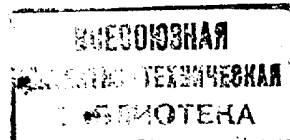




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- 1
- (21) 4438000/13
 - (22) 12.05.88
 - (46) 15.05.91. Бюл. № 18
 - (71) Институт питания АМН СССР
 - (72) К.И.Эллер, В.В.Пименова и И.Ю.Аманова
 - (53) 549.75 (088.8)
 - (56) Дмитриев М.Т., Зарубин Г.П., Мишихин В.А. и др. Гигиена и санитария, 1985, № 2, с. 51-52.
 - Перцовский А.Л., Марковская Т.В., Харникова Г.А. Гигиена и санитария, 1981, № 2, с. 70.
 - (54) СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

2

(57) Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к методам анализа токсичных нитратов в пищевых продуктах. Цель изобретения - повышение точности и воспроизводимости способа. Для этого экстракт очищают от примесных соединений на активированном угле, элюат разбавляют водой, после нитрования в реакционную смесь вводят 2-нитротолуол - внутренний стандарт при количественной оценке концентрации нитрата с помощью метода газожидкостной хроматографии. 6 табл.

Изобретение относится к пищевой промышленности и может быть использовано для определения в пищевых продуктах токсичных нитратов, потенциальная опасность которых для здоровья человека связана с возможностью их эндогенного восстановления до нитритов, вызывающих метгемоглобинемию, обладающих иммунодепрессивным и тератогенным действием и являющихся предшественниками образования канцерогенных нитрозов соединений.

Цель изобретения - повышение точности и воспроизводимости.

Для этого экстракт очищают на активированном угле, элюат разбавляют в 2,5-5 раз водой, полученной дистилляцией из щелочной среды, после нитрования в реакционную смесь вводят

2-нитротолуол (2-НТ) - внутренний стандарт при количественной оценке концентрации нитрата.

Обе эти процедуры направлены на повышение точности предлагаемого способа по сравнению с известным способом. Очистка активированным углем позволяет отделить компоненты матрикса пищевого продукта, вступающие в побочные реакции нитрования с анализируемым ионом нитрата, в первую очередь белки, содержащие легко нитрозируемые ароматические аминокислоты. Отсутствие этой стадии в методе известного способа является одним из основных факторов, снижающих действительное содержание нитрата.

Разбавление водой позволяет проводить нитрование бензола на фоне в

(19) SU (11) 1649426 A1

пять раз меньших количеств веществ из продукта, не задержанных активированным углем, так как аликвота экстракта при нитровании по предлагаемому методу соответствует 0,02 г образца вместо 0,1 г - в известном способе. При этом относительная концентрация основного мешающего однозначному нитрованию бензола аниона хлорида (побочное образование хлористого нитрозила) снижается в 2,5 раза по сравнению с известным способом, т.е. имеется в виду не уменьшение относительной концентрации NO_2 и Cl^- , которые не меняются при разбавлении, а снижение абсолютной концентрации хлорида.

Существенным приемом является введение в реакционную смесь после нитрования и перед количественным определением методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) внутреннего стандарта, в качестве которого впервые использован 2-нитротолуол.

2-Нитротолуол наиболее близок к определяемому веществу нитробензолу по хроматографической подвижности (относительное удерживание на хроматографической колонке составляет $T_x = \frac{\text{НТ}}{\text{НБ}} = 1,44$); нитробензол и 2-нитротолуол близки по структуре и дают аналогичный по величине сигнал в детекторе электронного захвата при ГЖХ.

Способ осуществляют следующим образом.

Выделяют нитраты из пищевых продуктов путем встряхивания измельченной навески пробы в дистиллированной воде. Осуществляют очистку экстракта пропусканием его через колонку, содержащую смесь уголь - целит, и нитрование бензола нитратами разбавленной в 2,5-5 раз аликвоты элюата в присутствии серной кислоты. К реакционной смеси добавляют внутренний стандарт 2-НТ и проводят количественное определение с помощью ГЖХ с детектором электронного захвата.

