
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
33482—
2015

ПРОДУКТЫ ПИЩЕВЫЕ, СЫРЬЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ, КОМБИКОРМА

**Метод определения содержания анаболических
стероидов и производных стибена с помощью
высокоэффективной жидкостной хроматографии с
масс-спектрометрическим детектированием**

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 октября 2015 г. № 81-П)

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
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 ноября 2015 г. № 1808-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33482—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2017 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартиформ, 2016

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

ПРОДУКТЫ ПИЩЕВЫЕ, СЫРЬЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ, КОМБИКОРМА

Метод определения содержания анаболических стероидов и производных стибена с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Food products, food raw materials, mixed feeds.
Method for determination of anabolic steroids and stilbene derivatives by high performance liquid chromatography — mass spectrometry

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на пищевые продукты и переработанную пищевую продукцию животного происхождения в части мяса, в том числе из мяса птицы, субпродуктов (печень), комбикорма и устанавливает метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (далее — ВЭЖХ-МС/МС) для определения содержания анаболических стероидов и производных стибена в диапазоне измерений:

- для α -тренболона, β -тренболона в мясе — от 0,05 до 5,00 мкг/кг;
- меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола в мясе — от 0,2 до 5,0 мкг/кг;
- α -тренболона, β -тренболона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола в печени — от 0,5 до 30,0 мкг/кг;
- α -нортестостерона, β -нортестостерона в печени — от 2,0 до 30,0 мкг/кг;
- гексэстрола, диэтилстильбестрола, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, метилтестостерона, β -тестостерона, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона в мясе, печени и комбикорме — от 0,5 до 30,0 мкг/кг.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

- ГОСТ 12.1.005—88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- ГОСТ 12.1.007—76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- ГОСТ OIML R 76-1—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания
- ГОСТ 61—75 Реактивы. Кислота уксусная. Технические условия
- ГОСТ 199—78 Реактивы. Натрий уксуснокислый 3-водный. Технические условия
- ГОСТ 1770—74 (ИСО 1042—83, ИСО 4788—80) Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия
- ГОСТ 2603—79 Реактивы. Ацетон. Технические условия
- ГОСТ ИСО 5725-6—2003¹ Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике
- ГОСТ ISO 6497—2014² Корма для животных. Отбор проб
- ГОСТ 6709—72 Вода дистиллированная. Технические условия
- ГОСТ 6995—77 Реактивы. Метанол-яд. Технические условия
- ГОСТ 7269—79 Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести
- ГОСТ 9293—74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

¹ В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 5725-6—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

² В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 6497—2011 «Корма для животных. Отбор проб».

ГОСТ 33482—2015

ГОСТ 22300—76 Реактивы. Эфиры этиловый и бутиловый уксусной кислоты. Технические условия

ГОСТ 24104—2001³ Весы лабораторные. Общие технические требования

ГОСТ 25336—82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 29227—91 (ИСО 835-1—81) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 31467—2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сущность метода

Количественное определение содержания анаболических стероидов и производных стибена (аналитов) проводят методом внутреннего стандарта по площадям пиков идентифицированных соединений с помощью градуировочной характеристики высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием в режиме мониторинга выбранных реакций (*MRM*).

4 Требования безопасности и условия выполнения измерений

4.1 Применяемые в работе реактивы относятся к веществам 1-го и 2-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007, при работе с ними необходимо соблюдать требования безопасности, установленные для работ с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005.

4.2 Помещения, в которых проводят анализ и подготовку проб, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

4.3 Приготовление градуировочных растворов проводят под тягой в вытяжном шкафу.

4.4 К выполнению измерений методом ВЭЖХ-МС/МС допускаются лица, владеющие техникой ВЭЖХ-МС/МС и изучившие инструкции по эксплуатации применяемой аппаратуры.

4.5 При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха..... от 20 °С до 30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение в питающей электросети от 200 до 240 В;
- частота переменного тока от 49 до 51 Гц;
- относительная влажность воздуха..... от 40 % до 80 %.

5 Средства измерений, аппаратура, материалы, посуда и реактивы

5.1 Для определения содержания аналитов применяют следующие средства измерений, аппаратуру, материалы и посуду:

- весы специального или высокого класса точности с действительной ценой деления 0,1 мг по ГОСТ OIMLR 76-1 или весы лабораторные по ГОСТ 24104 специального или высокого класса точности с наибольшим пределом взвешивания 210 г и ценой поверочного деления 0,1 мг;

- весы микроаналитические с наибольшим пределом взвешивания 52 г, с пределом абсолютной допускаемой погрешности не более $\pm 0,001$ мг;

- масс-спектрометр с гибридным квадрупольным анализатором с диапазоном измерений от 5 до 1200 атомных единиц массы (а. е. м.), массовым разрешением не менее 1200, точностью измерения массы не менее 0,2 а. е. м., с режимом получения и анализа фрагментных ионов (режим МС/МС);

- рН-метр или универсальный иономер диапазоном измерения от 4 до 9 ед. рН с погрешностью измерения $\pm 0,05$ ед. рН;

³ В Российской Федерации не действует.

- баню ультразвуковую с рабочей частотой не менее 20 Гц и объемом не менее 1 дм³;
- баню водяную лабораторную;
- встряхиватель (шейкер) вибрационный для пробирок орбитального типа движения с амплитудой встряхивания 3 мм и диапазоном скоростей от 150 до 2000 об/мин;
- измельчитель-гомогенизатор погружной лабораторный со скоростью измельчающей насадки от 200 до 5000 об/мин;
- камеру лабораторную морозильную с цифровым контроллером температуры и рабочим диапазоном температур от минус 30 °С до минус 40 °С;
- колонку хроматографическую длиной 150 мм и диаметром 2 мм с сорбентом на основе силикагеля с привитыми октадецильными группами, диаметром частиц сорбента не более 3 мкм;
- компьютер с установленным программным обеспечением для управления масс-спектрометром и обработки результатов измерений;
- модуль термостатируемый нагревательный с системой отдувки растворителей инертным газом и максимальной температурой термостатирования 250 °С;
- систему высокоэффективную жидкостную хроматографическую, состоящую из бинарного насоса со смесителем, системы фильтрования и дегазации подвижных фаз, термостата хроматографической колонки, обеспечивающего температуру нагрева до (50±1) °С;
- систему получения деионизованной воды высокой чистоты с удельным сопротивлением 18 МОм·см;
- устройство вакуумное для твердофазной экстракции;
- холодильник бытовой с цифровым контроллером температуры и рабочим диапазоном температур от 0 °С до 5 °С;
- центрифугу лабораторную рефрижераторную со скоростью вращения не менее 6000 об/мин и диапазоном температур от 4 °С до 20 °С с адаптерами для пробирок вместимостью 15 см³;
- шкаф сушильный лабораторный с рабочим диапазоном температур от 50 °С до 200 °С;
- картриджи для твердофазной экстракции вместимостью не менее 15 см³, заполненные 0,5 г немодифицированного силикагеля с диаметром частиц сорбента от 63 до 100 мкм;
- пробы контрольные с установленным значением содержания определяемого анаболического стероида или производного стибьбена;
- пробы, не содержащие анаболических стероидов и производных стибьбена, подготовленные и проанализированные ранее в соответствии с требованиями разделов 7 и 8, в зависимости от типа исследуемой матрицы («чистые» пробы);

П р и м е ч а н и е — Срок хранения «чистых» проб при температуре от минус 20 °С до минус 40 °С — не более трех мес.

