связи с этим, фосфолипидные концентраты можно рассматривать как сложные многокомпонентные системы, состоящие из четырех компонент, отличающихся друг от друга степенью связанности образующих их молекул.

На рисунках 1 и 2 в качестве примера приведены графики, характеризующие изменение времен спин-спиновой релаксации протонов компонент фосфолипидных концентратов с содержанием фосфолипидов 45,0% и 60,2% в зависимости от температуры.

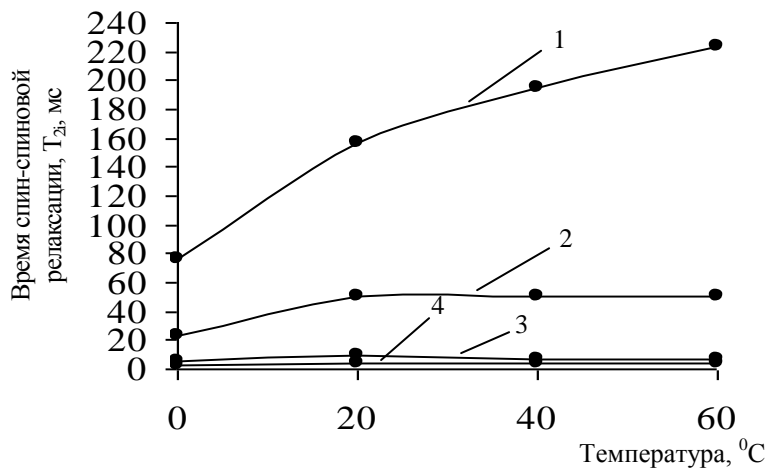


Рис. 1. Влияние температуры на изменение времен спин-спиновой релаксации протонов компонент фосфолипидного концентрата с содержанием фосфолипидов 45,0 %: 1 –  $T_{21}$ ; 2 –  $T_{22}$ ; 3 –  $T_{23}$ ; 4 –  $T_{24}$

Из приведенных на рисунках 1 и 2 данных видно, что значение времен спин-спиновой релаксации протонов первой компоненты фосфолипидного концентрата существенно зависит от температуры, что, по-видимому, свидетельствует о том, что первая компонента характеризует индивидуальные молекулы триацилглицеринов масла, содержащегося в фосфолипидном концентрате.

Значения времен спин-спиновой релаксации протонов второй компоненты с повышением температуры возрастают незначительно, что свидетельствует о том, что вторая компонента характеризует ассоциаты молекул триацилглицеринов низких порядков. Выявлено, что времена спин-спиновой релаксации протонов третьей и четвертой компонент практически не зависят от температуры, что свидетельствует о высокой степени связанности молекул данных компонент.

Таким образом, можно сделать вывод, что третья и четвертая компоненты характеризуют молекулы, обладающие структурой твердых веществ, при этом четвертая компонента, характеризует молекулы, обладающие структурой более упорядоченной и подобной кристаллической решетке, тогда, как третья компонента характеризует молекулы со строением аморфного тела.

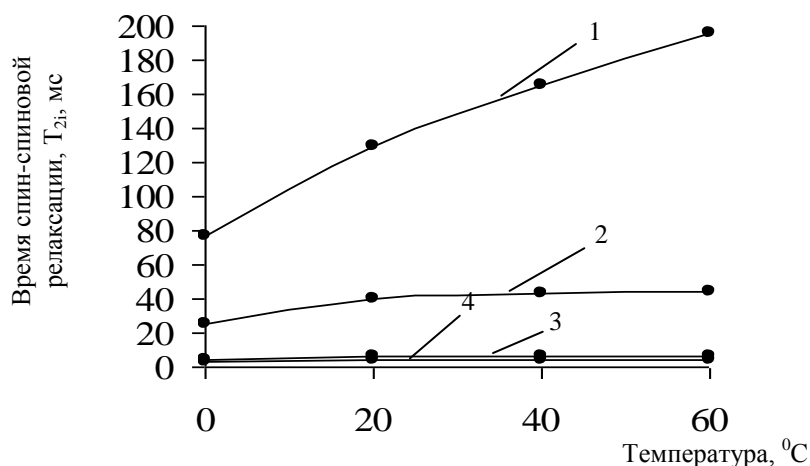


Рис. 2. Влияние температуры на изменение времен спин-спиновой релаксации протонов компонент фосфолипидного концентрата с содержанием фосфолипидов 60,2%: 1 –  $T_{21}$ ; 2 –  $T_{22}$ ; 3 –  $T_{23}$ ; 4 –  $T_{24}$

Из этого следует, что третья и четвертая компоненты характеризуют молекулы фосфолипидов, характер связей которых практически не зависит от температуры.

Следует отметить, что для фосфолипидных концентратов с содержанием фосфолипидов 45,0% и 60,2% времена спин-спиновой релаксации протонов отдельных компонент в исследуемом

интервале температур отличаются незначительно.

На рисунках 3 и 4 приведены диаграммы, характеризующие изменение амплитуд сигналов ЯМР протонов компонент фосфолипидных концентратов с содержанием фосфолипидов 45,0% и 60,2% в зависимости от температуры.

Из данных, приведенных на рисунке 3 и 4, видно, что в диапазоне температур от 0<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С наблюдается перераспределение компонентного состава фосфолипидного концентрата. С повышением температуры значение амплитуды сигналов ЯМР протонов первой компоненты увеличивается значительно, значение амплитуды сигналов ЯМР протонов второй компоненты практически не изменяется. Значения амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей и четвертой компоненты в диапазоне температур от 0<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С снижается незначительно.

