



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.681

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.019

 EDN: JZWLEG

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Марина Николаевна Школьникова ¹, Евгений Дмитриевич Рожнов ²,

¹ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия,
shkolnikova.mn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>

² Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия
red@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>

Аннотация. Цвет и прозрачность напитков являются важнейшими сенсорными атрибутами, способными оказывать психозмоциональное и физиологическое воздействие на потребителя. Напитки из плодового сырья на этапе реализации подвержены опалесценции, помутнениям и осадкам, обусловленным составом плодов и непрекращающимся взаимодействием его компонентов в напитках. Цель работы состояла в исследовании внешнего вида различных групп напитков из плодового сырья физическими методами. Объектами явились напитки: непрозрачных темноокрашенных – коммерческие образцы бальзамов «Золотой век», «Арский камень», «Башкирский», прозрачные светлоокрашенные экспериментальные образцы напитков из плодов *Hipporhaerhamnoides* сорта Чуйская – осветленный сок, сухой облепиховый виноматериал, специальное плодово-вино, внешний вид которых исследован физическими методами: электрофорезом, микроскопией, оптическими. Показано, что применение данных методов подтверждает коллоидную природу непрозрачных бальзамов. При проведении электрофореза отмечено наибольшее образование агрегатов у положительного электрода, что свидетельствует об отрицательно заряженной природе образовавшихся коллоидных частиц, основные изменения фиксируются в значениях времени воздействия тока от 8 до 30 мин с силой тока 0,1–0,6 А. Пикообразные изменения фиксируют точку помутнения или точку образования макромолекулярных агрегатов, микрокопирование образцов показывает образование агрегированных скоплений в виде частиц шаровидной формы размером около 1–2 нм. Для прозрачных светлоокрашенных напитков из плодов *Hipporhaerhamnoides* были определены оптические характеристики при определенных длинах волн, которые послужили основой для расчета показателей интенсивности цвета, оттенка и желтизны. Показано, что в результате хранения напитков из облепихи увеличивается показатель интенсивности цвета и желтизна напитков, а также снижается значение оттенка цвета, что позволяет осуществить разработку методов определения сроков хранения напитков из облепихи. Результаты исследований открывают перспективы внедрения физических методов в практику лабораторий техноконтроля изготовителей широкого ассортимента напитков из растительного сырья.

Ключевые слова: напитки, прозрачность, цвет, оптические методы, электрофорез, микроскопия, коллоидные помутнения.

Для цитирования: Школьникова М. Н., Рожнов Е. Д. Физические методы исследования в объективной оценке внешнего вида напитков из растительного сырья // Ползуновский вестник. 2023. № 1. С. 151–163. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.019. EDN: <https://elibrary.ru/JZWLEG>.

Original article

PHYSICAL METHODS OF INVESTIGATION IN OBJECTIVE EVALUATION OF THE APPEARANCE OF DRINKS FROM PLANT RAW MATERIAL

Marina N. Shkolnikova ¹, Evgeny D. Rozhnov ²

¹ Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia
shkolnikova.mn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>

² Biysk Technological Institute (Branch) of the Altay State Technical University, Biysk, Russia
red@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>

Abstract. *The color and transparency of drinks are the most important sensory attributes that can have a psycho-emotional and physiological impact on the consumer. Drinks from fruit raw materials at the marketing stage are subject to opalescence, turbidity and precipitation, due to the composition of the fruit and the ongoing interaction of its components in drinks. The purpose of the work was to study the appearance of various groups of drinks from fruit raw materials by physical methods. The objects were drinks: opaque dark-colored - commercial samples of balms "Zolotojvek", "Arskijkamen", "Bashkirskij", transparent light-colored experimental samples of drinks from the fruits of Hippophaerhamnoides variety Chuisкая - clarified juice, dry sea buckthorn wine material, special fruit wine, external the appearance of which was studied by physical methods: electrophoresis, microscopy, optical. It is shown that the use of these methods confirms the colloidal nature of opaque balms. During electrophoresis, the greatest formation of agglomerates was noted at the positive electrode, which indicates the negatively charged nature of the formed colloidal particles, the main changes are recorded in the values of the current exposure time from 8 to 30 minutes with a current strength of 0.1-0.6A. Peak-like changes fix the cloud point or the point of formation of macromolecular agglomerates, microscopy of samples shows the formation of agglomerated clusters in the form of spherical particles about 1-2 nm in size. For transparent light-colored drinks from the fruits of Hippophaerhamnoides, optical characteristics were determined at certain wavelengths, which served as the basis for calculating the indicators of color intensity, hue and yellowness. It is shown that as a result of storage of sea buckthorn drinks, the color intensity index and the yellowness of drinks increase, as well as the value of the color shade decreases, which allows the development of methods for determining the shelf life of sea buckthorn drinks. The results of the research open up prospects for the introduction of physical methods into the practice of laboratories for technochemical control of manufacturers of a wide range of drinks from vegetable raw materials.*

Keywords: *drinks, transparency, color, optical methods, electrophoresis, microscopy, colloidal opacities.*

For citation: Shkolnikova, M.N. & Rozhnov, E.D. (2023). Physical methods of investigation in objective evaluation of the appearance of drinks from plant raw material. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 151-163. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.019. EDN: <https://elibrary.ru/JZWLEG>.