В качестве основного стандартного раствора нитрата используют эталонный раствор нитрата калия с концентрацией 1×10^{-4} моль/л. Для проведения ГЖХ используют эталонные растворы в гексане нитробензола (НБ) с концентрацией 0,5 мкг/мкл и 2-НТ с концентрациями 0,5 мкг/мкл (I) и 0,05 мкг/мкл (II), а также калибровочный раствор смеси НБ и 2-НТ, который предназначен для

определения калибровочного коэффициента НБ по внутреннему стандарту 2-НТ. Для установления точных концентраций эталонных растворов измеряют их оптическую плотность при длинах волн 330 и 257 нм соответственно. Готовят рабочий калибровочный раствор с концентрацией НБ и 2-НТ по 2 нг/мкл.

Для определения калибровочного коэффициента (К) НБ по 2-НТ в газовый хроматограф вводят 1-2 мкл калибровочного раствора. Условия хроматографического анализа на газовом хроматографе с детектором электронного захвата следующие: стеклянная колонка 2 м x 0,3 см; жидкая фаза - 3%; температура колонки 110°C; температура испарителя 200°C; температура детектора 230°C; скорость газа-носителя (азота) подбирают, исходя из времени выхода растворителя (бензола) порядка 20 с; скорость газа продувки детектора 50-100 мл/мин. В описанных условиях время выхода НБ составляет 2,5 - 3,5 мин, а время выхода 2-НТ - 3,7 - 5 мин. Критерием идентификации пика НБ является совпадение его относительного приведенного времени удерживания по внутреннему стандарту 2-НТ, определяемому по формуле

$$T_{\text{оти}} = \frac{T_{\text{НБ}} - T_{\text{ДНЗ}}}{T_{\text{НТ}} - T_{\text{ДНЗ}}},$$

где $T_{\text{оти}}$ - относительное приведенное время удерживания НБ;

$T_{\text{НБ}}$ - время выхода НБ;

$T_{\text{НТ}}$ - время выхода 2-НТ;

$T_{\text{ДНЗ}}$ - время выхода растворителя.

$T_{\text{оти}}$ для НБ на жидкой фазе ОУ-1 при температуре колонки 110°C составляет величину порядка 0,62-0,68 и определяется экспериментально. Калибровочный коэффициент К определяют по формуле

$$K = \frac{h_{\text{НТ}}}{h_{\text{НБ}}},$$

где $h_{\text{НТ}}$ - высота пика внутреннего стандарта 2-НТ, мм;

$h_{\text{НБ}}$ - высота пика НБ, мм.

Проверку калибровочного коэффициента проводят перед началом работы и после каждых пяти анализов образца.

Перед ГЖХ определением в анализируемую пробу первоначально добавляют 10 мкл эталонного раствора НТ, что соответствует 0,5 мкг 2-НТ. Если при этом высота пика НБ в 3 и более раз

превышает высоту пика внутреннего стандарта, то по хроматограмме приблизительно оценивают концентрацию нитрата в пробе и затем повторяют анализ с другой аликвотой (0,1 мл) экстракта пробы. При этом увеличивают количество внутреннего стандарта в соответствии с табл. 1.

Результаты определения нитратов представлены в табл. 1.

На хроматограмме измеряют высоты пиков НБ и 2-НТ. Расчет концентрации нитрата проводят по формуле

$$C = 50 \left(0,5 K \frac{h_{\text{НБ}}}{h_{\text{НТ}}} m_{\text{НТ}} - m_{\Phi} \right),$$

где C - концентрация нитрата в пробе, мг/кг;

$m_{\text{НТ}}$ - масса внутреннего стандарта, добавленного в пробу, мкг;

m_{Φ} - масса нитрата, вносимого с применяемыми реактивами, мкг.

Массу нитрата, вносимого с используемыми реактивами (m_{Φ}), определяют согласно основной схеме, только вместо экстракта анализируют бидистиллированную воду. Расчет проводят по формуле

$$m_{\Phi} = 0,5 \frac{h_{\text{НБ}}}{h_{\text{НТ}}} K m_{\text{НТ}}.$$

Определение m_{Φ} проводят для каждой новой партии серной кислоты, бидистиллированной воды и бензола.

Предел обнаружения метода составляет 0,2 мг/кг при относительном стандартном отклонении 0,02-0,10; степень извлечения добавленного к образцу нитрата 67-90%.

