

УДК 664.34.033.1

ББК 35.782

А-235

*Агафонов Олег Сергеевич, аспирант кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Лисовая Екатерина Валериевна, кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Корнена Елена Павловна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, косметики и экспертизы товаров института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.:(861) 2752493;*

*Войченко Ольга Николаевна, соискатель кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760;*

*Шабанова Ирина Александровна, аспирант кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.:(861)2536760.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛЕЦИТИНОВ МЕТОДОМ ЯДЕРНО-МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ\***

(рецензирована)

*Объекты исследования – подсолнечные и соевые лецитины отечественного производства. Цель работы – исследование идентификационных особенностей растительных лецитинов методом ядерно-магнитной релаксации.*

*Ключевые слова: ядерно-магнитная релаксация, ядерно-магнитные релаксационные характеристики, растительные лецитины.*

*Agafonov Oleg Sergeevich, post graduate student of the Department of Technology of Fats, Cosmetics and Expertise of the Institute of Food Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2536760;*

*Lisovaya Ekaterina Valeriyevna, Candidate of Technical Sciences, assistant of the Department of Technology of Fats, Cosmetics and Expertise of the Institute of Food Processing Industry, 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 Institute of Food Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 275-24-93;*

*Voichenko Olga Nicholaevna, seeker of the Department of Technology of Fats, Cosmetics and Expertise of the Institute of Food Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2536760;*

*Shabanova Irina Alexandrovna, post graduate student of the Department of Technology of Fats, Cosmetics and Expertise of the Institute of Food Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2536760.*

## **INVESTIGATION OF IDENTIFICATION FEATURES OF VEGETABLE LECITHINS BY NUCLEAR MAGNETIC RELAXATION \***

(reviewed)

*The objects of the study have been sunflower and soya lecithins of domestic production. The purpose - to study the identification features of plant lecithins by nuclear magnetic relaxation.*

*Key words: nuclear magnetic relaxation, nuclear magnetic relaxation characteristics, vegetable lecithins.*

Фосфолипидные продукты или лецитины являются одной из наиболее популярных пищевых добавок, благодаря своим технологическим и физиологическим свойствам.

В настоящее время лецитины являются неотъемлемыми рецептурными компонентами различных пищевых продуктов, а именно: кондитерских изделий, масложировых продуктов, быстрорастворимых напитков, мороженого, сыров, мясных фаршей и многих других.

В пищевой промышленности в основном широко используются растительные лецитины, полученные из бобов сои и семян подсолнечника.

На российском рынке в основном представлены импортные соевые лецитины, отличающиеся высокими показателями качества, и в меньших объемах – подсолнечные [1].

Следует отметить, что в последнее время на российском рынке появились отечественные соевые лецитины, которые не уступают по своим показателям качества импортным аналогам [2].

Кроме того, наблюдается увеличение спроса на лецитины, выработанные из сырья, не содержащего ГМИ.

Таким образом, оценка качества и идентификация отечественных растительных лецитинов, позволяющие обеспечить выявление и подтверждение подлинности конкретного вида сырья, а также его соответствие установленным требованиям, является актуальной.

Наиболее перспективными, экологически чистыми и безопасными являются способы оценки качества и идентификации жировых продуктов и липидсодержащего сырья на основе метода ядерно-магнитной релаксации.

С целью выявления идентификационных особенностей растительных лецитинов, а именно подсолнечных и соевых, исследовали ядерно-магнитные релаксационные характеристики протонов фосфолипидов и масла, содержащихся в лецитинах на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М, с использованием импульсного метода Карра-Парселла-Мейбума-Гилла.

Ранее нами выявлено, что подсолнечные лецитины представляют собой многокомпонентную систему, состоящую из четырех компонент [3].

Для подтверждения многокомпонентного характера огибающей сигналов спинового эха протонов растительных лецитинов исследовали ядерно-магнитные релаксационные характеристики более 50 образцов отечественных лецитинов: соевых и подсолнечных при разных температурах.

Следует отметить, что исследуемые образцы характеризуются различной массовой долей фосфолипидов и нейтрального масла, которые являются основополагающими показателями при определении качества лецитинов.

Для исследования ЯМ-релаксационных характеристик отобранные образцы лецитинов термостатировали в течение 1 часа и анализировали в диапазоне температур от 10°C до 60°C.

На рисунке 1 представлены графики по влиянию температуры на изменение времен спин-спиновой релаксации протонов компонент подсолнечных и соевых лецитинов.

Установлено, что с увеличением температуры значения времен спин-спиновой релаксации протонов первой компоненты подсолнечных лецитинов увеличиваются в большей степени, по сравнению со значениями времен спин-спиновой релаксации протонов первой компоненты соевых лецитинов, что свидетельствует о более высокой степени связанности протонов первой компоненты соевых лецитинов по сравнению с подсолнечными лецитинами.

