

# ЖИРНЫЕ МАСЛА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**И.В. Гравель\***, доктор фармацевтических наук, **И.П. Рудакова**, доктор химических наук, профессор, **И.А. Самылина**, доктор фармацевтических наук, профессор  
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова,  
Российская Федерация, 119991, Москва, Трубецкая ул., д.8, стр.2

Проведены информационно-аналитические исследования методов определения тяжелых металлов в жирных маслах, используемых в медицине и пищевой промышленности. В фармакопеях рекомендуется для суммарного определения тяжелых металлов применять калориметрию, для количественной оценки отдельных металлов – атомно-абсорбционный метод. В пищевой промышленности безопасность жирных масел оценивают на основании соответствующих ГОСТ. Для количественного определения отдельных металлов, помимо калориметрического метода и атомно-абсорбционной спектрометрии, используют также атомно-эмиссионный анализ, инверсионно-вольтамперометрический метод, индуктивно-связанную плазму.

**Ключевые слова:** жирные масла, тяжелые металлы, методы анализа, фармакопеи.

\*E-mai: igravel@yandex.ru

**Ж**ирные масла (*Olea pinguia*) представляют собой смеси сложных эфиров глицерина и высших жирных кислот. Наиболее часто в пищевой промышленности и медицине применяют следующие масла: кокосовое, оливковое, хлопковое, миндальное, подсолнечное, рыжиковое, соевое, пальмовое, касторовое, льняное, кунжутное, горчичное, кукурузное, рапсовое, конопляное. Источниками их получения служат части растений, в том числе лекарственных (семена льна, семена тыквы и др.), произрастающие в разных регионах. Жирные масла в фармации применяются для изготовления лекарственных препаратов. В настоящее время в связи с усилением техногенного загрязнения окружающей среды возникает необходимость оценки экологической чистоты растительного сырья, а также продуктов, полученных на его основе [1, 2]. Вследствие воздействия техногенных загрязнений в лекарственных растениях, в частности в тех частях, которые используют в качестве растительного сырья, накапливаются различные токсиканты, в том числе тяжелые металлы [9, 13]. Кроме техногенных загрязнений источниками тяжелых металлов могут быть стадии технологического процесса получения и очистки растительного масла [8, 28]. В России требования безопасности по содержанию тяжелых металлов определены в фармакопейных статьях и нормативных документах (ОСТ, ГОСТ) и санитарных правилах на продукты питания [2, 5, 11]. Поэтому для обеспечения безопасности получаемых лекарственных средств (ЛС) на основе жирных масел актуально определение в них содержания тяжелых металлов.

Оценка безопасности жирных масел по содержанию тяжелых металлов проводится в фармакопеях

Европейской, Британской, Индийской, Китайской, Японской, Украинской, Белорусской, Казахской, США, документах ВОЗ и Государственной фармакопее Российской Федерации [3–7, 14–17, 21, 22]. Фармакопейные монографии включают описания по подготовке образцов к анализу, определению тяжелых металлов с использованием современных физико-химических методов и оценке их содержания в соответствии с принятыми нормами.

Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издания в субстанции жирные масла в соответствии с требованиями ОФС «Жирные масла» нормирует только суммарное содержание тяжелых металлов – не более 0,001%, в сырье (согласно ОФС «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах») нормируются содержание тяжелых металлов (свинец, ртуть, кадмий) и мышьяка. В ОФС «Тяжелые металлы» определяются примеси тяжелых металлов (свинец, ртуть, висмут, сурьма, олово, кадмий, серебро, медь, молибден, ванадий, рутений, платина и палладий) в субстанциях и лекарственных препаратах полуколичественным методом после образования окрашенных сульфидов [5]. В качестве источника сульфидов используют раствор натрия сульфида либо тиоацетамидный реактив. После проведения реакции интенсивность окраски испытуемого раствора сравнивают с окраской эталонного раствора (раствор свинец-иона 5 мкг/мл). Окраска испытуемого раствора не должна быть интенсивнее окраски эталонного раствора. Тяжелые металлы определяют в растворах лекарственных препаратов или в зольном остатке. Указания на пробоподготовку и допустимые нормы содержания тяжелых металлов для жирных масел отсутствуют.

