

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

## TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-13-21>  
УДК 633.853.494:547.953.2:661.727.4



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLES

### РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ-ИМИТАТОРОВ МАССОВОЙ ДОЛИ ВЕЩЕСТВ, НЕРАСТВОРИМЫХ В АЦЕТОНЕ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В РАПСОВЫХ ЛЕЦИТИНАХ

Олег С. Агафонов<sup>1</sup>, Екатерина В. Лисовая<sup>2</sup>,  
Сергей М. Прудников<sup>1</sup>, Елена П. Викторова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», ул. им. Филатова, д. 17, г. Краснодар, 350038, Российская Федерация

<sup>2</sup> Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Тополиная аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

**Аннотация.** В настоящее время наблюдается увеличение объемов переработки семян рапса, что приводит к закономерному увеличению производства сопутствующих продуктов, таких как рапсовый лецитин. Одним из показателей качества лецитинов, определяющим содержание в них физиологически ценных компонентов – фосфолипидов, является массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне. Целью исследования являлась разработка комплексной системы метрологического обеспечения инструментального способа определения массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, с применением импульсного метода ЯМР. Основным элементом указанной системы – стандартные образцы-имитаторы с известными метрологическими значениями массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне. В результате проведенных исследований ЯМ-релаксационных характеристик натуральных образцов рапсовых лецитинов с различной массовой долей веществ, нерастворимых в ацетоне, были определены оптимальные параметры ЯМ-релаксационных характеристик стандартных образцов-имитаторов. Показано, что для создания стандартных образцов-имитаторов необходимо три вещества, при этом для имитации протонов,

содержащихся в масляной фазе рапсовых лецитинов, – два вещества с временем спин-спиновой релаксации от 77 до 110 мс и временем спин-спиновой релаксации от 23 до 28 мс, а для имитации протонов фосфолипидов – вещество с временем спин-спиновой релаксации от 2 до 6 мс. На основании изучения ЯМ-релаксационных характеристик протонов, содержащихся в образцах химически инертных кремнийорганических жидкостей и натурального латекса, разработан состав 6 стандартных образцов-имитаторов массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, а также разработана методика их применения для градуировки ЯМР-анализатора АМВ-1006 М.

**Ключевые слова:** рапсовые лецитины, вещества, нерастворимые в ацетоне, фосфолипиды, ЯМ-релаксационные характеристики, стандартные образцы-имитаторы

*Для цитирования:* Разработка стандартных образцов-имитаторов массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах / Агафонов О.С. [и др.] // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 13–21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-13-21>

## DEVELOPMENT OF STANDARD SAMPLES-SIMULATORS OF WEIGHT FRACTION OF ACETONE INSOLUBLE SUBSTANCES IN RAPESEED LECITHINS

Oleg S. Agafonov<sup>1</sup>, Ekaterina V. Lisovaya<sup>2</sup>,  
Sergey M. Prudnikov<sup>1</sup>, Elena P. Victorova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSBSI «Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoyt», 17 Filatov str., Krasnodar, 350038, the Russian Federation

<sup>2</sup> Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of the FSBSI «The North Caucasian Federal Research Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking», 2 Topolinaya Alleya, Krasnodar, 350072, the Russian Federation

**Annotation.** Currently, there is an increase in the volume of rapeseed processing, which leads to a natural increase in the production of by-products such as rapeseed lecithin. One of the indicators of the quality of lecithins, which determines the content of physiologically valuable components – phospholipids is the weight fraction of substances insoluble in acetone. The aim of the study is to develop an integrated system for metrological support of an instrumental method for determining the weight fraction of substances insoluble in acetone, contained in rapeseed lecithins, using the pulse NMR method. The main element of this system is standard imitating samples with known metrological values of the mass fraction of substances insoluble in acetone.

