

УДК 664.3.014

*ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО
ЭКСПРЕСС-СПОСОБА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ
ЛЕЦИТИНОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЯМР*

**Е.П. ВИКТОРОВА¹, Т.А. ШАХРАЙ¹, С.А. КАЛМАНОВИЧ¹,
О.С. АГАФОНОВ³, С.М. ПРУДНИКОВ³**

¹*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции - филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Тополиная Аллея, 2;*

тел.: (861)252-06-40, электронная почта: sakrai@yandex.ru

²*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;*

тел.: (861) 275-24-93, электронная почта: ktgr11@mail.ru

³*Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур
имени В. С. Пустовойта*

350038, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Филатова, 17

В статье приведены данные, характеризующие экономическую эффективность экологически безопасного экспресс-способа контроля качества растительных лецитинов на основе метода ядерно-магнитной релаксации (ЯМР) по сравнению с арбитражным способом. Разработанный способ контроля качества растительных лецитинов на основе метода ЯМР является, с экономической точки зрения, более выгодным, при этом отсутствие использования при его реализации токсичных органических растворителей (толуола, ацетона), подтверждает его экологическую безопасность. Экономический эффект от внедрения разработанного способа контроля качества растительных лецитинов на основе метода ЯМР достигается за счет отсутствия затрат на органические растворители, вспомогательные материалы и химическую посуду, а также за счет снижения затрат на оплату труда персонала лаборатории.

Ключевые слова: растительные лецитины, контроль качества, метод ядерно-магнитной релаксации, экологически безопасный экспресс-способ, арбитражный способ, экономическая эффективность.

Известно, что лецитины, получаемые из растительных масел, обладают комплексом свойств, а именно, технологических и функциональных, и находят широкое применение в производстве биологически активных добавок и продуктов питания [1- 7].

Однако, эффективность проявления указанных свойств лецитинов зависит не только от вида растительного масла, из которого они получены, но и от одного из основных показателей качества – массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть от массовой доли содержащихся

фосфолипидов, являющихся в лецитинах главными действующими веществами.

Арбитражный способ определения указанного показателя качества растительных лецитинов имеет ряд недостатков, основными из которых являются использование токсичных органических растворителей, большие временные затраты, а также необходимость наличия высококвалифицированного персонала [8].

Нами разработан экологически безопасный экспресс-способ определения массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть фосфолипидов, в растительных лецитинах с применением метода ядерно-магнитной релаксации, который реализуется на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М, созданном учеными ВНИИ масличных культур [9-11].

Целью работы является сравнительная оценка экономической эффективности экологически безопасного экспресс-способа контроля качества растительных лецитинов на основе метода ядерно-магнитной релаксации (ЯМР) и арбитражного способа.

В арбитражном способе определение массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть фосфолипидов, в соответствии с ГОСТ 32052 осуществляют в два этапа, на первом из которых определяют массовую долю веществ, нерастворимых в толуоле, а на втором – определяют массовую долю осадка, образовавшегося при обезжиривании лецитина ацетоном, а массовую долю веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть фосфолипидов, рассчитывают как разницу между массовой долей осадка, образовавшегося при обезжиривании лецитина ацетоном, и массовой долей веществ, нерастворимых в толуоле [8].

Учитывая, что арбитражный способ оценки качества лецитинов осуществляют в два этапа, определяли затраты на химическую посуду, органические растворители и вспомогательные материалы, необходимые для реализации этих этапов.

Данные, характеризующие затраты на химическую посуду, необходимые для реализации первого этапа контроля качества лецитина, а именно, определения массовой доли веществ, нерастворимых в толуоле, арбитражным способом приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты на химическую посуду, необходимые для реализации первого этапа контроля качества лецитина арбитражным способом

Наименование химической посуды	Кол-во, шт	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Стекло часовое	4	30	120
Эксикатор 2-190 (250) по ГОСТ 25336 со свежим силикагелем	2	1000	2000
Цилиндр 1 (3) 100-1 по ГОСТ 1770	1	75	75
Колба КН 1-250 34 ТХС по ГОСТ 25336	2	80	160
Итого	-		2355

Анализ данных таблицы 1 показывает, что для осуществления первого этапа контроля качества лецитина арбитражным способом затраты на химическую посуду составляют 2355 руб.

