



SHINE 盛瀚



АНАЛИЗ ПИВА

ИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ



РАЗРАБОТЧИК-ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

Компания SHINE была основана в 2002 году. Более 20 лет компания специализируется на исследованиях, разработках, производстве, продаже и послепродажном обслуживании ионных хроматографов и на поставках комплектующих и расходных материалов. Компания успешно реализует проекты по поставке оборудования для более 5000 пользователей в различных отраслях и осуществляет экспорт в более 40 стран мира.

Продукция компании SHINE не уступает по производительности мировым брендам на рынке ионной хроматографии. Профессиональная группа исследователей и разработчиков в совокупности с передовыми производственными технологиями гарантирует, что произведённое оборудование отвечает всем современным стандартам надёжности и качества.

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ SHINE В КАЗАХСТАНЕ [\(ссылка на источник\)](#)

С января 2022 года ТОО «Топан» является официальным партнёром компании SHINE и обладает эксклюзивным правом на продвижение и продажу оборудования марки «SHINE», его запасных частей и комплектующих, а также запуск и сервисное сопровождение оборудования данного производителя. «Топан» имеет право представлять интересы партнёрской компании-производителя, предоставлять коммерческие предложения, участвовать в тендерах и осуществлять гарантийную и пост-гарантийную поддержку.

Специалисты компании «Топан» помогут подобрать оборудование с максимальной производительностью для вашей исследовательской задачи. Мы осуществляем консультационное и техническое послепродажное обслуживание, включающее гарантийное обслуживание, сервис, поставку комплектующих и расходных материалов.

Команда квалифицированных сервисных инженеров ТОО «Топан» прошла обучение в компании SHINE и имеет все необходимые допуски к работе с данным оборудованием.



АВТОРИЗАЦИЯ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ



ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

В связи с непростой ситуацией на мировом рынке, многие производители подобного оборудования по ряду причин сейчас не могут осуществлять пост-продажное обслуживание поставляемого оборудования, не могут осуществить своевременную поставку оборудования из-за отсутствия либо задержек в производстве электронных компонентов и как следствие не могут выполнить гарантийные и постгарантийные обязательства.

Компания SHINE имеет собственные производственные мощности, производит качественные запасные части без задержек и имеет постоянный запас продукции на складах.

Заказчикам доступен широкий выбор колонок для ионной хроматографии. Отличная производительность колонок серии SH обеспечивает реализацию различных стандартных анализов и выполнение множества исследовательских задач, от анализа воды и пищевой продукции до нефтехимического анализа и нужд атомной энергетики.

ОПИСАНИЕ ПРОДУКЦИИ

Модульная конструкция ионных хроматографов «SHINE» позволяет максимально адаптировать прибор под определённую аналитическую задачу и нужды конечного пользователя.

Оборудование зарегистрировано в реестре ГСИ РК за номером KZ.02.01.00997-2021 до 22.04.2026

Подробное описание и технические возможности базовых моделей ионных хроматографов «SHINE», комплектующих и расходных материалов представлены в каталогах компании «Топан». ([ссылка](#))



Введение	4
Анализ углеводов	7
Анализ спиртов	10
Анализ органических кислот	12
Неорганические анионы	17
Неорганические катионы	20
Заключение	23
Оборудование для проведения анализов	25

ВВЕДЕНИЕ



Производство пива представляло интерес с самого начала цивилизации, процессы пивоварения развивались вместе с обществом. Пиво представляет собой сложную матрицу, содержащую множество компонентов, включая белки, углекислый газ, углеводы, неорганические анионы и катионы, альдегиды, органические кислоты и этанол. Компоненты могут быть попадать в пиво из воды и сырья используемых при производстве, а также образованы в процессе ферментации или добавлены для достижения желаемого характерного вкуса.

Мастер-пивовар часто выбирает определенные зерна, хмель и дрожжи для приготовления определенной марки пива. Затираание – это первый этап варки пива, за которым следует замачивание зерен ячменя в теплой воде, в результате чего крахмалы зерна гидролизуются до глюкозы, мальтозы и других олиго- и полисахаридов. Сладкое сусло – это раствор, который отделяют от затора и готовят с хмелем, образуя раствор охмеленного сусла. Затем жидкость отделяют от сусла, охлаждают и ферментируют дрожжами для получения спирта. По окончании брожения пиво можно еще раз обработать хмелем или минералами для достижения желаемого внешнего вида или вкуса, затем охладить и разлить по бутылкам.

Хотя образцы пива представляют собой сложную матрицу, анализ компонентов ферментационных бульонов был продемонстрирован в нескольких публикациях с 1995 по 2009 год.

С тех пор произошли многочисленные достижения в технологии Ионной хроматографии, что сделало Ионную хроматографию еще более эффективным методом анализа пива. Хотя для анализа пива по-прежнему используются различные методы анализа такие как: газовая хроматографию, ВЭЖХ, методы на основе ферментов и методы мокрой химии, Ионная хроматография является простым, быстрым, надежным, универсальным и автоматическим методом.

ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА ПРЕДСТАВЛЯЮТ ИНТЕРЕС СЛЕДУЮЩИЕ КЛАССЫ ВЕЩЕСТВ:

Соединения, влияющие на общий вкус и горечь напитка:

- неорганические ионы
- органические кислоты
- компоненты хмелевой горечи

Например, соли хлорида калия придают горький, вяжущий и мыльный вкус, а сульфат магния создает более кислосладкий вкус.