As a result of the conducted studies of NMR characteristics of natural samples of rapeseed lecithins with different mass fractions of substances insoluble in acetone, the optimal parameters of NM relaxation characteristics of standard imitating samples have been determined. It has been shown that three substances are required to create standard imitating samples, while to simulate the protons contained in the oil phase of rapeseed lecithins two substances are required using spin-spin relaxation time from 77 to 110 ms and a spin-spin relaxation time from 23 to 28 ms, and to imitate phospholipid protons – a substance with a spin-spin relaxation time from 2 to 6 ms is required. On the basis of the study of NMR characteristics of protons contained in samples of chemically inert organic silicon liquids and natural latex, a composition of 6 standard samples-imitators of the mass fraction of substances insoluble in acetone contained in rapeseed lecithins, and a procedure for their use for NMR calibration analyzer AMV-1006 M have been developed.

**Keywords:** rapeseed lecithins, substances insoluble in acetone, phospholipids, NMR characteristics, standard imitating samples

**For citation:** *Development of standard samples-simulators of weight fraction of acetone insoluble substances in rapeseed lecithins / Agafonov O.S. [et al.] // New technologies. 2020. Vol. 15, No. 4. P 13–21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-13-21>*

Рапс является одной из самых популярных масличных культур в мире, при этом в России перерабатывается около 70% семян рапса. Увеличение объемов переработки семян рапса привело к закономерному увеличению производства сопутствующих продуктов, таких как рапсовый лецитин [1].

Лецитины являются ценными пищевыми добавками и характеризуются высокой физиологической активностью благодаря содержанию в их составе фосфолипидов [2].

Для получения лецитинов высокого качества необходим постоянный оперативный контроль в условиях заводских лабораторий показателей их качества, основным из которых является массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне, характеризующий содержание в лецитинах физиологически ценных компонентов – фосфолипидов.

Следует отметить, что в соответствии с арбитражной методикой [3] для определения указанного показателя требуется применение токсичных органических растворителей, довольно много времени на осуществление анализа, а также привлечение квалифицированного лабораторного персонала. Следствием вышеперечисленного является потеря предприятиями возможности оперативно контролировать качество производимого лецитина.

В результате проведенных исследований ЯМ-релаксационных характеристик рапсовых лецитинов коллективом авторов был разработан и запатентован инструментальный экспресс-способ определения массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, с применением импульсного метода ЯМР [4, 5].

Разработанный способ является прямым, так как его основой являются выявленные количественные зависимости между содержанием в рапсовых

лецитинах фосфолипидов, т.е. веществ, нерастворимых в ацетоне, и ЯМ-релаксационными характеристиками протонов, содержащихся в лецитинах.

Первоначально предполагалось, что градуировка ЯМР-анализатора для определения веществ, нерастворимых в ацетоне, в рапсовых лецитинах будет проводиться с использованием натуральных образцов.

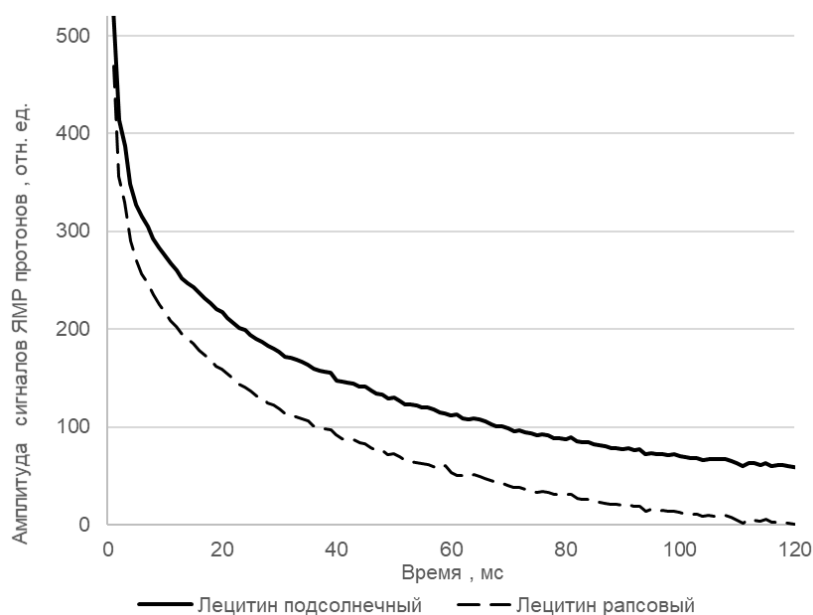
Однако результаты практических испытаний разработанного способа в условиях заводских лабораторий показали, что использование натуральных образцов лецитинов имеет ряд недостатков: натуральные образцы требуют особых условий хранения, недолговечны, должны иметь известное значение, определенное в соответствии с ГОСТ 32052-2013.