Фармакопея Китайской Народной Республики не включает данные по определению тяжелых металлов в жирных маслах [21]. Приводится полуколичественное определение тяжелых металлов сульфидным методом с помощью реактивов сульфида натрия или тиоацетамида в монографии «Контроль содержания примеси тяжелых металлов».

Как показал анализ зарубежных фармакопей (Европейской, Британской, США, Белорусской, Казахской, Украинской, Индийской), определение тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье имеет общую схему: минерализация, нагревание, перевод в ионную форму и определение [3, 4, 6, 14, 15, 17, 22]. Британская, Белорусская, Украинская и Казахская фармакопеи предлагают методику определения тяжелых металлов, включая пробоподготовку. Она отражена в общей статье 2.4.27 «Тяжелые металлы в растительном сырье и жирных маслах» («Heavy metal sinherbal drug sand fattyoils»). В Европейской фармакопее 8.0 издания имеется общая статья «Тяжелые металлы в лекарственных средствах растительного происхождения», но в ней отсутствует определение железа и цинка [15]. Пробоподготовку для определения кадмия, меди, свинца, никеля и ртути осуществляют путем мокрого озоления смесью азотной и хлористоводородной кислот, свободных от тяжелых металлов, с последующим нагреванием в микроволновой печи в 3 стадии, охлаждением и переводом в раствор с помощью серной кислоты, магния нитрата и моноаммоний фосфата. Пробоподготовка на содержание мышьяка аналогична вышеизложенному и включает добавление к раствору калия йодида. Определяют кадмий, медь, свинец, никель (метод 1) и отдельно ртуть с мышьяком (метод 2) современным методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Согласно методу 1, систему оснащают графитовой печью, пригодной для атомизации указанных металлов. Условия определения (длина волны, ширина щели, сила тока лампы, температура атомизации) индивидуальны для каждого металла. Определение осуществляют методом стандартных добавок. Для метода 2 систему оснащают автоматизированной системой непрерывного создания водяного пара. Условия определения мышьяка и ртути (длина волны, ширина щели) также индивидуальны и формируются методом построения калибровочной кривой. В общей статье не нормируется содержание тяжелых металлов. Нормы содержания приведены для кадмия 0,5 ppm в монографии на льняное масло в Европейской и Британской фармакопее соответственно. Это обусловлено тем, что льняное масло способно накапливать тяжелые металлы, в частности кадмий.

Индийская фармакопея не содержит общей фармакопейной статьи, посвященной определению тяжелых металлов в жирных маслах [17]. Однако имеет частную статью «Арахисовое масло», в которой нор-

мируется содержание суммы тяжелых металлов – не более 10 ppm, а также рекомендуется определять содержание тяжелых металлов на основании общей фармакопейной статьи 3.12 «Limittest for heavy metals» по методу В. Для пробоподготовки рекомендуется метод сухого озоления с добавлением серной кислоты, с последующим добавлением смеси азотной и серной кислоты. Озоление проводят в муфельной печи, охлаждают и переводят в раствор с помощью хлористоводородной кислоты, рН регулируют добавлением аммиака раствора и уксусной кислоты. Определение металлов проводят полуколичественным сульфидным методом, в качестве источника сульфид-ионов используют свежеприготовленный раствор сероводорода. Затем осуществляют сравнение цветности испытуемого раствора с эталонным.

Фармакопея США рекомендует определять тяжелые металлы в жирных маслах согласно статье 231 «Heavy metals». Навеску испытуемого масла рассчитывают исходя из формулы  $2/(1000L)$ , где L – предельное содержание тяжелых металлов. Величина L указана в частных монографиях. Для минерализации пробы применяют сухое озоление с добавлением серной кислоты. Сжигание осуществляют в муфельной печи, добавляют к смеси смесь азотной и серной кислоты, охлаждают и переводят в раствор хлористоводородной кислотой. Для регулирования рН используют раствор аммиака и уксусную кислоту. В качестве источника сульфид-ионов используют тиоацетамидный реактив. Предельное содержание тяжелых металлов приведено в монографиях Peanutoil, Sunfloweroil, Castoroil, Hydrogenated Castoroil, Cornoil, Cottonseedoil, Oliveoil, Sesamoil, Soybeanoil, Saffloweroil и не должно превышать 0,001% [22].