Значения времен спин-спиновой релаксации протонов второй компоненты подсолнечных и соевых лецитинов отличаются незначительно, а значения времен спин-спиновой релаксации протонов третьей и четвертой компонент подсолнечных и соевых лецитинов в интервале температур от 0 С до 60°C практически не отличаются.

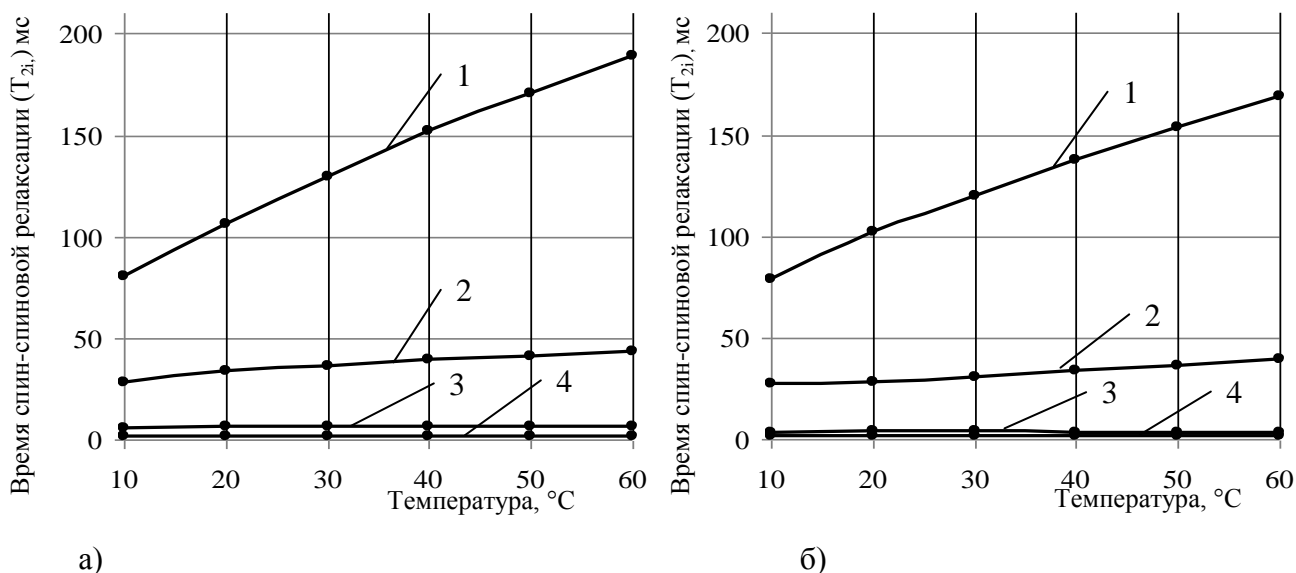


Рис. 1. Влияние температуры на изменение времен спин-спиновой релаксации протонов компонент лецитинов:

а) – подсолнечных с содержанием фосфолипидов 61,9 %, б) - соевых с содержание фосфолипидов 61,9 %; 1 –первая компонента; 2 –вторая компонента; 3 –третья компонента; 4 – четвертая компонента

В таблицах 1 и 2 приведены данные по влиянию температуры на изменение амплитуд сигналов ЯМР протонов компонент подсолнечных и соевых лецитинов.

Таблица 1 - Влияние температуры на изменение амплитуд сигналов ЯМР подсолнечных лецитинов (содержание фосфолипидов 61,9 %)

Температурный режим, °С	Значение амплитуд сигналов ЯМР, %					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Σ(A <sub>1</sub> +A <sub>2</sub> )	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	Σ (A <sub>3</sub> +A <sub>4</sub> )
10	7,0	24,5	31,5	34,5	34,0	68,5
20	9,5	25,3	34,8	32,0	33,2	65,2
30	16,8	25,1	41,9	28,5	29,6	58,1
40	22,9	24,2	47,1	25,2	27,7	52,9
50	29,1	23,4	52,5	22,2	25,4	47,5
60	34,4	22,1	56,5	19,8	23,7	43,5

Таблица 2 - Влияние температуры на изменение амплитуд сигналов ЯМР соевых лецитинов (содержание фосфолипидов 61,9 %)

Температурный режим, °С	Значение амплитуд сигналов ЯМР, %					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Σ(A <sub>1</sub> +A <sub>2</sub> )	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	Σ (A <sub>3</sub> +A <sub>4</sub> )
10	8,4	18,1	26,4	24,8	48,7	73,6
20	10,4	19,0	29,4	24,1	46,4	70,6
30	15,8	19,1	34,9	23,6	41,5	65,1
40	22,2	17,8	40,0	23,0	37,1	60,0
50	27,6	18,9	46,5	20,2	33,3	53,5
60	31,9	19,4	51,3	18,1	30,6	48,7

Из приведенных данных видно, что значения амплитуд сигналов ЯМР протонов компонент подсолнечных и соевых лецитинов в исследуемом диапазоне температур отличаются, но имеют аналогичный характер изменения.