Вещества определяющие степень ферментации:

- белки
- углеводы
- спирты

А также:

- консерванты
- красители
- вещества, определяющие подлинность продукта

Ниже описывается применение ионообменной и ионно-эксклюзионной хроматографии для определения пяти классов соединений:

- углеводы
- спирты
- органические кислоты
- неорганические анионы
- неорганические катионы

с использованием одного из двух детекторов: кондуктометрического и амперометрического.

АНАЛИЗ УГЛЕВОДОВ



Углеводы и другие соединения, содержащие гидроксильные функциональные группы, детектируются путем измерения тока, вызванного их окислением на золотом электроде.

Поскольку углеводы (сахара) способны диссоциировать на ионы (pK_a от 12 до 14), их можно разделить на анионы с помощью ионообменной хроматографии. При использовании гидроксидного элюента, сахара выходят из колонки в следующем порядке: -моносахариды; -дисахариды; -трисахариды.

Наиболее важными углеводами для пивоваренной промышленности являются сбраживаемые сахара. Обычно сахара размером больше DP3 не ферментируются; однако они влияют на калорийность, а также на общий вкус пива и его способность образовывать пену. На рисунке 1 показано разделение сбраживаемых сахаров ($\leq DP3$) в образце охмеленного сусла. Это сахара, которые дрожжи превращают в спирт.

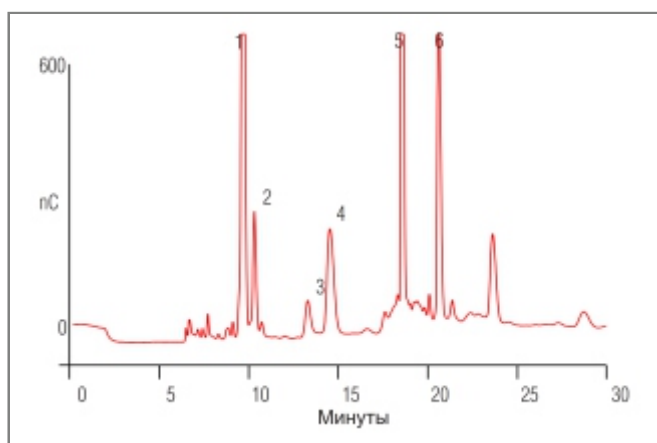


Рисунок 1. Разделение сбраживаемых сахаров в сусле методом ионообменной хроматографии с амперометрическим детектированием.

Перед анализом образец разбавляли 1:10.

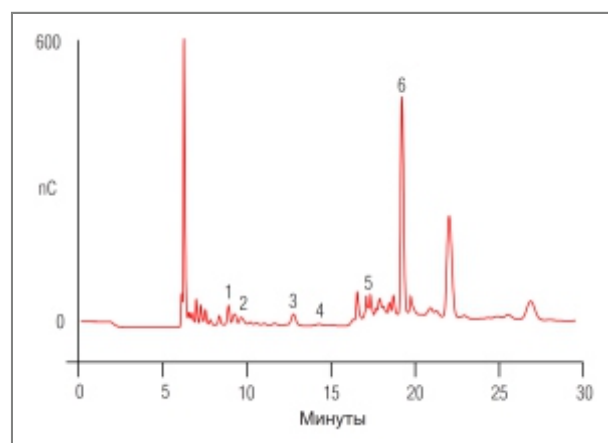


Рисунок 2. Разделение моно-, ди- и трисахаридов в американском пиве методом ионообменной хроматографии с амперометрическим детектированием.

Перед анализом образец разбавляли 1:10.

1. Глюкоза
2. Фруктоза
3. Изомальтоза
4. Сахароза
5. Мальтоза
6. Мальтотриоза

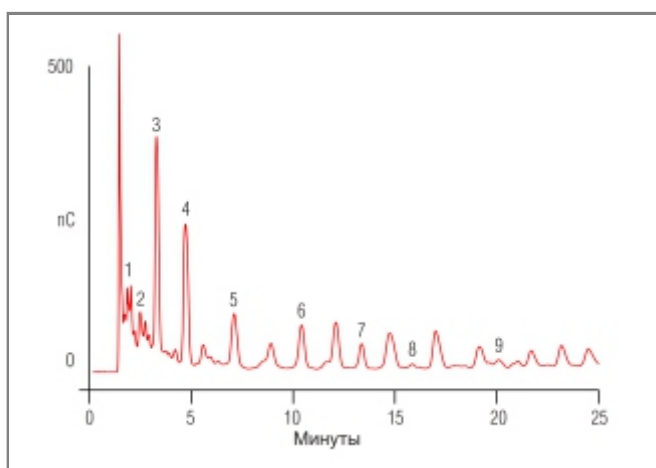
Если сравнить количество этих сахаров (оно пропорционально высоте и площади пиков), то очевидна разница между пивом во время производства (Рис.1) и готовым пивом (Рис.2). Как и ожидалось, концентрация сбраживаемых сахаров в сусле выше, чем в конечном пивном продукте.

Сложные сахара, крахмалы и декстрины, которые расщепляются ферментами с образованием сусла высокой сбраживаемости, состоят из субъединиц глюкозы. Мальтоза является простейшим из сложных сахаров и образована двумя молекулами глюкозы, соединенными между собой связью α -1,4.

Более сложные сахара называются в зависимости от количества содержания молекул глюкозы. Так, например, мальтотетраоза (DP4) представляет собой цепочку из четырех единиц глюкозы, связанных друг с другом α -1,4-связями.

На рисунке 3 показан анализ мальтозных олигосахаридов в пиве от DP3 до DP10.

