Глотова Алиса (10 класс)

«Качественный анализ дыма классических сигарет и системы нагревания табака»

Работа прошла апробацию на Всероссийском форуме научной молодежи «Шаг в будущее» (г. Москва) и рекомендована для участия в Международной научной и инженерной выставке Regeneron ISEF (США, май 2021 г.).

Научный руководитель: аспирант кафедры неорганической химии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, преподаватель химии Лицея № 1 «Спутник» Маринчев Сергей Сергеевич

Научный консультант: кандидат химических наук, доцент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева Абдульмянов Алексей Рафикович

Введение

В течении последних десятилетий наблюдается сокращение доли потребителей обычных сигарет в связи с переходом на электронные сигареты с жидкими наполнителями [1]. Такое курение получило название вэйпинг от английского слова vape - пар. Такая популярность альтернативных способ курения привлекла крупнейшие компания по производству сигарет, что повлекло разработку и выпуск в продажу систем нагревания табака различных марок. Преимуществом данного вида курения называют отсутствие горения в процессе употребления, то есть отсутствие в дыме канцерогенных смол и угарного газа. Миллионы курильщиков по всему миру отказались от классического метода употребления табака в пользу систем нагревания [2].

Актуальность работы заключается в оценке относительной безопасности употребления табачных изделий классическим путем горения и методом нагревания табака.

Объект исследования: табачный дым от классических сигарет и системы нагревания табака iqos.

Предмет исследования: наличие или отсутствие в составе дыма токсичных угарного газа и сероводорода.

Гипотеза: в дыме от системы нагревания табака iqos не содержится угарного газа, но присутствует сероводород. Табачный дым классических сигарет содержит и H2S, и CO в своем составе.

Целью работы стало изучение табачного дыма классических сигарет и системы нагревания табака iqos на наличие токсичных продуктов тепловой обработки (нагревание, горение) табака с помощью метода газовой хроматографии.

Задачами данной работы являлись:

- 1. Анализ научной литературы по данной тематике;
- 2. Пробоотбор табачного дыма классических сигарет и системы нагревания табака iqos;
- 3. Получение в лабораторных условиях чистых газов H_2S и CO и оценка их времен удерживания на газовом хроматографе TraceGC;
- 4. Анализ проб табачного дыма на газовом хроматографе TraceGC и оценка результатов.

Научная новизна: в данной работе впервые произведена сравнительная оценка содержания токсичных компонентов дыма CO и H_2S классических сигарет и iqos.

Практическая ценность: оценка степени безопасности перехода совершеннолетних курильщиков с классических способов употребления табака на системы нагревания табака.

1. Обзор литературы по теме исследования

1.1. Химический состав дыма классических сигарет

Основная причина попадания в организм человека различных канцерогенов - это табакокурение. Исследование химического состава сигаретного дыма указывает на наличие в его составе более чем 3 тысяч соединений [3]. Среди канцерогенов выделяют основные группы соединений - полициклические ароматические углеводороды [4, 5], табакоспецифичные Nтяжелые металлы радиоактивные нитрозамины [6],И Полициклические ароматические углеводороды вызывают повреждение ДНК, нитрозосоединения - токсические и мутагенные эффекты. Доказано, что основным источником радиоактивных изотопов полония и свинца в организме курящего является табакокурение. С табачным дымом курящий человек вдыхает множество веществ, образующихся при тлении и горении табака. Горение происходит в горящей части сигареты, температура может достигать 1000 градусов цельсия, в таких условиях имеет место сухая перегонка и высокотемпературное разложение веществ без доступа кислорода. Именно этот процесс ответственен за образование канцерогенных смол и некоторых токсичных низкомолекулярных продуктов. В области тления, где температура не превышает 400-600 градусов цельсия, за областью горения, происходит образование опасного токсичного газа - угарного газа.

1.2. Сероводород и угарный газ – биологическая активность

Сероводород и угарный газ - нормальные метаболиты организма человека. Сероводород производится клетками млекопитающих и выполняет несколько важных функций. Однако при повышении его концентрации начинает сказываться его способность связываться с цитохромоксидазой (гемсодержащим белком), препятствуя ее связыванию с кислородом и резко замедляя метаболизм. В больших количествах сероводород парализует клеточное дыхание. Вдыхание кислорода вызывает головокружение, боль, тошноту. Превышение предельно допустимых концентраций приводит к летальному исходу.

Угарный газ образуется в организме человека как результат разложения гемоглобина и миоглобина [7]. В сутки организм человека вырабатывает около 12 мл угарного газа, однако при патология его количество резко увеличивается [8]. Основное токсикологическое воздействие угарного газа связывают с образованием карбоксигемоглобина, карбоксимеоглобина и связывание цитохромоксидазы, что приводит к гемической гипоксии. Основной фактор высокого токсикологического действия угарного газа заключается в его высоком сродстве к гемоглобину. Оно выше, чем у кислорода в 250 раз.

2. Экспериментальная часть

2.1. Реагенты и оборудование

- Колбы КП-1-250-29/32 Вюрца ТС ГОСТ 25336-82;
- Воронки капельные ВК-250-29/32-19/26 по ГОСТ 25336-82;
- Пробирки П-2-20-14/23 по ГОСТ 1770-74;
- Эксикаторы по ГОСТ 25336-82;
- Кислота муравьиная ч.д.а. по ГОСТ 5848-73;
- Кислота серная концентрированная ч.д.а. по ГОСТ 4204-77;
- Кислота соляная ч.д.а. по ГОСТ 3118-77;
- Сульфид железа ч.д.а. по ГОСТ 4233-77;
- Микрошприцы серии MICROLITER для газовой хроматографии;
- Газовый хроматограф TraceGC, колонка заполнена сорбентом 6% цианопропилфенилполисилоксаном, 94% диметилполисилоксаном;
- Система нагревания табака iqos 2.4 plus.
- Сигареты классические.

2.2. Методика эксперимента

Для качественного определения интересующих нас токсичных компонентов табачного дыма на хроматограмме необходимо определить времена удерживания чистых угарного газа и сероводорода. Для этого в лабораторных условиях мы собрали установки по получению этих газов. На рис. 1 представлена принципиальная установка по получению газов в лаборатории.

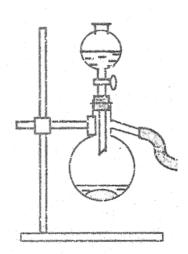


Рис. 1. Принципиальная установка по получению газов в лабораторных условиях.

Угарный газ и сероводород мы получали по реакциям [9]: FeS + $2HCl_{(24\%)}$ = FeCl₂ + $H_2S\uparrow$ HCOOH ($H_2SO_{4(конц)}$) = $H_2O + CO\uparrow$

Полученные газообразные вещества были пропущены через хроматограф TraceGC с параметрами колонки, указанными в разделе 3.1. На рис. 2 и рис. 3 представлены полученные хроматограммы. Нами были определены времена удерживания интересующих нас токсичных газов.

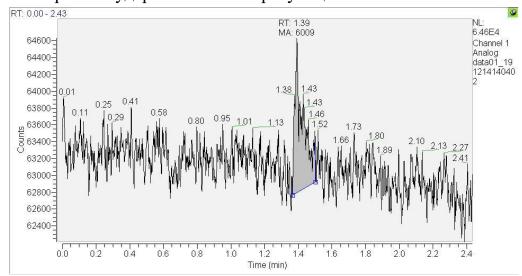


Рис. 2. Хроматограмма удерживания чистого угарного газа

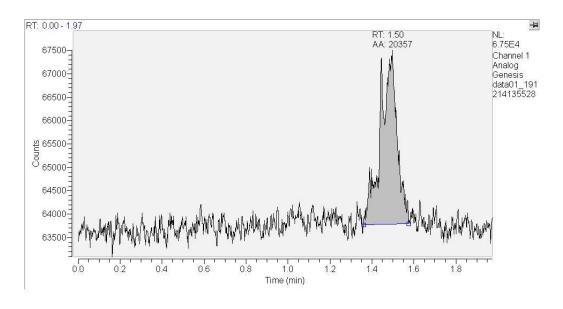


Рис. 3. Хроматограмма удерживания чистого сероводорода

Пробоотбор табачного дыма классических сигарет и системы нагревания табака проводили методом вытеснения воды из большой пробирки. Данный метод был выбран по нескольким причинам: плохая растворимость сероводорода и угарного газа в воде, что исключает потерю газов при сборе, видимое наполнение сосуда дымом и хорошая растворимость углекислого газа в воде, что приводит к минимизации его влияния на хроматограммы.

3. Обсуждение результатов

Полученная проба дыма классических сигарет была исследована на хроматографе TraceGC. Параметры колонки указаны в разделе 3.1.. Эксперимент проводили в условиях термостатирования при 80 градусах Цельсия. На рис. 4 представлена хроматограмма дыма классических сигарет. К сожалению, концентрация токсических газов была настолько завышена, что нам не удалось разделить СО и H₂S, они вышли одновременно. Соответственно, пик на времени удерживания в 1.42 мин отвечает двум газам. На хроматограмме присутствуют пики с большими временами удерживания, что говорит о наличие в табачном дыме сложных органических продуктов горения, лучше удерживающихся на сорбентах.

При тех же параметрах эксперимента было проведено исследование дыма от системы нагревания табака iqos. На рис. 5 и 6 представлены хроматограммы двух последовательных проб. При пропускании дыма через хроматограф времена удерживания веществ закономерно падают и составляют для угарного газа 1.30 мин, а для сероводорода 1.38-1.40 мин. Анализ полученных хроматограмм позволяет утверждать о наличии незначительных количеств угарного газа в дыме, поскольку во второй пробе его обнаружить не удалось. Определено наличие в дыме значительных количеств сероводорода, однако сравнение результатов исследования дыма систем нагревания табака и классических сигарет позволяет утверждать о его значительно меньших количествах по сравнению с сигаретным дымом.

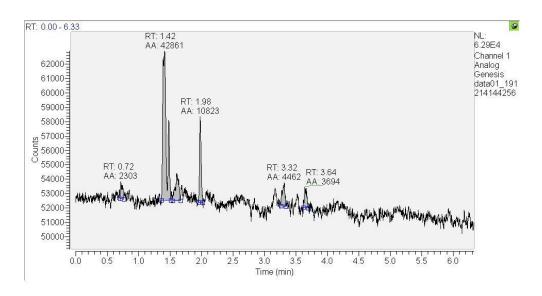


Рис. 4. Хроматограмма удерживания табачного дыма классической сигареты

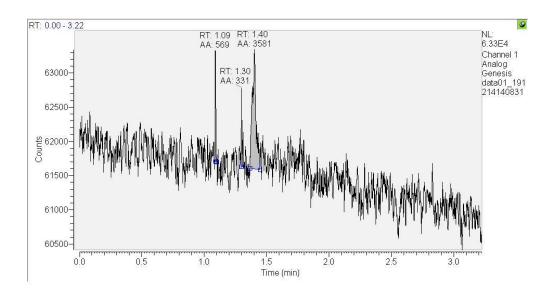


Рис. 5. Хроматограмма удерживания дыма системы нагревания табака iqos. Проба 1.

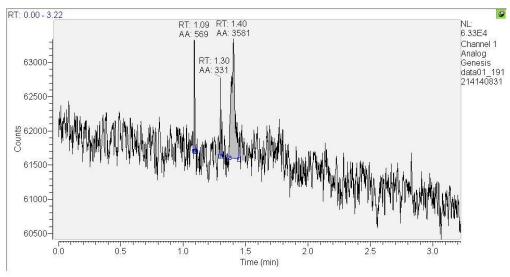


Рис. 6. Хроматограмма удерживания дыма системы нагревания табака iqos. Проба 2.

Заключение

- 1. Проведен анализ научной литературы по тематике работы, позволивший выбрать оптимальную методику исследования.
- 2. Проведена подготовка к исследованию, включающая в себя синтез, пробоотбор и определение времен удерживания в хроматографе интересующих нас газов.
- 3. Определено качественное присутствие незначительных количеств угарного газа в дыме от систем нагревания табака и небольшого количества сероводорода. Сравнение результатов исследования дыма от классических сигарет и системы нагревания табака позволяет утверждать о большей безопасности систем нагревания табака.

Таким образом, гипотеза о том, что угарный газ отсутствует в дыме системы нагревания табака, подтвердилась не полностью. Однако, подтвердилось наличие сероводорода, но значительно меньшее, чем было зафиксировано в дыме от классических сигарет.

В перспективе развития данной темы и практического применения результатов работы, планируется проведение количественного исследования содержания токсичных газов в дыме системы нагревания табака iqos по градуировочным графикам на газовом хроматографе TraceGC.

Список литературы

- 1. Рудаков Н. А. История создания и продвижения электронных сигарет // Бизнес образование в экономике знаний. 2019. №. 1 (12).
- 2. Лузина Е. А. Перспективы молодежи в отношении одновременного курения
- 3. обыкновенных и электронных сигарет // Инновационные процессы в науке и образовании. 2019. С. 151-155.
- 4. Дюбкова Т. П. Химический состав табачного дыма: токсические и канцерогенные эффекты на организм человека. Часть 2. Основные канцерогены табачного дыма и механизм их действия. Табакокурение и различные формы рака. 2008.
- 5. Besaratinia A. Biomonitoring of tobacco smoke carcinogenicity by dosimetry of DNA adducts and genotyping and phenotyping of biotransformational enzymes: a review on polycyclic arimatic hydrocarbons / A. Besaratinia, J.C. Kleinjans, F.J. van Schooten // Biomarkers. 2002. Vol. 7, № 3. P. 209-229.
- 6. Зайцева Т. А. Полициклические ароматические углеводороды табачного дыма // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. 2017. С. 504-508.
- 7. Медведева С. Н. Летучие органические вещества в аэрозоле табачного дыма // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. 2017. С. 514-518.
- 8. Курсов С. В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология // Медицина неотложных состояний. -2015. №.6 (69).
- 9. Wu L. Carbon monoxide: endogenous production, physiological functions and
- 10.pharmacological applications // Pharmacological reviews. 2005. Vol. 57, № 4. P. 585-630.
- 11. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. 5-е изд., испр. / Н.С. Ахметов М.: Высшая школа, 2003. 743 с.