В процессе производства гидрогенизированного жирного масла используют мелкодисперсный никелевый катализатор. В связи с этим зарубежные фармакопеи рекомендуют анализировать примесь никеля в гидрогенизированных жирных маслах. В Европейской и Британской фармакопее унифицирована методика определения никеля в гидрогенизированных растительных маслах (2.4.31 «Nickel in hydrogenated vegetable oils»). Пробоподготовку проводят путем мокрого озоления смесью азотной кислоты, очищенной от никеля, и концентрированной перекиси водорода. Нагревание осуществляют в микроволновой печи, охлаждают и переводят в ионную форму с помощью перекиси водорода, магния нитрата и моноаммоний фосфата. Определение никеля осуществляют методом атомно-абсорбционной спектроскопии при длине волны 232 нм, используя графитовую печь, оборудованную системой фоновой калибровки, колонкой с пиролитическим покрытием и никелевой лампой с полым катодом. В общей статье не указаны нормы содержания никеля. Пределы содержания приводят в монографиях для гидрогенизированных арахисо-

вого, касторового, хлопкового и соевого масел и составляют не более 1 ppm. Однако пробоподготовка для арахисового, хлопкового, соевого масел отличается от приведенной в общей статье. Используют сухое озоление в муфельной печи, ионы в раствор переводят добавлением хлористоводородной кислоты и азотной кислоты [14, 15].

В фармакопее США никель рекомендуется определять согласно требованиям частных монографий на гидрогенизированное хлопковое масло и гидрогенизированное соевое масло [22]. Пробоподготовку проводят озолением с последующим переводом ионов в раствор. Для озоления в центр тигля помещают фитиль из беззольной фильтровальной бумаги, который потом сжигают, нагревание выполняют в муфельной печи. Переводят в раствор хлористоводородной кислотой с последующим добавлением азотной кислоты. Определение никеля осуществляют методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Условия не отличаются от рекомендованных Европейской и Британской фармакопеями. Норма содержания никеля – не более 1мкг/г.

В Белорусской фармакопее никель определяется и нормируется согласно частной статье «Соевое гидрогенизированное масло» [3]. Норма содержания не более 0,0001%. Пробоподготовка и методика определения никеля унифицирована с методиками для гидрогенизированного соевого масла Фармакопеи США.

В Японской фармакопее имеется раздел «Hydrogenated oil», посвященный гидрогенизированным маслам [16]. В нем приводится полуколичественное определение тяжелых металлов сульфидным методом. В качестве источника сульфид-ионов используют натрия сульфид. Сравнивают окраску испытуемого раствора и раствора сравнения. Определению суммы тяжелых металлов предшествует пробоподготовка, в ходе которой к гидрогенизи-

рованному маслу добавляют разбавленную хлористоводородную кислоту с последующим нагреванием на водяной бане. Кроме суммы тяжелых металлов, в гидрогенизированном масле определяется никель. Пробоподготовку проводят сухим озолением, затем переводят ионы в раствор хлористоводородной кислотой. Добавляют бром и моногидрат лимонной кислоты. Определяют никель путем добавления к раствору глиоксима и сравнивают окраску испытуемого раствора и раствора эталона. Нормы содержания суммы тяжелых металлов и никеля в гидрогенизированных маслах не приводятся (табл. 1).

Таблица 1

### ФАРМАКОПЕЙНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРЕДЕЛЫ ДОПУСТИМОГО СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИРНЫХ МАСЛАХ

Фармакопея	Тяжелые металлы	Метод определения	Предел допустимого содержания
Государственная фармакопея РФ XIII издания, 2016	Суммарное содержание	Образования окрашенных сульфидов	Не более 0,001%
Европейская фармакопея, 8.0, 2014	Cd, Cu, Pb, Ni, Hg, As	AAC	Cd не более 0,5 ppm – льняное масло; Ni не более 1 ppm – гидрогенизированные масла (арахисовое, хлопковое, касторовое, соевое)
Британская фармакопея, 2009	Cd, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, Hg, As	AAC	Cd не более 0,5 ppm – льняное масло; Ni не более 1 ppm – гидрогенизированные масла (арахисовое, хлопковое, касторовое, соевое)
Государственная фармакопея Республики Беларусь, 2007	Cd, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, Hg, As	AAC	Ni не более 0,0001% – соевое гидрогенизированное масло
Государственная фармакопея Украины, 2004	Cd, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, Hg, As	AAC	Отсутствует
Государственная фармакопея Республики Казахстан, 2008	Cd, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, Hg, As	AAC	Отсутствует
Фармакопея США.36-NF-31, 2013	Суммарное определение Ni	Образование окрашенных сульфидов AAC	Не более 0,001% – арахисовое, подсолнечное, касторовое, гидрогенизированное касторовое, кукурузное, хлопковое, оливковое, кунжутное, соевое масла; Ni не более 10 мкг/г – гидрогенизированные хлопковое, соевое масла
Фармакопея Китайской Народной Республики, 2005	Суммарное определение	Образование окрашенных сульфидов	Отсутствует
Индийская фармакопея, 1996	Суммарное определение	Образование окрашенных сульфидов	Не более 10 ppm – арахисовое масло
Японская фармакопея, 15 ed, 2006	Суммарное определение	Образование окрашенных сульфидов	Отсутствует
	Ni	AAC	Отсутствует