- фильтры нейлоновые мембранные с размером диаметра пор не более 0,2 мкм;
- флаконы (флаканы) стеклянные вместимостью 2 см³ с завинчивающимися крышками;
- флаконы (флаканы) полипропиленовые или пробирки полипропиленовые вместимостью 15 и 50 см³ с завинчивающимися крышками;
- колбы 1—25(1000)—2 по ГОСТ 1770;
- колбы конические Кн—1—250—29/32 ТС по ГОСТ 25336;
- пипетки 2—2—1—5(10, 25) по ГОСТ 29227;
- пипетки одноканальные переменной вместимости 5—25, 20—100, 200—1000 мм³ с допустимой относительной погрешностью дозирования по метанолу и ацетонитрилу не более ± 1 %;
- пробирки П—2—10—14/23ХС по ГОСТ 1770;
- цилиндры 1—25(50, 1000)—1 по ГОСТ 1770.

5.2 При определении содержания аналитов применяют следующие реактивы:

- ацетон по ГОСТ 2603;
- натрий уксуснокислый (натрия ацетат) по ГОСТ 199, ч. д. а.;
- кислоту уксусную по ГОСТ 61;
- метанол, по ГОСТ 6995, х. ч.;
- н-гексан, х. ч.;
- эфир этиловый уксусной кислоты (этилацетат) по ГОСТ 22300, ч. д. а.;
- азот газообразный марки 60 по ГОСТ 9293, ос. ч.;
- сок пищеварительный виноградной улитки *Helix pomatia*, ч. д. а.;
- эфир метил-третбутиловый для хроматографии;
- воду деионизованную для ВЭЖХ, полученную с использованием системы производства ультрачистой воды из дистиллированной воды по ГОСТ 6709.

5.3 При определении содержания аналитов в качестве стандартных веществ применяют следующие анаболические стероиды и производные стиблена:

5.3.1 Для приготовления исходных растворов с массовой долей основного вещества не менее 98,0%:

- меленгестрола ацетат;
- мегестрола ацетат;
- медроксипрогестерон;
- α -нортестостерон;
- β -нортестостерон;
- α -тренболон;
- β -тренболон;
- β -тестостерон;
- метилтестостерон;
- метилболденон;
- триамцинолона ацетонид;
- преднизолон;
- метилпреднизолон;
- дексаметазон;
- диэтилстильбэстрол;
- диенэстрол;
- гескэстрол;
- α -зеараланол;
- β -зеараланол;
- α -зеараленон.

5.3.2 Для приготовления исходных растворов внутренних стандартов с массовой долей основного вещества не менее 98,0 %:

- меленгестрола-D3 ацетат;
- медроксипрогестерон-D3;
- мегестрола-D3 ацетат;
- β -тренболон-D3;
- болденон-D3;
- β -тестостерон-D2;
- β -нортестостерон-D3;
- триамцинолона ацетонид-D6;
- диэтилстильбэстрол-D6;
- β -зеараланол-D4.

5.4 Допускается применение других средств измерений и посуды, не уступающих вышеуказанным по метрологическим и техническим характеристикам и обеспечивающим необходимую точность измерения, а также аппаратуры, реактивов и материалов по качеству не хуже вышеуказанных.

6 Подготовка к проведению измерений

6.1 Подготовка лабораторной посуды и реактивов

6.1.1 Мойку и сушку посуды проводят в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Для сушки лабораторной посуды и подготовки реактивов необходимо использовать отдельные сушильные шкафы.

6.1.2 Стекланную посуду подвергают стандартной процедуре очистки лабораторной посуды с последующей последовательной промывкой органическими растворителями: этилацетатом (однократно), ацетоном (дважды).

6.1.3 Процедуру промывки органическими растворителями следует проводить в вытяжном шкафу. Рекомендуется на стадиях промывки использовать ультразвуковую баню. Окончательную сушку посуды проводят в сушильном шкафу, установленном в вытяжном шкафу, при температуре от 105 °С до 110 °С.

6.1.4 Каждую новую партию реактивов проверяют на отсутствие контаминации анализируемыми соединениями путем проведения холостого опыта в соответствии с процедурой анализа.

6.2 Приготовление растворов

6.2.1 Приготовление ацетатного буферного раствора молярной концентрации 0,2 моль/дм³ и pH 5,2

В мерную колбу вместимостью 1000 см³ вносят 16,4 г ацетата натрия, приливают 900 см³ деионизованной воды, перемешивают. Измеряют pH и устанавливают его значение до (5,2 ± 0,1) концентрированной уксусной кислотой и доводят объем раствора до метки деионизованной водой.

Срок хранения раствора при температуре 4 °С — не более 1 мес.

6.2.2 Приготовление раствора ацетона в гексане в объемном соотношении 1:9

В коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят 20 см³ ацетона и 180 см³ гексана, перемешивают.

Срок хранения раствора при комнатной температуре — не более 3 мес.

6.2.3 Приготовление раствора ацетона в гексане в объемном соотношении 1:4

В коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят 40 см³ ацетона и 160 см³ гексана, перемешивают.

Срок хранения раствора при комнатной температуре — не более 3 мес.

6.2.4 Приготовление раствора метанола в деионизированной воде в объемном соотношении 4:1

В коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят 200 см³ метанола и 50 см³ деионизированной воды, перемешивают.

Срок хранения раствора при комнатной температуре — не более 3 мес.

6.3 Приготовление градуировочных растворов

6.3.1 Приготовление градуировочных растворов меленгестрола ацетата, α-нортестостерона, β-нортестостерона, α-тренболон, β-тренболон, α-зеараланола, β-зеараланола, α-зеараленола

6.3.1.1 Приготовление исходных растворов C₀ и исходных растворов внутренних стандартов D₀

Для приготовления исходных растворов C₀ концентрацией 200 мкг/см³ взвешивают по 5,0 мг α-нортестостерона, β-нортестостерона, α-тренболон, β-тренболон, α-зеараланола, β-зеараланола, α-зеараленола, меленгестрола ацетата; для приготовления исходных растворов внутренних стандартов D₀ концентрацией 200 мкг/см³ взвешивают по 5,0 мг β-нортестостерона-D3, β-зеараланола-D4, меленгестрола-D3 ацетата, β-тренболон-D3 и переносят каждое вещество по отдельности в мерные колбы вместимостью 25 см³. Доводят до метки раствором метанола (см. 6.2.4), перемешивают и помещают в ультразвуковую баню на 1 мин.

