|  |
| --- |
| **ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ****(ЕАСС)****EURO–ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION****(EASC)** |
|  | **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ****СТАНДАРТ** | **ГОСТ ISO** **10633-1–***(проект, RU,* *окончательная**редакция)* |

**ЖМЫХИ И ШРОТЫ**

**Определение содержания глюкозинолатов**

**Часть 1**

**Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии**

**(ISO 10633-1:1995, IDT)**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия*

**Минск**

**Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации**

**202**

**Предисловие**

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

**Сведения о стандарте**

1. ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческой организацией «Ассоциация производителей и потребителей масложировой продукции» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4
2. ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 238 «Масла растительные и продукты их переработки»
3. ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 202 г. № )

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое наименование страны по МК(ИСО 3166) 004–97 | Код страны по МК (ИСО 3166)004–97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
| Азербайджан | AZ | Азстандарт  |
| Армения | AM | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь  |

*Окончание таблицы*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое наименование страны по МК(ИСО 3166) 004–97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004–97 | Сокращенное наименованиенационального органапо стандартизации |
| Грузия  | GE | Грузстандарт  |
| Казахстан  | KZ | Госстандарт Республики Казахстан  |
| Киргизия | KG | Кыргызстандарт  |
| Молдова | MD | Институт стандартизации Молдовы |
| Россия | RU | Росстандарт  |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Туркмения | TM | Главгосслужба «Туркменстандартлары» |
| Узбекистан | UZ | Узстандарт |
| Украина | UA | Минэкономразвития Украины |

1. Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 10633‑1:1995 «Жмыхи и шроты. Определение содержания глюкозинолатов. Часть 1. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии» («Oilseed residues – Determination of glucosinolates content – Method using high-performance liquid chromatography», IDT).

Международный стандарт разработан Подкомитетом SC 2 «Масличные семена и плоды»» Технического комитета ISO/TC 34 «Пищевые продукты» Международной организации по стандартизации (ISO).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

1. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
2. Некоторые элементы настоящего стандарта могут быть объектом патентных прав. Международная организация по стандартизации (ISO) не несет ответственность за идентификацию какого-либо или всех патентных прав

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.*

*В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация также будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»*

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Область применения …………………………………………………………………. |  |
|  | Нормативные ссылки …………………………………………………...................... |  |
|  | Принцип метода ………………………………………………………………….…..... |  |
|  | Реактивы ………………………………………………………………………………... |  |
|  | Оборудование ………………………………….…………………………………….... |  |
|  | Отбор проб ………………………………….……………………………………......... |  |
|  | Подготовка проб ………………………………….……………………………………. |  |
|  | Методика проведения анализа ………………………………….………………….. |  |
|  | Обработка результатов ………………………………………………………………. |  |
|  | Точность …………………………………………………………………...................... |  |
|  | Протокол испытаний………………………………………………………………….. |  |
| Приложение А (обязательное) | Приготовление реактивов ………..….….............. |  |
| Приложение B (справочное) | Результаты межлабораторного испытания ...... |  |
| Приложение ДА (обязательное) | Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам ………………………………………………… |  |

**Введение**

ISO 10633 под общим названием «Жмыхи и шроты. Определение содержания глюкозинолатов» состоит из следующих частей:

– Часть 1. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии

– Часть 2. Метод рентгеновской флуоресцентной спектрометрии

Приложение А является неотъемлемым составляющим настоящего стандарта. Приложение B предназначено только для ознакомления.

|  |
| --- |
| **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ** |
| **ЖМЫХИ И ШРОТЫ****Определение содержания глюкозинолатов** **Часть 1****Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии** Oilseed residues. Determination of glucosinolates content. Part 1. Method using high-performance liquid chromatography |

**Дата введения –**

1. **Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает метод определения содержания различных глюкозинолатов в продуктах из масличных семян крестоцветных культур.

Примечание 1 – Данный метод не позволяет определять глюкозинолаты, имеющие заместители в молекуле глюкозы, однако, содержание этих веществ в коммерчески доступном рапсе незначительное.

Примечание 2 – Данный метод позволяет обнаружить немодифицированные (или нативные) глюкозинолаты. Однако, он не идентифицирует и не определяет количество продуктов распада, образовавшихся в ходе разложения глюкозинолатов в процессе производства шрота. Поэтому антипитательное воздействие этих продуктов распада не может быть принято во внимание.