Кроме этого, требуется наличие натуральных образцов с широким диапазоном определяемого показателя, а также высокая квалификация персонала для получения воспроизводимых результатов. Все вышеперечисленное трудно реализуется в условиях заводских лабораторий, а неточности в соблюдении процесса градуировки ЯМР-анализатора могут значительно увеличить погрешность измерений.

Таким образом, цель исследования заключалась в разработке комплексной системы метрологического обеспечения. Основным элементом комплексной системы являются стандартные образцы-имитаторы с известными метрологическими значениями массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне.

Основными требованиями, предъявляемыми к стандартным образцам-имитаторам, являются высокая долговременная стабильность их метрологических характеристик и простота в применении.

Следует отметить, что наличие комплекта стандартных образцов и методики их применения позволит использовать ЯМР-анализатор АМВ-1006М в сфере



**Рис.1.** Релаксационные кривые сигналов спинного эха протонов, содержащихся в подсолнечных и рапсовых лецитинах с массовой долей веществ, нерастворимых в ацетоне, равной 62,5%

**Fig. 1.** Relaxation curves of spin echo signals of protons contained in sunflower and rapeseed lecithins with a weight fraction of substances insoluble in acetone equal to 62,5%

государственного регулирования обеспечения единства измерений в соответствии с требованиями ФЗ № 102 «Об обеспечении единства измерений» [6].

В качестве объектов исследований использовали образцы рапсовых лецитинов, отобранные на предприятиях Омской области, Краснодарского и Алтайского краев. Определение массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, осуществляли по методике в соответствии ГОСТ 32052-2013.

Для измерения ЯМ-релаксационных характеристик анализируемые образцы термостатировали при температуре  $23 \pm 0,2^\circ\text{C}$  в течение 2 часов, а затем помещали в датчик серийно выпускаемого ЯМР-анализатора АМВ-1006М [7]. Для вычисления измеренных значений амплитуд сигналов ЯМР и времен спин-спиновой релаксации протонов, содержащихся в анализируемых образцах, использовали разработанное программное обеспечение с последующей статистической обработкой полученных результатов [8].

Обзор литературных источников показал, что для градуировки ЯМР-анализаторов в основном используются два основных метода: с использованием натуральных образцов и с использованием образцов-имитаторов, при этом каждый из этих способов имеет достоинства и недостатки.

Использование натуральных образцов для градуировки не требует больших затрат времени, но при этом требуется высокая точность при аттестации их значений. Такие образцы не могут использоваться многократно, необходима регулярная замена на новые, а также требуется соблюдение особых условий хранения (вакуумные пакеты и термостатирование). Кроме этого, сложным представляется вопрос достижения однородности и повторяемости показателей качества таких образцов в силу природной разнородности исходного сырья.

Для изготовления стандартных образцов-имитаторов в разное время предлагались различные соединения, но наилучшие результаты были получены с использованием кремнийорганических

соединений [9]. Объясняется это их высокой долговременной физической и химической стабильностью, устойчивостью к воздействию внешних неблагоприятных условий. Стандартные образцы-имитаторы требуют больших затрат времени на их изготовление, но при этом могут эксплуатироваться десятки лет без изменения метрологических характеристик. Особенность их производства позволяет обеспечить равномерность характеристик во всем анализируемом образце, что является немаловажным. Кроме того, возможно изготовить образцы-имитаторы с фиксированными значениями имитируемых показателей качества. Отличным примером таких образцов являются разработанные во ВНИИМК комплекты государственных стандартных образцов утвержденных типов ГСО 3107-84-ГСО 3112-84 масличности и влажности масличных культур и продуктов их переработки [10].