Срок хранения растворов при температуре от минус 30 °С до минус 40 °С — не более одного года.

Перед применением растворы выдерживают при комнатной температуре в темном месте не менее 30 мин.

Внутренние стандарты для анаболических стероидов и производных стибена выбирают в соответствии с таблицей 1.

Т а б л и ц а 1 — Соответствие между аналитами и внутренними стандартами

Наименование аналита	Наименование внутреннего стандарта аналита
Меленгестрола ацетат	Меленгестрола-D3 ацетат
α-Нортестостерон	β-Нортестостерон-D3
β-Нортестостерон	
α-Тренболон	β-Тренболон-D3
β-Тренболон	
α-Зеараланол	β-Зеараланол-D4
β-Зеараланол	
α-Зеараленол	

6.3.1.2 Приготовление рабочих растворов C₁, D₁, C₂

Рабочие растворы C₁, D₁, C₂ готовят в мерных пробирках вместимостью 10 см³ в соответствии с рисунком 1.

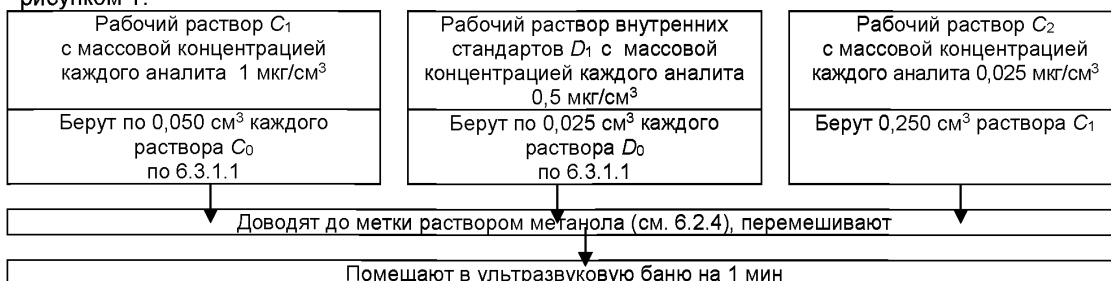


Рисунок 1 — Приготовление рабочих растворов C_1 , D_1 , C_2

Растворы C_1 , D_1 хранят при температуре от минус 20 °С до минус 40 °С. Срок хранения раствора C_1 — не более одного года, D_1 — не более 6 мес.

Перед применением растворы выдерживают при комнатной температуре в темном месте не менее 30 мин.

Срок хранения раствора C_2 в холодильнике при температуре от 2 °С до 4 °С — не более 1 мес.

6.3.1.3 Приготовление матричных градуировочных растворов $G_{1м}$ — $G_{4м}$ меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -тренболлона, β -тренболлона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола для проб мяса

Матричные градуировочные растворы $G_{1м}$ — $G_{4м}$ готовят в виалах или пропиленовых пробирках вместимостью 50 см³ путем обработки «чистых» проб мяса массой 10,0 г согласно разделу 7, в которые одновременно с добавлением рабочего раствора внутренних стандартов D_1 вносят рабочие растворы определяемых аналитов C_1 и C_2 в соответствии с таблицей 2.

Т а б л и ц а 2 — Приготовление матричных градуировочных растворов $G_{1м}$ — $G_{4м}$

Наименование и массовая концентрация приготавливаемого матричного градуировочного раствора	Вносимый объем рабочего раствора, см ³		
	C_1	C_2	D_1
$G_{1м}$ (50 нг/см ³)	0,05	—	0,05
$G_{2м}$ (10 нг/см ³)	—	0,40	0,05
$G_{3м}$ (2 нг/см ³)	—	0,08	0,05
$G_{4м}$ (0,5 нг/см ³)	—	0,02	0,05

Виалы (пробирки) встряхивают в шейкере в течение 1 мин и проводят обработку пробы согласно разделу 7.

Раствор $G_{1м}$ используют свежеприготовленным.

Срок хранения растворов $G_{2м}$ — $G_{4м}$ при температуре от 2 °С до 4 °С — не более 1 сут.

6.3.1.4 Приготовление матричных градуировочных растворов $G_{1п}$ — $G_{4п}$ меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -тренболлона, β -тренболлона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола для проб печени

Матричные градуировочные растворы $G_{1п}$ — $G_{4п}$ готовят в виалах или пропиленовых пробирках вместимостью 50 см³ путем обработки «чистых» проб печени массой 5,0 г согласно разделу 7, в которые одновременно с добавлением рабочего раствора внутренних стандартов D_1 вносят рабочие растворы определяемых аналитов C_1 и C_2 в соответствии с таблицей 3.

Т а б л и ц а 3 — Приготовление матричных градуировочных растворов $G_{1п}$ — $G_{4п}$

Наименование и массовая концентрация приготавливаемого матричного градуировочного раствора	Вносимый объем рабочего раствора, см ³		
	C_1	C_2	D_1
$G_{1п}$ (150 нг/см ³)	0,15	—	0,05
$G_{2п}$ (40 нг/см ³)	0,04	—	0,05
$G_{3п}$ (10 нг/см ³)	—	0,4	0,05
$G_{4п}$ (2,5 нг/см ³)	—	0,1	0,05

Виалы (пробирки) встряхивают в шейкере в течение 1 мин и проводят обработку пробы согласно разделу 7.

Срок хранения растворов $G_{1п}$ — $G_{4п}$ при температуре от 2 °С до 4 °С — не более 1 сут.

6.3.2 Приготовление градуировочных растворов триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β -тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона

6.3.2.1 Приготовление исходных растворов C_0 и исходных растворов внутренних стандартов D_0

Для приготовления исходных растворов C_0 с концентрацией 200 мкг/см³ взвешивают по 5,0 мг триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β -тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона; для приготовления исходных растворов внутренних стандартов D_0 с концентрацией 200 мкг/см³ взвешивают по 5,0 мг медроксипрогестерона-D3, мегестрола-D3 ацетата, β -тестостерона-D2, триамцинолона ацетонида-D6, диэтилстильбэстрола-D6 и переносят каждое вещество по отдельности в мерные колбы вместимостью 25 см³. Доводят до метки раствором метанола (см. 6.2.4), перемешивают и помещают в ультразвуковую баню на 1 мин.

Срок хранения растворов при температуре от минус 30 °С до минус 40 °С — не более одного года.

Перед применением растворы выдерживают при комнатной температуре, в темном месте, не менее 30 мин.

Внутренние стандарты для анаболических стероидов и производных стибена выбирают в соответствии с таблицей 4.