Затраты на органический растворитель - толуол и вспомогательный материал - фильтр обезжиренный обеззоленный, необходимые для реализации первого этапа контроля качества лецитина арбитражным способом, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Затраты на органический растворитель и вспомогательный материал, необходимые для реализации первого этапа контроля качества лецитина арбитражным способом

Наименование растворителя и вспомогательного материала	Расход на анализ	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Толуол, см ³	600	0,34	204,0
Фильтр обезжиренный обеззоленный, шт.	4	1,20	4,8
Итого:	-	-	208,8

Установлено, что затраты на органический растворитель и вспомогательный материал для реализации первого этапа контроля качества лецитина арбитражным способом составляют 208,8 руб.

Следует отметить, что, в отличие от арбитражного способа, разработанный способ контроля качества лецитина с применением метода ЯМР, не требует определения массовой доли веществ, нерастворимых в толуоле.

Таким образом, затраты, указанные для реализации первого этапа арбитражного способа, в разработанном способе отсутствуют.

Данные, характеризующие затраты на химическую посуду, необходимую для реализации второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Затраты на химическую посуду, необходимую для реализации второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом

Наименование химической посуды	Кол-во, шт	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Стекло часовое	4	30	120
Эксикатор 2-190 (250) по ГОСТ 25336 со свежим силикагелем	2	1000	2000
Цилиндр 1 (3) 25-1 по ГОСТ 25336	1	75	75
Колба КН 2-250 (500)29/32 ТХС по ГОСТ 25336	2	80	160
Воронка В-56-80 по ГОСТ 25336	4	50	200
Стаканчик для взвешивания СВ-24/10 по ГОСТ 25336	4	80	320
Стакан В-1-150 ТС по ГОСТ 25336	2	40	80
Палочка стеклянная	4	4	16
Итого	-		2971

Анализ данных таблицы 3 показывает, что затраты на химическую посуду, необходимую для реализации второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом, составляют 2971 руб.

Таким образом, затраты на химическую посуду, необходимую для реализации двух этапов контроля качества лецитина известным способом, составляют:

$$2355,0 + 2971,0 = 5326,0 \text{ руб.}$$

В отличие от арбитражного способа контроля качества лецитина, для реализации разработанного способа достаточно 2 стаканчика общей стоимостью 180 руб.

В таблице 4 приведены затраты на приобретение органического растворителя - ацетона и вспомогательного материала - фильтра обезжиренного обеззоленного, необходимых для осуществления второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом.

Таблица 4 – Затраты на органический растворитель и вспомогательный материал, необходимые для реализации второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом

Наименование растворителя и вспомогательного материала	Расход на анализ	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Ацетон, см ³	700	0,30	210,0
Фильтр обезжиренный обеззоленный, шт.	4	1,20	4,8
Итого:	-	-	214,8

Установлено, что затраты на органический растворитель и вспомогательный материал, необходимые для реализации второго этапа контроля качества лецитина арбитражным способом, составляют 214,8 руб.

Суммарные затраты на органические растворители и вспомогательный материал, необходимые для реализации двух этапов контроля качества лецитина арбитражным способом, составляют:

$$214,8 + 208,8 = 423,6 \text{ руб.}$$

Следует отметить, что в разработанном способе контроля качества лецитина указанные затраты отсутствуют.

Известно, что продолжительность реализации разработанного способа контроля качества составляет 5 минут, а арбитражного способа – 16 часов. В связи с этим, численность лабораторного персонала, выполняющего контроль качества, должна быть сокращена.

В таблице 5 приведены затраты на заработную плату лаборанта, выполняющего контроль качества лецитина по показателю массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне (фосфолипидов), арбитражным и разработанным способами.