Ранее проведенные исследования ЯМ-релаксационных характеристик протонов, содержащихся в подсолнечных лецитинах, позволили разработать и запатентовать стандартные образцы-имитаторы массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне [11].

Однако применение данных стандартных образцов-имитаторов при определении массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, не представляется возможным. Объясняется это тем, что данные виды лецитинов значительно отличаются по жирнокислотному составу. Доминирующей жирной кислотой в рапсовых лецитинах является мононенасыщенная олеиновая кислота (в среднем 54%), в то время, как для подсолнечных лецитинов – это полиненасыщенная линолевая кислота (в среднем 55%).

Учитывая это, будут отличаться и их ЯМ-релаксационные характеристики.

В качестве примера на рисунке приведены релаксационные кривые сигналов спинового эха протонов, содержащихся в подсолнечных и рапсовых

лецитинах с одинаковой массовой долей веществ, нерастворимых в ацетоне, т.е. фосфолипидов.

Из представленных на рисунке кривых видно, что подвижность протонов компонент, содержащихся в рапсовых лецитинах, значительно ниже, чем в подсолнечных лецитинах с одинаковым содержанием веществ, нерастворимых в ацетоне. Объясняется это тем, что рапсовые лецитины содержат значительно большее количество мононенасыщенной олеиновой кислоты.

Для определения оптимальных параметров ЯМ-релаксационных характеристик стандартных образцов-имитаторов нами были проанализированы натуральные образцы рапсовых лецитинов (таблица 1).

Образцы исследуемых лецитинов были подобраны таким образом, чтобы охватить широкий диапазон значений показателя массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, и получить данные об изменении ЯМ-релаксационных характеристик рапсовых лецитинов в зависимости от изменения их основного показателя качества.

Данные таблицы 1 показывают, что наиболее подвижной компонентой лецитинов является первая, время спиновой релаксации которой в зависимости от массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, изменяется от 77 до 110 мс. Следует отметить, что значения времен спиновой релаксации второй компоненты уменьшается незначительно с увеличением массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, т.е. собственно фосфолипидов, в рапсовых лецитинах, а значения времен спиновой релаксации третьей и четвертой компонент не изменяются.

Если рассмотреть амплитуды сигналов ЯМР, то наблюдается следующая картина: увеличение содержания веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в исследуемых рапсовых лецитинах, приводит к увеличению значений амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей и четвертой компонент, при этом значения

Таблица 1

**Значения ЯМ-релаксационных характеристик протонов компонент, содержащихся в исследуемых образцах рапсовых лецитинов**

Table 1

**Values of NMR characteristics of the protons of the components contained in the studied samples of rapeseed lecithins**

Образец рапсового лецитина	Массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне, %	Время спин-спиновой релаксации протонов компоненты, мс				Амплитуда сигналов ЯМР протонов компоненты, отн. ед.			
		T <sub>21</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>24</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
1	50,9	110	28	5	2	218	278	294	166
2	52,1	102	28	5	2	179	266	286	178
3	52,9	95	26	5	2	169	261	280	188
4	54,3	94	25	6	2	168	257	311	166
5	56,4	85	24	5	2	166	247	304	197
6	57,0	83	25	4	2	159	214	308	201
7	58,2	83	24	4	2	148	212	291	214
8	59,3	81	23	4	2	142	207	296	220
9	59,8	82	25	5	2	130	196	304	220
10	62,5	77	25	4	2	120	181	316	229

Таблица 2

**Состав композиций образцов-имитаторов массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах**

Table 2

**Composition of images-imitators of the weight fraction of substances insoluble in acetone contained in rapeseed lecithins**

Наименование компонента композиции	Содержание, г					
	1	2	3	4	5	6
Полиметилсилоксановая жидкость марки ПМС-5000	2,39	2,09	1,90	1,65	1,34	1,12
Полиэтилсилоксановая жидкость марки ПЭС-5	1,41	1,23	1,12	0,97	0,79	0,66
Натуральный латекс	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75

амплитуд сигналов ЯМР протонов первой и второй компонент снижаются.