Т а б л и ц а 4 — Соответствие между аналитами и внутренними стандартами

Наименование аналита	Наименование внутреннего стандарта аналита
Мегестрола ацетат	Мегестрола-D3 ацетат
β-Тестостерон Метилтестостерон	β-Тестостерон-D2
Метилболденон	Болденон-D3
Триамцинолон ацетонид Преднизолон Метилпреднизолон Дексаметазон	Триамцинолона ацетонид-D6
Диэтилстильбэстрол Диенэстрол Гескэстрол	Диэтилстильбэстрол-D6
Медроксипрогестерон	Медроксипрогестерон-D3

6.3.2.2 Приготовление рабочих растворов C_1 , D_1 , C_2

Рабочие растворы C_1 , D_1 , C_2 готовят в мерных пробирках вместимостью 10 см³ в соответствии с рисунком 2.

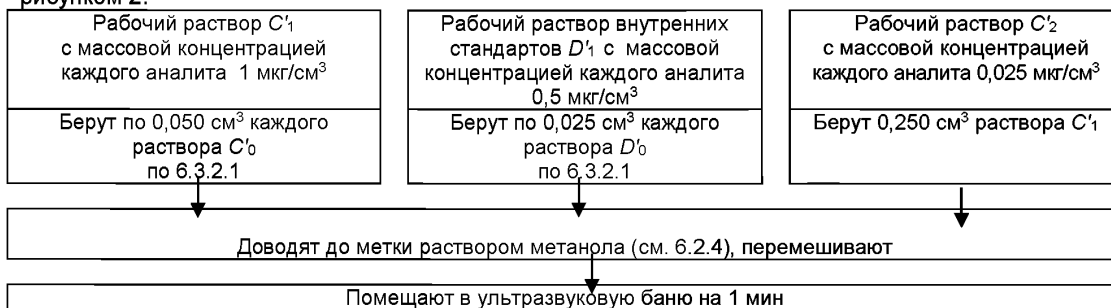


Рисунок 2 — Приготовление рабочих растворов C_1 , D_1 , C_2

Растворы C_1 , D_1 хранят при температуре от минус 30 °С до минус 40 °С. Срок хранения раствора C_1 — не более одного года, D_1 — не более 6 мес.

Перед применением растворы выдерживают при комнатной температуре в темном месте не менее 30 мин.

Срок хранения раствора C_2 при температуре от 2 °С до 4 °С — не более 1 мес.

6.3.2.3 Приготовление матричных градуировочных растворов G_1 — G_4 триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β-тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона для проб мяса, печени и комбикорма

Матричные градуировочные растворы G_1 — G_4 готовят в виалах или пропиленовых пробирках вместимостью 50 см³ путем обработки «чистых» проб массой 5,0 г согласно разделу 7, в которые одновременно с добавлением рабочего раствора внутренних стандартов D_1 вносят рабочие растворы определяемых аналитов C_1 и C_2 в соответствии с таблицей 5.

Т а б л и ц а 5 — Приготовление матричных градуировочных растворов G_1 — G_4

Наименование и массовая концентрация приготавливаемого матричного градуировочного раствора	Вносимый объем рабочего раствора, см ³		
	C_1	C_2	D_1
G_1 (150 нг/см ³)	0,15	—	0,05
G_2 (40 нг/см ³)	0,04	—	0,05
G_3 (10 нг/см ³)	—	0,4	0,05
G_4 (2,5 нг/см ³)	—	0,1	0,05

Виалы (пробирки) встряхивают в шейкере в течение 1 мин и проводят обработку пробы согласно разделу 7.

Раствор G_1 используют свежеприготовленным.

Срок хранения растворов G_2 — G_4 при температуре от 2 °С до 4 °С — не более 1 сут.

7 Отбор и подготовка проб

7.1 Отбор проб

7.1.1 Отбор проб мяса — по ГОСТ 7269, печени — по нормативным документам государства, принявшего стандарт.

7.1.2 Отбор проб мяса и печени птицы — по ГОСТ 31467.

7.1.3 Отбор проб комбикормов — по ГОСТ ISO 6497.

7.1.4 Пробы, отобранные по 7.1.1, 7.1.2, при отсутствии возможности анализа в день отбора замораживают и хранят при температуре минус 25 °С до проведения анализа, но не более 90 сут.

7.2 Подготовка проб

7.2.1 Подготовка проб мяса, включая мясо птицы, при определении меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -тренболона, β -тренболона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола

7.2.1.1 Мышечную ткань предварительно очищают от грубой соединительной ткани и измельчают на гомогенизаторе. Далее обработку пробы проводят в соответствии с рисунком 3.

Взвешивают 10,00 г (результат взвешивания записывают с точностью до второго десятичного знака) гомогенизированной мышечной ткани и помещают анализируемую пробу в виалу или полипропиленовую пробирку вместимостью 50 см³

Вносят 50 мм³ рабочего раствора внутренних стандартов D_1 (см. 6.3.1.2) и перемешивают в шейкере в течение 1 мин

Приливают 15 см³ ацетатного буферного раствора (см. 6.2.1) и гомогенизируют в гомогенизаторе в течение 30 с

Приливают 20 см³ трет-бутилметилового эфира, закрывают крышкой и перемешивают в шейкере в течение 20 мин

Центрифугируют при 2800 об/мин в течение 20 мин при температуре 4 °С

Пипеточным дозатором переносят верхний (эфирный) слой в новую виалу (пробирку) вместимостью 50 см³ и упаривают досуха в токе азота при температуре 40 °С

К полученному остатку приливают 3 см³ раствора ацетона (см. 6.2.2)

Помещают на 1 мин в ультразвуковую баню, затем на 1 мин в шейкер

Полученный экстракт очищают методом твердофазной экстракции (ТФЭ) по 7.2.1.2

Рисунок 3 — Подготовка проб мяса, включая мясо птицы

7.2.1.2 Картриджи для твердофазной экстракции кондиционируют на вакуумном устройстве для ТФЭ, пропуская 8 см³ раствора ацетона (см. 6.2.2). Затем пропускают через картридж пробу, полученную в соответствии с 7.2.1.1, промывают картридж 10 см³ раствора ацетона (см. 6.2.2) и сушат в вакууме водоструйного насоса в течение 10 мин. Элюируют определяемые вещества 10 см³ раствора ацетона (см. 6.2.3) в новую виалу. Упаривают элюат досуха в токе азота при температуре не более 40 °С. Остаток перерастворяют в 1 см³ раствора метанола (см. 6.2.4), помещают в

ультразвуковую баню при комнатной температуре на 1 мин, затем фильтруют через мембранный фильтр в виалу вместимостью 2 см³ и используют для ВЭЖХ-МС/МС анализа.

7.2.2 Подготовка проб печени, включая печень птицы, при определении меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -тренболона, β -тренболона, α -зеараланола, β -зеараланола, α -зеараленола

Обработку пробы печени проводят в соответствии с рисунком 4.

