

УДК 664.3.014

UDC 664.3.014

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ИДЕНТИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ЛИПИДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

THE METHODS OF ASSESSING THE QUALITY AND IDENTIFICATION OF LIPID-CONTAINING PLANT RAW MATERIALS AND PRODUCTS OF ITS PROCESSING WITH THE USE OF THE PULSE METHOD OF NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

Агафонов Олег Сергеевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 2906-7410

Agafonov Oleg Sergeevich
Candidate of Technical Sciences
RISC SPIN-code: 2906-7410

Руснак Глеб Витальевич
РИНЦ SPIN-код: 7475-6621
ФГБНУ «Всероссийский НИИ масличных культур имени В. С. Пустовойта», Россия, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17, sacred_jktu@bk.ru

Rusnak Gleb Vitalyevich
RISC SPIN-code: 7475-6621
FSBSI «All-Russian research Institute of oil crops named after V. S. Pustovoit», Russia, 350038, Krasnodar, Filatova, 17, sacred_jktu@bk.ru

Викторова Елена Павловна
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 9599-4760

Victorova Elena Pavlovna
Doctor of Technical Sciences, professor
RISC SPIN-code: 9599-4760

Шахрай Татьяна Анатольевна
к.т.н., доцент, РИНЦ SPIN-код: 8248-0012
ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2 kisp@kubannet.ru

Shakhray Tatiana Anatolyevna
Candidate of Technical Sciences, docent, RISC SPIN-code: 8248-0012
FSBSI «Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing», Russia, 350072, Krasnodar, st. Topolinaya alleya, 2 kisp@kubannet.ru

Украинцева Ирина Ивановна
к.т.н., доцент, AuthorID: 457125
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», Россия, 354000 г. Сочи ул. Советская, 26а, ukrainceva58@rambler.ru

Ukrainceva Irina Ivanovna
Candidate of Technical Sciences, docent
AuthorID: 457125
Sochi state University, Russia, 354000, Sochi, Sovetskaya, 26a, ukrainceva58@rambler.ru

В статье приведен обзор экспресс-способов оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья (масличных семян) и продуктов его переработки (жмыхи, шроты, растительные масла, лецитины) с применением импульсного метода ядерно-магнитного резонанса. Разработка экспрессных способов оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки является первоочередной задачей, так как указанные способы являются экологически безопасными, а также позволяют оперативно регулировать технологические режимы процессов переработки, отличаются более низкой погрешностью определения, то есть высокой точностью, и, в ряде случаев, являются единственно возможными для применения, в силу своего неразрушающего воздействия на анализируемую пробу. В настоящее время можно выделить следующие основные направления оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и

The article provides an overview of Express-methods of quality evaluation and identification of lipid-containing plant raw materials (oil seeds) and its processed products (oil cakes, oilseed meals, vegetable oils, lecithins) using pulse method of nuclear magnetic resonance. Development of express methods of quality evaluation and identification of lipid-containing plant raw materials and products of its processing is a priority, as these methods are environmentally safe and also allow us to regulate technological conditions of refining processes, are characterized by low error of determination, i.e., high precision, and, in some cases, it is only possible to use because of its non-destructive effects on the analyzed sample. Currently, we can distinguish the following main directions of quality evaluation and identification of lipid-containing plant raw materials and products of its processing on the basis of the pulse method of nuclear magnetic resonance: assessment of quality and identification of oilseeds (sunflower, canola, flax, soybeans); evaluation of quality of products of processing of oil

продуктов его переработки на основе импульсного метода ядерно-магнитного резонанса: оценка качества и идентификация масличных семян (подсолнечника, рапса, льна, сои); оценка качества продуктов переработки масличного сырья (жмых и шрот); оценка качества и идентификация растительных масел; оценка качества лецитинов, получаемых из растительных масел. Разработанные способы оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки запатентованы и обладают рядом преимуществ: малым временем (до 5 минут), затрачиваемым на осуществление одного анализа; исключается применение токсичных химических реактивов; не требуют специальной подготовки лабораторного персонала; неразрушающим характером, что особенно важно для масличных семян с точки зрения селекционной работы. На основании проведенного обзора сделан вывод о том, что импульсный метод ядерно-магнитного резонанса нашел широкое применение для оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки, благодаря экспрессным возможностям, высокой точности и простоте проведения анализа, а также безопасности