1. **Нормативные ссылки**

Настоящий стандарт содержит нормативные ссылки на следующие документы или их части, которые необходимы для его применения. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных – последнее издание (включая все изменения к нему):

ISO 771:1977 Oilseed residues – Determination of moisture and volatile matter content (Жмыхи и шроты. Определение содержания влаги и летучих веществ)

ISO 3696:1987 Water for analytical laboratory use – Specification and test methods (Вода для лабораторного анализа. Технические требования и методы испытаний)

ISO 5502:1992 Oilseed residues – Preparation of test samples (Жмыхи и шроты. Подготовка образца для испытаний)

ISO 9167-1:1992 Rapeseed – Determination of glucosinolates content – Part 1: Method using high-performance liquid chromatography (Семена рапса. Определение содержания глюкозинолатов. Часть 1. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии)

1. **Принцип метода**

Экстракция глюкозинолатов в метанольном растворе с последующей очисткой и ферментативной десульфатацией на ионообменных смолах. Определение осуществляется обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) в режиме градиентного элюирования и с ультрафиолетовым детектором.

1. **Реактивы**

Используются реактивы только установленного аналитического качества, если не указано иное, и вода, соответствующая спецификациям для второй степени чистоты ISO 3696.

4.1 Метанол, степень чистоты ВЭЖХ, раствор концентрацией 70 % (V/V).

4.2 Ацетат натрия, раствор концентрацией 0,02 моль/л, pH 4,0.

4.3 Ацетат натрия, раствор концентрацией 0,2 моль/л.

4.4 Формиат имидазола, раствор концентрацией 6 моль/л.

Для приготовления раствора формиата имидазола необходимо в мерной колбе на 500 см3 растворить 204 г имидазола в 113 см3 муравьиной кислоты. Довести водой до метки.

**4.5 Внутренний стандарт**

Используется синигрин моногидрат (моногидрат аллилглюкозинолата калия, Mr = 415,49) (см. А.1) или глюкотропаеолин (бензилглюкозинолат, калиевая соль, Mr = 447,52) для семян рапса, так как в его составе содержится синигрин (см. А.2).

В приложении А представлена подробная информация о приготовлении реактивов и контроле их чистоты.

**4.6 Подвижная фаза**

4.6.1 Элюент A: вода, очищенная через фильтр 0,45 мкм и системой картриджей с активированным углем[[1]](#footnote-2)1), или вода эквивалентной чистоты

4.6.2 Элюент B: ацетонитрил, со степенью чистоты для ВЭЖХ, 20 % (V/V) раствор в воде, которая была очищена и пропущена через фильтр 0,45 мкм. Концентрация может быть изменена в зависимости от используемой колонки.

**4.7 Ионообменная смола**

4.7.1 DEAE Sepharose CL – 6B[[2]](#footnote-3)2), имеющаяся в продаже и готовая к использованию, или аналогичный продукт.

**4.7.2 Суспензия DEAE Sephadex A25**[[3]](#footnote-4)2)

10 г cмолы DEAE Sephadex A25 (или другой аналогичной) смешивают с избыточным количеством 2 моль/л раствором уксусной кислоты. Дают отстояться. Добавляют раствор 2 моль/л уксусной кислоты до тех пор, пока объем жидкости не станет равным объему осадка.

**4.8 Cульфатаза, Helix pomatia типа H1 (ЕС 3.1.6.1)**[[4]](#footnote-5)3)

Очистка, анализ и разведение сульфатазы проводят в соответствии с методами, описанными в А.3.1 – A.3.4.

1. **Оборудование**

Используется обычное лабораторное оборудование, в частности следующее.

5.1 Высокоэффективный жидкостный хроматограф, с возможностью проведения градиентного элюирования и термостатирования колонки на уровне 30 °С с ультрафиолетовым детектором, позволяющим проводить измерения при длине волны 229 нм.

5.2 Хроматографическая колонка для ВЭЖХ, типа С18 или С8 с размером частиц меньше или равным 5 мкм, например[[5]](#footnote-6)4):

– Lichrosorb RP 18 колонка, ≤ 5 мкм (150 мм х 4,6мм);

– Spherisorb ODS2 колонка, ≤ 5 мкм (250 мм х 4 мм; 250 мм х 5 мм);

– Novapak C18 колонка, ≤ 4 мкм (150 мм х 4 мм);

– Lichrospher RP8 колонка, ≤ 5 мкм (125 мм х 4 мм);

– Nucleosil C18 колонка, ≤ 5 мкм (200 мм х 4 мм).