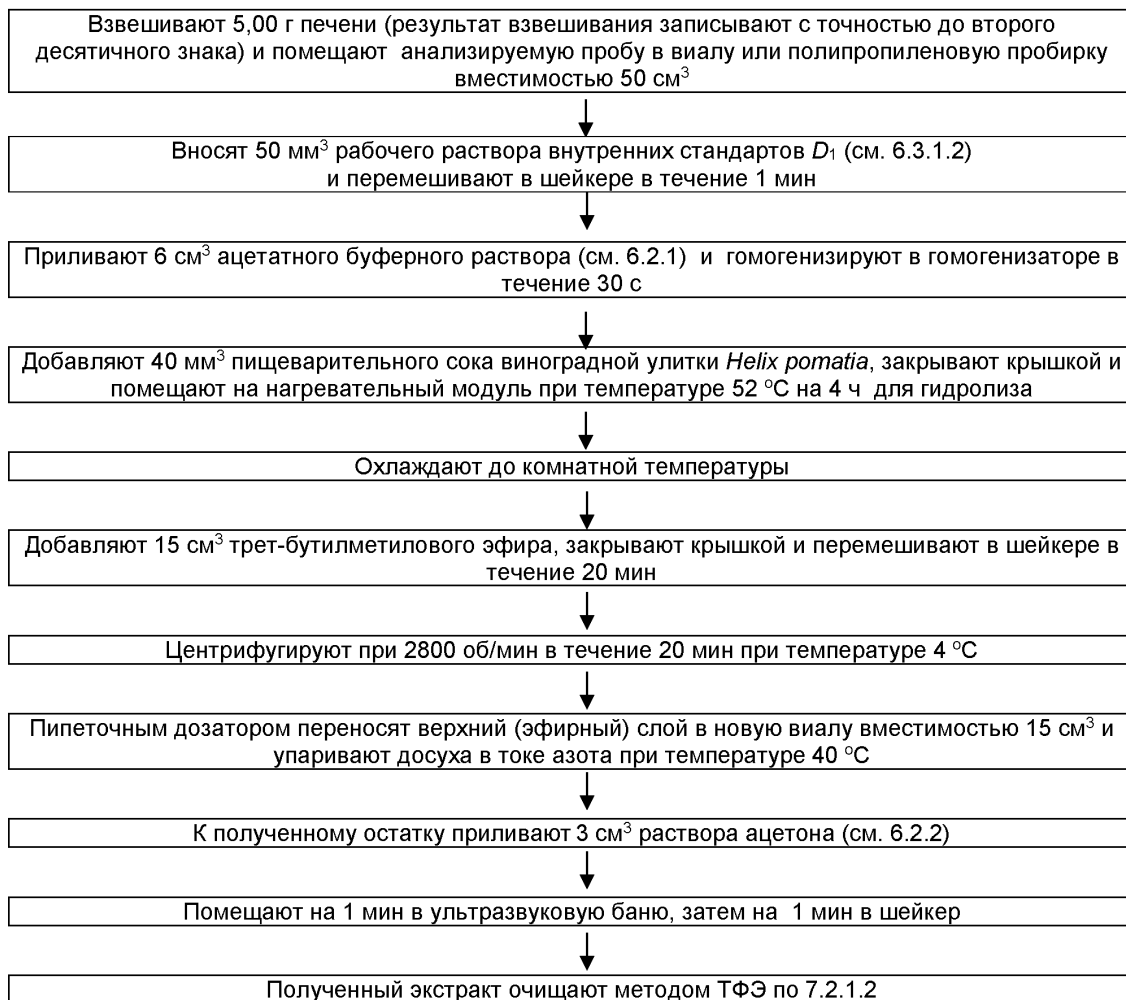


Рисунок 4 — Подготовка проб печени, включая печень птицы

7.2.3 Подготовка проб мяса, включая мясо птицы, и комбикормов при определении триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β -тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолонa, метилпреднизолонa, дексаметазона, метилтестостерона

Мышечную ткань предварительно очищают от грубой соединительной ткани и измельчают на гомогенизаторе. Далее обработку пробы проводят в соответствии с рисунком 5.

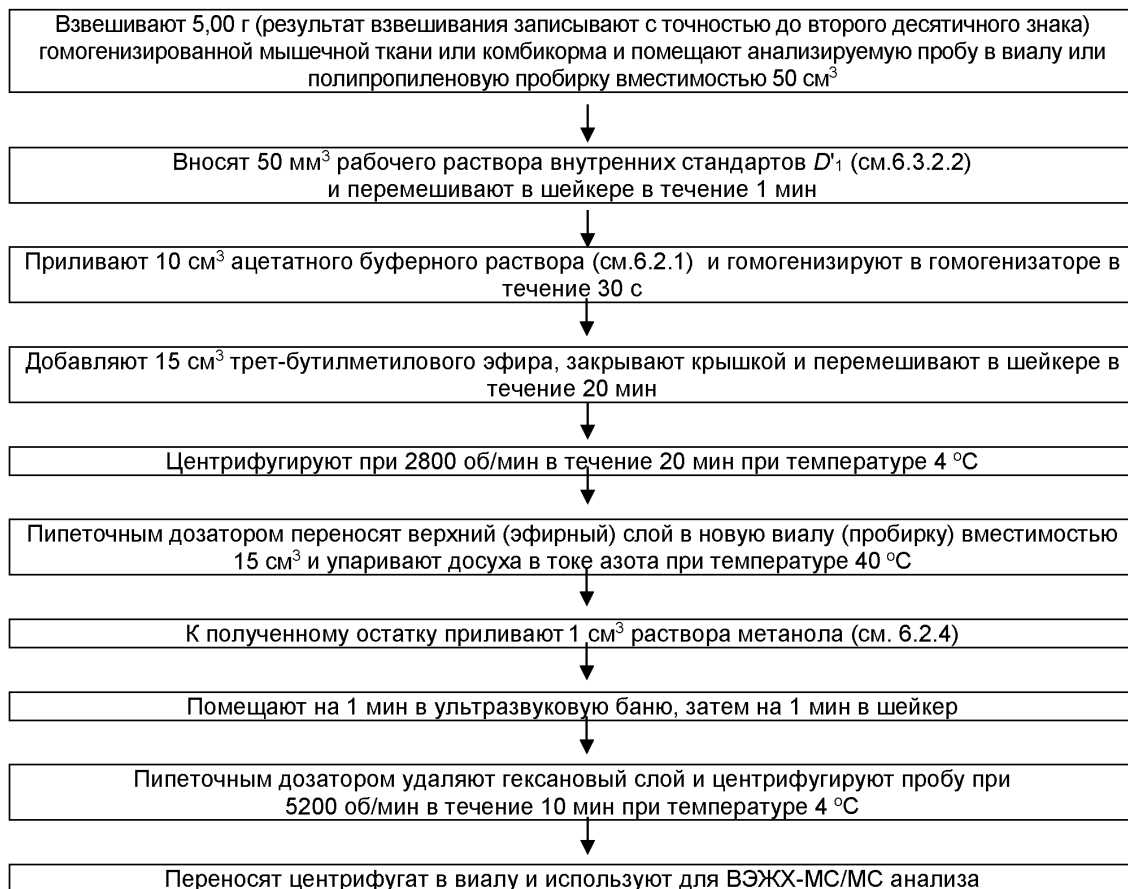


Рисунок 5 — Подготовка проб мяса, включая мясо птицы, и комбикормов

7.2.4 Подготовка проб печени, включая печень птицы, при определении триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β -тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона

Обработку пробы печени проводят в соответствии с рисунком 6.