Ключевые слова: ЭКСПРЕСС-СПОСОБЫ, ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА, КАЧЕСТВО, ИДЕНТИФИКАЦИЯ, РАСТИТЕЛЬНОЕ ЛИПИДСОДЕРЖАЩЕЕ СЫРЬЕ, ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ, ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЕ РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ТОЧНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ

raw materials (cake and meal); the quality evaluation and identification of vegetable oils; assessment of the quality of the lecithins obtained from vegetable oils. The methods of quality evaluation and identification of lipid-containing plant raw materials and its products are patented and have several advantages: short time (5 minutes) spent on the implementation of the single analysis; eliminates the use of toxic chemicals; does not require special training of laboratory personnel; non-destructive character, which is especially important for oilseeds from the point of view of breeding work. On the basis of the conducted survey we can conclude that the pulse method of nuclear magnetic resonance has found wide application for assessment of quality and identification of lipid-containing plant raw materials and products of its processing, through rapid capabilities, high accuracy and ease of analysis

Keywords: RAPID METHODS, PULSE METHOD OF NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE, QUALITY, IDENTIFICATION, PLANT LIPIDOGRAMU RAW MATERIALS, FOOD PROCESSING, NUCLEAR-MAGNETIC RELAXATION CHARACTERISTICS, ACCURACY, SAFETY

Doi: 10.21515/1990-4665-130-050

Создание инновационных технологий переработки растительного сырья неразрывно связано с новыми требованиями к способам оценки качества и идентификации, а также оценки качества и идентификации получаемых продуктов, при этом на смену химическим методам все чаще приходят физические.

Следует отметить, что разработка экспрессных способов оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки является первоочередной задачей, так как указанные способы являются экологически безопасными, а также позволяют оперативно регулировать технологические режимы процессов переработки, отличаются более низкой погрешностью определения, то есть

высокой точностью, и, в ряде случаев, являются единственно возможными для применения, в силу своего неразрушающего воздействия на анализируемую пробу.

В качестве экспрессных способов контроля качества сырья, в том числе липидсодержащего, и продуктов его переработки, используются способы на основе импульсного метода ядерно-магнитного резонанса с применением ЯМР-анализаторов низкого разрешения.

Указанные способы используют, в основном, для определения массовой доли влаги и массовой доли жира в сырье и в готовой продукции, а также для определения массовой доли характеристической жирной кислоты в масле семян и в растительных маслах.

В настоящее время можно выделить следующие основные направления оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки на основе импульсного метода ядерно-магнитного резонанса:

- оценка качества и идентификация масличных семян (подсолнечника, рапса, льна, сои);
- оценка качества продуктов переработки масличного сырья (жмых и шрот);
- оценка качества и идентификация растительных масел;
- оценка качества лецитинов, получаемых из растительных масел.

Рассмотрим основные направления применения импульсного метода ядерно-магнитного резонанса для контроля качества липидсодержащего сырья и продуктов его переработки.

Известно, что для получения продукции высокого качества немаловажное значение имеет качество перерабатываемого сырья. Основными контролируемыми показателями в масличном сырье являются массовая доля масла и массовая доля влаги. Учитывая значение этих

показателей, предприятие расплачивается с поставщиками масличного сырья, а также выбирает эффективные технологические режимы его переработки.

В связи с этим, возникла острая необходимость в разработке экспресс-способов определения масличности и влажности семян, так как при использовании существующих способов определения указанных показателей: анализ масличности осуществляется, в среднем, в течение 48 часов, а анализ влажности - в течение 2 часов.

Следует отметить, что анализ масличности жмыха и шрота осуществляется в течение 12 часов, при этом отсутствие возможности оперативного контроля указанного показателя приводит к большим экономическим потерям и, как следствие, к увеличению себестоимости вырабатываемой продукции.

На возможность применения ЯМР для определения масличности семян растений указали Конвей и Смит в 60-х годах прошлого века. Предложенный способ заключался в определении суммарного содержания водорода в абсолютно сухих образцах семян по интегральной интенсивности ЯМР сигналов.

Недостатком данного способа было предварительное высушивание исследуемых образцов для удаления влаги [1].