В ряде зарубежных стран качество растительных масел определяется ISO 8294:2012, ISO 12193:2012, ISO 15774:2012. Содержание меди, железа и никеля осуществляют методом ААС с применением графитовой юветы. Для определения меди и никеля используют графитовую трубку, а для железа – ниобиевую. Газом-носителем служит гептан. Предельное содержание меди должно быть не более 0,2 мг/кг, железа – не более 1,0 мг/кг и никеля – не более 1,0 мг/кг. Свинец и кадмий рассчитывают прямым методом ААС с применением графитовой печи. В качестве газаносителя используют аргон. Предельное содержание свинца – 0,19 мг/кг и кадмия – 0,2 мг/кг [18–20].

Требования к качеству растительных масел, используемых в пищевой промышленности в Российской Федерации, сформулированы в действующих ГОСТах и санитарных правилах. Оценка безопасности по содержанию тяжелых металлов проводится по методикам ГОСТов [10] и нормируется согласно СанПину [11].

Сравнительный анализ методик определения жирных масел в ГОСТах и СанПине показал, что определение тяжелых металлов в растительных маслах включает подготовку пробы к анализу (минерализация) и собственно количественное определение. Минерализацию проводят по ГОСТ 26929-94, который распространяется на пищевые сырье и продукты и устанавливает способы сухой, мокрой минерализации и способы кислотной экстракции проб для последующего определения в них меди, свинца, кадмия, цинка, олова, железа, хрома, никеля, алюминия и мышьяка. Пробоподготовка растительных масел осуществляется методом мокрой минерализации, который основан на полном разрушении органических веществ пробы продукта при нагревании с серной и азотной концентрированными кислотами с добавлением хлорной кислоты или перекиси водорода, или при нагревании только с перекисью водорода.

Таблица 2

#### ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ

Токсичные элементы	Допустимые уровни	Испытуемое масло
Свинец	Не более 0,1 мг/кг Не более 0,2 мг/кг	Арахисовое масло
Мышьяк	Не более 0,1 мг/кг	
Кадмий	Не более 0,05 мг/кг	
Ртуть	Не более 0,03 мг/кг	
Железо	Не более 5,0 мг/кг	Нерафинированные масла
	Не более 1,5 мг/кг	Рафинированные масла
Медь	Не более 0,4 мг/кг	Нерафинированные масла
	Не более 0,1 мг/кг	Рафинированные масла

Кроме того, для растительных масел используют способ кислотной экстракции (неполной минерализации), который основан на экстракции токсичных элементов из пробы продукта путем кипячения с разбавленными хлористоводородной или азотной кислотами. Минерализацию выполняют кипячением с раствором хлористоводородной кислоты. Затем содержимое охлаждают до комнатной температуры. Экстракционную смесь переносят в делительную воронку и экстрагируют раствором хлористоводородной кислоты. Подготовку к определению мышьяка проводят, используя для экстракции раствор хлористоводородной или азотной кислоты. В этом случае экстракционную смесь фильтруют в реакционную колбу для отгонки мышьяковистого ангидрида.