Таблица 5 – Затраты на заработную плату персонала, выполняющего контроль качества лецитина арбитражным и разработанным способами

Наименование показателя	Значение показателя	
	Арбитражный способ	Разработанный способ (ЯМР)
Время проведения одного анализа	5 мин.	16 часов
Количество анализов в год	1000	1000
Численность лабораторного персонала, необходимая для проведения 1 анализа, чел.	1	0,005
Зарботная плата 1 лаборанта в месяц, руб.	14500,0	14500,0

Следует отметить, что затраты на приобретение ЯМР-анализатора не требуются, так как масложировые предприятия, вырабатывающие лецитины, оснащены такими анализаторами, которые уже эффективно используются для оперативного определения массовой доли масла и влаги в масличных семенах.

В таблице 6 приведены данные, характеризующие общие затраты на проведение контроля качества 1000 образцов растительных лецитинов арбитражным и разработанным способами.

Учитывая данные, приведенные в таблице 6, экономический эффект от внедрения разработанного способа контроля качества растительных лецитинов с применением метода ЯМР составит:

$$\mathcal{E} = 655,476 - 0,275 = 655,201 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 6 – Общие затраты на проведение контроля качества растительных лецитинов арбитражным и разработанным способами

Наименование затрат	Затраты, тыс. руб.	
	Арбитражный способ (ГОСТ)	Разработанный способ (ЯМР)
Стоимость органических растворителей и вспомогательного материала	423,6	-
Стоимость химической посуды	5,326	0,180
Заработная плата лаборанта	174,00	0,0725
Отчисления на социальные нужды	52,55	0,022
ИТОГО	655,476	0,275

Таким образом, экономический эффект от внедрения разработанного экологически безопасного экспресс-способа определения основного показателя качества - массовой доли веществ, нерастворимых в ацетоне, то есть фосфолипидов, с применением метода ядерно-магнитной релаксации достигается за счет отсутствия затрат на органические растворители, вспомогательный материал и химическую посуду, а также за счет снижения затрат на оплату труда персонала лаборатории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнен, Н.Н. Технологические свойства растительных фосфолипидных продуктов [Текст] / Н.Н. Корнен // Новые технологии. - 2012. - № 4. - С.12-14.
2. Корнен, Н.Н. Исследование технологических свойств растительных лецитинов [Текст] / Н.Н. Корнен, Т.А. Шахрай, М.В. Лукьяненко // Новые технологии. – 2015.– № 3.– С. 19-24.
3. Сравнительная оценка эффективности антиоксидантного действия рапсовых и подсолнечных лецитинов в опытах на лабораторных животных [Текст]/ Н.Н. Корнен [и др.]// Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.– 2017.- № 5 (46).-С.9-14.
4. Исследование влияния лецитинов рапсовых масел на свойства пшеничной муки [Текст] / Н.Н. Корнен [и др.]//Новые технологии. – 2015.– № 4.– С. 16-20 .
<http://ntk.kubstu.ru/file/1990>

5. Корнен, Н.Н. Исследование физиологически функциональных свойств фосфолипидных БАД серии «Витол» [Текст]/ Н.Н.Корнен, Р.А. Ханферьян, Е.А. Бутина // Новые технологии.-2011.- № 4. - С. 92-95.

6. Применение растительных фосфолипидов (лецитинов) в производстве хлебобулочных изделий [Текст]/ Корнен Н.Н. [и др.]//Научный журнал КубГАУ.- 2016.– № 02 (116).- С. 288-300.

7. Исследование гипохолестеринемических свойств рапсовых и подсолнечных лецитинов [Текст] / Корнен Н.Н. [и др.] // Новые технологии .- 2017.- № 3.- С. 38-43.

8. ГОСТ 32052-2013 Добавки пищевые. Лецитины E322. Общие технические условия [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

9. 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.

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

11. Разработка экологически безопасного экспресс-способа оценки качества соевых лецитинов [Текст] / Е.П. Викторова [и др.] // Научный журнал КубГАУ. –2016. – № 07(121). – С.698-707.

REFERENCES

1. Kornen, N.N. Tekhnologicheskie svoystva rastitelnykh fosfolipidnykh produktov [Tekst] / N.N. Kornen // Novye tekhnologii. - 2012. - № 4. - S.12-14.

2. Kornen, N.N. Issledovanie tekhnologicheskikh svoystv rastitelnykh letsitinov [Tekst] / N.N. Kornen, T.A. Shakhray, M.V. Lukyanenko //Novye tekhnologii. – 2015.– № 3.– S. 19-24.

3. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti antioksidantnogo deystviya rapsovykh i podsolnechnykh letsitinov v opytakh na laboratornykh zhivotnykh [Tekst]/ N.N.

Kornen [i dr.]// Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov.– 2017.- № 5 (46).-S.9-14.

4. Issledovanie vliyaniya letsitinov rapsovykh masel na svoystva pshenichnoy muki [Tekst] / N.N. Kornen [i dr.]//Novye tekhnologii. – 2015.– № 4.– S. 16-20 .

5. Kornen, N.N. Issledovanie fiziologicheskii funktsionalnykh svoystv fosfolipidnykh BAD serii «Vitol» [Tekst]/ N.N.Kornen, R.A. Khanferyan, E.A. Butina // Novye tekhnologii.-2011.- № 4. - S. 92-95.

6. Primenenie rastitelnykh fosfolipidov (letsitinov) v proizvodstve khlebobulochnykh izdeliy [Tekst]/ Kornen N.N. [i dr.]//Nauchnyy zhurnal KubGAU.- 2016.– № 02 (116).- S. 288-300.

7. Issledovanie gipokholesterinemicheskikh svoystv rapsovykh i podsolnechnykh letsitinov [Tekst] / Kornen N.N. [i dr.] // Novye tekhnologii .- 2017.- № 3.- S. 38-43.

8. GOST 32052-2013 Dobavki pishchevye. Letsitiny E322. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Tekst]. – Moskva: Standartinform, 2014. – 16 s.

9. Sovershenstvovanie ekspress-sposoba otsenki kachestva podsolnechnykh letsitinov s primeneniem metoda yaderno-magnitnoy relaksatsii [Tekst]/ E.P. Viktorova [i dr.] //Izvestiya Vuzov. Pishchevaya Tekhnologiya.- 2016.- № 4.- S.87-91.

10.Ekologicheskii bezopasnyy ekspress-sposob otsenki kachestva rapsovykh letsitinov s primeneniem metoda yaderno-magnitnoy relaksatsii [Tekst] / O.S. Agafonov [i dr.] // Novye tekhnologii – 2016.– № 3. – 11-15.

11. Razrabotka ekologicheskii bezopasnogo ekspress-sposoba otsenki kachestva soevykh letsitinov [Tekst] / E.P. Viktorova [i dr.] // Nauchnyy zhurnal KubGAU. –2016. – № 07(121). – S.698-707.

*ECONOMIC EFFICIENCY OF ECOLOGICALLY SAFE EXPRESS METHOD
OF QUALITY CONTROL OF PLANT LECITHINS
ON THE BASIS OF NMR*

**E.P. VIKTOROVA¹, T.A. SHAKHRAI¹, S.A. KALMANOVICH²,
O.S. AGAFONOV³, S.M. PRUDNIKOV³**

¹ *Krasnodar research Institute of storage and processing of agricultural products - branch of
FSBSI "North-Caucasian Federal scientific center of horticulture, viticulture and winemaking",*

2, Topolinaya Alleya st, Krasnodar, Russian Federation, 350072;

ph: (861) 252-06-40, email: sakrai@yandex.ru

² *Kuban State Technological University,*

2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;

ph: (861) 275-24-93, e-mail: ktgr11@mail.ru

³ *All-Russian research Institute of oil crops the name of V. S. Pustovoi,*

17, Filatova st., Krasnodar, Russian Federation, 350038

The article presents data that characterize the economic efficiency of environmentally safe Express method of quality control of vegetable lecithins based on the method of nuclear magnetic relaxation (NMR) compared with the arbitration method. The developed method of quality control of vegetable lecithins based on the NMR method is, from the economic point of view, more profitable, while the lack of use in its implementation of toxic organic solvents (toluene, acetone), confirms its environmental safety. The economic effect of the introduction of the developed method of quality control of vegetable lecithins based on the NMR method is achieved due to the lack of costs for organic solvents, auxiliary materials and chemical utensils, as well as by reducing the cost of labor of laboratory staff.

Key words: plant lecithins, quality control, method of nuclear-magnetic relaxation, ecologically safe Express-method, arbitration method, economic efficiency.