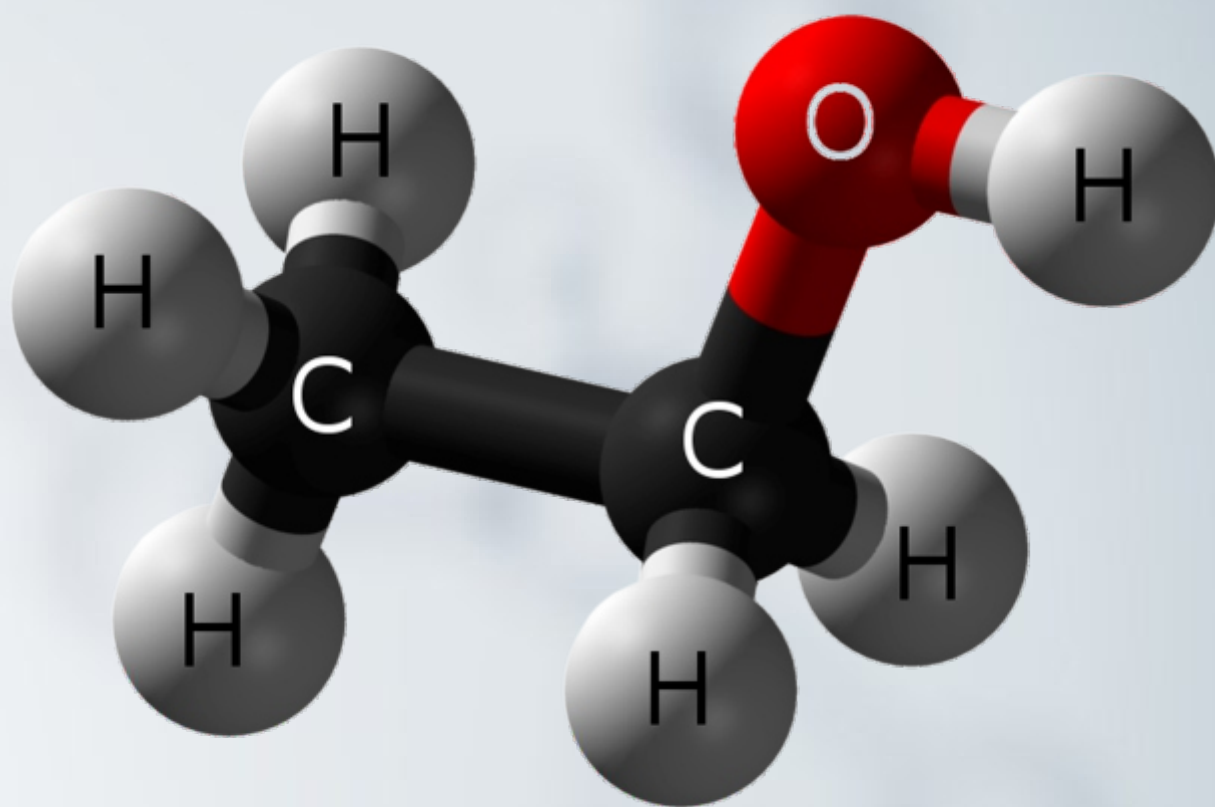
Превосходное разделение олигомеров мальтозы до DP15, позволяет быстро определить состав.



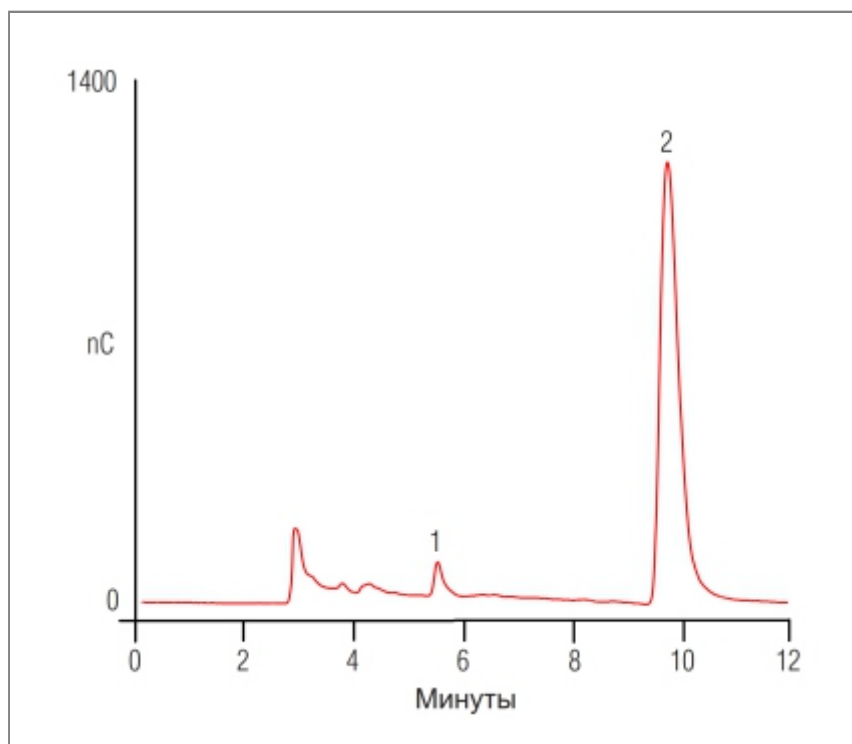
1. Глюкоза
2. Мальтоза
3. Мальтотриоза
4. Мальтотетраоза
5. Мальтопентаоза
6. Мальтогексаоза
7. Мальтогептаоза
8. Мальтооктаоза
9. Мальтодекаоза

Рисунок 3. Разделение мальтоолигосахаридов в американском пиве методом ионообменной хроматографии с амперометрическим детектированием. Перед анализом образец разбавляли 1:10.