Установлено, что с увеличением температуры значения амплитуд сигналов ЯМР протонов первой компоненты лецитинов, характеризующих молекулы триацилглицеринов, находящиеся в виде индивидуальных молекул, увеличиваются.

Значения амплитуд сигналов ЯМР протонов второй компоненты, характеризующей молекулы триацилглицеринов, находящиеся в виде ассоциатов-димеров, изменяются незначительно в исследуемом диапазоне температур.

Значения амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей и четвертой компонент, характеризующих молекулы фосфолипидов, находящиеся в виде ассоциатов молекул фосфолипидов высоких порядков и в виде мицелл, с повышением температуры от 10<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С снижаются.

Ранее в работе [4] было установлено, что содержание нейтрального масла в лецитинах характеризуется суммой амплитуд сигналов ЯМР протонов первой и второй компонент, а содержание фосфолипидов в лецитинах – суммой амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей и четвертой компонент, значения которых являются аналитическими параметрами при оценке качества и идентификации растительных лецитинов.

На рисунках 2 и 3 приведены данные по влиянию температуры на изменение суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов триацилглицеринов ( $A_1$  и  $A_2$ ) масла, содержащегося в исследуемых образцах лецитинов, и суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов фосфолипидов ( $A_3$  и  $A_4$ ), содержащихся в лецитинах.

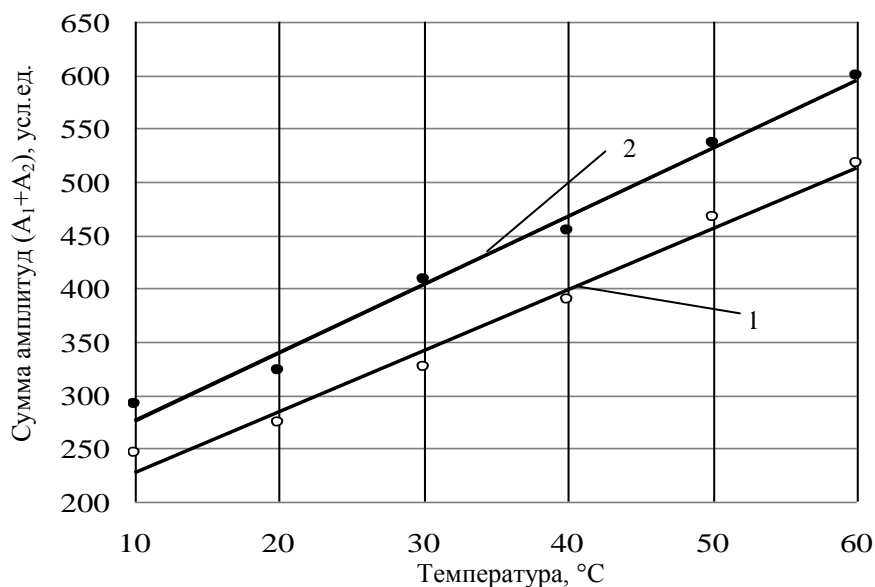


Рис. 2. Влияние температуры на изменение суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов триацилглицеринов ( $A_1$  и  $A_2$ ) масла, содержащегося в лецитинах:

1 – соевых (содержание фосфолипидов 61,9 %); 2 – подсолнечных (содержание фосфолипидов 61,9 %)

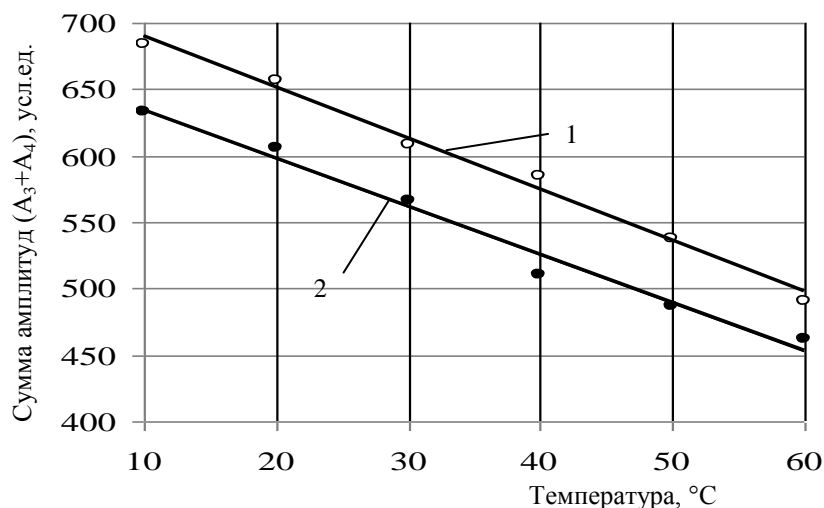


Рис. 3. Влияние температуры на изменение суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов фосфолипидов ( $A_3$  и  $A_4$ ), содержащихся в лецитинах:

1 – соевых (содержание фосфолипидов 61,9 %); 2 – подсолнечных (содержание фосфолипидов 61,9 %)

Как видно из приведенных данных, с ростом температуры для подсолнечных и соевых лецитинов характерны следующие изменения: увеличение значений суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов триацилглицеринов ( $A_1$  и  $A_2$ ) масла, содержащегося в лецитинах, и незначительное снижение суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов фосфолипидов ( $A_3$  и  $A_4$ ), содержащихся в лецитинах.

Установлено, что значения суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов триацилглицеринов ( $A_1$  и  $A_2$ ) масла, содержащегося в подсолнечных лецитинах, выше по сравнению со значениями суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов триацилглицеринов ( $A_1$  и  $A_2$ ) масла, содержащегося в соевых лецитинах, а значения суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов фосфолипидов ( $A_3$  и  $A_4$ ), содержащихся в подсолнечных лецитинах, ниже значений суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов фосфолипидов ( $A_3$  и  $A_4$ ), содержащихся в соевых лецитинах.

Это объясняется, по-видимому, тем, что жирные кислоты триацилглицеринов нейтрального масла, содержащегося в соевых лецитинах, более ненасыщенны по сравнению с жирными кислотами триацилглицеринов нейтрального масла, содержащегося в подсолнечных лецитинах, а жирные кислоты, содержащиеся в фосфолипидах соевых лецитинов, более насыщены по сравнению с жирными кислотами, содержащимися в фосфолипидах подсолнечных лецитинов [5].

Следовательно, количество резонирующих ядер в масле, содержащемся в соевых лецитинах ниже, чем в подсолнечных лецитинах, а в фосфолипидах, содержащихся в соевых лецитинах, выше, следовательно, и амплитуда сигналов ЯМР протонов масла меньше, а протонов фосфолипидов больше для соевых лецитинов по сравнению со значениями амплитуд сигналов ЯМР протонов подсолнечных лецитинов, соответственно.

Таким образом, различие степени ненасыщенности жирных кислот в триацилглицеринах масла и жирных кислот фосфолипидов, содержащихся в лецитинах, а следовательно и их ядерно-магнитные характеристики могут служить в качестве критерия идентификации растительных лецитинов.

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

#### Литература:

1. Гудзь А.В., Кузнецова О.И., Красильников В.Н. Российский рынок лецитинов // *Масла и жиры*. 2009. №11. С. 4-7.
2. Отечественные соевые лецитины – высококачественное сырье для производства фосфолипидных БАД и продуктов функционального и специализированного назначения / О.Н. Войченко [и др.] // *Новые технологии*. 2011. Вып. 2. С. 18-20.

3. Исследование ядерно-магнитных релаксационных характеристик сложных липидных систем «триацилглицерины-фосфолипиды» / О.С. Агафонов [и др.] // Новые технологии. 2010. Вып. 2. С. 11-14.
4. Разработка экспресс-способов оценки качества подсолнечных лецитинов линолевого типа / О.С. Агафонов [и др.] // Новые технологии. 2010. Вып. 3. С. 11-13.
5. Корнена Е.П. Химический состав, строение и свойства фосфолипидов подсолнечных и соевых масел: дис. ... д-ра техн. наук. Краснодар, 1987. 386 с.

**References:**

1. *Gudz A.V., Kuznetsova O.I., Krasilnikov V. N. The Russian market of lecithins // Oils and fats. 2009. № 11. P. 4-7.*
2. *Domestic soy lecithins - high-quality raw materials for production of phospholipid dietary supplements and foods for functional and special purpose / O. Voichenko [and others] // New Technologies. 2011. Vol. 2. P.18 - 20.*
3. *The study of nuclear magnetic relaxation characteristics of complex lipid systems "triacylglycerol-phospholipid" / O. S. Agafonov [and others] // New Technologies. 2010. Vol. 2. P.11 - 14.*
4. *Development of rapid methods of assessing the quality of sunflower lecithins of linoleic type / O. S. Agafonov [and others] // New Technologies. 2010. Vol. 3. P.11 - 13.*
5. *Kornena E.P. Chemical composition, structure and properties of sunflower and soybean phospholipids oils Dis. ... Dr. tech. Science. Krasnodar, 1987. 386 p.*