Пример 1. К 5 г измельченной на терке пробы картофеля (предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в картофеле 80 мг/кг) добавляют 25 мл бидистиллированной воды и перемешивают в течение 30 мин на аппарате для встряхивания. Декантированный раствор пропускают через колонку (1,2x15 см), содержащую 1 см³ смеси уголь - целит (2:1) - нижний слой и 0,5 см³ целита - верхний слой, предварительно промытую 10 мл бидистиллированной воды. Для увеличения скорости тока жидкости можно использовать вакуум водоструйного насоса (15 мм рт.ст.). Остаток пробы промывают бидистиллированной водой (3x5 мл) и промывные воды также пропускают через колонку, которую окончательно

промывают 10 мл бидистиллированной воды. Из 50 мл объединенного элюата отбирают 0,2 мл, добавляют 0,3 мл бидистиллированной воды, 3 мл перегнанного бензола, 3 мл концентрированной серной кислоты и осторожно встряхивают 10 мин, поддерживая с помощью песчаной бани температуру

50-60°C, по необходимости открывая пробку для выравнивания давления. После охлаждения в реакционную смесь добавляют 10 мкл эталонного раствора 2-НТ (1) что соответствует 5 мкг 2-НТ. После встряхивания и разделения слоев декантируют 1,5 мл верхнего бензольного слоя в пробирку, содержащую 1 мл дистиллированной воды (для удаления остатков следов серной кислоты из бензольного слоя). В газовый хроматограф вводят 0,2; 0,5 и 1 мкл верхнего бензольного раствора.

Расчет количества нитратов, вносимых с реактивами:

$$m_{\Phi} = 0,5 K \frac{h_{\text{НБ}}}{h_{\text{НТ}}} m_{\text{НТ}} = 0,5 \times 1,4 \frac{12}{60} \times 0,5 = 0,11 \text{ мкг.}$$

Расчет концентрации нитратов в пробе: при вколе 0,2 мкл

$$C = 50 \left(0,5 K \frac{h_{\text{НБ}}}{h_{\text{НТ}}} m_{\text{НТ}} - m_{\Phi} \right) = 50 \left(0,5 \times 1,4 \times \frac{11}{21} \times 5 - 0,11 \right) = 86,2 \text{ мкг;}$$

при вколе 0,5 мкл

$$C = 50 \left(0,5 \times 1,4 \times \frac{29}{53} \times 5 - 0,11 \right) = 90,5 \text{ мкг;}$$

при вколе 1 мкл

$$C = 50 \left(0,5 \times 1,4 \times \frac{50}{95} \times 5 - 0,11 \right) = 86,6 \text{ мкг.}$$

Относительное стандартное отклонение при последовательных вводах в хроматограф составило 0,03.

Пример 1а. Определение содержания нитратов в капусте по предложенному способу.

Пять навесок по 10 г капусты, измельченной в мясорубке, помещают в 5 конических колб на 250 мл, добавляют по 50 мл бидистиллированной (над щелочью) воды и перемешивают на аппарате для встряхивания. Декантированные растворы пропускают через 5 колонок (1,2x15 см), содержащих 2 см³

смеси уголь - целит (2:1) - нижние слои и 0,5 см³ целита - верхние слои, предварительно промытые 10 мл бидистиллированной воды (над щелочью), с использованием вакуума водоструйного насоса. Остатки проб промывают бидистиллированной водой (3x10 мл) и промывные воды также пропускают через колонки, которые окончательно промывают 20 мл бидистиллированной воды. Из 100 мл объединенных элюатов отбирают по 0,2 мл и далее нитрование и анализ проводят согласно примеру 1. Для получения достоверных количественных результатов в газовый хроматограф вводят произвольный объем бензольных растворов (около 0,1 мкл), контролируя лишь отклонение пера самописца, которое не должно превышать полной его шкалы.

Полученные результаты представлены в табл. 2.

Количество нитрата, вносимого с реактивами $m_{\phi} = 0,15$ мкг.

Пример 2. Определение фонового содержания нитратов по предложенному методу при использовании обычной дистиллированной воды.