Долгое время не удавалось найти решение этой проблемы, лишь в 1971 году Кулеш и Черницын в своих публикациях предложили при анализе масличных семян исходить из двухкомпонентного характера получаемых сигналов, т. е. каждая из компонент будет затухать экспотенциально со своей постоянной [2].

На основе этого метода были разработаны приборы определения масличности и влажности: «Minispec» (фирмы «Bruker», Германия) и MQA 6005 (компании «Oxford Instruments», Англия).

Однако, недостатками этих приборов являются низкий диапазон влажности (потеря экспрессности в реальных диапазонах влажности) и отсутствие метрологического обеспечения.

Исследования в этом направлении в нашей стране были продолжены во Всероссийском НИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта (г. Краснодар). Были проведены исследования по разработке инструментальных методов одновременного контроля масличности и влажности семян.

Ученые института выявили закономерности между релаксационными и амплитудными характеристиками получаемых сигналов в широком диапазоне влажности и масличности семян, а также продуктов их переработки (жмых и шрот), что позволило не прибегать к предварительному подсушиванию семян с высокой влажностью и разработать метрологическое обеспечение для созданного и серийно выпускаемого ЯМР-анализатора АМВ-1006М [2-5].

Известно, что качество масличных семян определяется не только массовой долей масла в семенах, но и его жирнокислотным составом.

Особенно это важно в селекционной работе, направленной на изменение массовой доли характеристической жирной кислоты (высокоолеиновые сорта семян подсолнечника, высоколиноленовые сорта семян льна и др.).

Исследования ядерно-магнитных релаксационных характеристик масличных семян и растительных масел были продолжены в работах [6-9].

Были исследованы ядерно-магнитные релаксационные характеристики протонов масел в семенах: подсолнечника (низкоолеиновых и высокоолеиновых сортов), льна (низколиноленовых и высоколиноленовых сортов), рапса, а также протонов триацилглицеринов масел (подсолнечного, рапсового и льняного).

На основании полученных результатов были разработаны экспресс-способы определения массовой доли характеристических кислот (олеиновой, линоленовой, эруковой) в масличных семенах и в растительных маслах, а также способы идентификации семян и масел [10 -15].

Разработанные способы оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки запатентованы и обладают рядом преимуществ:

- малым временем (до 5 минут), затрачиваемым на осуществление одного анализа;
- исключается применение токсичных химических реактивов;
- не требуют специальной подготовки лабораторного персонала;
- неразрушающим характером, что особенно важно для масличных семян с точки зрения селекционной работы.

Известно, что одним из главных показателей качества растительных масел является кислотное число (КЧ), которое характеризует массовую долю содержащихся в масле свободных жирных кислот [16].

Основными методами определения кислотного числа масел являются потенциометрический и индикаторный [16].

Потенциометрический метод является достаточно длительным, а индикаторный метод, хотя и является достаточно простым, но требует применения токсичных органических растворителей, имеет более низкую точность, а также требует высокую квалификацию лабораторного персонала и затруднителен при определении кислотного числа темноокрашенных масел.

В ходе исследований ядерно-магнитных релаксационных характеристик протонов масла не удалось выявить их зависимости от значения кислотного числа, что объясняется аналогичными

характеристиками протонов свободных жирных кислот и триацилглицеринов, содержащихся в масле.

Для использования ядерно-магнитных релаксационных характеристик протонов масел при определении кислотного числа необходимо увеличить различия во временах спин-спиновой релаксации протонов триацилглицеринов и протонов свободных жирных кислот, содержащихся в маслах.

В работах [17, 18] для решения этой проблемы предлагается перед измерением релаксационных характеристик добавлять к исследуемому образцу растительного масла водный раствор гидроксида или карбоната натрия, при этом происходит связывание свободных жирных кислот с образованием натриевых мыл, которые представлены ассоциатами и в которых значительно снижается подвижность протонов. В результате этого происходит изменение амплитудных характеристик, что и позволяет установить кислотное число исследуемого образца растительного масла.

На основании полученных результатов были разработаны запатентованные способы определения кислотного числа растительных масел [19, 20].

Одним из основных показателей качества растительных лецитинов является массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне, который позволяет определить в лецитинах содержание собственно фосфолипидов.

В наших работах [21-25] с применением импульсного метода ядерно-магнитного резонанса было установлено, что между массовой долей веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть между массовой долей собственно фосфолипидов, и значением суммы амплитуд сигналов ЯМР протонов третьей (A_3) и четвертой (A_4) компонент, характеризующих молекулы фосфолипидов, находящиеся в лецитинах в виде ассоциатов высоких порядков и в виде мицелл, имеется прямопропорциональная зависимость, причем такая зависимость описывается конкретными

уравнениями для каждого вида лецитинов (подсолнечных, рапсовых и соевых).

На основании полученных экспериментальных данных разработаны экспресс-способы определения массовой доли ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в подсолнечном, рапсовом и соевом лецитинах, которые защищены патентами РФ на изобретения [26-28].

На основании проведенного обзора можно сделать вывод о том, что импульсный метод ядерно-магнитного резонанса нашел широкое применение для оценки качества и идентификации растительного липидсодержащего сырья и продуктов его переработки, благодаря экспрессным возможностям, высокой точности и простоте проведения анализа, а также безопасности.

Литература

1 Свентицкий, Е.Н. Применение метода ядерного магнитного резонанса для количественного анализа [Текст] / Е.Н. Свентицкий, В.И. Чижик. – Сб.: Ядерный магнитный резонанс. -Л.: ЛГУ. 1965. Вып. 1. – 215с.

2 Прудников, С.М. Научно-практическое обоснование способов идентификации и оценки качества масличных семян и продуктов их переработки на основе метода ядерной магнитной релаксации [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.06, 05.18.15 : защищена : 08.09.03: утв. 09.01.04 / Прудников Сергей Михайлович. – Краснодар, 2003. – 244с.

3 Инструментальный контроль качества масличных семян и продуктов их переработки [Текст] / С.М. Прудников [и др.] // Масла и жиры. - 2010.-№5-6.

4 ГОСТ Р 8.620-2006. Государственная система обеспечения единства измерений. Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика выполнения измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанса. - Введ. 2007-01-01. –М.: Стандартифо, 2006. – 15с.

5 Комплексная система единства измерения масличности и влажности [Текст] / С.М. Прудников [и др.] //Масложировая промышленность. - 2002. - №2. - С. 40-41.

6 Оценка содержания эруковой кислоты в масле семян рапса методом ядерной магнитной релаксации [Текст] / Н.В. Солонникова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология.-2005.-№5-6.-С.40-41.

7 О возможности применения метода ядерно-магнитной релаксации для идентификации семян рапса [Текст] / Н.В. Солонникова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология.-2005.-№4.-С. 73-74.

8 Разработка способа идентификации масличных семян льна и продуктов их переработки [Текст] / А.И. Блягоз [и др.] // Известия вузов Пищевая технология.-2006.-№2-3.-С. 80-85.

9 Разработка способа определения содержания олеиновой кислоты в триацилглицеринах масла семян подсолнечника [Текст] / Н.Н. Наумов [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2006.-№ 2 - 3.-С. 96-97.

10 Пат. 2241979 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08. Способ определения содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника [Текст] / Петрик А.А., Прудников С.М., Зверев Л.В. и др.; заявитель и патентообладатель Учебно-научно-производ. фирма "Липиды". - № 2003118710/28; заявл. 25.06.03; опубл. 10.12.04. – 2 с.: ил.

11 Пат. 2260794 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Способ определения содержания линоленовой кислоты в масле семян льна [Текст] / Петрик А.А., Прудников С.М., Корнена Е.П. и др.; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог. унив-т. - № 2004113977/28; заявл. 06.05.04; опубл. 20.09.05, Бюл. № 26. – 5 с.: ил.

12 Пат. 2260793 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Способ определения содержания эруковой кислоты в масле семян рапса [Текст] / Прудников С.М., Ксандопуло С.Ю., Витюк Б.Я. и др.; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог. унив-т. - № 2004111238/28; заявл. 12.04.04; опубл. 20.09.05, Бюл. № 26. – 4 с.: ил.

13 Пат. 2240544 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08. Способ идентификации семян подсолнечника [Текст] / Петрик А.А., Прудников С.М., Зверев Л.В. и др.; заявитель и патентообладатель Учебно-научно-производ. фирма "Липиды". - № 2003118711/28; заявл. 25.06.03; опубл. 20.11.04. – 4 с.: ил.

14 Пат. 2260792 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Способ идентификации семян рапса [Текст] / Прудников С.М., Ксандопуло С.Ю., Витюк Б.Я. и др. ; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог. унив-т. - № 2004111231/28; заявл. 12.04.04; опубл. 20.09.05, Бюл. № 26. – 5 с.: ил.

15. Пат. 2315982 Российская Федерация, МПК G 01 N 24/08. Способ идентификации оливкового масла [Текст] / Петрик А.А., Корнена Е. П., Прудников С.М. и др.; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог. унив-т. - № 2006127727/28; заявл. 31.07.06; опубл. 27.01.08, Бюл. №3. – 5 с.: ил.

16 Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров: теоретические основы, практика, технология, оборудование [Текст] / Н.С. Арутюнян Н.С., Е.П. Корнена, Е. А. Нестерова. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 288 с.

17 Зверев, Л. В. Определение химических показателей растительных масел и масличного сырья на основе данных ядерной магнитной релаксации: Автореферат дисс. ... канд. техн. наук / Краснодар 2002. – 24с.

18 Витюк, Б.Я. Определение кислотного числа растительных масел методом ядерной магнитной релаксации [Текст] / Б.Я. Витюк [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. -2002. -№ 12.– С.15-17.

19 Пат. 2187796 Российская Федерация, G 01 N 24/08. Способ определения кислотного числа растительных масел [Текст] / Витюк Б.Я., Прудников С.М., Гореликова И.А. и др. - № 2000122163/28; заявл. 21.08.2000; опубл. 20.08.2002, Бюл. № 23. – 7 с.

20 Пат. 2251689 Российская Федерация, G 01 N 24/08. Способ определения кислотного числа темноокрашенного растительного масла [Текст] / Витюк Б.Я., Прудников С.М., Гореликова И.А. и др.; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог. унив-т. - № 2003129920/13; заявл. 10.10.2003; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 13. – 5 с.

21 Исследование ядерно-магнитных релаксационных характеристик рапсовых лецитинов [Текст] / О.В. Агафонов [и др.]. // Новые технологии» – 2015.– № 3. – С. 9-14

22 Сравнительная оценка ядерно-магнитных релаксационных характеристик подсолнечных и рапсовых лецитинов [Текст] / Е.В. Лисовая [и др.]. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 09 (113). – С. 467-479

23 Совершенствование экспресс-способа оценки качества подсолнечных лецитинов с применением метода ядерно-магнитной релаксации [Текст] / Е.П. Викторова [и др.] // Известия Вузов. Пищевая Технология.– 2016.- № 4.-С.87-91

24 Экологически безопасный экспресс-способ оценки качества рапсовых лецитинов с применением метода ядерно-магнитной релаксации [Текст] / О.В. Агафонов [и др.] // Новые технологии» – 2016.– № 3. – С. 11-15

25 Разработка экологически безопасного экспресс-способа оценки качества соевых лецитинов [Текст] / Е.П. Викторова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 07(121). – С.698-707

26 Пат. № 2582912 Российская Федерация. Способ определения содержания ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в подсолнечном лецитине [Текст] / Лисовая Е.В., Викторова Е. П., Корнен Н.Н. и др.; заявл. 27.03.2015.; опубл.27.04.2016., Бюл. № 12.

27 Пат. № 2582913 Российская Федерация. Способ определения содержания ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в соевом лецитине [Текст] / Лисовая Е. В., Викторова Е. П., Корнен Н.Н. и др.; заявл. 27.03.2015; опубл. 27.04.2016; Бюл. № 12.

28 Пат. № 2581447 Российская Федерация. Способ определения содержания ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в рапсовом лецитине [Текст]/ Лисовая Е. В., Викторова Е. П., Корнен Н.Н. и др.; заявл. 27.03.2015.; опубл. 20.04.2016; Бюл. № 12.

References

1 Sventickij, E.N. Primenenie metoda yadernogo magnitnogo rezonansa dlya kolichestvennogo analiza [Tekst] / E.N. Sventickij, V.I. CHizhik. – Sb.: YAdernyj magnitnyj rezonans.- L.: LGU. 1965. Vyp. 1. – 215 p.

2 Nauchno-prakticheskoe obosnovanie sposobov identifikacii i ocnki kachestva maslichnyh semya i produktov ih pererabotki na osnove metoda yadernoj magnitnoj relaksacii [Tekst]: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.18.06, 05.18.15 : zashchishchena : 08.09.03: utv. 09.01.04 / Prudnikov Sergej Mihajlovich. – Krasnodar, 2003. – 244 p.

3 Instrumental'nyj kontrol' kachestva maslichnyh semyan i produktov ih pererabotki [Tekst] / S.M. Prudnikov [i dr.]// Masla i zhiry. - 2010.-№5-6.

4 GOST R 8.620-2006. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij. Semena maslichnyh kul'tur i produkty ih pererabotki. Metodika vypolneniya izmerenij maslichnosti i vlazhnosti metodom impul'snogo yadernogo magnitnogo rezonansa. - Vved. 2007-01-01. –M.: Standartinfo, 2006. – 15 p.

5 Kompleksnaya sistema edinstva izmereniya maslichnosti i vlazhnosti [Tekst] / S.M. Prudnikov [i dr.]//Maslozhirovaya promyshlennost'. - 2002. - № 2. - P. 40-41.

6 Ocenka soderzhaniya ehrukovoj kisloty v masle semyan rapsa metodom yadernoj magnitnoj relaksacii [Tekst] / N.V. Solonnikova [i dr.]// Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya.-2005.-№5-6.–P.40-41.

7 O vozmozhnosti primeneniya metoda yaderno-magnitnoj relaksacii dlya identifikacii semyan rapsa [Tekst] / N.V. Solonnikova [i dr.] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya.-2005.-№ 4.-P. 73-74.

8 Razrabotka sposoba identifikacii maslichnyh semyan l'na i produktov ih pererabotki [Tekst] / A.I. Blyagoz [i dr.]// Izvestiya vuzov Pishchevaya tekhnologiya.-2006.-№2-3.-P. 80-85.

9 Razrabotka sposoba opredeleniya sodержaniya oleinovej kisloty v triacilglicerinah masla semyan podsolnechnika [Tekst] / N.N. Naumov [i dr.]// Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2006g.-№2-3.-P. 96-97.

10 Pat. 2241979 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08. Sposob opredeleniya sodержaniya oleinovej kisloty v masle semyan podsolnechnika [Tekst] / Petrik A.A., Prudnikov S.M., Zverev L.V. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Uchebno-nauchno-proizvod. firma "Lipidy". - № 2003118710/28; zayavl. 25.06.03; opubl. 10.12.04. – 2 p.: il.

11 Pat. 2260794 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Sposob opredeleniya sodержaniya linolenovej kisloty v masle semyan l'na [Tekst] / Petrik A.A., Prudnikov S.M., Kornena E.P. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Kubansk. gos. tekhnolog. univ-t. - № 2004113977/28; zayavl. 06.05.04; opubl. 20.09.05, Byul. №26. – 5 p.: il.

12 Pat. 2260793 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Sposob opredeleniya sodержaniya ehrukovej kisloty v masle semyan rapsa [Tekst] / Prudnikov S.M., Ksandopulo S.YU., Vityuk B.YA. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Kubansk. gos. tekhnolog. univ-t. - № 2004111238/28; zayavl. 12.04.04; opubl. 20.09.05, Byul. №26. – 4 p.

13 Pat. 2240544 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08. Sposob identifikacii semyan podsolnechnika [Tekst] / Petrik A.A., Prudnikov S.M., Zverev L.V. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Uchebno-nauchno-proizvod. firma "Lipidy". - № 2003118711/28; zayavl. 25.06.03; opubl. 20.11.04. – 4 p.

14 Pat. 2260792 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Sposob identifikacii semyan rapsa [Tekst] / Prudnikov S.M., Ksandopulo S.YU., Vityuk B.YA. i dr. ; zayavitel' i patentoobladatel' Kubansk. gos. tekhnolog. univ-t. - № 2004111231/28; zayavl. 12.04.04; opubl. 20.09.05, Byul. №26. – 5 p.: il.

15. Pat. 2315982 Rossijskaya Federaciya, MPK G 01 N 24/08. Sposob identifikacii olivkovogo masla [Tekst] / Petrik A. A., Kornena E. P., Prudnikov S.M. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Kubansk. gos. tekhnolog. univ-t. - № 2006127727/28; zayavl. 31.07.06; opubl. 27.01.08, Byul. №3. – 5 p.: il.

16 Arutyunyan, N.S. Rafinaciya masel i zhиров: teoreticheskie osnovy, praktika, tekhnologiya, oborudovanie [Tekst] / N.S. Arutyunyan N.S., E.P. Kornena, E. A. Nesterova. - SPb.: GIOR, 2004. - 288 p.

17 Zverev, L. V. Opredelenie himicheskikh pokazatelej rastitel'nyh masel i maslichnogo syr'ya na osnove dannyh yadernoj magnitnoj relaksacii: Avtoreferat diss. ... kand. tekhn. nauk / Krasnodar 2002. – 24 p.

18 Opredelenie kislotnogo chisla rastitel'nyh masel metodom yadernoj magnitnoj relaksacii [Tekst] / B.YA. Vityuk [i dr.] // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. -2002. -№ 12.– P.15-17.

19 Pat. 2187796 Rossijskaya Federaciya, G 01 N 24/08. Sposob opredeleniya kislotnogo chisla rastitel'nyh masel [Tekst] / B.A. Vityuk, S.M. Prudnikov, I.A. Gorelikova dr. - № 2000122163/28; zayavl. 21.08.2000; opubl. 20.08.2002, Byul. № 23. – 7 p.

20 Pat. 2251689 Rossijskaya Federaciya, G 01 N 24/08. Sposob opredeleniya kislotnogo chisla temnookrashennogo rastitel'nogo masla [Tekst] / S.M. Prudnikov, B.YA. Vityuk, L.V.Siinyavskaya, V.N. Cherkasov, A.G. Sterinchuk; zayavitel' i patentoobladatel' Kubansk. gos. tekhnolog. univ-t. - № 2003129920/13; zayavl. 10.10.2003; opubl. 10.05.2005, Byul. № 13. – 5 p.

21 Issledovanie yaderno-magnitnyh relaksacionnyh karakteristik rapsovyh lecitinov [Tekst] / O.V. Agafonov [i dr.]. // Novye tekhnologii» – 2015.– № 3. – P. 9-14

22 Sravnitel'naya ocenka yaderno-magnitnyh relaksacionnyh karakteristik podsolnechnykh i rapsovyh lecitinov [Tekst] / E.V. Lisovaya [i dr.]. // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2015. – № 09 (113). – P. 467-479

23 Sovershenstvovanie ehkspress-sposoba ocenki kachestva podsolnechnykh lecitinov s primeneniem metoda yaderno-magnitnoj relaksacii [Tekst] / E.P. Viktorova [i dr.] // Izvestiya Vuzov. Pishchevaya Tekhnologiya.– 2016.- № 4.-P.87-91

24 Ekologicheski bezopasnyj ehkspress-sposob ocenki kachestva rapsovyh lecitinov s primeneniem metoda yaderno-magnitnoj relaksacii [Tekst] / O.V. Agafonov [i dr.] // Novye tekhnologii» – 2016.– № 3. – P. 11-15

25 Razrabotka ehkologicheski bezopasnogo ehkspress-sposoba ocenki kachestva soevykh lecitinov [Tekst] / E.P. Viktorova [i dr.] // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2016. – № 07(121). – P.698-707

26 Pat. № 2582912 Rossijskaya Federaciya. Sposob opredeleniya sodержaniya acetonnerastvorimyh veshchestv (fosfolipidov) v podsolnechnom lecitine [Tekst] / Lisovaya E. V., Viktorova E. P., Kornen N.N. i dr.; zayavl. 27.03.2015.; opubl.27.04.2016., Byul. № 12.

27 Pat. № 2582913 Rossijskaya Federaciya. Sposob opredeleniya sodержaniya acetonnerastvorimyh veshchestv (fosfolipidov) v soevom lecitine [Tekst] / Lisovaya E. V., Viktorova E. P., Kornen N.N., i dr.; zayavl. 27.03.2015.; opubl. 27.04.2016; Byul. № 12.

28 Pat. № 2581447 Rossijskaya Federaciya. Sposob opredeleniya sodержaniya acetonnerastvorimyh veshchestv (fosfolipidov) v rapsovom lecitine [Tekst]/ Lisovaya E. V., Viktorova E. P., Kornen N.N. i dr.; zayavl. 27.03.2015.; opubl. 20.04.2016; Byul. № 12.