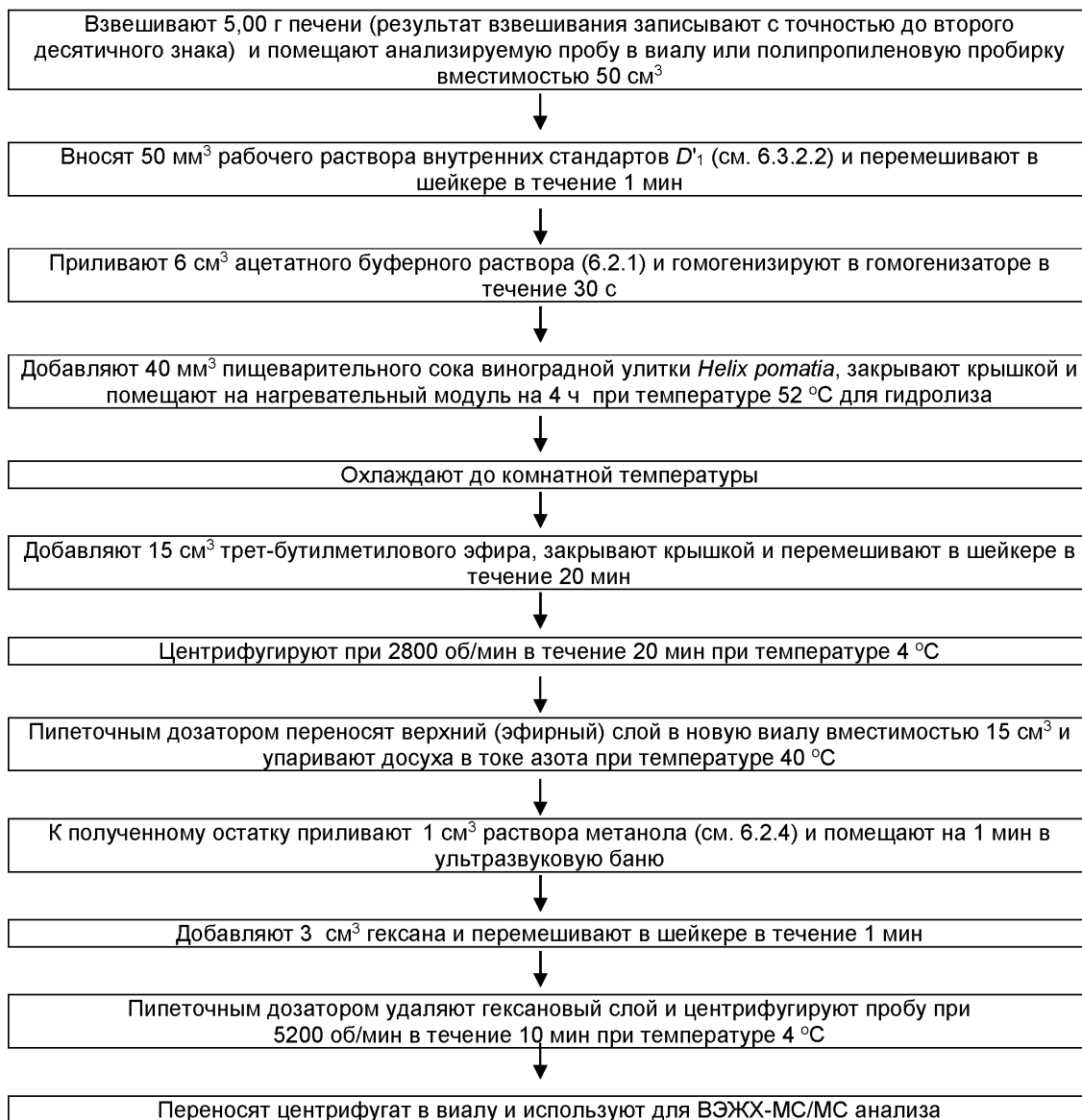


Рисунок 6 — Подготовка проб печени, включая печень птицы

7.2.5 Приготовление «холостой пробы»

Приготовление «холостой» пробы проводят в условиях подготовки проб, где вместо матрицы используют 1,0 см³ деионизованной воды.

8 Порядок выполнения анализа

8.1 Условия хроматографических измерений

8.1.1 Хромато-масс-спектрометр включают в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации и устанавливают параметры, рекомендуемые изготовителем хроматографических колонок. Например, для колонки диаметром 2 мм, длиной 150 мм, с обращенно-фазным сорбентом C18, с размером частиц 3,0 мкм, применяют следующие хроматографические условия:

- температура колонки — 40 °С;
- скорость потока подвижной фазы — 0,2 см³/мин;
- объем вводимой пробы — 20 мм³.

8.1.2 Разделение проводят в режиме градиентного элюирования. В качестве подвижной фазы А используют деионизованную воду, подвижной фазы Б — метанол) в соответствии с таблицами 6 и 7.

Т а б л и ц а 6 — Условия хроматографического разделения при регистрации положительных ионов

Время, мин	Подвижная фаза А, %	Подвижная фаза Б, %
0,0	100	—
25,0	20	80
30,0	20	80
30,1	100	—
40,0	100	—

Т а б л и ц а 7 — Условия хроматографического разделения при регистрации отрицательных ионов

Время, мин	Подвижная фаза А, %	Подвижная фаза Б, %
0,0	60	40
4,0	30	70
4,1	25	75
13,1	60	40
23,0	60	40

8.1.3 Параметры воздействия на ионы в режиме мониторинга нескольких реакций (*MRM*) при определении меленгестрола ацетата, α-нортестостерона, β-нортестостерона, α-тренболон, β-тренболон, α-зеараланола, β-зеараланола, α-зеараленола приведены в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 — Параметры воздействия на ионы в режиме *MRM* и условиях электрораспыления с регистрацией положительных или отрицательных ионов

Аналит	Ион-предшественник, <i>m/z</i>	Ион-продукт, <i>m/z</i>		Потенциал декластеризации, В	Энергия соударений, эВ		Ускоряющее напряжение на выходе из ячейки столкновений, В
Меленгестрол ацетат	397,1	279,1	337,1	100	27	21	14
α-нортестостерон, β-нортестостерон	275,2	109,2	145,2	100	35	30	14
α-тренболон, β-тренболон	271,0	165,1	199,1	100	27	27	14
β-нортестостерон-D3 [*]	278,2	242,1	-	100	24	-	15
Меленгестрол-D3 ацетат [*]	400,2	282,1	-	100	28	-	15
β-тренболон-D3 [*]	274,1	199,1	-	100	27	-	15
α-зеараланол β-зеараланол	321,2	277,2	303,2	— 110	— 30	— 30	— 20
α-зеараленол	319,1	160,1	130,1	— 165	— 40	— 40	— 20
β-зеараланол-D4 [*]	325,1	281,1	307,1	— 100	— 35	— 32	— 20

* Внутренний стандарт.