Эффективность работы колонки должна регулярно проверяться, предпочтительно с использованием контрольного образца десульфоглюкозинолата[[6]](#footnote-7)5) из семян рапса. В частности, колонка не должна разрушать 4-гидроксиглюкобрассицин, являющийся важным, но относительно нестабильным глюкозинолатом.

Новые колонки должны быть предварительно кондиционированы в соответствии с инструкциями производителя, для получения воспроизводимых результатов.

5.3 Двухлучевой спектрометр, работающий в ультрафиолетовой области спектра, при контролируемой температуре 30 °С, оснащенный кварцевыми кюветами с длиной оптического пути 1 см и системой регистрации.

5.4 Микромельница, например, кофемолка.

5.5 Центрифуга, с возможностью использования пробирок (5.6), работающая при центробежном ускорении 5000 g.

5.6 Полипропиленовые пробирки, вместимостью 6 см3.

5.7 Водяная баня или другое нагревательное оборудование, способное поддерживать температуру на уровне (75±1) °С.

5.8 Стекловата.

5.9 Пипетки Пастера, длиной 150 мм, с соответствующим штативом или любым другим подходящим оборудованием.

1. **Отбор проб**

Важно, чтобы в лабораторию поступал репрезентативный образец, неповрежденный и неизмененный во время транспортировки или хранения.

Отбор проб не является частью метода, установленного в настоящем стандарте. Рекомендуемый метод отбора проб приведен в ISO 5500[[7]](#footnote-8)6).

1. **Подготовка проб**

Лабораторный образец сокращают в соответствии с ISO 5502 для получения требуемого объема пробы. При необходимости измельчить.

Определение содержания влаги и летучих веществ в образце проводят в соответствии с ISO 771.

Если полученное значение меньше 10 % (m/m), его используют для расчета (9.1). Далее незамедлительно проводят определение содержания глюкозинолатов (пункт 8) с использование анализируемого образца без дальнейшей обработки.

Если же содержание влаги и летучих веществ превышает 10 %, то исследуемый образец высушивают потоком воздуха с температурой примерно 45 °С, после чего проводят повторное определение. Необходимо продолжать высушивание до тех пор, пока содержание влаги и летучих веществ не будет менее 10 % (m/m). Этот окончательный результат используют для расчета. Незамедлительно следует перейти к определению содержания глюкозинолата (пункт 8) с использованием высушенного исследуемого образца.

1. **Методика проведения анализа**

Примечание 3 – Если требуется проверить соблюдаются ли требования повторяемости, то проводят два отдельных определения в соответствии с 8.1 – 8.4 и 8.6 в условиях повторяемости.

**8.1 Отбор части анализируемой пробы для анализа**

В две пробирки (5.6) A и B помещают по 100 мг подготовленной анализируемой пробы, взвешенной с точностью до 0,1 мг (пункт 7).

**8.2 Экстракция глюкозинолатов**

8.2.1 Пробирки помещают на водяную баню (5.7) при температуре 75 °С и выдерживают 1 минут. Приливают 2 см3 кипящего раствора метанола (4.1), после чего незамедлительно вносят:

– в пробирку А, 200 мкм раствора внутреннего стандарта молярной концентрации 5 ммоль/л (А.1.1); и

– в пробирку В, 200 мкм раствора внутреннего стандарта молярной концентрации 20 ммоль/л (A.1.2).

Примечание 4 – см. 4.5 для использования альтернативного раствора внутреннего стандарта.

8.2.2 Продолжают нагревать при 75 °С ещё в течение 10 минут, регулярно встряхивая пробирки. Содержимое каждой пробирки перемешивают и центрифугируют при 5000 g в течение 3 минут. Надосадочную жидкость из каждой пробирки (5.6) переливают в две другие, обозначенные, соответственно, как А' и В'.

8.2.3 В пробирки A и B, содержащие сухой осадок, добавляют 2 см3 кипящего метанола (4.1) и повторно нагревают на водяной бане (5.7) при 75 °С в течение 10 минут, периодически встряхивая.