Определяют фоновое содержание нитратов при использовании двух партий дистиллированной воды, осуществляя нитрование бензола согласно примеру 1, однако вместо 0,2 мл экстракта и 0,3 мл бидистиллированной воды в реакционную смесь добавляют 0,5 мл дистиллированной воды:

$$m_{\phi} \text{ для воды } 1 = 0,5 \times 1,4 \times \frac{36}{17} \times 0,5 = 0,74 \text{ мкг};$$

$$m_{\phi} \text{ для воды } 2 = 0,5 \times 1,4 \times \frac{27}{20} \times 0,5 = 0,47 \text{ мкг}.$$

Таким образом, фоновое количество нитратов, вводимых с водой и кислотой, при использовании бидистиллированной воды (над щелочью) значительно ниже (0,11 мкг, пример 1).

Определение оптимального объема пробы (0,2 мл).

Пример 3а. Определяют содержание нитратов в пробе капусты (измельченной на мясорубке) согласно примеру 1. Получают:

$$m_{\phi} = 0,5 \times 1,6 \times \frac{12}{34} \times 0,5 = 0,14 \text{ мкг};$$

$$C_1 = 50 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{25}{135} \times 40 - 0,14 \right) = 289,3 \text{ мг/кг}.$$

В другую навеску измельченной капусты (5 г) вносят добавку нитрата в количестве 300 мг/кг (ПДК нитратов в капусте 300 мг/кг), что соответствует 15 мкл рабочего стандартного раствора нитрата или 1,5 мг нитрата в пересчете на NO_3^- . Экстракцию и очистку экстракта проводят согласно примеру 1. Получают:

$$m_{\phi} = 0,14 \text{ мкг};$$

$$C_2 = 50 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{32}{102} \times 40 - 0,14 \right) = 495,0 \text{ мг/кг}.$$

Степень извлечения NO_3^- составила

$$\frac{C_2 - C_1}{C_2} \times 100\% = \frac{495,0 - 289,3}{495,0} \times 100 = 68,6\%.$$

Пример 3б. Определяют содержание нитратов в пробах капусты без добавки и с добавкой нитратов согласно примеру 1, однако из 50 мл объединенного экстракта для анализа отбирают 0,3 мл. Расчет проводят по следующей формуле:

$$C_1 = 33,3 \left(0,5 \times \frac{h_{\text{нб}}}{h_{\text{нт}}} \times m_{\text{нт}} - m_{\phi} \right) = 33,3 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{51}{63} \times 10 - 0,14 \right) = 211,0 \text{ мг/кг (концентрация нитратов в пробе без добавки нитратов);}$$

$$m_{\phi} = 0,5 \times 1,6 \times \frac{10}{29} \times 0,5 = 0,14 \text{ мкг};$$

$$C_2 = 33,3 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{33}{94} \times 40 - 0,14 \right) = 368,3 \text{ мг/кг}.$$

Степень извлечения NO_3^- =

$$\frac{368,3 - 211,0}{368,3} \times 100 = 52,4\%.$$

Пример 3в. Определение содержания нитратов в пробах капусты без добавки и с добавкой нитратов согласно примеру 1, однако из 50 мл объединенного экстракта отбирают 0,5 мл. Расчет проводят по формуле

$$C = 20 \left(0,5 \times \frac{h_{\text{нб}}}{h_{\text{нт}}} \times m_{\text{нт}} - m_{\phi} \right).$$

Получают:

$$m_{\phi} = 0,5 \times 1,6 \times \frac{20}{48} \times 0,5 = 0,17 \text{ мкг};$$

$$C_1 = 20 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{43}{155} \times 40 - 0,17 \right) = 174,1 \text{ мг/кг (концентрация нитратов)}$$

в пробе без добавки нитратов);

$$C_2 = 20 \left(0,5 \times 1,6 \times \frac{57}{115} - 40 - 0,17 \right) =$$

$$= 297,1 \text{ мг/кг (концентрация нитратов в пробе с добавкой нитратов).}$$

$$\text{Степень извлечения } \text{NO}_3^- =$$

$$= \frac{297,1 - 174,1}{300} \times 100 = 41\%.$$

Из примеров 3а, б, в следует, что разбавление пробы при нитровании в 2,5 раза снижает потери нитратов в анализе.

Пример 4. Определение содержания в пищевых продуктах по известному способу.

К 10 г измельченной пробы картофеля добавляют 100 мл дистиллированной воды и перемешивают в течение 30 мин на аппарате для встряхивания. Раствор фильтруют через вату. Отбирают 1 мл фильтрата, добавляют 3 мл бензола, 3 мл концентрированной серной кислоты и осторожно встряхивают 10 мин, периодически открывая пробирку для выравнивания давления. После расслоения органический слой декантируют и в испаритель хроматографа последовательно трижды вводят 1 мкл бензольного раствора. Для расчета концентрации используют метод абсолютной калибровки, который предусматривает получение калибровочной характеристики по стандартному раствору НБ. Определение содержания нитратов по известному способу представлено в табл. 3.

Относительное стандартное отклонение при получении точек калибровочной кривой составило 0,19 - 0,25.

Расчет концентрации нитратов в пробе картофеля (пример 4) проводят по формуле

$$C = \frac{M \times R \times Y}{S \times P \times A} - C_{\phi},$$

где М - количество нитрат-ионов по калибровочному графику, нг;

Р - объем бензольного экстракта, мл;

Y - объем водного экстракта, мл;

S - объем вводимой в испаритель хроматографа пробы, мкл;

P - навеска продукта, г;

A - объем аликвоты водного экстракта, мл;

C_φ - концентрация нитратов, обуславливаемая фоновым содержанием в реактивах, мг/кг.

Для определения фоновой концентрации нитратов (C_φ) проводят анализ, заменяя экстракт продукта дистиллированной водой.

Получают:

$$C_{\phi} = \frac{1,4 \times 3 \times 100}{5 \times 10 \times 1} = 8,4 \text{ мг/кг};$$

$$C_1 = \frac{6,6 \times 3 \times 100}{5 \times 10 \times 1} - 8,4 = 31,2 \pm$$

±5,7 мг/кг.

Относительное стандартное отклонение при последовательных вводах проб в хроматограф составило 0,18 (в сравнении с 0,03 в примере 1).

В другую навеску измельченного картофеля (10 г) вносят добавку нитрата в количестве 80 мг/кг (ПДК нитратов в картофеле 80 мг/кг), что соответствует 4 мкл рабочего стандартного раствора нитрата с концентрацией 1×10^{-3} моль/л или 0,8 мг NO₃⁻. Экстракцию и очистку экстракта проводят согласно примеру 4. Получают:

$$C_{\phi} = 8,4 \text{ мг/кг};$$

$$C_2 = \frac{4,6 \times 3 \times 100}{2 \times 10 \times 1} - 8,4 = 60,6 \text{ мг/кг}.$$

Степень извлечения NO₃⁻ составила $\frac{C_2 - C_1}{80} \times 100\% = \frac{60,6 - 31,2}{80} \times 100 =$

= 36,8% (в сравнении с предлагаемым способом 68,6%, пример 3а).

Пример 4а. Определение содержания нитратов в капусте по известному способу.

Экстракцию и анализ повторяют пять раз с навесками по 10 г измельченной капусты из примера 1а согласно примеру 4. В испаритель хроматографа вводят по 1 мкл исследуемых растворов.

Результаты представлены в табл. 4.

Таким образом, применяемые приемы: очистка экстракта на активированном угле, его разбавление и проведение реакции нитрования в стандартизованных температурных условиях - приводят к повышению точности и воспроизводимости результатов (относительное стандартное отклонение 0,074 в сравнении с 0,30 в известном способе).

Опыты, подтверждающие повышение воспроизводимости предлагаемого метода при использовании внутреннего стандарта: а) в хроматограф вводят по

1 мкл стандартного раствора, содержащего 0,15 мг нитробензола.

Полученные результаты представлены в табл. 5.

б) в хроматограф вводят 0,1-0,3 мкл смеси НБ:НТ в массовом соотношении 1,5:1,7. Расчет количества НБ в смеси проводят на основе калибровочного коэффициента НБ по НТ.