АНАЛИЗ СПИРТОВ



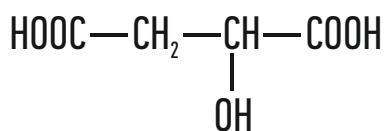
Обычно в пиве в высоких концентрациях присутствуют только два спирта – это этанол и глицерин. Глицерин – важный компонент пива; он оказывает значительное влияние на вкус и сладость глюкозы.



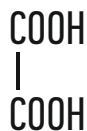
1. Глицерин
2. Этанол

Рисунок 4. Разделение глицерина и этанола в американском пиве методом ионно-эксклюзионной хроматографии с амперометрическим детектированием. Перед анализом образец разбавляли 1:10.

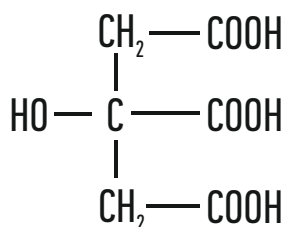
АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ



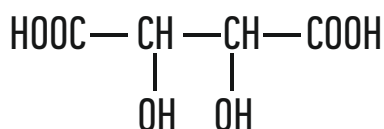
яблочная кислота



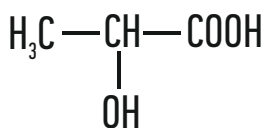
щавельная кислота



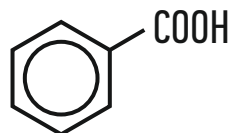
лимонная кислота



виноградная кислота



молочная кислота



бензойная кислота



Органические кислоты являются одними из наиболее важных вкусовых компонентов в пиве. Эти кислые на вкус соединения могут быть получены как дрожжевыми, так и бактериальными процессами ферментации, и в то время, как образование некоторых органических кислот может целенаправленно поощряться для придания продуктам характерных ароматов, другие, например, связанные с порчей, могут придавать неприятный вкус.

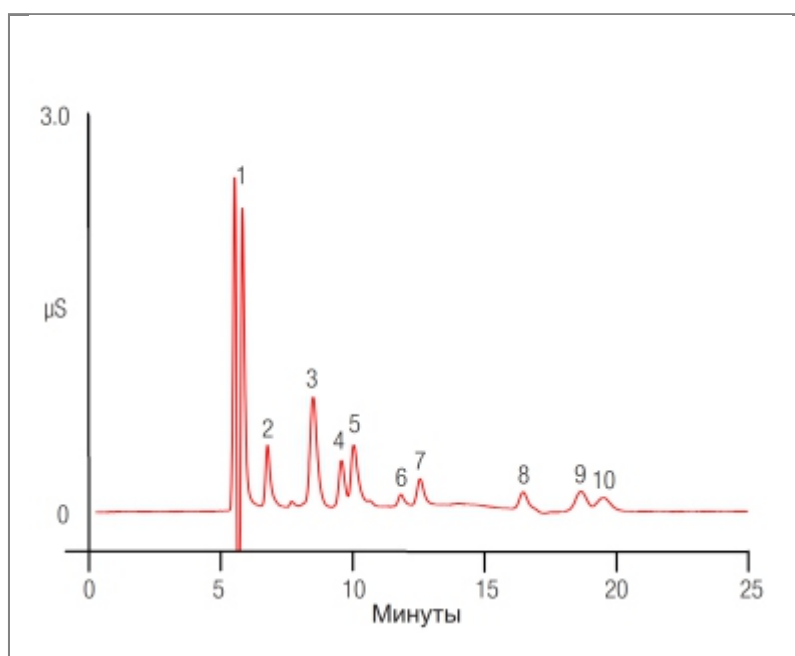
Чтобы гарантировать неизменно хороший вкус пива, которое понравится потребителям, необходимо точное профилирование вкуса. Однако количественная оценка конкретных аналитов, представляющих интерес в этой сложной матрице образцов, может быть сложной задачей из-за большого количества присутствующих продуктов ферментации. Последние научные достижения в анионообменной хроматографии помогают пивоварам более точно определять органические кислоты, чтобы гарантировать, что каждое пиво имеет отличный вкус.

Определяя концентрацию органических кислот на всех этапах производства пива, можно контролировать продукты метаболизма брожения и корреляцию тенденций вкуса пива.

На рисунке 5 показано разделение ряда органических кислот в стауте.

Перед введением образец дегазировали и разбавляли 1:40. Присутствие ацетата может свидетельствовать об окислении, тогда как пировиноградная кислота присутствует в качестве промежуточного продукта при превращении глюкозы в спирт.

Лактат вырабатывается молочнокислыми бактериями, которые превращают глюкозу и другие сахара в молочную кислоту, поэтому в большинстве сортов пива его количество сведено к минимуму.



1. Щавелевая кислота, Малеиновая кислота, и неорганические анионы
2. Пировиноградная кислота
3. Лимонная кислота
4. Яблочная кислота
5. Неопознанный
6. Муравьиная кислота
7. Молочная кислота
8. Уксусная кислота
9. Янтарная кислота
10. Неопознанный

Рисунок 5. Разделение органических кислот в британском стауте. Перед анализом образец разбавляли 1:40.

Для дальнейшего улучшения разделения критических пиковых пар, включая сукцинат, малат, бутират и тартратные компоненты, используют более узкую колонку (внутренний диаметр 2 мм), градиентное элюирование и добавление метанола, что позволяет, например, анализировать бутират – важный показатель порчи пива. Таким образом, в зависимости от того какие компоненты интересуют мастера-пивовара, могут быть выбраны разные условия проведения анализа.

На рисунках 6 и 7 приведены хроматограммы полученные при разных условиях анализа.