Центрифугируют в течение 3 минут, после чего надосадочную жидкость из пробирок A, B добавляют в две другие пробирки А', В' соответственно, с надосадочной жидкостью, полученной по 8.2.2.

8.2.4 Объем объединенных экстрактов (пробирки А', В') доводят водой примерно до 5 см3 и перемешивают.

Полученные экстракты можно хранить в темноте при –18 °С в морозильной камере в течение 2 недель.

**8.3 Подготовка ионообменных колонок**

Обрезают необходимое количество пипеток Пастера (5.9), т.е. две пипетки на образец, таким образом, чтобы выше конуса сливного отверстия пипетки остался объем 1,2 см3, отверстие закрывают пробкой из стекловаты (5.8). Пипетки устанавливают вертикально в штативе.

Переносят 0,5 см3 хорошо перемешанной суспензии ионообменной смолы (4.7) в каждую пипетку и дают отстояться.

Пипетки промывают 2 см3 имидазола формиата (4.4), после чего дважды порциями воды по 1 см3.

**8.4 Очистка и десульфатация**

8.4.1 Для каждого объединенного экстракта проводят следующие действия:

8.4.2 Переносят 1 см3 экстракта (8.2.4) в подготовленную колонку (8.3). не затрагивая поверхность смолы, и дают жидкости стечь. Далее приливают две порции ацетатного буфера по 1 см3 (4.2), позволяя буферу стекать после каждого добавления.

8.4.3 В колонку вносят 75 мкл разбавленного, очищенного раствора сульфатазы (4.8). Оставляют на ночь при комнатной температуре.

8.4.4 Пробирку (5.6) помещают под колонку для сбора элюата. Элюируют полученные десульфоглюкозинолаты двумя порциями воды по 1 см3, позволяя воде стекать после каждого добавления.

8.4.5 Элюат тщательно перемешивают. Если элюат не используется для хроматографии сразу, то допускается его хранение в темноте при температуре – 18 °С в морозильной камере в течение недели.

**8.5 Контрольное определение**

Если требуется (9.3), то проводят контрольное определение с применением аналогичной процедуры на анализируемой пробе, взятой из того же испытуемого образца, но без использования раствора внутреннего стандарта синигрина, что позволит обнаружить и определить количество синигрина, присутствующего в анализируемой пробе.

**8.6 Проведение хроматографического анализа**

**8.6.1 Настройка оборудования**

Хроматограф (5.1) настраивают следующим образом:

– расход подвижной фазы (4.6) зависит от типа используемой колонки (см. 8.6.2) и обычно составляет 1 см3/мин;

– температура колонки (5.2): 30 °С;

– длина волны 229 нм.

**8.6.2 Определение**

Действуя в соответствии с инструкциями к оборудованию, в хроматограф вводят не более чем 50 мкл раствора десульфоглюкозинолата, полученного по 8.4.4.

Используется градиентное элюирование, соответствующее используемой колонке.

Примечание 5 – Следующие градиенты элюирования приведены в качестве примеров:

a) Для колонки Lichrosorb RP18, ≤ 5 мкм (150 мм – 4.6 мм):

– 100 % элюент А ([4.6.1](#Пункт461)) в течение 1 минуты;

– линейный градиент элюирования в течение 20 мин до получения 0 % элюента А и 100 % элюента В ([4.6.2](#Пункт462));

– линейный градиент элюирования в течение 5 минут до получения 100 % элюента A и 0 % элюента B;

– 100 % элюент А ([4.6.1](#Пункт461)) в течение 5 минут для установления равновесия.

b) Для колонки Lichrospher RP18 ≤ 5 мкм (125 мм – 4 мм):

– 100 % элюент А ([4.6.1](#Пункт461)) в течение 2 минут 30 сек;

– линейный градиент элюирования в течение 18 минут до получения 0 % элюента A и 100 % элюента В;

– 100 % элюент В в течение 5 минут;

– линейный градиент элюирования в течение 2 минут с ростом доли элюента А до 100 % и одновременным снижением доли элюента В до 0 %;

– продолжать в течение 5 минут для установления равновесия.

Примечание 6 – Профили градиента могут быть изменены для получения оптимального разделения в соответствии с используемыми колонками.

**8.6.3 Обработка хроматограмм**

Учитываются только те пики, площадь которых более 1 % от общей суммы площадей пиков.

Порядок элюирования пиков колонки типа С18 с соответствующим градиентным элюированием (см. примеры, приведенные в 8.6.2), как правило, соответствует представленному на рисунке 1.

1. **Обработка результатов**

**9.1 Расчет содержания глюкозинолатов**

Содержание каждого глюкозинолата, выраженное в микромолях на грамм сухого вещества продукта, равно



где

*Ag*– площадь пика, в единицах интегратора (или интегрирующего устройства), соответствующая определяемому десульфоглюкозинолату;

*As* – площадь пика, в единицах интегратора (или интегрирующего устройства), соответствующая использованному внутреннему стандарту (десульфосинигрину или десульфоглюкотропаеолину);

*Kg*– фактор отклика десульфоглюкозинолата (9.2);

*Ks* – фактор отклика внутреннего стандарта (десульфосинигрина или десульфоглюкотропаеолина);

*m* – масса аналитической пробы, г;

*n* – количество внутреннего стандарта, добавленного в пробирку по 8.2 (синигрина или глюкотропаеолина), мкмоль;

*w* – содержание влаги и летучих веществ, выраженные в процентах от массы анализируемой пробы.

Для выражения результата с учетом содержания влаги и летучих веществ *ws* [например, *ws* = 9 % (м/м)], результат, полученный для сухого вещества (как показано выше) следует умножить на



**9.2 Факторы отклика**

Следует использовать следующие факторы отклика.

Примечание 7 – Данные факторы отклика были определены экспериментально, а единое значение было выбрано и согласовано лабораториями, принимавшими участие в испытании. В дальнейшем они могут быть пересмотрены и изменены.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Десульфоглюкоиберин | 1,07 |
| 2 | Десульфолрогоитрин | 1,09 |
| 3 | Десульфоэпи–прогоитрин | 1,09 |
| 4 | Десульфосинигрин | 1,00 |
| 5 | Десульфоглюкорафанин | 1,07 |
| 6 | Десульфоглюконаполеиферин | 1,00 |
| 7 | Десульфоглюкоалиссин | 1,07 |
| 8 | Десульфоглюконапин | 1,11 |
| 9 | Десульфо–4–гидроксиглюкобрассицин | 0,28 |
| 10 | Десульфоглюкобрассицанапин  | 1,15 |
| 11 | Десульфоглюкотропаеолин | 0,95 |
| 12 | Десульфоглюкобрассицин | 0,29 |
| 13 | Десульфоглюконастуртин | 0,95 |
| 14 | Десульфо–4–метоксиглюкобрассицин | 0,25 |
| 15 | Десульфоглюкобрассицин | 0,20 |
| 16 | Другие десульфоглюкозинолаты | 1,00 |

**9.3 Расчет общего содержания глюкозинолатов**

Общее содержание глюкозинолатов, выраженное в микромолях на грамм сухого вещества продукта, равно сумме содержаний каждого глюкозинолата (соответствующая площадь пика которого больше 1 % от суммы площадей пиков).

Если разница между результатами общего содержания глюкозинолата обеих концентраций соответствует условиям повторяемости (см. 10.1), значит, отсутствует загрязнение внутреннего стандарта. В этом случае в качестве результата принимают среднее арифметическое значение двух определений.

Если условия повторяемости не выполняются, следует повторить процедуру на двух других порциях образца и выполнить контрольное испытание (8.5), без использования раствора внутреннего стандарта. Площадь области загрязнения вычитается из площади внутреннего стандарта, для определения истинной площади внутреннего стандарта, используемого в 9.1. За результат принимают среднее арифметическое значение двух определений.

Глюкотропаеолин (А.2) может быть использован в качестве раствора внутреннего стандарта в 8.2.1.

1. **Точность**

Подробности межлабораторных испытаний по определению точности метода приведены в приложении B.

**10.1 Повторяемость**

Абсолютное расхождение между результатами двух независимых единичных испытаний, полученных с использованием одного и того же метода на идентичном исследуемом материале в одной и той же лаборатории одним и тем же оператором с использованием одного и того же оборудования в течение короткого промежутка времени, не должна превышать 10 % от среднего арифметического значения двух результатов с минимальным показателем 1 мкмоль/г.

**10.2 Воспроизводимость**

Абсолютное расхождение между результатами двух единичных испытаний, полученных с использованием одного и того же метода на идентичном исследуемом материале в разных лабораториях разными операторами с использованием разного оборудования, не должна превышать 20 % от среднего арифметического значения двух результатов с минимальным показателем 2 мкмоль/г.

1. **Протокол испытаний**

В протоколе испытаний должно быть указано:

– метод, в соответствии с которым проводился отбор проб;

– используемый метод;

– полученный результат(ы), а также

– если была проверена повторяемость, то полученный окончательный результат.

В протоколе также должны быть указаны все рабочие подробности, не указанные в настоящем стандарте или рассматриваемые как необязательные, а также детали любых инцидентов, которые могли повлиять на результат(ы) определения.

Протокол испытаний должен включать всю информацию, необходимую для полной идентификации образца.



Рисунок 1 – Пример типичной хроматограммы

**Приложение А**

**(обязательное)**

**Приготовление реактивов**

**А.1 Синигрин моногидрат**

**А.1.1 Синигрин моногидрат, раствор концентрацией 5 ммоль/л**

В мерной колбе на 100 см3 растворяют 207,7 мг моногидрата аллилглюкозинолата калия в воде и доводят до метки водой.

Приготовленный раствор можно хранить в холодильнике неделю при температуре около 4 °С или в морозильной камере при –18 °С в течение 6 месяцев.

**А.1.2 Синигрин моногидрат, раствор концентрацией 20 ммоль/л**

В мерной колбе на 100 см3 растворяют 831,0 мг моногидрата аллилглюкозинолата калия в воде и доводят до метки.

Приготовленный раствор можно хранить в холодильнике неделю при температуре около 4 °С или в морозильной камере при –18 °С в течение 6 месяцев.

**А.1.3 Контроль чистоты**

Используется один или несколько из приведенных ниже тестов:

– ВЭЖХ с применением метода, приведенного в ISO 9167-1;

– анализ интактного синигрина посредством ВЭЖХ (метод ионной пары);

– анализ десульфатированного и силилированного синигрина газовой хроматографией.

Для каждого теста хроматограмма должна показывать только один основной пик, составляющий не менее 98 % от общей площади пиков.

Для подтверждения чистоты проводят определение количества глюкозы, высвободившейся в результате гидролиза при участии мирозиназы (тиоглюкозид глюкогидролазы; КФ 3.2.3.1). Количество глюкозы измеряют ферментативным методом с использованием уже готовых коммерчески доступных тестовых наборов. Учитывают все количество свободной глюкозы. Это определение проводят тем же способом, но без добавления мирозиназы. Молярная концентрация глюкозы должна быть не менее 98 % от молярной концентрации исследуемого раствора синигрина.

**А.2 Глюкотропаеолин**

Примечание 8 – Глюкотропаеолин иногда сложно отделить от других природных минорных глюкозинолатов.

**А.2.1 Глюкотропаеолин, раствор концентрацией 5 ммоль/л**

В мерной колбе на 100 см3 растворяют 223,8 мг глюкотропаеолина и доводят до метки водой.

Приготовленный раствор можно хранить в холодильнике неделю при температуре около 4 °С или в морозильной камере при –18 ° С в течение 6 месяцев.

**А.2.2 Глюкотропаеолин, раствор концентрацией 20 ммоль/л**

В мерной колбе на 100 см3 растворяют 895,0 мг глюкотропаеолина в воде и доводят до метки водой.

Приготовленный раствор можно хранить в холодильнике неделю при температуре около 4 °С или в морозильной камере при –18 °С в течение 6 месяцев.

**А.2.3 Контроль чистоты**

Чистоту проверяют в соответствии с А.1.3.

**А.2.4 Фактор отклика**

Проверяют соответствие факторов отклика глюкотропаеолина по сравнению с синигрином, указанным в 9.2.

**А.3 Сульфатазы**

**А.3.1 Подготовка ионообменных колонок**

Обрезают пять пипеток Пастера (5.9) на 7 см выше конуса сливного отверстия и вкладывают пробку из стекловаты (5.8) в отверстие пипетки. Пипетки устанавливают вертикально в штативе, после чего в каждую приливают достаточное количество ионообменной смолы (4.7.1) так, чтобы после стекания воды объем ионообменной смолы составлял 500 мкл.

В каждую пипетку вносят по 1 см3 раствора имидазола формиата (4.4) и дважды промывают порциями воды по 1 см3.

**А.3.2 Очистка**

С точностью до 0,1 мг взвешивают 25 мг сульфатазы Helix pomatia типа H1 (4.8) и растворяют в 2,5 см3 воды, после чего полученный раствор переносят по 500 мкл в каждую из колонок, подготовленных по А.3.1. Каждую колонку промывают 1,5 см3 воды и сливают содержимое. Затем добавляют 1,5 см3 0,2 моль/л раствора ацетата натрия (4.3) и собирают элюаты из пяти колонок в пробирку для определения.

Элюаты концентрируют путем фильтрации с использованием иммерсионного фильтра[[8]](#footnote-9)7) до тех пор, пока не останется примерно 100 мкл жидкости (сульфатаза с молярной массой более 5000 не удаляется). Добавляют 2,5 см3 воды и концентрируют еще раз, пока не останется 100 мкл жидкости. Разводят до 2,5 см3 водой и хранят очищенную сульфатазу в морозильной камере при –18 °С (в небольших количествах, чтобы было удобно размораживать необходимое количество перед непосредственным использованием).

**А.3.3 Определение активности сульфатазы**

**А.З.З.1 Приготовление раствора синигрина 0,15 ммоль/л, забуференного до рН 5,8**

Готовят три раствора в следующей последовательности:

a) в мерную колбу на 500 см3 вносят 1 см3 уксусной кислоты и доводят водой до метки;

b) в мерную колбу на 500 см3 вносят 1 см3 этилендиамина и доводят водой до метки;

c) смешивают 73 см3 раствора a) с 40 см3 раствора b) и доводят pH до значения 5,8, используя растворы a) или b) по мере необходимости.

В мерную колбу на 100 см3 вносят 3 см3 раствора синигрина концентрацией 5 ммоль/л (А.1.1) и доводят до метки раствором c).

**A.3.3.2 Анализ активности**

Используя пипетку, перенести 2 см3 забуференного раствора синигрина (А.3.3.1) в контрольную и измерительную кюветы двухлучевого спектрометра (5.3), с установленной длиной волны 228 нм и температурой кювет 30 °С. В момент времени t = 0 в измерительную кювету вносят 50 мкл очищенной сульфатазы (А.3.2) и сразу же включают регистратор. Регистратор выключают, когда оптическая плотность больше не меняется (Aс), строят касательную к точке t = 0 и измеряют градиент ∆A/∆t.

Единица активности сульфатазы соответствует образованию 1 мкмоль/мин десульфированного синигрина при 30 °С и рН 5,8.

Активность исследуемого раствора, выраженная в единицах активности на миллилитр раствора сульфатазы, равна



где

∆*A*/∆*t* – градиент касательной к точке t = 0, в единицах оптической плотности в минуту;

*V* – объем реакционной среды (2,05×10–3), л;

*∆ɛ* – (приблизительно 1500 л моль–1см–1), разница между молярным коэффициентом поглощения синигрина и десульфосинигрина при 228 нм; то есть



где

*A*е – разница между оптической плотностью десульфированного синигрина в состоянии равновесия и оптической плотностью в момент времени t = 0;

*l* – длина оптического пути кюветы, см (т.е. 1 см);

*c* – концентрация десульфированного синигрина при равновесии, в моль на литр.

Следовательно:



где 0,95 – выход десульфированного синигрина при равновесии.

В качестве альтернативы активность сульфатазы может быть рассчитана с использованием следующей упрощенной формулы, где активность задается выражением



**А.3.4 Разведение сульфатазы**

Используя пипетку, в мерную колбу на 10 см3 пипеткой переносят 1 см3 очищенной сульфатазы (А.3.2). Объем доводят до метки водой и перемешивают.

Раствор делят на небольшие порции и хранят в морозильной камере при температуре – 18 °С.

**Приложение В**

**(справочное)**

**Результаты межлабораторного испытания**

Межлабораторное испытание было организовано в 1992 году Международной организацией по стандартизации, результаты которого оценены в соответствии с ISO 5725[[9]](#footnote-10)8) и приведены в таблице 1. Участвовали одиннадцать лабораторий, каждая из которых провела по два определения каждого образца. «Выпадающие» лаборатории отсутствовали.

Таблица 1 – Определение содержание глюкозинолатов в масличных семенах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Образец | A | A | A | A | A | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C |
| ТОТ | PRO | GNA | 4OН | GBN | ТОТ | PRO | GNA | 4OН | GBN | ТОТ | PRO | GNA | 4OН | GBN |
| Среднее значение (мкмоль/г сухого вещества) | 13,4 | 7,8 | 2,7 | 0,9 | 0,8 | 47,5 | 27,4 | 12,3 | 2,2 | 2,6 | 5,9 | 2,6 | 1,4 | 0,4 | 0,4 |
| Стандартное отклонение повторяемости, *Sr*Коэффициент вариации повторяемости (%)Повторяемость, *Sr* 2,83 | 0,413,091,2 | 0,313,940,9 | 0,103,670,3 | 0,089,270,2 | 0,033,660,1 | 1,392,923,9 | 1,184,313,3 | 0,836,782,3 | 0,219,220,6 | 0,166,210,5 | 0,213,610,6 | 0,124,560,3 | 0,075,390,2 | 0,038,880,1 | 0,026,750,1 |
| Стандартное отклонение воспроизводимости, *Sr*Коэффициент вариации воспроизводимости (%)Воспроизводимость, *Sr* 2,83 | 1,118,333,1 | 0,739,382,1 | 0,3312,270,9 | 0,2831,850,8 | 0,1517,820,4 | 3,717,8110,4 | 2,489,066,9 | 1,8014,675,1 | 1,1953,313,3 | 0,4717,831,3 | 0,8614,442,4 | 0,2911,370,8 | 0,2518,020,7 | 0,1542,050,4 | 0,1848,730,5 |
| ТОТ: Сумма глюкозинолатов PRO: ПрогоитринGNA: Глюконапин4OН: 4–гидроксиглюкобрассицинGBN: Глюкобрассицанапин |

**Приложение ДА**

**(обязательное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам**

Таблица ДА.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
| ISO 771 |  | \* |
| ISO 3696 | IDT | ГОСТ ISO 3696–2013 «Вода для лабораторного анализа. Технические требования и методы контроля»[[10]](#footnote-11)  |
| ISO 5502 |  | \* |
| ISO 9167-1 | IDT | ГОСТ ISO 9167-1–2015 Рапс. Определение содержания глюкозинолатов. Часть 1. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии |
| \* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соот­ветствия стандарта: - IDT — идентичный стандарт.  |

УДК 543.062 МКС 67.200.20 IDT

Ключевые слова: глюкозинолаты, высокоэффективная жидкостная хромотография, жмыхи и шроты

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель организации разработчика

Исполнительный директор АПМП Е.А Нестерова

1. 1) Система Norganic Millipore – пример подходящего и коммерчески доступного продукта. Эта информация дана для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламной поддержкой данного реактива. [↑](#footnote-ref-2)
2. 2) DEAE Sepharose и Sephadex – пример подходящего и коммерчески доступного продукта. Эта информация дана для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламной поддержкой данного реактива. [↑](#footnote-ref-3)
3. [↑](#footnote-ref-4)
4. 3) Sulfatase S-9626 (от Sigma Chemicals) с активностью 16 600 единиц/г – пример подходящего и коммерчески доступного продукта. Эта информация дана для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламной поддержкой данного реактива. [↑](#footnote-ref-5)
5. 4) Перечисленные хроматографические колонки представлены в качестве примеров подходящих и коммерчески доступных продуктов. Эта информация дана для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламной поддержкой данного реактива. [↑](#footnote-ref-6)
6. 5) Контрольные образцы десульфоглюкозинолата из масличных семян приобретают из имеющихся на рынке коммерчески доступных продуктов. [↑](#footnote-ref-7)
7. 6) ISO 5500:1986, Жмыхи и шроты. Отбор проб. [↑](#footnote-ref-8)
8. 7) Millipore PLGC 11K25 – пример подходящего и коммерчески доступного продукта. Эта информация дана для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламной поддержкой данного реактива. [↑](#footnote-ref-9)
9. 8) ISO 5725:1986 Точность методов испытаний - Определение повторяемости и воспроизводимости стандартного метода испытаний с помощью межлабораторных испытаний [↑](#footnote-ref-10)
10. В Российской Федерации качество воды для лабораторного анализа со степенью чистоты 3 соответствует качеству дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144–2018 «Вода дистиллированная. Технические условия». [↑](#footnote-ref-11)