ВВЕДЕНИЕ

Внешний вид является важнейшим сенсорным атрибутом напитков и складывается из гармоничного сочетания цвета, прозрачности и блеска. Именно на внешний вид напитков обращают внимание потребители в первую очередь, доверяя своему визуальному восприятию больше, чем запаху и вкусу [1, 2]. Цвет напитков способен оказывать психоэмоциональное и физиологическое воздействие

на потребителя [3]. Так, имеются данные, что цвет существенно влияет на способность потребителя правильно идентифицировать вкус, формировать четкие вкусовые профили и предпочтения, а также доминирует над другими источниками информации о вкусе, включая маркировку [4, 5]. Что касается прозрачности напитков, то потребители обычно ожидают, что напитки (фильтрованное пиво, вино, прозрачные фруктовые соки и др.) будут прозрачными и без мутности в течение обычного сро-

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

ка годности, так как срок годности большинства напитков ограничен изменениями именно их внешнего вида: замутненностью, опалесценцией, различной природы осадками. Мутные напитки часто ассоциируются с дефектными и возможно потенциально опасными.

Одной из современных тенденций производства алкогольных и безалкогольных напитков является использование обуславливающих функциональные свойства плодового сырья и полученных из него полуфабрикатов, которые, по мнению экспертов рынка, должны быть гармонично связаны с цветовыми и вкусовыми ощущениями от напитка [6, 7]. При этом использование естественной цветовой гаммы сырья дополнительно привлекает внимание потребителей за счет формирования натурального внешнего вида. На сегодня улучшение внешнего вида – основная причина использования пищевых красителей преимущественно синтетических, не имеющих никакой пищевой ценности и частично потенциально опасных для здоровья [8].

В настоящее время перед производителями напитков из плодового сырья стоит задача по эффективному и своевременному мониторингу цвета и прозрачности выпускаемой продукции, будь то физические методы исследования или визуальная оценка. Несмотря на то, что во многих прозрачных напитках допускается обусловленная особенностями используемого сырья опалесценция (пиво, вино, соки, настойки, наливки и др.), для потребителей важны кристаллическая прозрачность и чистый цвет напитков. Визуальная оценка прозрачных напитков носит субъективный характер, а методы оценки прозрачности и мутности непрозрачных и полупрозрачных напитков несовершенны, и требуют использования дополнительного оборудования, построения градуировочных зависимостей, использование стандартных растворов мутности, например, формазинной суспензии [9–11].

Как правило, напитки представляют собой прозрачные жидкости интенсивного цвета, соответствующего цвету исходного сырья (соки, вино, наливки, настойки, аперитивы и др.). Вместе с тем, на рынке представлена группа интенсивно окрашенных (от красно-коричневого до темно-коричневого), не всегда прозрачных напитков – бальзамов – безалкогольных и крепостью 30–45 % с пряным ароматом, в составе которых присутствуют плодовые полуфабрикаты: экстракты, соки, морсы и ароматные спирты, сахарный сироп, колер и другие ингредиенты. Такие напитки подвержены физико-химическим помутнениям,

так как высокомолекулярные вещества коллоидной природы полуфабрикатов: полисахариды, полифенольные вещества, пектины и другие – нестабильны, благодаря наличию аминных, карбоксильных и фенолкарбоксильных групп [12–15]. Взвеси образуют и высокомолекулярные красящие вещества сахарного колера, обладающие оксидирующими свойствами и имеющие способность служить переносчиками кислорода в процессе реакции окисления полифенольных веществ плодовых полуфабрикатов, в результате которых образуются нерастворимые соединения [16]. Таким образом, бальзамы представляют собой сложную коллоидную систему, равновесие которой при определенных условиях может нарушиться, что повлечет за собой появление муты и в дальнейшем – осадка. На этапе реализации встречаются бальзамы, в которых имеется осадок – коллоидные и кристаллические помутнения, из которых первые – объективные помутнения, обусловленные составом сырья и его непрерывающимся взаимодействием его компонентов в напитках. Выпадение коллоидных осадков (коагуляция) связано, как правило, с конденсацией фенольных соединений, плодовых полуфабрикатов с сахаром, колером, медом и другими продуктами пчеловодства, пантопродуктами и др. Отдельные коагулянты (полифенолы, декстрины и пентозаны) имеют в растворах свойства лиофильных (или лиофобных) зелей. Выпадение осадка характерно для коллоидного раствора. Проведенный авторами обширный тематический поиск показал, что исследования, посвященные анализу причин изменения внешнего вида, в частности, прозрачности бальзамов, отсутствуют. В связи с чем проведенные физическими методами аналитические исследования, которые, на первый взгляд, кажутся несложными и незначительными, являются оригинальными и новыми в данной области.