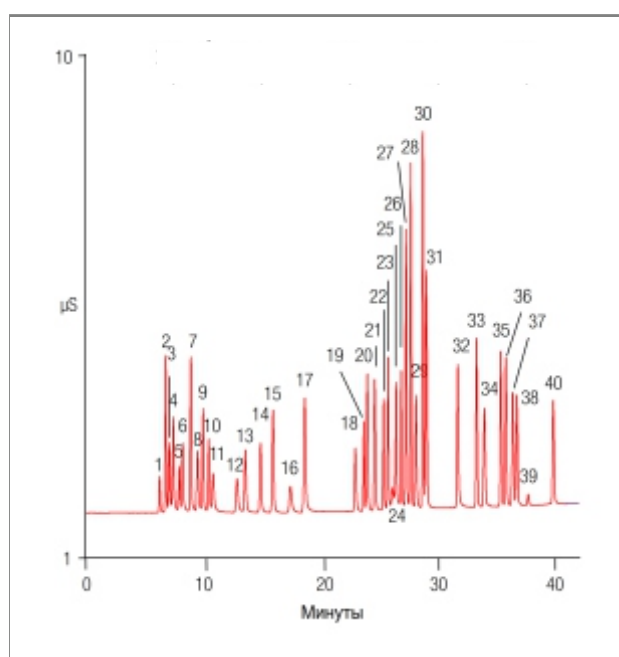


Рисунок 6.

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Хинат | 21. Нитрат |
| 2. Фторид | 22. Цитрамалат |
| 3. Лактат | 23. Малат |
| 4. Ацетат | 24. Карбонат |
| 5. 2-гидроксibuтират | 25. Малонат |
| 6. Пропионат | 26. Цитраконитат |
| 7. Формат | 27. Малеат |
| 8. Бутират | 28. Сульфат |
| 9. Метансульфонат | 29. α-кетоглутарат |
| 10. Пируват | 30. Оксалат |
| 11. Изовалерат | 31. Фумарат |
| 12. Валерат | 32. Вольфрамат |
| 13. Монохлорацетат | 33. Фосфат |
| 14. Бромат | 34. Фталат |
| 15. Хлорид | 35. Арсенат |
| 16. 2-оксовалерат | 36. Цитрат |
| 17. Нитрит | 37. Хромат |
| 18. Этилфосфат | 38. Изоцитрат |
| 19. Трифторацетат | 39. цис-аконитат |
| 20. Бромид | 40. транс-аконитат |

Хроматограммы, полученные при разных условиях анализа.

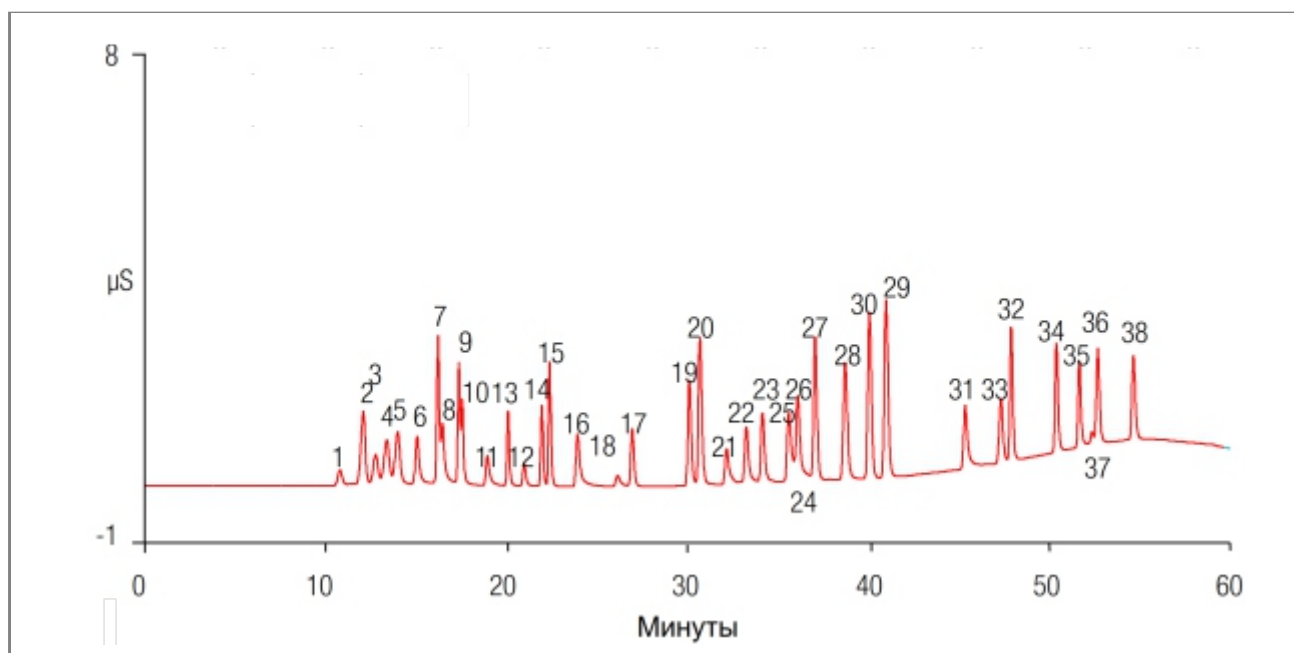
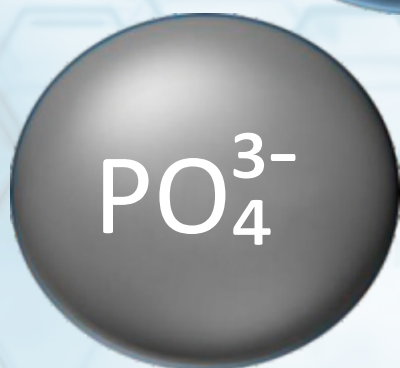
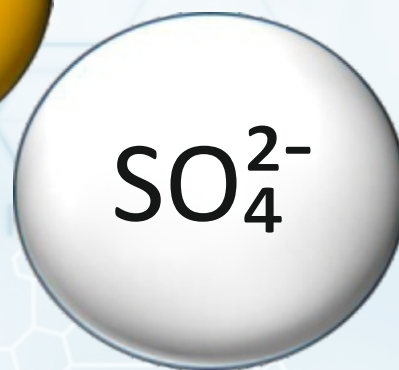
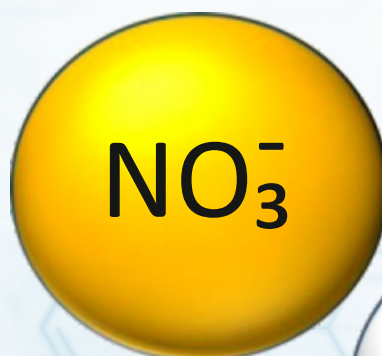
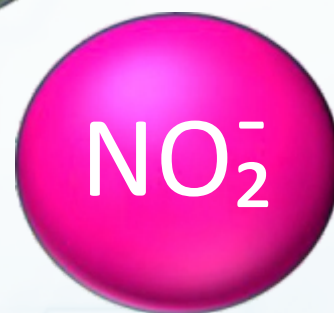