8.1.4 Параметры метода воздействия на ионы в режиме мониторинга нескольких реакций (*MRM*) при определении триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β-тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гескэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона приведены в таблице 9.

Т а б л и ц а 9 — Параметры воздействия на ионы в режиме *MRM* и условиях электрораспыления с регистрацией положительных или отрицательных ионов

Аналит	Ион-предшественник, <i>m/z</i>	Ион-продукт, <i>m/z</i>		Потенциал декластеризации, В	Энергия соударений, эВ		Ускоряющее напряжение на выходе из ячейки столкновений, В
Триамцинолона ацетонид	435,2	213,2	171,0	100	37	37	18
Мегестрола ацетат	385,1	267,1	325,1	100	25	25	12
Медроксипрогестерон	345,2	97,3	123,1	100	31	31	8
Метилболденон	301,2	149,1	121,1	100	21	21	14
β -тестостерон	289,2	97,1	109,1	100	29	29	16
Метилтестостерон	303,2	97,1	109,1	100	37	38	13
Дексаметазон	373,1	147,1	171,1	100	32	35	15
Медроксипрогестерон-D3*	348,2	126,1	–	100	30	–	15
Мегестрола-D3 ацетат*	388,3	270,1	–	100	24	–	15
β -тестостерон-D2*	291,2	99,1	111,0	100	27	30	15
Триамцинолона ацетонид-D6*	441,2	213,1	–	100	34	–	15
Диенэстрол	265,0	234,8	92,9	-115	-31	-30	-20
Гексэстрол	269,2	118,9	133,9	-100	-50	-21	-20
Диэтилстильбэстрол	267,2	221,9	236,9	-115	-47	-35	-20
Преднизолон	405,2	295,1	280,1	-10	-45	-50	-20
Метилпреднизолон	419,2	343,3	309,2	-40	-23	-43	-20
Дексаметазон	437,1	361,2	345,3	-50	-24	-34	-20
Диэтилстильбэстрол-D6*	273,2	240,9	223,0	-100	-32	-35	-20

* Внутренний стандарт.

П р и м е ч а н и е — Приведенные выше параметры хроматографического разделения и масс-спектрометрического детектирования могут отличаться в зависимости от используемой аппаратуры.

8.1.5 Параметры источника ионизации и квадрупольного анализатора:

- напряжение на распыляющем капилляре (IS) 5500 В при регистрации положительных ионов и минус 4500 В при регистрации отрицательных ионов;
- разрешение квадруполь Q1/Q3 единичное;
- давление газа для фрагментации (CAD) 41 кПа.

8.1.6 Контроль чувствительности хромато-масс-спектрометра осуществляют введением 20 мм³ градуировочного раствора $G_{4м}$, $G_{4п}$ или G^4 (см. 6.3.1.3, 6.3.1.4, 6.3.2.3) в зависимости от типа анализируемой матрицы в инжектор хроматографа. Полученное соотношение сигнал/шум для каждого аналита должно быть не менее 20.

8.2 Построение градуировочной характеристики

Построение и расчет градуировочной характеристики проводят в каждой серии анализов с помощью программного обеспечения хромато-масс-спектрометра.

8.2.1 Проводят измерения не менее трех градуировочных растворов, приготовленных по 6.3.1.3, 6.3.1.4 или 6.3.2.3, в порядке возрастания их концентраций. Каждый градуировочный раствор измеряют два раза.

8.2.2 Вычисление площади пика проводят для каждого иона-продукта анализируемых анаболических стероидов и производных стибена и их внутренних стандартов. Допускается проведение количественных измерений по одному, наиболее интенсивному, иону-продукту. Для подтверждения наличия анаболических стероидов и производных стибена рассчитывают отношения площади пика двух ионов-продуктов для каждого аналита в градуировочном растворе.

8.2.3 При построении градуировочной характеристики используют линейную регрессию вида $y = ax$, при этом коэффициент корреляции должен быть не менее 0,98.

8.2.4 Построение линейного градуировочного графика и расчет концентрации анаболических стероидов и производных стиблена в анализируемых пробах выполняются системой обработки данных в автоматическом режиме.

8.3 ВЭЖХ-МС/МС измерение

8.3.1 Для определения содержания аналитов проводят ВЭЖХ-МС/МС анализ в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации применяемого оборудования.

8.3.2 ВЭЖХ-МС/МС анализ выполняют в виде серии измерений, включающей следующие образцы:

- подвижную фазу А;
- «холостую» пробу (см. 7.2.5);
- «чистую» пробу;
- градуировочные растворы (см. 6.3.1.3, 6.3.1.4, 6.3.2.3);
- экстракты анализируемых проб, приготовленных по 7.2.

8.3.3 В инжектор хроматографа вводят 20 мм³ пробы, подготовленной в соответствии с разделом 7, и проводят измерения.

8.3.4 Определяют и регистрируют на хроматограмме время удерживания пиков двух ионов-продуктов каждого аналита, соответствующее времени удерживания, найденному при измерении градуировочных растворов по 8.1.1.

8.3.5 Отклонения относительных ионных интенсивностей в анализируемой пробе от относительных ионных интенсивностей, полученных при анализе градуировочных растворов, не должны превышать значений, указанных в таблице 10.

Т а б л и ц а 10 — Допустимые отклонения относительных ионных интенсивностей

Относительная ионная интенсивность, % от основного пика	Максимально допустимые отклонения для ВЭЖХ-МС/МС детектирования, %
Св. 50	± 20
Св. 20 до 50 включ.	± 25
Св. 10 до 20 включ.	± 30
Менее 10 включ.	± 50

9 Обработка результатов измерений

9.1 В соответствии с данными, полученными при анализе градуировочных растворов, проводят количественную обработку хроматограмм с использованием программного обеспечения, получая значения концентрации аналитов в анализируемой пробе.