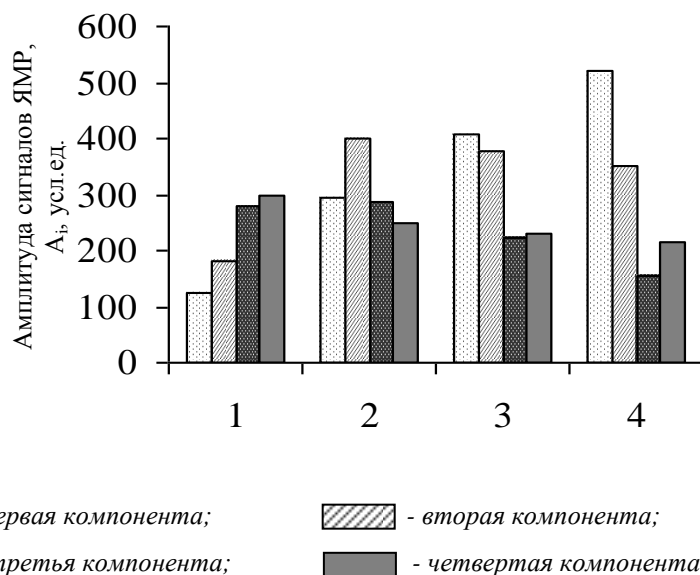


Рис. 3. Влияние температуры на изменение амплитуд сигналов ЯМР протонов компонент фосфолипидного концентрата с содержанием фосфолипидов 45,0%: 1 – 0<sup>0</sup>С; 2 – 20<sup>0</sup>С; 3 – 40<sup>0</sup>С; 4 – 60<sup>0</sup>С;

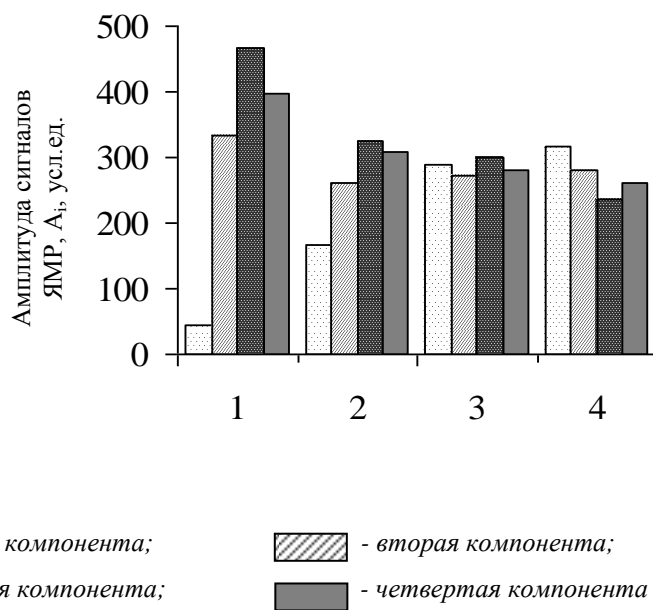


Рис. 4. Влияние температуры на изменение амплитуд сигналов ЯМР протонов компонент фосфолипидного концентрата с содержанием фосфолипидов 60,2%: 1 – 0<sup>0</sup>С; 2 – 20<sup>0</sup>С; 3 – 40<sup>0</sup>С; 4 – 60<sup>0</sup>С;

Следует отметить, что увеличение содержания фосфолипидов в фосфолипидном концентрате приводит к увеличению значений амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей и четвертой компонент и к снижению значений амплитуд сигналов ЯМР протонов первой и второй компонент в исследуемом диапазоне температур.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлено, что фосфолипидный концентрат представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из четырех компонент, причем первая компонента характеризует молекулы триацилглицеринов, находящиеся в виде индивидуальных молекул, вторая компонента характеризует молекулы триацилглицеринов, находящиеся в виде ассоциатов-димеров, третья компонента характеризует молекулы фосфолипидов, находящиеся в виде ассоциатов молекул фосфолипидов высоких порядков, а четвертая компонента характеризует молекулы фосфолипидов, находящиеся в виде мицелл.

Кроме того, установлено, что значения амплитуд сигналов ЯМР протонов отдельных компонент фосфолипидного концентрата зависят от содержания фосфолипидов.

Таким образом, амплитуды сигналов ЯМР протонов отдельных компонент фосфолипидного концентрата могут служить в качестве аналитического параметра при определении содержания собственно фосфолипидов.

*\* Работа выполнялась в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.*

#### **Литература:**

1. Бутина Е.А. Научно-практическое обоснование технологии и оценка потребительских свойств фосфолипидных биологически активных добавок: Диссертация ... д-ра техн. наук / Бутина Елена Александровна. - Краснодар, 2003. – 317 с.

2. Прудников С.М. Научно-практическое обоснование способов идентификации и оценки качества масличных семян и продуктов их переработки на основе метода ядерной магнитной релаксации: Автореферат дисс. ... д-ра техн. наук / Прудников Сергей Михайлович. - Краснодар, 2003. – 54 с.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. «Система приема и обработки сигналов импульсных релаксометров ядерного магнитного резонанса» / С.М. Прудников, Л.В. Зверев, Т.Е. Джиоев. - №2001610425. – Москва, 17 апреля 2001 г.