Ртуть определяют, согласно ГОСТ 26927-86, калориметрическим методом. Последний основан на деструкции анализируемой пробы смесью азотной и серной кислот, осаждении ртути меди йодидом и последующим калориметрическим определением в виде меди тетрадомеркураата путем сравнения со стандартной шкалой. Деструкцию «закрытым способом» выполняют в специальном аппарате. Железо определяют согласно ГОСТ 26928-86 с помощью калориметрического метода, который основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения двухвалентного железа с ортофенантролином (красный цвет). Мышьяк определяют в соответствии с ГОСТ 26930-86 [10] калориметрическим методом, основанным на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения мышьяка с серебра диэтилдитиокарбаматом в хлороформе. Медь в растительных маслах определяют по ГОСТ 26931-86. Минерализацию осуществляют по ГОСТ 26929-94. Используется калориметрический метод, основанный на минерализации пробы и последующем измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения меди с натрия диэтилдитиокарбаматом (желтый цвет).

Атомно-абсорбционным методом (ААС) по ГОСТ 30178-96 устанавливают наличие свинца, кадмия, меди, цинка и железа. Метод основан на минерализации продукта и определении концентрации элемента пламенным вариантом метода ААС.

Методика определения токсичных элементов (свинца, кадмия, меди, цинка, железа и мышьяка) атомно-эмиссионным методом приведена в ГОСТ 30538-97. Этот метод основан на измерении интенсивности линий определяемых элементов в спектре излучения, полученном при испарении анализируемого вещества под действием электрического разряда. Количественное содержание элемента определяется путем сравнения интенсивности линий в спектрах излучения образцов сравнения и испытуемой пробы. Минерализация выполняется кислотной экстракцией хлористоводородной кислоты. Подго-



товка пробы для определения мышьяка отличается от подготовки пробы для других элементов добавлением к навеске магния оксида, хлороформа, магния азотнокислого и аммиака [10].

Инверсионно-вольтамперометрический метод (ГОСТ Р 51301-99) используют для определения токсичных металлов. Минерализацию пробы проводят по ГОСТ 26929-94. Данный метод основан на способности элементов осаждаться на индикаторном электроде из испытуемого раствора при задаваемом потенциале предельного диффузионного тока, а затем растворяться в процессе анодной поляризации при определенном потенциале, характерном для каждого испытуемого элемента. На вольтамперограмме регистрируются аналитические сигналы определяемых элементов.

Нормы содержания тяжелых металлов и мышьяка в растительных маслах в соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01 [11] приведены в табл. 2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены информационно-аналитические исследования фармакопейных требований, СанПин и ГОСТов. Безопасность жирных масел в пищевой промышленности России определяют ГОСТы, СанПин, а также международные стандарты качества (Кодекс Алиментариус, ISO). К наиболее опасным экотоксикантам относятся ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк, медь, олово и железо, из них 4 (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк) наиболее токсичны и имеют канцерогенную активность; никель также токсичный элемент и используется для гидрогенизации жирных масел в качестве катализатора (технологическая примесь). Оценка безопасности жирных масел для медицинского применения осуществляется фармакопейными методами. Были проанализированы 10 фармакопей следующих стран: РФ, Украины, Белоруссии, Китая, Японии, Европы, США, Великобритании, Казахстана, Индии. Для суммарного определения тяжелых металлов используют калориметрический метод; для количественной оценки – атомно-абсорбционный анализ. Нормы содержания тяжелых металлов приведены для отдельных жирных масел. Оценка безопасности жирных масел для пищевой промышленности осуществляется на основании ГОСТов. Для количественного определения отдельных металлов используют калориметрический метод, а также более современные атомно-абсорбционную спектрометрию, атомно-эмиссионный анализ, инверсионно-вольтамперометрический метод, индуктивно-связанную плазму, индуктивно-связанную плазму с масс-спектрометрией.

Полученные данные использованы авторами для разработки проекта общей фармакопейной статьи «Определение содержания тяжелых металлов в жирных маслах» для ГФ РФ XIII издания.