Для соков и вин в целом характерны аналогичные причины и механизмы образования помутнений и осадков при хранении в потребительской упаковке [17–21].

По мнению специалистов, употребление напитков из плодового сырья может внести существенный вклад в ликвидацию дефицита микронутриентов (витаминов, полифенольных и пектиновых веществ и др.). При этом к идеальному сырью можно отнести облепиху крушиновидную (*Hippophae rhamnoides*), плоды которой содержат значительное количество витаминов А, С, Е, каротиноидов и полифенолов, в связи с чем ее принято относить к категории «суперфруктов» [22–24].

Необходимость контроля оптических свойств напитков из облепихи обусловлена во многом химическим составом ягод. Во-первых, ягоды облепихи богаты фенольными соединениями различных классов, многие из которых являются достаточно реакционно-способными, вступая в реакции полимеризации и конденсации с образованием темноокрашенных продуктов [25–27]; во-вторых, ягоды облепихи богаты аскорбиновой кислотой, которая сама по себе является веществом, связывающим кислород и препятствующим глубокому протеканию окислительных процессов, связанных с изменением цвета напитков [28–31]. С другой стороны, при наличии в продуктах большого количества ионов металлов, кислот и ряда других соединений, а также под воздействием тепловой энергии скорость деградации аскорбиновой кислоты значительно увеличивается, и в результате самопроизвольной дегидратации и декарбоксилирования возможно образование фуфурола – соединения, являющегося интермедиатом реакции меланоидинообразования, вызывающей потемнение продуктов питания [32].

Объективным способом оценки внешнего вида прозрачных напитков является исследование оптических или так называемых хроматических характеристик, таких как интенсивность и оттенок цвета [33, 34], а также определение координат цвета в системе CIE Lab [35–40]. На основании измерения хроматических характеристик напитков возможен расчет такого показателя, как желтизна цвета, который в последнее время широко внедряется в практику контроля качества многих пищевых продуктов и характеризует степень изменения цвета белого (прозрачного) образца на желтый.

Стоит отметить, что исследование природы физико-химических помутнений непрозрачных напитков (на примере бальзамов и оптических характеристик прозрачных напитков (на примере ряда напитков из плодов облепихи) следует считать обязательной процедурой технологического процесса их производства. При этом сложившаяся мировая ситуация требует, с одной стороны, использование современных методов физико-химических исследований напитков, с другой – максимально простых и экспрессных с сохранением достоверности результатов. Таким образом, разработка и внедрение несложных, доступных и объективных физических методов, позволяющих в условиях производственных лабораторий проводить исследование внешнего вида прозрачных и непрозрачных напитков из плодового сырья, является актуальной и своевременной.

Цель работы состояла в исследовании внешнего вида различных видов алкогольных и безалкогольных напитков из плодового сырья физическими методами для установления возможности их использования в практике теххимического контроля.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись:

а) непрозрачные темноокрашенные напитки: коммерческие образцы бальзамов торговых наименований «Золотой век», «Арский камень», «Башкирский», приобретенные в розничном ритейле;

б) прозрачные светлоокрашенные напитки: осветленный сок облепихи (титруемая кислотность $4,5 \pm 0,1$ г/дм³, содержание сахара – $90,0 \pm 2,5$ г/дм³), сухой облепиховый виноматериал (крепость – $11,7 \pm 0,5$ % об., содержание сахара – $1,5 \pm 0,3$ г/дм³), специальное плодородное вино (крепость – 21 % об., содержание сахара – 210 г/дм³), полученные из облепихи сорта Чуйская (урожай 2020 года, место сбора сырья – г. Барнаул, НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко). Осветление сока проводили бентонитом в дозировке $3,5$ г/дм³ с последующей фильтрацией через фильтр-картон с рейтингом фильтрации 1 мкм. Виноматериал получали путем сбраживания дрожжами Oenoferm (раса LW 317-28, производитель Erbslöh Geisenheim AG, Германия) с последующим осветлением бентонитом в дозировке $3,5$ г/дм³ и фильтрацией. Специальное плодородное вино получали методом купажирования виноматериала с сахарным сиропом (67,5 % сухих веществ) и спиртом этиловым ректифицированным.

