

Исследование ассортимента и определение синтетических азокрасителей в составе киселей – концентратов сладких блюд

| | | | |
|------------------------|--------------|----------------------|---|
| Надежда А. Коломейцева | ¹ | k-nadya2704@ya.ru |  0000-0002-5549-6619 |
| Ирина А. Глотова | ¹ | glotova-irina@ya.ru |  0000-0002-9991-1183 |
| Анна А. Дерканосова | ² | aa-derk@yandex.ru |  0000-0002-9726-9262 |
| Алла Е. Куцова | ² | alla-toporkova@ya.ru |  0000-0002-5778-6150 |

1 Воронежский аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

2 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Проблема использования синтетических красителей (СК) в продуктах массового потребительского спроса, к которым относятся кисели, а также методов качественного и количественного контроля их содержания является актуальной как для производителей, так и для потребителей. В работе решали задачи: мониторинг рынка киселей с точки зрения применения производителями СК; анализ современных тенденций в определении СК в безалкогольных напитках с адаптацией метода экстракционно-хроматографического определения синтетических красителей в безалкогольных напитках к киселям – концентратам сладких блюд. Товарные предложения киселей исследовали методами наблюдений с последующим анализом и систематизацией, в крупнейших торговых сетях г. Воронежа: по следующим группам: сухой концентрат киселя, требующий варки; сухой концентрат киселя быстрорастворимый. Наличие СК по результатам информационной экспертизы было установлено для пяти из двенадцати торговых марок сухого концентрата киселя, из них два требующих варки и три быстрорастворимых, то есть 40 %, содержат искусственные красители, ароматизаторы, либо нанесенная на упаковку маркировка не позволяет их идентифицировать. Объектами исследования методом хроматографии в тонком слое с предварительным экстракционным концентрированием СК служили сухие концентраты киселя быстрорастворимые: кисель плодово-ягодный, ТМ «Кубань Матушка»; кисели с ароматом клубники, лесной ягоды, вишни, ТМ «Радово». Установлено, что состав подвижной фазы из ацетона, бутилового спирта и концентрированного раствора гидроксида натрия обеспечивает хорошее разделение азокрасителей и интенсивность окраски хроматографических пятен. В данной системе коэффициент подвижности R_f для азокрасителей тартразин (E 102), понсо 4R (E 124), кармузин или азорубин (E 122), увеличивается в указанной последовательности. Увеличение содержания органических растворителей в подвижной фазе снижает селективность разделения, так как может приводить к перекрытию хроматографических пятен. Для количественного определения азокрасителей можно использовать сканер и персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением.

Ключевые слова: концентрат сладких блюд, синтетические красители, азокрасители, идентификация, кармузин, тартразин, понсо 4R.

Research of the assortment and determination of synthetic azo dyes in the composition of jelly concentrates of sweet dishes

| | | | |
|--------------------------|--------------|----------------------|---|
| Nadezhda A. Kolomeytseva | ¹ | k-nadya2704@ya.ru |  0000-0002-5549-6619 |
| Irina A. Glotova | ¹ | glotova-irina@ya.ru |  0000-0002-9991-1183 |
| Anna A. Derkanosova | ² | aa-derk@yandex.ru |  0000-0002-9726-9262 |
| Alla E. Kutsova | ² | alla-toporkova@ya.ru |  0000-0002-5778-6150 |

1 Voronezh Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurin St., 1, Voronezh, 394087, Russia

2 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The problem of using synthetic dyes (SD) in mass-market products, which include jelly, as well as methods of qualitative and quantitative control of their content is relevant for both producers and consumers. The work solved the following tasks: monitoring the kisel market from the point of view of the use of SD by manufacturers; analysis of modern trends in determining SD in soft drinks with the adaptation of the method of extraction-chromatographic determination of synthetic dyes in soft drinks to kisseles – concentrates of sweet dishes. The product offerings of kisseles were studied by observation methods with subsequent analysis and systematization, in the largest retail chains of Voronezh: in the following groups: dry concentrate of kisel requiring cooking; dry concentrate of instant kisel. The presence of SD based on the results of the information examination was established for five out of twelve brands of dry concentrate of kisel, of which two requiring cooking and three instant, i.e. 40 %, contain artificial colors, flavors, or the marking applied to the packaging does not allow their identification. The objects of the study by the method of chromatography in a thin layer with preliminary extraction concentration of SD were instant dry concentrates of kisel: fruit and berry kisel, TM "Kuban Matushka"; kisseles with the aroma of strawberry, wild berry, cherry, TM "Radovo". It was established that the composition of the mobile phase from acetone, butyl alcohol and concentrated sodium hydroxide solution ensures good separation of azo dyes and the intensity of the color of chromatographic spots. In this system, the mobility coefficient R_f for the azo dyes tartrazine (E 102), ponceau 4R (E 124), carmoisine or azorubin (E 122) increases in the indicated sequence. Increasing the content of organic solvents in the mobile phase reduces the selectivity of separation, since it can lead to overlapping of chromatographic spots. For quantitative determination of azo dyes, a scanner and a personal computer with the appropriate software can be used.

Keywords: sweet food concentrate, synthetic dyes, azo dyes, identification, carmoisine, tartrazine, ponceau 4R.

Для цитирования

Коломейцева Н.А., Глотова И.А., Дерканосова А.А., Куцова А.Е. Исследование ассортимента и определение синтетических азокрасителей в составе киселей – концентратов сладких блюд // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 32–39. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-32-39

For citation

Kolomeytseva N.A., Glotova I.A., Derkanosova A.A., Kutsova A.E. Research of the assortment and determination of synthetic azo dyes in the composition of jelly concentrates of sweet dishes. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 32–39. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-32-39

Введение

Еда и напитки являются частью культуры народа, формируя национальные традиции, культурный суверенитет как совокупность социально-культурных факторов, позволяющих народу и государству формировать свою идентичность, избегать социально-психологической и культурной зависимости от внешнего влияния [1].

С этих позиций кисель имеет глубокие культурные и семантические корни, несет образ культурного наследия и древней мудрости. Например, первый масленичный блин испекли в IX веке именно на киселе, именно с помощью киселя был спасен русский Белый город при осаде печенегами в 997 году. Кисель является тем ретро-продуктом, который символизирует связь поколений в семье.

Интенсивный ритм жизни современного человека, не позволяет тратить значительное время на приготовление пищи и приводит к изменению структуры спроса. Кроме того, кисель в виде «дегидратированных упакованных полуфабрикатов» является продуктом, актуальным для оптимизации питания в социально значимых сферах: для работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, различного типа организованных коллективах, включая детские, и т. д. [2].

В розничных торговых сетях Российской Федерации кисель можно приобрести в готовой к употреблению товарной форме безалкогольного напитка [3] или в виде концентрата сладких блюд в насыпном либо в брикетированном виде [4]. Анализ нормативной документации показывает, что помимо киселей, к концентратам сладких блюд относят «муссы, желе, кремы, пудинги» [4].

На основе анализа ассортимента киселей примере торговой сети г. Кемерово предлагается использовать деление этого сегмента рынка на следующие группы: 1) сухие быстрозавариваемые кисели, 2) сухие насыпные кисели, требующие варки, 3) сухие брикетированные кисели, 4) бутилированные кисели, готовые к употреблению и готовые напитки на основе зернового сырья. При этом на долю быстрозавариваемых киселей приходится 24 % рынка, а на долю сухих насыпных и сухих брикетированных киселей суммарно – 72 % ассортимента в торговой сети г. Кемерово.

Таким образом, все большее значение в структуре питания населения приобретают пищекопцентраты и готовые к употреблению блюда, в том числе десертные блюда и напитки. В зависимости от используемого сырья, кисели, муссы, желе могут вырабатываться «на плодовых или ягодных экстрактах концентрированных соков». В противном случае ГОСТ 18488–2000 регламентирует возможность и необходимость использования при производстве киселей, муссов, желе «вкусовых и ароматических добавок», впрочем, без указания на их рекомендуемый или допустимый перечень.

Тем не менее, в ГОСТ 18488–2000 оказалась без упоминания важная группа пищевых добавок, применение которых играет важную роль в формировании потребительских свойств питьевых киселей как части группового ассортимента безалкогольных напитков, а также как части группового ассортимента концентратов сладких блюд – это пищевые красители различной природы.

На территории стран, входящих в ЕАЭС, требования безопасности пищевых добавок, в том числе синтетических красителей (СК), а также ароматизаторов и технологических вспомогательных средств являются объектом регулирования ТР ТС 029/2012 «Требования к безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», в соответствии с которым является допустимым применение ряда синтетических красителей [5]. При этом их содержание не должно превышать 100 мг/кг, а каждого из красителей, например, кармуазина (Е 122), понсо 4R (Е 124) – не более 50 мг/кг.

Следует отметить, что в перечень стандартных показателей гигиенической оценки концентратов киселей, в том числе функционального значения, не входит определение искусственных красителей, как факторов потенциального негативного влияния на здоровье человека, а кисель традиционно является компонентом меню для детского питания.

В то же время, традиционный состав киселей в качестве десертных блюд, помимо высокого, более 75, гликемического индекса, за счет значительного содержания крахмала и сахара [6], характеризуется «определенным процентом ароматизаторов и пищевых красителей» [7], среди которых в ряде случаев отмечено применение красителей неидентифицированной природы.

При этом результаты исследований показывают, что потребители делают выбор в пользу напитков, содержащих натуральное сырье, натуральные источники красителей и ароматов [8]. Высоким спросом пользуются напитки, которые не создают углеводную нагрузку на эндокринную систему за счет быстроусвояемых углеводов и рафинированной сахарозы [6].

Таким образом, помимо целевой профилактики и коррекции метаболических нарушений путем разработки рецептур пищевых концентратов киселей с использованием сахарозаменителей и интенсивных подсластителей, в плане защиты экологии человека, комплексного обеспечения здоровьесбережения населения различных возрастных категорий особую актуальность имеет проблема использования искусственных красителей в продуктах массового потребительского спроса, к которым относятся кисели, а также методов качественного и количественного контроля их содержания в данных продуктах.

Задачи работы: мониторинг рынка киселей на примере торговых сетей г. Воронежа и популярных маркетплейсах («Вайлдберрис», «Озон», «Яндекс-маркет») с точки зрения применения искусственных красителей; анализ современных тенденций в определении искусственных красителей в безалкогольных напитках с адаптацией метода экстракционно-хроматографического определения синтетических красителей в безалкогольных напитках к киселям – концентратам сладких блюд.

Материалы и методы

Для проведения исследований товарных предложений киселей были использованы методы наблюдений с последующим анализом и систематизацией, в крупнейших торговых сетях г. Воронежа: «ОКей», «Магнит», «Центрторг», «Пятерочка», «Линия», «Перекресток», «Чижик», «Маяк» по следующим группам: сухой концентрат киселя, требующий варки; сухой концентрат киселя быстрорастворимый.

Объектами исследования служили сухие концентраты киселя быстрорастворимые:

кисель плодово-ягодный, ТМ «Кубань Матушка», производитель ООО «Югоптторг-23», г. Краснодар;

кисели с ароматом клубники, лесной ягоды, вишни, ТМ «Радово», производитель ООО «Стандарт», г. Ижевск.

Для разделения и идентификации СК была выбрана тонкослойная хроматография [9-11]. С учетом методик, изложенных в [12], анализировали подготовленные к употреблению напитки в соответствии с рекомендациями производителей.

Исследование азокрасителей (АК) в составе сухих концентратов киселя проводили по схеме: концентрирование АК – идентификация АК с возможным последующим количественным определением АК при необходимости.

Концентрирование АК проводили в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

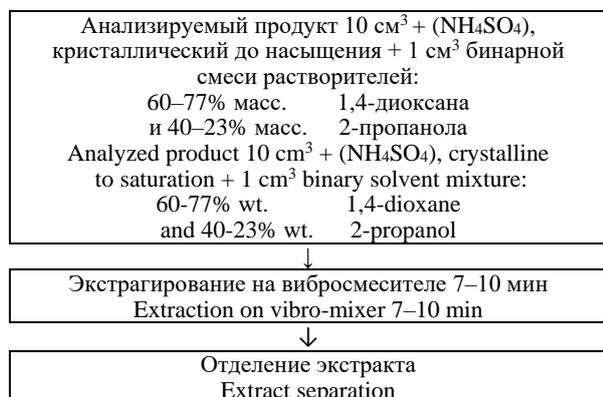


Рисунок 1. Последовательность и условия проведения концентрирования АК в анализируемых пробах киселей, приготовленных из сухих быстрорастворимых концентратов

Figure 1. Sequence and conditions for the concentration of azo dyes (AD) in analyzed samples of jelly prepared from dry instant concentrates

Красители идентифицировали, используя метод восходящей хроматографии в тонком слое на пластине «Silufol» (Чехия) в качестве неподвижной фазы. Для идентификации применяли приготовленные стандартные растворы анализируемых АК, путем сравнения окраски и коэффициента подвижности R_f определяемого и стандартного компонентов, который рассчитывали по формуле $R_f = X / X_f$, где X – фронт смещения идентифицируемого красителя; X_f – фронт смещения растворителя [12].

Для приготовления стандартных образцов были использованы следующие АК: тартразин (85,0 %, Acros Organics, Индия); понсо 4R (99,0 %, Sigma-Aldrich, Китай); кармуазин (азорубин) (90,0 %, Sigma-Aldrich, Китай).

Хроматографическим шприцем отбирали 0,010 см³ экстракта и наносили на линию старта в нижней части пластины «Silufol». На дно хроматографической камеры помещали смесь растворителей (ацетон – бутиловый спирт – гидроксид натрия в виде концентрированного раствора). Объемное соотношение растворителей составляло 2:5:1. Продолжительность хроматографирования 40 мин.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены данные по исследованию ассортимента и состава сухих концентратов киселей популярных торговых марок, в составе которых производителем декларировано использование СК, или же маркировка не позволяет идентифицировать происхождение пищевого красителя. При этом наличие СК по результатам информационной экспертизы было установлено для пяти из двенадцати торговых марок сухого концентрата киселя, из них два требующих варки и три быстрорастворимых, то есть 40 %, содержат искусственные красители, ароматизаторы, либо нанесенная на упаковку маркировка не позволяет их идентифицировать, например, кисель «Клюквенный», ТМ Трапеца, производитель ООО «Новосибирский пищевой комбинат».

В связи с тем, что у производителей киселей среди СК наиболее популярны азокрасители, цвет которых соответствует натуральной цветовой гамме широко используемого для производства киселей плодово-ягодного сырья, был также проведен поиск киселей из недорогого ценового сегмента на маркетплейсах, по ключевым словам: «кисель» и «тартразин», «кисель» и «кармуазин», «кисель» и «Понсо 4R».

Результаты показали наличие в продаже (маркетплейс «Вайлдберрис») киселя плодово-ягодного, ТМ «Кубань Матушка», производитель ООО «Югоптторг-23», г. Краснодар, ул. Стмферопольская, 62. В состав, согласно маркировке производителя, входят следующие компоненты: сахар; крахмал картофельный; лимонная кислота;

ароматизатор пищевой идентичный натуральному "Плодово-ягодный": персик, банан, яблоко, абрикос, краситель пищевой "Кармуазин" (Е 122). Дополнительно отмечено, что кисель содержит красители, которые могут отрицательно влиять на активность и внимание детей.

Вторым результатом поиска стали кисели с ароматом клубники, лесной ягоды, вишни и персика, ТМ «Радово», производитель ООО «Стандарт», г. Ижевск, ул. Новоажимова, 12. Кисели имеют идентичный состав компонентов: сахар, крахмал картофельный, крахмал кукурузный,

регулятор кислотности: лимонная кислота, витамин С (аскорбиновая кислота), отличаясь использованными ароматизаторами и СК: с ароматом клубники – ароматизатор "Клубника", пищевые красители "Понсо 4R" (Е 124), "Тартразин" (Е 102); с ароматом лесной ягоды – ароматизатор "Лесная ягода", пищевой краситель "Понсо 4R" (Е 124); с ароматом вишни – ароматизатор "Вишня", пищевой краситель "Понсо 4R" (Е 124), с ароматом персика – ароматизатор "Персик", пищевой краситель "Понсо 4R" (Е 124), "Тартразин" (Е 102). Дополнительно отмечено, что кисели ТМ «Радово» являются витаминизированным продуктом.

Таблица 1.

Данные по исследованию ассортимента и состава сухих концентратов киселей популярных торговых марок

Table 1.

Data on the study of the range and composition of dry concentrates of jelly of popular brands

| Наименование Name | Наличие в торговых сетях Availability in retail chains | Производитель Manufacturer | Нормативный или технический документ Regulatory or technical document | Способ приготовления Method of preparation | Наличие искусственных ароматизаторов, синтетических красителей Presence of artificial flavors, synthetic colors |
|--|---|--|--|---|---|
| Давыдовский продукт. Кисель плодово-ягодный | Центрторг | Давыдовский овощесушильный завод | ГОСТ Р ИСО 22000–2007 (ISO 22000–2005) | Требующий варки Requiring boiling | Ароматизатор идентичный натуральному Flavoring identical to natural flavoring |
| Моя цена. Кисель клубника | Магнит, ЗАО «Тандер» | Моя цена, СТМ | ТУ 10.39.19–013–44–18433–2019 | | Ароматизатор Клубника, Тартразин (Е 102), Понсо 4R (Е 124), Синий блестящий (Е 133) Flavor Strawberry, Tartrazine (Е 102), Ponceau 4R (Е 124), Brilliant Blue (Е 133) |
| Моя цена. Кисель клюква | Магнит, ЗАО «Тандер» | Моя цена, СТМ | ТУ 10.39.19–013–44–18433–2019 | | Ароматизатор Клюква, Тартразин (Е 102), Кармуазин (Е 122), Синий блестящий (Е 133) Flavoring Cranberry, Tartrazine (Е 102), Carmoisine (Е 122), Brilliant Blue (Е 133) |
| Кисель ТЧН! клубника вишня моментального приготовления | ОКей | ООО «Стандарт», г. Краснодар | ТУ 10.89 19–017 61954469–2016 | Быстро растворимый Fast dissolving | Ароматизатор Клубника, Понсо 4R (Е 124) Strawberry flavoring, Ponceau 4R (Е 124) |
| Экспресс-кисель Мастер Дак со вкусом ассорти | Центрторг | ООО «Сантус», г. Москва | ТУ 10.89.19–002–05782906–2017 | | Ароматизатор идентичный натуральному "Лесная ягода", "Персик", "Яблоко" Flavoring identical to natural flavoring Forest Berry, Peach, Apple |
| Кисель Клюквенный Трапеза | Маяк | ООО «Новосибирский пищевой комбинат», г. Новосибирск | ТУ 10.89.19–026–49073982 | | Пищевые ароматизаторы и красители, нет возможности идентифицировать по нанесенной маркировке Food flavorings and coloring agents that cannot be identified by the applied labeling |

Витаминация продуктов массового потребительского спроса, безусловно, является позитивной тенденцией, особенно для потребителей детского и пожилого возраста [13, 14]. Однако одновременное внесение в продукт витаминов и СК может нивелировать положительное влияние витаминов, в том числе, на формирование микробиоты детей младшего возраста [13]. Систематизируя результаты исследований, изложенные в отечественных и зарубежных работах, следует отметить как общие негативные результаты воздействия на организм и взрослых, и детей со стороны СК (рисунок 2), так и отдельные специфические проявления действия азокрасителей в опытах *in vivo* на лабораторных животных.

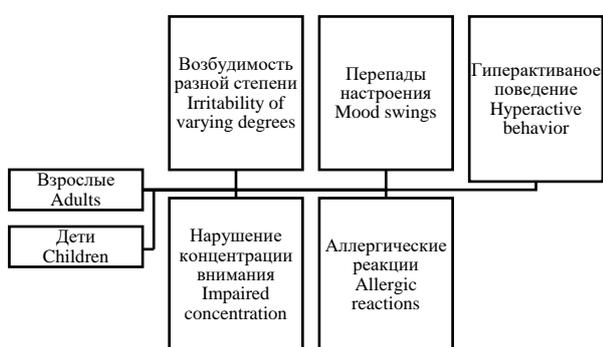


Рисунок 2. Общие негативные результаты воздействия СК в составе продуктов питания на потребителей разного возраста

Figure 2. General negative effects of SC in food products on consumers of different ages

Отмечены гематотоксичные и иммунотоксичные свойства тартразина, его способность вызывать поражения печени и почек, нарушать антиоксидантную защиту организма в отношении взрослых самцов крыс линии Wistar [15]. У теплокровных лабораторных животных выявлены гистологические и морфометрические изменения щитовидной железы после 60-суточного введения тартразина [16], зафиксирована слабая цитогенетическая активность в микроядерном тесте на клетках костного мозга под действием красителя Жёлтый «солнечный закат» [17].

В связи с наличием в химической структуре азокрасителей и продуктов их деструкции нафталинового цикла, они являются для живых систем «токсикантами канцерогенного действия» [12, 18].

В связи с этим, актуальной задачей является совершенствование существующих и перспективная разработка новых методов идентификации и контроля количественного содержания СК в концентрированных пищевых системах.

Определение синтетических красителей в спортивных напитках явилось предметом исследований в Бразилии, при этом для извлечения СК из сухого порошка был применен метод дисперсионной твердофазной экстракции, а визуализацию результатов проводили с использованием ВЭЖХ с УФ-детектированием [13]. Однако более простым и дешевым в реализации с точки зрения аппаратного оформления и квалификации обслуживающего персонала является использование для идентификации СК тонкослойной хроматографии. В Бразилии этим методом идентифицировали тартразин (Е 102), амарант (Е123), желтый закат (Е 110) и блестящий синий (Е 133), используя его для подтверждения состава безалкогольных напитков по наличию СК, указанного на этикетке [20].

Электрохимическое поведение красного пищевого красителя кармуазина обуславливает возможность вольтамперометрического определения карминовой кислоты в безалкогольных напитках с пределом ее обнаружения 0,02 мг/дм³. Однако данный метод не дает возможности одновременного определения двух и более азокрасителей, а такая необходимость может возникать, о чем свидетельствуют результаты мониторинга состава концентратов сладких блюд по наличию СК.

Для разделения и идентификации СК авторами [10] была рекомендована тонкослойная хроматография в качестве эффективного метода для идентификации СК в безалкогольных напитках, включая соки со вкусом граната, для окрашивания которых наиболее часто производители применяли сочетание СК кармуазин + Желтый закат с использованием в качестве критерия коэффициента подвижности R_f .

В таблице 2 представлены результаты расчета коэффициентов подвижности R_f для стандартных образцов красителей и красителей в составе исследуемых образцов популярных быстрорастворимых концентратов киселей ТМ «Кубань Матушка» и «Радово».

Использованный состав подвижной фазы из ацетона, бутилового спирта и концентрированного раствора гидроксида натрия обеспечивает хорошее разделение СК и увеличивает интенсивность окраски хроматографических пятен. Коэффициент подвижности R_f для исследованных СК увеличивается в следующей последовательности: Е 102 < Е 124 < Е 122. Увеличение содержания органических растворителей в подвижной фазе снижает селективность разделения, так как может приводить к перекрытию хроматографических пятен.

Коэффициенты подвижности R_f для стандартных образцов красителей и красителей в составе исследуемых образцов киселей

Таблица 2.

Mobility coefficients R_f for standard samples of dyes and dyes in the composition of the studied samples of jelly

| Цвет пятен на хроматограмме Color of spots on chromatogram | Коэффициенты подвижности R_f Mobility coefficients R_f | | Обнаруженный краситель Detected dye |
|---|---|---|---|
| | для синтетических красителей for synthetic dyes | для исследуемых образцов for test samples | |
| Розовый Pink | E 122; $R_f = 0,46$ | Кисель плодово-ягодный ТМ «Кубань Матушка» Fruit and berry jelly TM "Kuban Matushka" $R_f = 0,44$ | E 122 Кармуазин Carmoisin |
| Светло-розовый Light Pink | E 124; $R_f = 0,31$ | Кисель с ароматом вишни ТМ «Радово» Jelly with the aroma of cherry TM "Radovo" $R_f = 0,31$ | E 124 Понсо 4R Ponceau 4R |
| Светло-розовый Light Pink | E 124; $R_f = 0,31$ | Кисель с ароматом лесной ягоды ТМ «Радово» Jelly with the aroma of wild berries TM "Radovo" $R_f = 0,31$ | E 124 Понсо 4R Ponceau 4R |
| Светло-розовый Light Pink Лимонно-желтый Lemon Yellow | E 102; $R_f = 0,25$ E 124; $R_f = 0,31$ | Кисель с ароматом клубники ТМ «Радово» Jelly with the aroma of strawberry TM "Radovo" $R_{f1} = 0,25$ $R_{f2} = 0,31$ | E 102 тартразин E 124 Понсо 4R Tartrazine Ponceau 4R |

Заключение

Мониторинг рынка киселей быстрого приготовления доступного большинству покупателей ценового сегмента на примере торговых сетей г. Воронежа и популярных маркетплейсах («Вайлдберрис», «Озон», «Яндекс-маркет») показал актуальность проблемы использования производителями в составе продуктов, в том числе обогащенного состава и витаминизированных, синтетических красителей. Экстракционно-хроматографический метод идентификации и при

необходимости количественного определения СК является доступным с точки зрения аппаратного и кадрового обеспечения физико-химических и измерительных процедур при его реализации.

Экстракционно-хроматографическая методика позволяет идентифицировать и при необходимости количественно определять азокрасители в водных растворах на уровне различных, в том числе микроконцентраций, с применением обычной офисной техники: сканер и персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением.

Литература

- 1 Марьина Т. Блин всухомятку. Как развивается рынок пищевых концентратов в России? Санкт-Петербургские ведомости. 13.02.2023 г. URL: https://spbvedomosti.ru/news/country_and_world/blin-vsukhomyatku-kak-razvivaetsya-yarnok-pishchevykh-konsentratov-v-rossii/
- 2 Соколов А.Ю., Акимова Н.А. Управление качеством концентрированных киселей для профессионального питания // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2020. Т. 17. № 6 (114). С. 208–214. doi: 10.21686/2413-2829-2020-6-208-214
- 3 ГОСТ Р 56558–2015. Консервы. Кисели питьевые фруктовые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ. 8 с.
- 4 ГОСТ 18488–2000. Концентраты пищевые сладких блюд. Общие технические условия. М.: Стандартинформ. 6 с.
- 5 ТР ТС 029/2012. Требования к безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Евраз. эконом. комис. Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2014. 272 с.
- 6 Морозова С.С., Бакуменко О.Е., Тарасова В.В. Разработка рецептур пищевых концентратов киселей с использованием сахарозаменителей и интенсивных подсластителей // Пищевая промышленность. 2020. № 6. С. 13–18. doi: 10.24411/0235-2486-2020-10058
- 7 Яшин А.Н., Агаркова Е.Ю. Кисель с низким гликемическим индексом. Обзор рынка РФ. // Сборник материалов Поландовских чтений VI международной научно-практической молодежной конференции «Пищевые технологии будущего» (5 июня 2024 г.). ФГАНУ НИИХП. М.: ООО «Белый Ветер». 2024. С. 159–166.
- 8 Spertl R., Carle R., Müller-Maatsch J., Gebhardt B. Assessing the sustainability of natural and artificial food colorants. Journal of Cleaner Production. 2020. V. 260. P. 120884. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120884
- 9 Malaarachchi Ch., Rajanayake R.M., Amaradivakara, W.A.A.V.S. Development of a Qualitative and Quantitative Method for Determination of Artificial Food Colourants in Carbonated Beverages // International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology. 2018. doi: 10.15680/IJIRSET.2018.0707017
- 10 Хальзова С.А., Зяблов А.Н. Определение азокрасителей в безалкогольных напитках методом ТСХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2022. Т. 22. № 3. С. 252–260. doi: 10.17308/sorpchrom.2022.22/9332
- 11 Haydarova M.A., Kodirov Z. Effective methods for identifying synthetic dyes in soft drinks // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. V. 2 P. 119.
- 12 Пат. № 2398217, RU, G01N 21/25, C09B 61/00. Способ идентификации синтетических пищевых красителей / Санникова Н.Ю., Коренман Я.И., Суханов П.Т. № 2008149487/05; Заявл. 15.12.2008; Оpubл. 27.08.2010, Бюл. № 24.

- 13 Drall K.M., Field C.J., Haqq A.M., de Souza, R. J. et. al. Vitamin D supplementation in pregnancy and early infancy in relation to gut microbiota composition and *C. difficile* colonization: implications for viral respiratory infections // *Gut Microbes*. 2020. V. 12. P. 1799734. doi : 10.1080/19490976.2020.1799734
- 14 Ugur H., Catak J., Mirzak O.F., Çebi N. et. al. Determination and evaluation of in vitro bioaccessibility of added vitamin C in commercially available fruit-, vegetable-, and cerealbased baby foods // *Food Chemistry*. 2020. V. 330. № 15. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127166
- 15 Golli El. N., Elbini I., Jrad A., Boudali I. et. al. Toxicity Induced after Subchronic Administration of the Synthetic Food Dye Tartrazine in Adult Rats, Role of Oxidative Stress. *Recent Advances in Biology and Medicine*. 2016. № 6. P. 20–28. doi: 10.18639/RABM.2016.02.284474
- 16 Морозов В.Н., Лузин В.И. Влияние 60-ти дневного введения тартразина и нанесения дефекта в большеберцовых костях на гистологическое строение и морфометрические параметры щитовидной железы крыс // *Астраханский медицинский журнал*. 2023. Т. 18, № 4. С. 58–66. doi: 10.17021/1992–6499–2023–4–58–66
- 17 Ахальцева Л.В., Юрченко В.В., Юрцева Н.А., Коняшкина М.А. Оценка генотоксичности пищевого красителя Жёлтый «солнечный закат» в микроядерном тесте in vivo // *Гигиена и санитария*. 2022. Т. 101(9). С. 1093–1097. doi: 10.47470/0016–9900–2022–101–9–1093–1097
- 18 Rajapaksha, G.K.M., Wansapala, M.A.J., Silva A.B.G. Detection of Synthetic Colours in Selected Foods & Beverages Available in Colombo District, Sri Lanka. *International Journal of Science and Research*. 2017. V. 6. №. 5. P. 801–808. doi: 10.21275/ART20173280
- 19 Floriano L., Ribeiro L.C., Saibt N., Bandeira N.M.G. et. al. Determination of Six Synthetic Dyes in Sports Drinks by Dispersive Solid-Phase Extraction and HPLC-UV-Vis. *J. Braz. Chem. Soc*. 2018. V. 29. №3. P. 602-608. doi: 10.21577/0103–5053.20170173
- 20 Andrade F.I., Guedes M.I.F., Vieira I.G.P., Mendes F.N.P. et. al. Determination of synthetic food dyes in commercial soft drinks by TLC and ion-pair HPLC. *Food Chemistry*. 2014. V. 157. P. 193–198. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.100

References

- 1 Maryina T. Dry pancake. How is the food concentrate market developing in Russia? *Sankt-Peterburgskie Vedomosti*. 13.02.2023. URL: https://spbvedomosti.ru/news/country_and_world/blin-vsukhomyatku-kak-razvivaetsya-rynok-pishchevykh-konsentratov-v-rossii/ (in Russian).
- 2 Sokolov A. Yu., Akimova N.A. Quality management of concentrated jelly for professional nutrition. *Bulletin of Plekhanov Russian University of Economics*. 2020. vol. 17. no. 6 (114). pp. 208–214. doi: <http://dx.doi.org/10.21686/2413–2829–2020–6–208–214> (in Russian).
- 3 State Standart R 56558–2015. Canned goods. Fruit drinking kissels. General specifications. Moscow, Standartinform. 8 p. (in Russian).
- 4 State Standart 18488–2000. Food concentrates for sweet dishes. General specifications. Moscow, Standartinform. 6 p. (in Russian).
- 5 TR CU 029/2012. Safety requirements for food additives, flavorings and processing aids. Eurasian Economic Commission. Minsk: Gosstandart: BelGISS, 2014. 272 p. (in Russian).
- 6 Morozova S.S., Bakumenko O.E., Tarasova V.V. Development of recipes for food concentrates of jelly using sugar substitutes and intense sweeteners. *Food industry*. 2020. no. 6. pp. 13–18. doi: 10.24411/0235–2486–2020–10058 (in Russian).
- 7 Yashin A.N., Agarkova E. Yu. Kissel with a low glycemic index. Russian market review. // Collection of materials of the Poland Readings of the VI international scientific and practical youth conference "Food Technologies of the Future" (June 5, 2024). / FGANU Research Institute of Chemical Food. M.: OOO "Bely Veter". 2024. pp. 159–166. (in Russian).
- 8 Sperl R., Carle R., Müller-Maatsch J., Gebhardt B. Assessing the sustainability of natural and artificial food colorants. *Journal of Cleaner Production*. 2020. vol. 260. pp. 120884. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120884
- 9 Malaarachchi Ch., Rajanayake R.M., Amaradivakara, W.A.A.V.S. Development of a Qualitative and Quantitative Method for Determination of Artificial Food Colourants in Carbonated Beverages // *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*. 2018. doi: 10.15680/IJRSET.2018.0707017
- 10 Khalzova S.A., Zyablov A.N. Determination of azo dyes in soft drinks by TLC // *Sorption and chromatographic processes*. 2022. vol. 22. no. 3. pp. 252–260. doi: <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2022.22/9332> (in Russian).
- 11 Xaydarova M.A., Kodirov Z. Effective methods for identifying synthetic dyes in soft drinks // *Universum: technical sciences: electronic scientific journal*. 2024. 2(119). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16920>
- 12 Sannikova N. Yu., Korenman Ya. I., Sukhanov P.T. The Method for identification of synthetic food colors. Patent RF, no 2398217, 2010. (in Russian).
- 13 Drall K.M., Field C.J., Haqq A.M., de Souza, R. J. et. al. Vitamin D supplementation in pregnancy and early infancy in relation to gut microbiota composition and *C. difficile* colonization: implications for viral respiratory infections. *Gut Microbes*. 2020. vol. 12 (1). pp. 1799734. doi: 10.1080/19490976.2020.1799734
- 14 Ugur H., Catak J., Mirzak O.F., V. et. al. Determination and evaluation of in vitro bioaccessibility of added vitamin C in commercially available fruit-, vegetable-, and cerealbased baby foods. *Food Chemistry*. 2020. vol. 330. no. 15. pp. 127166 doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127166
- 15 Golli El. N., Elbini I., Jrad A., Boudali I. et. al. Toxicity Induced after Subchronic Administration of the Synthetic Food Dye Tartrazine in Adult Rats, Role of Oxidative Stress. *Recent Advances in Biology and Medicine*. 2016. no 06. pp. 20–28. doi: 10.18639/RABM.2016.02.284474
- 16 Morozov V.N., Luzin V.I. Effect of 60-day administration of tartrazine and the creation of a defect in the tibia on the histological structure and morphometric parameters of the thyroid gland in rats. *Astrakhan Medical Journal*. 2023. vol. 18, no. 4. pp. 58–66. doi: 10.17021/1992–6499–2023–4–58–66 (in Russian).

17 Akhaltseva L.V., Yurchenko V.V., Yurtseva N.A., Konyashkina M.A. Evaluation of the genotoxicity of the food dye Sunset Yellow in an in vivo micronucleus test. Hygiene and Sanitation. 2022; 101(9): pp. 1093–1097. doi: 10.47470/0016–9900–2022–101–9–1093–1097 (in Russian).

18 Rajapaksha, G.K.M., Wansapala, M.A.J., Silva A.B.G. Detection of Synthetic Colours in Selected Foods & Beverages Available in Colombo District, Sri Lanka. International Journal of Science and Research. 2017. vol. 6. no. 5. pp. 801–808. doi: 10.21275/ART20173280

19 Floriano L., Ribeiro L.C., Saibt N., Bandeira N.M.G. et. al. Determination of Six Synthetic Dyes in Sports Drinks by Dispersive Solid-Phase Extraction and HPLC-UV-Vis. J. Braz. Chem. Soc. 2018. Vol. 29. no. 3. pp. 602-608. doi: 10.21577/0103–5053.20170173

20 Andrade F.I., Guedes M.I.F., Vieira I.G.P., Mendes F.N.P. et. al. Determination of synthetic food dyes in commercial soft drinks by TLC and ion-pair HPLC. Food Chemistry. 2014. Vol. 157. pp. 193–198. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.100

Сведения об авторах

Надежда А. Коломейцева аспирант, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, Россия, k-nadya2704@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5549-6619>

Ирина А. Глотова д.т.н., профессор, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, glotova-irina@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Алла Е. Куцова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, alla-toporkova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Nadezhda A. Kolomeytseva graduate student, technology of storage and processing of agri-cultural products department, Voronezh Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurin St., 1, Voronezh, 394087, k-nadya2704@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5549-6619>

Irina A. Glotova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of storage and processing of agri-cultural products department, Voronezh Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurin St., 1, Voronezh, 394087, glotova-irina@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Alla E. Kutsova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of animal products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, alla-toporkova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

| | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 22/10/2024 | После редакции 07/11/2024 | Принята в печать 29/11/2024 |
| Received 22/10/2024 | Accepted in revised 07/11/2024 | Accepted 29/11/2024 |