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Лисецкий Ф.И., Свиридова А.В., Кухарун Н.С., Голеев П.В. и др. Аккумуляция тяжелых металлов в растеноводческой продукции зоны техногенеза. Вест. ОГУ, 2008;10 (92): 142–9. (Lisiecki F.I., Sviridova A.V., Kuharun N.S., Goleusov P.V. et al. Accumulation of heavy metals in rastenievodcheskaja production zone of technogenesis. Vestnik OGU, 2008;10 (92): 142–9 (in Russian))
2. ГОСТ Р ИСО 5507-2012. «Семена масличных культур, растительные масла и жиры. Номенклатура». М.: Издательство стандартов, 2012; 11. (GOST R ISO 5507-2012. «Oilseeds, vegetable oils and fats. Nomenclature». Moscow: Izdatelstvo standartov, 2012; 11 (in Russian))
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. 3, 2007. (State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. T. 3, 2007 (in Russian))
4. Государственная фармакопея Республики Казахстан. 1 изд., 2008. (State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. 1-ed., 2008 (in Russian))
5. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII изд., 2016. (State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIII-ed., 2016 (in Russian))
6. Государственная Фармакопея Украины. 1 изд., 2011. (The State Pharmacopoeia of Ukraine. 1-ed., 2011 (in Russian))
7. Жиры, масла и производные продукты (Всемирная Организация Здравоохранения, Продовольственная и Сельскохозяйственная Организация ООН). М.: Весь мир, 2007; 70. (Fats, oils and derivatives (The World Health Organization. The food and Agriculture Organization of the United Nations). Moscow: Ves mir, 2007; 70 (in Russian))
8. Нагорнов С.А. Техника и технология производства и переработки растительных масел. Тамбов: ТГТУ, 2010; 96. (Nagornov S.A. Technique and technology of production and processing of vegetable oils. Tambov: GOU VPO TGTU, 2010; 96 (in Russian))
9. Терешкина О.И., Рудакова И.П., Гравель И.В., Самылина И.А. Проблемы нормирования тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье. Фармация, 2010; 2: 7–11. (Tereshkina O.I., Rudakova I.P., Gravel I.V., Samylina I.A. The problem of regulation of heavy metals in medicinal plant raw materials. Farmatsiya, 2010; 2: 7–11 (in Russian))
10. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Moscow, 2004; 240. (Guide to safety and quality control methods of biologically active additives to food. Moscow, 2004; 240 (in Russian))
11. СанПин 2.3.2.1078-01. «Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы». М.: Минздрав России, 2002; 166. (SanPin 2.3.2.1078-01. «Food raw materials and food products. Hygienic safety and nutritional value of food. Sanitary-epidemic rules and regulations». Moscow: Ministry of Health of Russia, 2002; 166 (in Russian))
12. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М.: Русский врач, 2004; 264. (Shikov A.N., Makarov V.G., Ryzenkov V.E. Vegetable oils and oil extracts: technology, standardization, properties. Moscow: Russkii vrach, 2004; 264. (in Russian))
13. Гравель И.В., Яковлев Г.П., Шойхет Я.Н., Самылина И.А. Фармакогнозия. Экотоксиканты в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013; 301. (Gravel I.V., Yakovlev G.P., Shoykhet Ya.N., Samylina I.A. Pharmacognosy. Are in medicinal plant raw herb for these conditions. Moscow: GEOTAR-Media, 2013; 301 (in Russian))
14. British Pharmacopoeia, 2009.
15. European Pharmacopoeia, 8.0, 2014.
16. Japanese Pharmacopoeia, 15 ed., 2006.
17. Indian Pharmacopoeia, 1996.
18. ISO 8294:2012. Animal and vegetable fats and oils. Determination of copper, iron and nickel contents. Graphite furnace atomic absorption method.
19. ISO 12193:2012. Animal and vegetable fats and oils. Determination of lead by direct graphite furnace atomic absorption spectroscopy.
20. ISO 15774:2012. Animal vegetables fats and oils. Determination of cadmium content by direct graphite furnace atomic absorption spectrometry.
21. Pharmacopoeia of the People's Republic of China, 2005.
22. United States Pharmacopoeia, 36-NF-31; 2013.

Поступила 16 июля 2016 г.

## **FATTY OILS: DETERMINATION OF THE LEVELS OF HEAVY METALS**

**I.V. Gravel, PhD; Professor I.P. Rudakova, PhD; Professor I.A. Samylina, PhD**

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; 8, Trubetskaya St., Build. 2, Moscow 119991, Russian Federation*

### **SUMMARY**

Informational and analytical studies were conducted to determine heavy metals in the fatty oils used in medicine and food industry. Pharmacopoeias recommend calorimetry for the total determination of heavy metals and an atomic absorption method for the quantification of individual metals. The safety of fatty oils in food industry is evaluated on the basis of the respective State Standards. The quantitative determination of individual metals uses atomic emission, inversion voltammetry, and inductively coupled plasma atomic emission in addition to calorimetry and atomic absorption spectrometry.

**Key words:** fatty acids; heavy metals; methods of analysis; pharmacopoeias.