Полученные результаты представлены в табл. 6.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ количественного определения нитратов в пищевых продуктах, включающий экстракцию нитратов из образца водой, нитрование бензола в присутствии серной кислоты с последующим определением нитробензола методом газожидкостной хроматографии с детектором электронного захвата, о т л и -

ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности и воспроизводимости, экстракт очищают на активированном угле, полученный элюат разбавляют в 2,5-5 раз дистиллированной водой, полученной дистилляцией из щелочной среды, в реакционную смесь после нитрования вводят 2-нитротолуол, а определение проводят по формуле

$$C = 50 (0,5 K (h_{\text{НБ}}/h_{\text{НТ}}) m_{\text{НТ}} - m_{\text{Ф}}).$$

где C - концентрация нитратов в пробе, мг/кг;

K - калибровочный коэффициент;

$h_{\text{НБ}}$ - высота пика нитробензола, мм;

$h_{\text{НТ}}$ - высота пика внутреннего стандарта 2-нитротолуола, мм;

$m_{\text{НТ}}$ - масса внутреннего стандарта, добавленного в пробу, мкг;

$m_{\text{Ф}}$ - масса нитратов, вносимых в пробу с применяемыми реактивами, мкг.

Т а б л и ц а 1

Ориентировочная концентрация нитрата в пробе, мг/кг	Объем добавляемого раствора внутреннего стандарта, мкл	Концентрация эталонного раствора внутреннего стандарта, мг/мл	Масса добавленного внутреннего стандарта 2-НТ, мкг
20 - 40	40	0,05 (II)	2
40 - 100	10	0,5 (I)	5
100 - 200	20	0,5 (I)	10
Более 200	80	0,5 (I)	40

Т а б л и ц а 2

Опыт	Калибр. коэффициент	Кол-ва NO_3 , вносимые в реактив., мкг	Высота пика НБ, мм	Высота пика НТ, мм	Содерж. NO_3 , мг/кг	\bar{X}	S	Sr
1	1,4	0,15	37	59	102,0	102,6	7,6	0,074
2	1,4	0,15	43	75	92,5	-	-	-
3	1,4	0,15	76	118	105,5	-	-	-
4	1,4	0,15	91	148	100,0	-	-	-
5	1,4	0,15	70	103	113,4	-	-	-

Т а б л и ц а 3

Количество NO_3^- , нг, взятого на нитрование бензола по способу-прототипу*	Высота пика нитробензола, $\text{H} \pm h$, мм (при трехкратной повторности опыта)	Относительное стандартное отклонение
1 (2)	$10,2 \pm 2,5$	0,25
2 (4)	$15,0 \pm 3,4$	0,23
3 (6)	$22,7 \pm 4,7$	0,21
4 (8)	$28,6 \pm 5,5$	0,19
5 (10)	$37,1 \pm 7,0$	0,19
6 (12)	$42,5 \pm 8,7$	0,21

* В скобках указано количество образующегося нитробензола.

Т а б л и ц а 4

Опыт	Кол-во NO_3^- , по калибров. графику, нг	Содержание NO_3^- , мг/кг	\bar{X}	S	Sr	Фоновая концентрация NO_3^- , мг/кг
1	5,2	145	130,6	39,2	0,30	$\frac{1,1 \times 3 \times 100}{3 \times 10 \times 1} = 11$
2	3,7	100	-	-	-	
3	6,5	184	-	-	-	
4	5,0	139	-	-	-	
5	3,2	85	-	-	-	

Т а б л и ц а 5

Ввод	Введено, нг	Высота пика г-НБ, ед. интегратора	\bar{X}	S	Sr
1	0,15	3808	4008,7	1042,7	0,26
2	0,15	4136	-	-	-
3	0,15	3899	-	-	-
4	0,15	3940	-	-	-
5	0,15	3688	-	-	-
6	0,15	5201	-	-	-
7	0,15	4332	-	-	-
8	0,15	4355	-	-	-
9	0,15	3620	-	-	-
10	0,15	3108	-	-	-

Т а б л и ц а 6

Ввод	Введено, мкл	Высота пика НВ, ед.интег- ратора	Высота пика НГ, ед. ин- тегратора	Отношение высот	\bar{X}	S	Sr
1	0,3	5233	8241	0,635	0,638	0,015	0,024
2	0,3	4519	7061	0,640	-	-	-
3	0,1	2070	3362	0,615	-	-	-
4	0,1	2556	4137	0,618	-	-	-
5	0,3	4457	6873	0,648	-	-	-
6	0,3	4128	6297	0,656	-	-	-
7	0,2	2913	4529	0,643	-	-	-
8	0,2	3484	5345	0,652	-	-	-

Составитель С.Пылова

Редактор Т.Лазоренко

Техред М.Моргентал

Корректор Т.Палий

Заказ 1518

Тираж 418

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101