9.2 Содержание *i*-го аналита X_i , мкг/кг, вычисляют по формуле

$$X_i = \frac{C_i \cdot V_i}{m_i}, \quad (1)$$

где C_i — концентрация аналита в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, нг/см³;

V_i — объем, до которого разбавлена проба, см³;

m_i — масса анализируемой пробы, г.

9.3 За окончательный результат содержания анаболических стероидов и производных стиблена принимают среднеарифметическое значение результатов вычислений двух параллельных измерений, выполненных в условиях повторяемости, округленное до второго десятичного знака и выраженное в микрограммах на килограмм (мкг/кг).

10 Метрологические характеристики

Установленный в настоящем стандарте метод обеспечивает выполнение определения содержания анаболических стероидов и производных стиблена с расширенной неопределенностью результатов аналитических измерений при коэффициенте охвата $k = 2$, указанной в таблицах 11—13.

Т а б л и ц а 11 — Показатели точности метода при определении содержания меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -trenbolona, β -trenbolona, α -zearalanoла, β -zearalanoла, α -zearalenoла в пробах печени

Аналит	Диапазон измерений содержания аналита, мкг/кг	Значение относительной расширенной неопределенности, U_i , при коэффициенте охвата $k = 2$, %	Предел повторяемости, r , % (при $P = 0,95$, $n = 2$)
α -Нортестостерон	От 2,0 до 30,0 включ.	70	50
β -Нортестостерон	От 2,0 до 30,0 включ.	16	15
α -Тренболон	От 0,5 до 2,0 включ.	24	17
	Св. 2,0 до 30,0 включ.	16	11
β -Тренболон	От 0,5 до 2,0 включ.	28	19
	Св. 2,0 до 8,0 включ.	20	14
	Св. 8,0 до 30,0 включ.	12	8

Т а б л и ц а 12 — Показатели точности метода при проведении измерений содержания меленгестрола ацетата, α -нортестостерона, β -нортестостерона, α -trenbolona, β -trenbolona, α -zearalanoла, β -zearalanoла, α -zearalenoла в пробах мяса

Аналит	Диапазон измерений содержания аналита, мкг/кг	Значение относительной расширенной неопределенности, U_i , при коэффициенте охвата $k = 2$, %	Предел повторяемости, r , % (при $P = 0,95$, $n = 2$)
Меленгестрол ацетат	От 0,2 до 5,0 включ.	20	14
α -Нортестостерон	От 0,2 до 0,5 включ.	45	30
	Св. 0,5 до 5,0 включ.	20	14
β -Нортестостерон, α -Зеараланол	От 0,2 до 1,0 включ.	20	14
	Св. 1,0 до 5,0 включ.	16	5,5
β -Зеараланол	От 0,2 до 5,0 включ.	12	8
α -Зеараленол	От 0,2 до 0,5 включ.	20	14
	Св. 0,5 до 5,0 включ.	14	8
α -Тренболон, β -Тренболон	От 0,05 до 0,10 включ.	35	3
	Св. 0,1 до 1,0 включ.	22	8
	Св. 1,0 до 5,0 включ.	10	7

ГОСТ 33482—2015

Т а б л и ц а 13 — Показатели точности метода при определении содержания триамцинолона ацетонида, мегестрола ацетата, медроксипрогестерона, метилболденона, β -тестостерона, диэтилстильбэстрола, диенэстрола, гексэстрола, преднизолона, метилпреднизолона, дексаметазона, метилтестостерона в пробах мяса, печени и комбикормов

Аналит	Диапазон измерений содержания аналита, мкг/кг	Значение относительной расширенной неопределенности, U_i , при коэффициенте охвата $k = 2$, %	Предел повторяемости, r , % (при $P = 0,95$, $n = 2$)
Гексэстрол	От 0,5 до 30,0 включ.	16	13
Диэтилстильбэстрол	От 0,5 до 30,0 включ.	34	15
Диенэстрол	От 2,0 до 30,0 включ.	32	13
Мегестрола ацетат	От 0,5 до 8,0 включ.	54	50
	Св. 8,0 до 30,0 включ.	26	29
Медроксипрогестерон	От 0,5 до 30,0 включ.	16	12
Метилболденон	От 0,5 до 2,0 включ.	20	10
	От 2,0 до 30,0 включ.	17	15
Метилтестостерон	От 0,5 до 2,0 включ.	64	28
	Св. 2,0 до 30,0 включ.	44	37
β -Тестостерон	От 0,5 до 8,0 включ.	42	42
	Св. 8,0 до 30,0 включ.	36	25
Триамцинолона ацетонид	От 2,0 до 3,0 включ.	21	13
Преднизолон	От 0,5 до 30,0 включ.	65	15
Метилпреднизолон	От 0,5 до 8,0 включ.	46	13
	Св. 8,0 до 30,0 включ.	54	50
Дексаметазон	От 0,5 до 3,0 включ.	27	29

11 Оформление результатов измерений

Содержание i -го анаболического стероида и производных стильбена, мкг/кг, представляют в виде

$$\bar{X}_i \pm 0,01 \cdot U_i \cdot \bar{X}_i, \quad (2)$$

Где \bar{X}_i — среднеарифметическое значение вычислений двух параллельных измерений содержания i -го аналита в анализируемой пробе по 9.2, мкг/кг;

U_i — значение относительной расширенной неопределенности содержания i -го аналита для соответствующего диапазона измерений, % (в соответствии с таблицами 11—13).

12 Контроль правильности результатов измерений

12.1 Для соблюдения требований настоящего стандарта рекомендуется в ходе анализа каждой серии проб проводить анализ контрольных проб с установленным значением содержания i -го определяемого аналита с использованием стандартной процедуры подготовки проб (см. раздел 7).

12.2 Результаты измерений признают удовлетворительными при выполнении следующего неравенства

$$|\bar{X}_i - X_s| \leq \bar{X}_i \cdot U_i \cdot 0,01, \quad (3)$$

где \bar{X}_i — среднеарифметическое значение содержания i -го определяемого аналита в анализируемой пробе, мкг/кг

X_s — установленное значение содержания определяемого аналита в контрольной пробе, мкг/кг

U_i — значение относительной расширенной неопределенности содержания определяемого аналита для соответствующего диапазона измерений, % (в соответствии с таблицами 11—13).

12.3 Контроль стабильности результатов измерений в лаборатории при реализации методики осуществляют по ГОСТ ИСО 5725-6, используя контроль стабильности стандартного отклонения промежуточной прецизионности рутинного анализа с изменяющимися факторами «время» и «оператор» с использованием контрольных карт Шухарта.

УДК 637,638:614.3:006.354

МКС 65.120

67.050

67.120

Ключевые слова: пищевые продукты, комбикорма, анаболические стероиды и производные стибена, метод определения содержания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Редактор *А.Э. Попова*

Корректор *Л.С. Лысенко*

Компьютерная верстка *Е.К. Кузиной*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84¹/₈.

Усл. печ. л. 2,33. Тираж 42 экз. Зак. 59.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru