

Региональная открытая конференция
по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»
секция «Химия»

**«Качественное и количественное определение йода
в пищевой соли
методом титрования»**

Исполнитель: Корнева Анастасия Николаевна,
ученица 10 «В» класса МОУ «Лицей № 32» г. Вологда
Руководители: Кочешкова Лариса Осиповна,
преподаватель ДЮЦ «Единство», к. п. н.,
Назарова Марина Александровна, доцент кафедры
биологии и химии ВоГУ, к.б.н.

Вологда, 2025

Оглавление

Введение	3
Йод и его роль в организме человека	5
Исследовательская часть. Качественное и количественное определение йода в пищевой соли методом титрования.....	6
Заключение.....	10
Список литературы.....	11
Приложение 1.....	12
Приложение 2.....	14

Введение

В условиях сложной демографической ситуации одним из главных рычагов государства в вопросе регуляции народонаселения, активности долголетия и национальной безопасности страны в целом является здоровьесбережение. По данным официальной статистики и контрольно-эпидемиологических исследований вся территория России является йододефицитной¹. Одним из самых доступных и экономичных способов профилактики йододефицита является регулярное употребление пищевой йодированной соли. С учетом этого, особенно актуальной задачей становится проведение мониторинга достоверности данных производителя и гарантии нужного количества потребления йода потребителем.

Гипотеза настоящего проекта: йодированная соль разных производителей содержит разную концентрацию йода.

Цели исследования – определение качественного и количественного содержания йода в пищевой йодированной соли различных образцов.

Объектом исследования стала йодированная соль разных производителей, реализуемая торговыми предприятиями города Вологда и маркетплейсами и используемая потребителями в домашнем хозяйстве. Предмет исследования: качественное и количественное определение йода в пищевой йодированной соли разных производителей.

Задачи исследования:

- провести обзор нормативной, методической и научно-популярной литературы по теме проекта;
- определить качественное содержание йода в различных образцах пищевой соли;
- определить количественное содержание йода в различных образцах соли.

¹ <https://cyberleninka.ru/article/n/yododefitsitnye-zabolevaniya-schitovidnoy-zhelezy-v-rossiyskoy-federatsii-sovremennoe-sostoyanie-problemy-analiticheskiy-obzor/viewer>

Использовались методы: поисковый, анализ, синтез, классификация, статистический анализ, анкетирование, метод визуализации данных, эксперимент, фотографирование.

Новизна работы заключается в том, что, несмотря на актуальность проблемы здоровьесбережения и популярности йодированной соли у населения, открытых данных о мониторинге ее качественного и количественного состава на территории Вологодской области и города Вологда не проводился.

В качестве практического результата нашего проекта можно рассматривать анкетирование различных слоев населения Вологодской области об информированности о йододефиците, а также оформленные лабораторные результаты проверки соли. Данные исследовательские продукты можно использовать на просветительских и обучающих мероприятиях.

1. Йод и его роль в организме человека

Йод относится к эссенциальным элементам и влияет на обмен белков, жиров, углеводов, а также регулирует работу щитовидной железы, одной из самых крупных желез внутренней секреции. Йод не вырабатывается в организме самостоятельно, а поступает вместе с водой, пищей и даже воздухом. Йоддефицитные заболевания известны с древних времен. Самым узнаваемым заболеванием является зоб, характеризующийся визуальным увеличением объема щитовидной железы. Даже умеренный дефицит микроэлемента приводит к повышению частоты выкидышей и мертворождений. Расчеты показывают, что около 1,5 млн жителей России могут иметь умственную отсталость и связанную с этим инвалидизацию вследствие дефицита йода в питании.² К сожалению, в России среднее потребление йода в три раза меньше установленной ВОЗ нормы — всего 40–80 мкг в день вместо 150–250 мкг.³ Осведомленность населения России о роли данного микроэлемента, способах его восполнения и диагностики обеспеченности недостаточная (Приложение 1).

Всеобщее йодирование соли рекомендовано ВОЗ и ЮНИСЕФ в качестве метода ликвидации ЙДЗ в глобальном масштабе, так как она используется всеми слоями общества независимо от социального и экономического статуса. Диапазон ее потребления весьма невелик (в среднем от 5 до 10 г в сутки) и не зависит от времени года, возраста, пола. При правильной технологии йодирования соли невозможно передозировать йод и тем самым вызвать какие-либо осложнения.⁴

Пищевую соль делают йодированной, добавляя в неё йодосодержащее соединение (йодирующий агент). по ГОСТ Р 51575-2000.⁵

² Скальная М. Г. Йод: Биологическая роль и значение для медицинской практики. - Микроэлементы в медицине 19(2): 3–11. - [Электронный ресурс]-

[https://journal.microelements.ru/uploads/2018_2/3_19\(2\)_2018.pdf?ysclid=mgui802yio948915105](https://journal.microelements.ru/uploads/2018_2/3_19(2)_2018.pdf?ysclid=mgui802yio948915105)

³ <https://www.kommersant.ru/doc/5633774>

⁴ Герасимов Г.А., Фадеев В.В., Свириденко Н.Ю., Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Йододефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы. – Москва: Атомиздат, 2002. – 147 с.

⁵ . ГОСТ Р51575-2000 «Соль поваренная пищевая йодированная. Методы определения йода и тиосульфата натрия». - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200007266>

2. Исследовательская часть

Качественное и количественное определение йода в пищевой соли методом титрования

Для проведения наших исследований мы выбрали несколько видов искусственно йодированной соли:

Таблица 1

Образец 1. Гималайская соль поваренная с йодом KOTANYI, производитель KOTANYI GmbH (Котани ГмбХ)	Образец 4. Водорослевая соль с ламинарией Salt with kelp powder, производитель ООО «Гарнец»
Образец 2. Соль экстра йодированная «Зимушка краса», производитель ООО «Инин»	Образец 5. Пищевая выварочная йодированная соль сорт экстра, производитель ООО ТДС
Образец 3. Соль атлантическая морская 4Life йодированная пищевая мелкая высший сорт помол № 0, производитель ООО «КОПЭКЕР АГРО»	Образец 6. Пищевая выварочная йодированная соль, производитель ООО «Монарх»

Лабораторные исследования проводились 01.09-13.10.2025 года на базе химической лаборатории ФГБОУ ВО «Вологодского государственного университета».

Задача исследования: проверить соответствие содержания йодатов в пищевой йодированной соли, заявленные производителями, с помощью качественного и количественного анализа.

Для исследования понадобится следующий список лабораторного оборудования: мерные конические колбы (объёмом 100 и 250 мл), стаканы, стеклянные палочки и шпатели; пипетки Мора 5мл, 6 мл, 10 мл; весы ученические, электрическая плитка; титриметрическая установка.

В работе используются следующие растворы: 1. Дистиллированная вода 2. Индикаторный раствор крахмала с массовой долей 1% 3. Раствор KI с массовой долей вещества 1% 4. Раствор серной кислоты H₂SO₄ - 1М 5. Раствор тиосульфата натрия Na₂S₂O₃·H₂O - 0,005 М 6. Раствор K₂Cr₂O₇ - 10 мл.

При проведении опытов в лаборатории соблюдались определённые условия:
- температура в кабинете 23 °С - давление –738 мм рт.ст.

Сущность метода:

Исследование проводилось на основе методики, разработанной Н. А. Голубкиной и Т. А. Лосевой для учащихся на основе ГОСТ Р 51575-2000 «Соль поваренная пищевая йодированная. Методы определения йода и тиосульфата натрия.» и Институтом питания РАМН.⁶ Метод основан на титровании йода, выделяющегося при взаимодействии йодата калия и йодида калия в кислой среде, раствором серноватистокислого натрия в присутствии индикатора (крахмала).

Ход лабораторной работы (фотоотчет приведен в Приложении 2):

1. Качественная реакция на определение йодата калия в соли

Вывод о содержании йодата в растворе соли делаем по реакции конпропорционирования с йодидом калия в кислой среде с крахмалом в роли индикатора. При наличии йода итоговый раствор принимает сине-фиолетовую окраску: $5\text{KI} + \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ – выделение молекулярного йода, который при добавлении крахмала образует с ним комплекс сине-фиолетового цвета. Во всех образцах, кроме №6, реакция прошла.

2. Количественный анализ на определение йода в соли

2.1. Приготовление реактивов:

а) Приготовление 10% раствора йодированной поваренной соли.

Навеску исследуемой пробы массой 10,000 г помещаем в коническую колбу вместимостью 250 мл и растворяем в 100 мл дистиллированной воды. Если раствор мутный, его необходимо профильтровать.

б) Приготовление раствора серной кислоты концентрации эквивалента $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль/л}$.

⁶ Голубкина Н.А. Лабораторный практикум по экологии / Н. А. Голубкина, Т. А. Лосева. - Москва : Форум, 2013.– 64 с. Определение йода в соли поваренной пищевой, йодированной йодатом калия (КЮз): Методические указания.- М.: “Интерсэп”,1998

- в) Приготовление раствора йодистого калия KI массовой доли 1%.
- г) Приготовление 0,005 М раствора тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Растворяем 1,24 г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 1 л дистиллированной воды.
- д) Приготовление крахмала с массовой долей 1%. 1 г крахмала размешиваем с 10 см³ холодной дистиллированной воды, смесь медленно вливаем при постоянном перемешивании в 100 см³ кипящей дистиллированной воды и кипятим 2-3 минуты.

2.2. Проведение определения методом титрования:

- а) К исследуемому раствору йодированной соли прибавляем градуированной пипеткой 1 мл раствора серной кислоты, пипеткой 5 мл раствора йодистого калия, перемешиваем, закрываем колбу пробкой и помещаем на 10 мин в темное место.
- б) По истечении указанного времени колбу извлекаем, обмываем внутреннюю поверхность пробки дистиллированной водой и содержимое колбы титруем из бюретки раствором тиосульфата натрия до перехода темно-желтой окраски в соломенно-желтую.
- в) Затем в титруемый раствор градуированной пипеткой добавляем 2 мл индикаторного раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски раствора. Отмечаем объем раствора тиосульфата, пошедший на титрование. Одновременно делаем два параллельных определения.
- г) Повторный замер. По истечению 2 недель проверили концентрацию тиосульфата натрия титрованием тиосульфатом натрия раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (10 мл), KI (20 мл) и H_2SO_4 (6 мл) до перехода бурой окраски в светло-жёлтую: $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,00463$ моль/л – концентрация не изменилась. Далее провели с ним по два дополнительных титрования на каждую навеску соли, чтобы еще раз проверить точность расчетов.

3. Результаты исследования

Массовая доля йода считается по формулам:

$$C(\text{IO}_3^-) = \frac{0.00463 \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{100}$$

$$W(\text{IO}_3^-) = \frac{C(\text{IO}_3^-) \cdot 0.1 \cdot 33.6}{m} \cdot 100\%$$

где: 33,6 – $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ с учётом коэффициента в химической реакции, С – концентрация KIO_3 , V – объём раствора ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), W -массовая доля KIO_3 в соли, m – масса навески соли

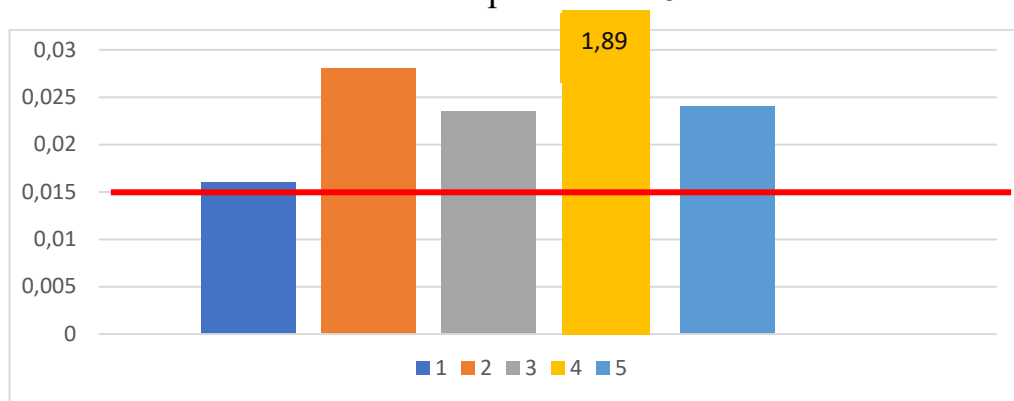
Мы получили обобщённые данные среднего значения массы йода в каждом из образцов соли:

Таблица 2

№ образца	Указано ли производителем, что соль содержит йод (мг/кг)	Практическое качественное определение йодата	Среднее значение массы йода, определённое практически (мг/кг)
1	25-35	+	32
2	40 (+/-15)	+	56
3	25-55	+	47
4	380	+	378
5	11,25-40	+	48
6	40 (+/-15)	-	не обнаружено

Таблица 3

Процент содержания йода в образцах соли от суточной потребности человека* в расчёте на 5 г**



* 150 мкг (=0,015%) – рекомендуемая ВОЗ суточная доза йода для взрослого человека

** 5 г соли – рекомендуемая ВОЗ суточная доза йодированной соли для взрослого человека

Лидер по содержанию йода - йодированная соль с добавлением ламинарии. Концентрация йода намного превышает суточную потребность, поэтому рекомендуется ее употреблять не на ежедневной основе. Еще четыре йодированные соли покрывают суточную потребность организма человека в йоде в рекомендуемых ВОЗ дозах. Один из образцов (йодированная соль от ООО «Монарх») не содержит йод, несмотря на информацию на упаковке от производителя. При употреблении данного образца соли потребитель не получит рекомендованную дозу микроэлемента.

Заключение

По итогам выполнения научно-исследовательской работы мы сделали следующие выводы:

1. Дефицит йода приводит к многим порокам развития и дисфункциям здоровья человека. Самым эффективным, доступным и экономичным способом профилактики йоддефицитных состояний является употребление населением йодированной пищевой соли в рекомендуемой дозировке для взрослого человека 5 г/сут. В связи с этим актуален постоянный независимый от производителя контроль за качественным и количественным содержанием йода в пищевой соли, так как наличие/отсутствие йода и его концентрация в соли никак не коррелируют с ее органолептическими показателями.

2. Все искусственно йодированные натуральные соли содержат йод в виде йодата калия. Концентрация йода в них варьирует от 32 мкг/кг до – 378 мкг/кг. В одном образце йода не обнаружено вообще, несмотря на данные на упаковке.

Итак, цели и задачи проекта выполнены, гипотеза подтвердилась: в пищевой соли разных производителей содержание йода различно.

По результатам проделанной нами работы из исследованных образцов соли можно рекомендовать для постоянного употребления с целью профилактики йододефицита: 1) «Зимушка краса»; 2) соль сорт экстра (производитель ООО ТДС); 3) морскую 4Life; 4) гималайскую KOTANYI; 5) не на ежедневной основе из-за сильно повышенного содержания йода - водорослевую с ламинарией (производитель ООО «Гарнец»).

В качестве контроля за качественным и количественным содержанием йода в пищевой соли метод аналитической химии титрование полностью подходит и точен.

Настоящий проект – это начало большой исследовательской работы. По нашей задумке, в дальнейшем интересно будет разработать методики определения йода в продуктах питания (ламинарии, фасоли, фейхоа и др).

Список литературы

1. Герасимов Г.А., Фадеев В.В., Свириденко Н.Ю., Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Йододефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы. – Москва: Атомиздат, 2002.
2. Голубкина Н.А. Лабораторный практикум по экологии / Н.А. Голубкина, Т.А. Лосева. - Москва: Форум, 2013.
3. Константинов Ю. «Йод. Чудо-микроэлемент на страже вашего здоровья». - ЗАО «Издательство Центрполиграф», 2016.
4. Определение йода в соли поваренной пищевой, йодированной йодатом калия (КЮз): Методические указания. - М.: «Интерсэн», 1998.
5. ГОСТ Р 51575-2000 «Соль поваренная пищевая йодированная. Методы определения йода и тиосульфата натрия». - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200007266>
6. Клинические рекомендации «Заболевания и состояния, связанные с дефицитом йода», утв. Российской ассоциацией эндокринологов, Российской ассоциацией врачей ультразвуковой диагностики, 2020 г. - [Электронный ресурс] - https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/zabolevaniya_i_sostoyaniya_svyazannye_s_deficitom_yoda.pdf
7. Мельниченко Г. А., Трошина Е. А. Йододефицитные заболевания щитовидной железы в Российской Федерации: современное состояние проблемы. Аналитический обзор публикаций и данных официальной государственной статистики (Росстат). - [Электронный ресурс] - <https://cyberleninka.ru/article/n/yododefitsitnye-zabolevaniya-schitovidnoy-zhelezy-v-rossiyskoy-federatsii-sovremennoe-sostoyanie-problemy-analiticheskiy-obzor/viewer>
8. Рыбакова Г. В. Самый интеллектуальный элемент // Вестник НГИЭИ. — 2013. — № 4 (23). — С. 109–114. - [Электронный ресурс] - <https://cyberleninka.ru/article/n/samyu-intellektualnyy-element>
9. Трошина Е. А., Платонова Н. М., Панфилова Е. А. Динамика эпидемиологических показателей тиреоидной патологии среди населения Российской Федерации: аналитический отчет за период 2009–2018 гг. - [Электронный ресурс] - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34004099/>
<https://rscf.ru/project/22-15-00135/>
10. <https://www.kommersant.ru/doc/5633774>

Результаты анкетирования населения Вологодской области на тему «Йод и здоровье человека»

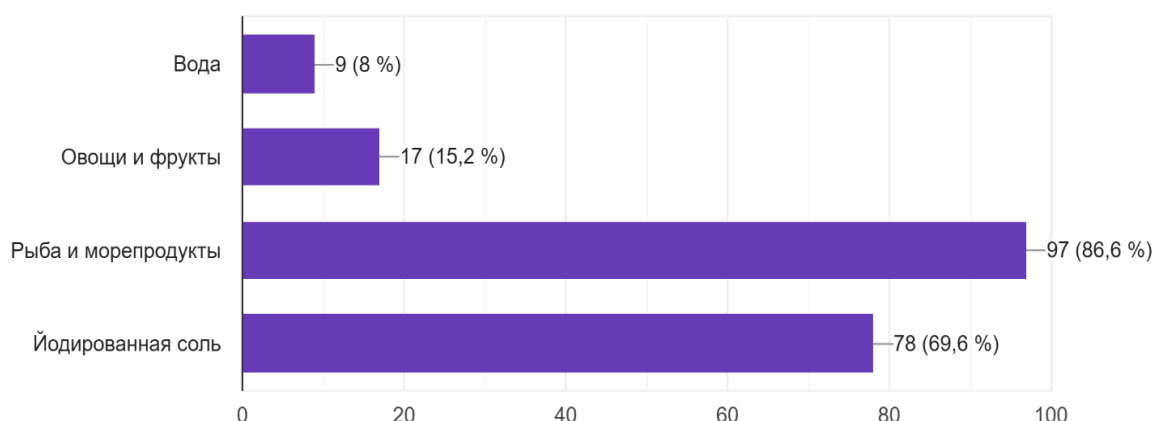
Допуск к анкетированию по признакам: пол, возраст, социальное положение, состояние здоровья был свободный.

Количество проанкетированных: 112 чел.

Форма анкетирования: онлайн на платформе Google Формы (13-17 октября 2025)

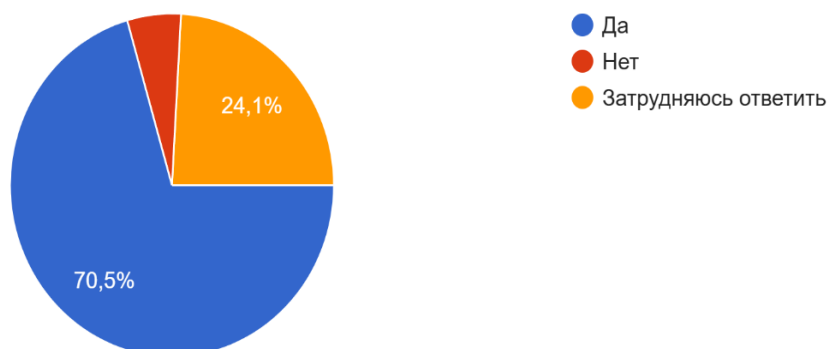
Назовите основной источник поступления йода в организм человека

112 ответов



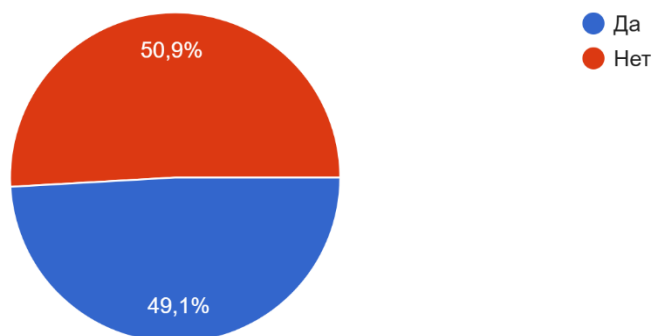
Актуальна ли у населения России проблема йододефицита?

112 ответов



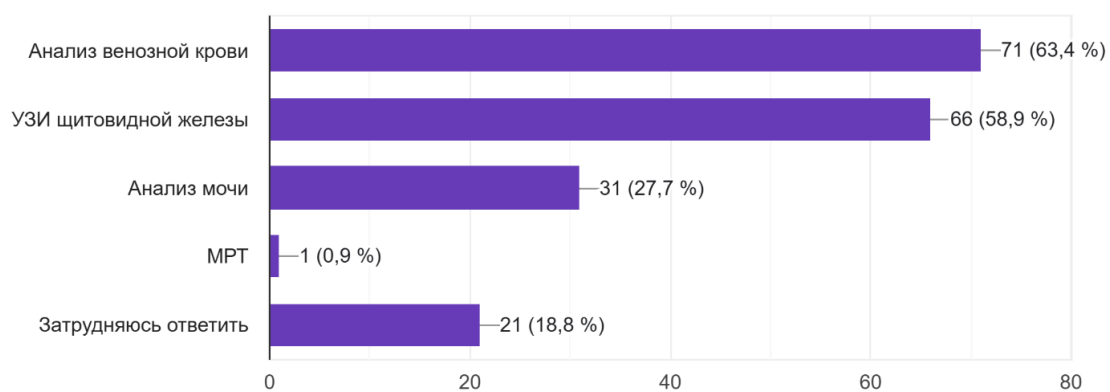
Употребляете ли вы регулярно йодированную соль?

112 ответов



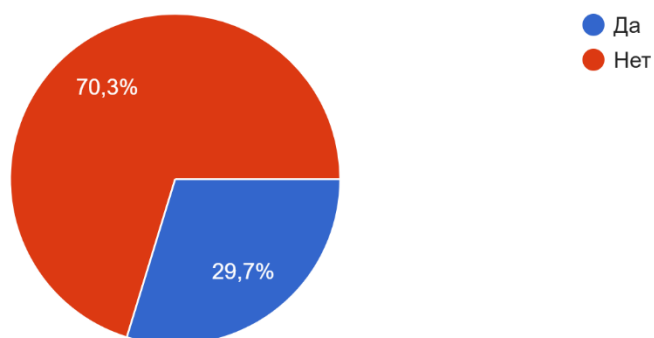
Знаете ли вы о способах диагностики йодной обеспеченности у человека?

112 ответов



Встречается ли вам просветительская информация о йоддефицитных состояниях и способах их профилактики (интернет, буклеты, лекции, банеры и т д)?

111 ответов



Фотоотчет о лабораторной работе

Этап	Фотографии		
1. Качественная реакция на определение йодата калия в соли			
2. Приготовление реактивов для количественного анализа йода в соли: а) Приготовление 10% раствора йодированной поваренной соли			
			

б) Приготовление раствора серной кислоты концентрации эквивалента $c(1/2H_2SO_4) = 1 \text{ моль/л.}$		
в) Приготовление раствора йодистого калия KI массовой доли 1%.		
г) Приготовление 0,005 М раствора тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3 \cdot H_2O$.		
д) Приготовление крахмала с массовой долей 1%.		
2.2. Проведение определения методом титрования		