Исходя из полученных данных, сделаны вывод о том, что для создания стандартных образцов-имитаторов необходимо три вещества, при этом для имитации

протонов, содержащихся в масляной фазе рапсовых лецитинов, – два вещества с временем спин-спиновой релаксации от 77 до 110 мс и временем спин-спиновой релаксации от 23 до 28 мс, а для имитации протонов фосфолипидов – вещество

с временем спин-спиновой релаксации от 2 до 6 мс.

Различные вариации соотношений указанных веществ позволят имитировать ЯМ-релаксационные характеристики протонов рапсовых лецитинов, отличающихся массовой долей веществ, нерастворимых в ацетоне.

Применение кремнийорганических жидкостей позволяет создавать стандартные образцы-имитаторы с высокой долговременной стабильностью, благодаря их высокой химической инертности. Немаловажно и то, что кремнийорганические жидкости способны равномерно распределяться на пористых наполнителях, обеспечивая однородность сигналов ЯМР во всем объеме стандартного образца-имитатора.

На основании изучения ЯМ-релаксационных характеристик протонов, содержащихся в исследуемых образцах кремнийорганических жидкостей, было предложено для стандартных образцов-имитаторов использовать полиметилсилоксановую жидкость марки ПМС-5000 и полиэтилсилоксановую жидкость марки ПЭС-5, которые в заданном соотношении позволяют получить необходимые значения времен спин-спиновой релаксации, соответствующие значениям натуральных образцов рапсовых лецитинов. Кроме этого, также установлено,

что для имитации времен спин-спиновой релаксации протонов компонент, характеризующих содержание веществ, нерастворимых в ацетоне, эффективно использование натурального латекса.

В таблице 2 представлен состав композиций образцов-имитаторов массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах.

Следует отметить, что ЯМ-релаксационные характеристики каждого образца соответствуют ЯМ-релаксационным характеристикам рапсовых лецитинов со следующим содержанием массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, т.е. фосфолипидов (в %): 1 – 50,9; 2 – 52,9; 3 – 54,3; 4 – 56,4; 5 – 59,8; 6 – 62,5.

Предложена конструкция стандартных образцов-имитаторов в виде герметичной ампулы со штоком заданного объема в 25 см<sup>3</sup>, внутри которой размещены компоненты, имитирующие сигналы ЯМР протонов фосфолипидов (веществ, нерастворимых в ацетоне), и масла, содержащихся в рапсовых лецитинах.

Изготовлен комплект стандартных образцов-имитаторов массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, содержащихся в рапсовых лецитинах, состоящий из 6 образцов, и разработана методика их применения для градуировки ЯМР-анализатора АМВ-1006 М.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Российский рынок семян рапса: в ожидании новых рекордов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/269073> (дата обращения 13.04.2020).
2. Исследование качества и особенностей состава рапсовых лецитинов / Лисовая Е.В. [и др.] // Новые технологии. 2011. Вып. 4. С. 48–50.
3. ГОСТ 32052-2013 Добавки пищевые. Лецитин Е 322. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 28 с.
4. Исследование ядерно-магнитных релаксационных характеристик рапсовых лецитинов / Агафонов О.С. [и др.] // Новые технологии. 2015. Вып. 3. С. 9–14.
5. Способ определения содержания ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в рапсовом лецитине: патент 2581447 Рос. Федерация МПК GO1N 24/08 / Лисовая Е.В. [и др.]; патентообладатель ФГБНУ КНИИХП, № 2015111282/28; заявл. 27.03.2015; опубл. 20.04.2016; Бюл. № 11. 5 с.
6. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. [Электронный ресурс]: [принят Государственной Думой 11 июня 2008 года: одобрен Советом

Федерации 18 июня 2008 года]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77904/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/) (дата обращения: 10.04.2020).

7. ЯМР-анализатор АМВ-1006М. Руководство по эксплуатации МР2.00495.964 РЭ. Краснодар: ВНИИМК, 2016. 46 с.

8. Система приема и обработки сигналов импульсных релаксометров ядерного магнитного резонанса: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / С.М. Прудников, Л.В. Зверев, Т.Е. Джиоев; № 2001610425; заявл. 17.04.01.

9. ГОСТ 13032-77 Жидкости полиметилсилоксановые. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1997. 16 с.

10. ГСО 3107-84 – ГСО3111:84 Стандартные образцы масличности и влажности семян масличных культур и продуктов их переработки [Электронный ресурс]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19/items/393823> (дата обращения: 5.04.2020).

11. Имитатор сигналов свободной прецессии ядерного магнитного резонанса и спин-эхо от масла и фосфолипидов в лецитине: патент 2664883 Рос. Федерация МПК GO1N 24/08 / Викторова Е.П. [и др.]; патентообладатель ФГБНУ СКФНЦСВВ, № 2017139343, заявл. 13.11.2017; опублик. 23.08.2018; Бюл. № 24. 7 с.

## REFERENCES:

1. The Russian rapeseed market: in anticipation of new records [Electronic resource]. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/269073> (access date: 13/04/2020).

2. Study of the quality and characteristics of the composition of rapeseed lecithins / Lisovaya E.V. [et al.] // *New technologies*. 2011. Issue. 4. P. 48–50.

3. GOST 32052-2013 Food additives. E 322 Lecithin. General specifications. М.: Standartinform, 2013. 28 p.

4. Research of nuclear magnetic relaxation characteristics of rapeseed lecithins / Agafonov O.S. [et al.] // *New technologies*. 2015. Issue. 3. P. 9–14.

5. Method for determining the content of acetone-insoluble substances (phospholipids) in rapeseed lecithin: patent 2581447 of the Russ. Federation IPC GO1N 24/08 / Lisovaya E.V. [et al.]; patentee FSBSI KSRICHI, No. 2015111282/28; declared 27/03/2015; publ. 20.04.2016; Bul. No. 11. 5 p.

6. On ensuring the uniformity of measurements: Federal Law No. 102-FL of June 26, 2008 [Electronic resource]; [adopted by the State Duma on June 11, 2008; approved by the Federation Council on June 18, 2008]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77904/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/) (access date: 10/04/2020).

7. AMV-1006M NMR analyzer. Operating manual МР2.00495.964 ОМ. Краснодар: ВНИИМК, 2016. 46 p.

8. System for receiving and processing signals from pulsed nuclear magnetic resonance relaxometers: certificate of official registration of the computer program / S.M. Prudnikov, L.V. Zverev, T.E. Dzhioev; No. 2001610425; declared 17.04.01.

9. GOST 13032-77 Polymethylsiloxane fluids. Technical conditions. М.: Standard publishing, 1997. 16 p.

10. GSO 3107-84 – GSO3111: 84 Standard samples of oil content and moisture content of oilseeds and products of their processing [Electronic resource]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19/items/393823> (access date: 5.04.2020).

11. Simulator of signals of free precession of nuclear magnetic resonance and spin echo from oil and phospholipids in lecithin: patent 2664883 of the Russ. Federation IPC GO1N 24/08 / / Victorova E.P. [et al.]; patent holder FSBSI NCFSCHVW, No. 2017139343, app. 11/13/2017; publ. 23/08/2018; Bul. No. 24. 7 p.



**Информация об авторах / Information about the authors:**

**Олег Сергеевич Агафонов**, старший научный сотрудник отдела физических методов исследований, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», кандидат технических наук

**Екатерина Валериевна Лисовая**, старший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», кандидат технических наук

**Сергей Михайлович Прудников**, заведующий отделом физических методов исследований, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», доктор технических наук, профессор

**Елена Павловна Викторова**, главный научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», доктор технических наук, профессор

E-mail: kisp@kubannet.ru

**Oleg S. Agafonov**, a senior researcher of the Department of Physical Research Methods, FSBSI «Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoyt», Candidate of Technical Sciences

**Ekaterina V. Lisovaya**, a senior researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI «The North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking», Candidate of Technical Sciences

**Sergei M. Prudnikov**, Head of the Department of Physical Research Methods, FSBSI «The Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoyt», Doctor of Technical Sciences, a professor

**Elena P. Victorova**, a chief researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI «The North Caucasus Federal Research Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Doctor of Technical Sciences, a professor

E-mail: kisp@kubannet.ru