Рисунок 7.

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Хинат | 21. Глутарат |
| 2. Фторид | 22. Сукцинат |
| 3. Лактат | 23. Малат |
| 4. Ацетат | 24. Карбонат |
| 5. Гликолят | 25. Малонат |
| 6. Пропионат | 26. Тартрат |
| 7. Формат | 27. Малеат |
| 8. Бутират | 28. Сульфат |
| 9. Метансульфонат | 29. Оксалат |
| 10. Пируват | 30. Фумарат |
| 11. Валерат | 31. Вольфрамат |
| 12. Галактуронат | 32. Фосфат |
| 13. Монохлорацетат | 33. Фталат |
| 14. Бромат | 34. Цитрат |
| 15. Хлорид | 35. Хромат |
| 16. Нитрит | 36. Изоцитрат |
| 17. Трифторацетат | 37. цис-аконитат |
| 18. Сорбат | 38. транс-аконитат |
| 19. Бромид | |
| 20. Нитрат | |

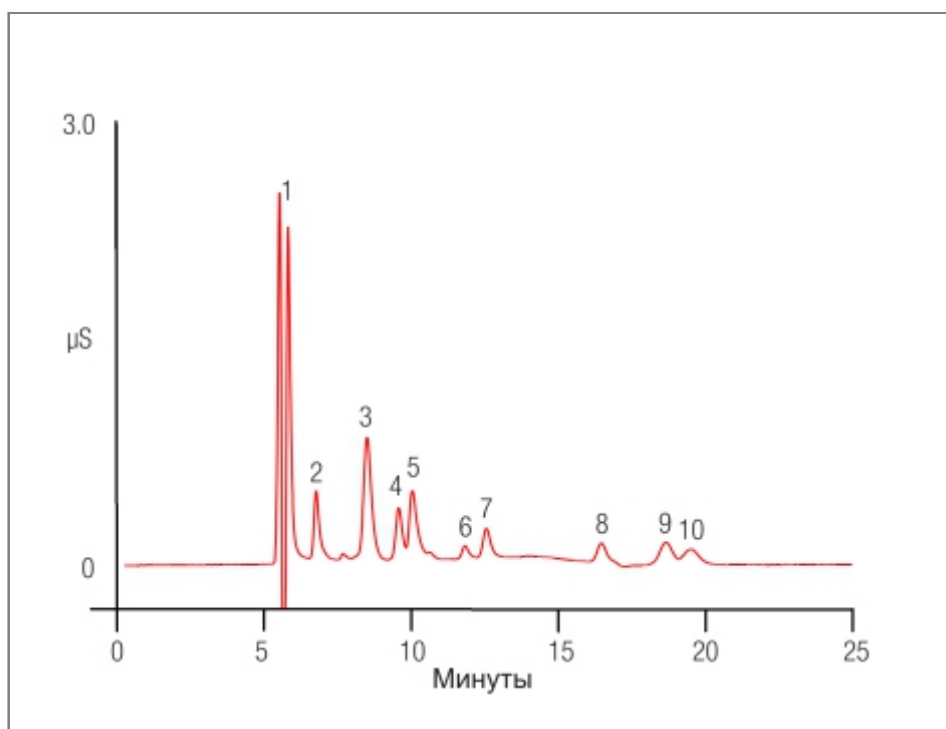
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ АНИОНЫ



Неорганические анионы попадают в пиво из пивоваренной воды и оказывают важное влияние на вкус пива.

Содержание солей в воде можно контролировать с помощью ионной хроматографии. Несмотря на преднамеренное добавление высоких количеств некоторых анионов, таких как сульфат (бартонизация), чрезмерное количество сульфата и хлорида, например, может оказать вредное воздействие на вкус пива. Кроме того, высокие концентрации других анионов, таких как нитрат (если он преобразуется в нитрит) может нанести вред дрожжам в процессе брожения. Поэтому мониторинг профиля анионов является важным этапом контроля качества в пивоваренной промышленности.

На рисунке 8 показано одновременное определение смеси неорганических и органических анионов в американском эле. Перед введением образец дегазировали и разбавляли 1:40.



1. Фторид
2. Лактат
3. Ацетат
4. Пируват
5. Хлорид
6. Нитрат
7. Сукцинат
8. Малат
9. Сульфат
10. Фосфат
11. Цитрат

Рисунок 8. Разделение неорганических анионов и органических кислот в американском эле методом ионообменной хроматографии. Перед анализом образец разбавляли 1:40.

Первым элюируемым неорганическим анионом является фторид, который часто добавляют в городскую воду для предотвращения кариеса и безвреден для пивоварения.

Следующим элюируется хлорид, и было обнаружено, что при уровне выше 250 мг/л он усиливает сладость пива. Однако это также может препятствовать флокуляции дрожжей. Нитраты когда-то считались проблемой в процессе пивоварения, но с тех пор было обнаружено, что именно нитрит, образующийся из нитратов, влияет на метаболизм дрожжей, вызывая слабое и неполное брожение.

Сульфат естественным образом содержится в воде, но придает острый и сухой оттенок хорошо охмеленному пиву, поэтому его количество сводят к минимуму. Сульфит, распространенный консервант, можно определять вместе с другими анионами в одном и том же анализе. Наконец, фосфат присутствует в солоде и буферизует затвор при слегка кислом pH.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КАТИОНЫ



Na

К

Ca

Mg

NH₄

Как и в случае с неорганическими анионами, большая часть неорганических катионов попадает в пиво из водопроводной воды. Четыре наиболее распространенных катиона в пиве – это натрий, калий, кальций и магний. Некоторые из этих катионов влияют на pH затора, а другие влияют на вкус пива. Неорганические катионы анализируются с помощью ионообменной хроматографии как показано на рисунке 9.

Если нет необходимости контролировать барий и стронций, длительность анализа пяти компонентов составляет менее 10 минут (Рис. 7).

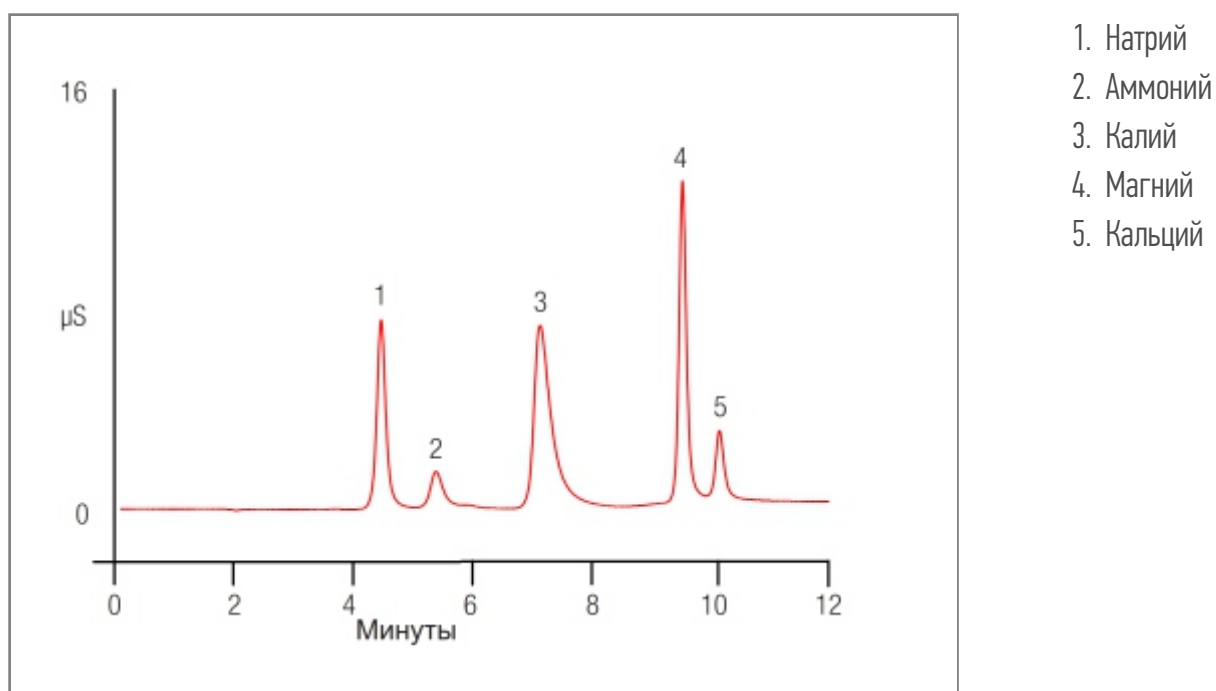


Рисунок 9. Разделение неорганических катионов в разведении американского лагера 1:40.

Натрий элюируется первым, в концентрациях 75–150 мг/л в сочетании с хлоридом он придает пиву округлую гладкость. Однако если сульфатов слишком много, натрий придает неприятную резкость вкусу. Калий – следующий элюируемый катион, и, как и натрий, он может придавать пиву слегка соленый вкус.

Он также подавляет действие некоторых ферментов в заторе. Магний является важным питательным веществом для дрожжей при уровне около 10–20 мг/л, но придает острый горько-кислый вкус при уровнях, намного превышающих 20 мг/л. Кальций, пожалуй, самый важный металл, поскольку он вступает в реакцию с фосфатом солода, понижая pH затора и сусла. Он также способствует действию ферментов, но не влияет на вкус пива.

На рисунке 10 представлен анализ катионного и анионного состава пива Warsteiner Pils.

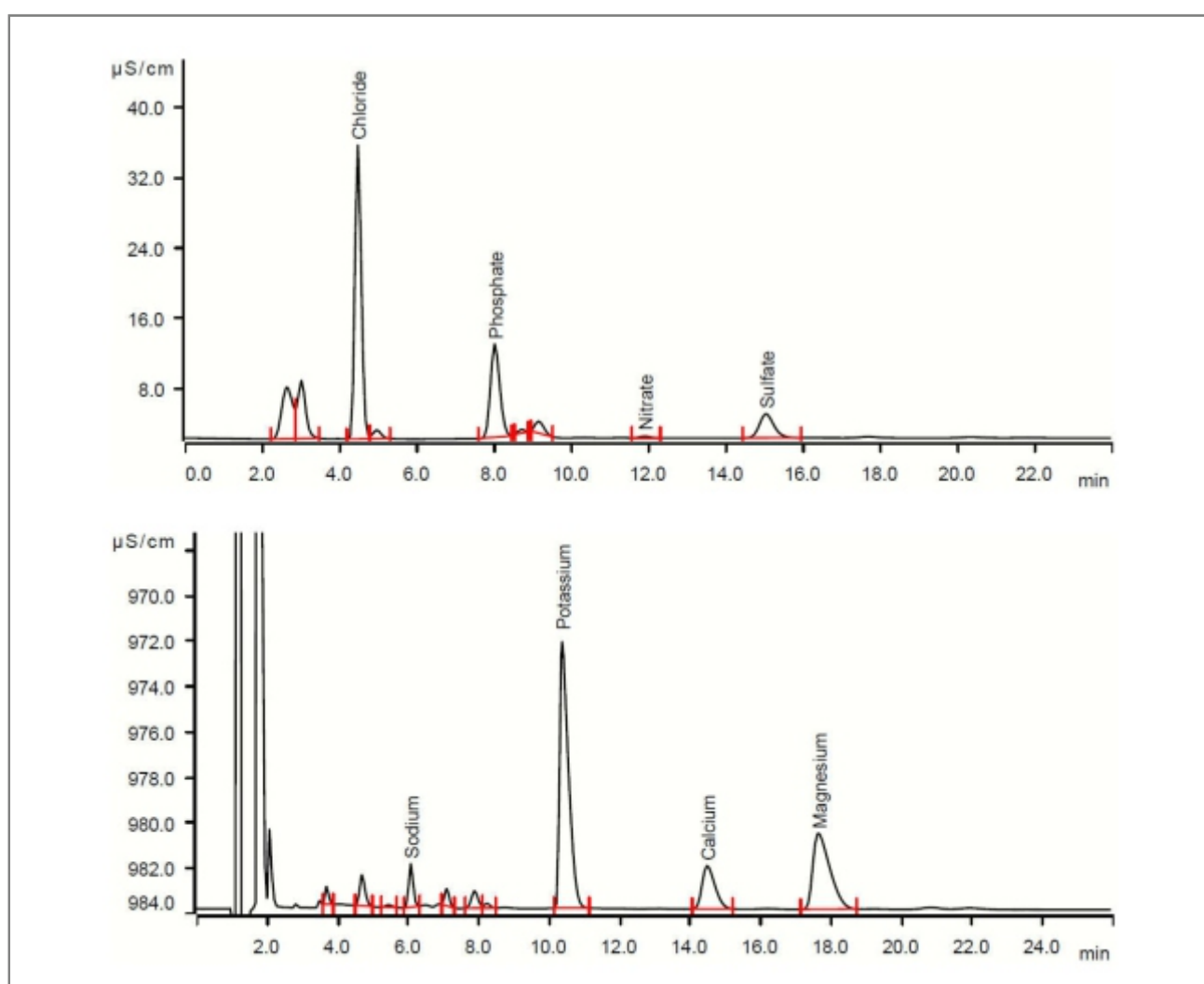


Рисунок 10.

Анализ образца Warsteiner Pils (10-кратное разведение), содержащего хлорид (229 мг/л), фосфат (352 мг/л), нитрат (5 мг/л) и сульфат (60 мг/л) в качестве основных анионы (вверху) и натрий (13 мг/л), калий (365 мг/л), кальций (53 мг/л) и магний (56 мг/л) в качестве основных катионов (внизу).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



С помощью ионной хроматографии можно успешно контролировать в сырье для пива и готовом продукте содержание углеводов, спиртов, органических кислот, а также неорганических анионов и катионов.

Хотя многие из этих компонентов можно определить индивидуально, используя для каждого компонента отдельный метод, используя ионную хроматографию можно сократить время анализа и затраты на оборудование, используя один прибор с возможностью анализировать сразу несколько веществ.

Ионная хроматография – универсальный метод, отвечающий многим аналитическим требованиям процесса производства пива.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗОВ



ВЫШЕПЕРЕЧИСЛЕННЫЕ АНАЛИЗЫ ВЫПОЛНЯЮТСЯ НА ХРОМАТОГРАФАХ SHINE В СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ КОМПЛЕКТАЦИИ:



Ионный хроматограф CIC-D180



Автосамплер SHA-18



Амперометрический
(электрохимический)
детектор



Детектор UV-Vis

Подробная информация о характеристиках оборудования размещена в каталогах и на сайте компании «Квалитест» <https://qtest.org>
Для получения точной спецификации оборудования под необходимую задачу, пожалуйста, обратитесь к нам info@qtest.org



A blank sheet of white paper with horizontal ruling lines.



ИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

ТОО «ТОПАН»

Республика Казахстан, Западно-Казахстанская область,
090005, г. Уральск, ул. Ружейникова, 11

Отдел продаж лабораторного оборудования

+7 777 000 9911 (WhatsApp), +7 (7112) 28-11-66 (211)

E-mail: info@topan.kz, news@topan.kz