Определение склонности бальзамов к образованию агломератов, обусловленных коллоидной природой образующихся частиц, осуществляли методом электрофореза с использованием самостоятельно изготовленных кювет, снабженных электродами. Метод основан на интенсификации столкновений и соударений коллоидных частиц бальзамов под действием электрического поля, что приводит к образованию подвижных макромолекулярных агломератов, обладающих результирующим дзета-потенциалом и направляющихся к противоположно заряженному электроду.

Микроскопические исследования природы осадков проводили, используя технику светлопольной микроскопии с применением светового микроскопа Микромед 3 вар. 3-20 М (Россия, ООО «Наблюдательные приборы») и увеличении $\times 200$.

Размер макромолекулярных агломера-

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

тов, образующихся при воздействии на образцы бальзамов электрического поля, изучали методом сканирующей электронной микроскопии с помощью микроскопа JSM-840 (Япония) при увеличении $\times 1000$.

Светорассеивание в образцах бальзамов исследовали с использованием оптического эффекта Тиндаля, заключающегося в наблюдении светящегося конуса, видимого на темном фоне при пропускании через объект светового пучка (использован лазерный луч с длиной волны 655 нм).

Идентификацию флавоноидов, дубильных веществ и пектиновых веществ проводили с помощью известных качественных реакций, в основе которых лежит способность последних образовывать окрашенные комплексы и/или осадок при добавлении определенных соединений.

Оптические характеристики исследуемых образцов напитков из облепихи определяли согласно действующим методическим рекомендациям OIV с использованием спектрофотометра UV-1800 (Япония, Shimadzu). На основании полученных оптических характеристик напитков в работе рассчитывали:

- значение показателя интенсивности цвета, определяемого как сумму показателей абсорбции напитка при длинах волн 420, 520 и 620 нм (I):

$$I = A_{420} + A_{520} + A_{620};$$

- значение показателя оттенка цвета напитка, определяемого как отношение показателей абсорбции, измеренных при длинах волн 420 и 520 нм (N):

$$N = A_{420}/A_{520};$$

- значение показателя желтизны цвета (G , %), определяемого по формуле:

$$G = \frac{(1,28X - 1,06Z)100}{Y},$$

где X , Y и Z – координаты цвета в системе CIE:

$$X = 0,42 \cdot T_{625} + 0,35 \cdot T_{550} + 0,21 \cdot T_{445}$$

$$Y = 0,20 \cdot T_{625} + 0,63 \cdot T_{550} + 0,17 \cdot T_{495}$$

$$Z = 0,24 \cdot T_{495} + 0,94 \cdot T_{445}$$

где T_{625} , T_{550} , T_{445} , T_{495} – коэффициенты пропускания напитка, определенные относительно дистиллированной воды при соответствующих длинах волн, %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе дегустационной оценки установлено, что по внешнему виду образцы бальзамов представляют собой прозрачные жидкости темно-коричневого цвета без блеска, с осадком, распределяющимся в напитке при взбалтывании бутылки, консистенция слегка затянжистая.

Отфильтрованные осадки представляют собой мелкодисперсные, темноокрашенные частицы. Можно предположить, что осадки в данных бальзамах существовали в кристалльно чистом на взгляд напитке, долго находились во взвешенном состоянии и постепенно осели на дно. После препарирования осадков нескольких образцов бальзамов зафиксированы скопления в виде частиц шаровидной формы диаметром 1–2 мкм (рисунок 1). Из рисунка 1 видно, что осадки внешне схожи, растительная природа осадков подтверждена качественными реакциями – в их составе идентифицированы дубильные вещества, флавоноиды и пектины.



Рисунок 1 – Внешний вид осадков бальзамов при микроскопировании

Figure 1 - Appearance of balsam sediments under microscopy

При исследовании оптических свойств образцов бальзамов с осадком и прозрачных на вид обнаружена опалесценция, а при про-

хождении светового луча через образцы бальзамов наблюдалось рассеяние света в виде светящегося конуса (конус Тиндаля),

видимого на тёмном фоне, что характерно для оптически неоднородных сред, в том числе коллоидных систем.

В литературе приведены данные, доказывающие, что электрофоретические методы являются важным инструментом для экспресс-анализа как продуктов питания и напитков: крепко-алкогольных и плодовых / виноградных вин [41], молочных напитков [42], осадков в резервуарах с питьевой водой [43] и другие, так и для идентификации состава и степени чистоты фармацевтических субстанций [44].

При исследовании электрофоретической

подвижности частиц осадка исследуемых бальзамов были использованы микроячейки (рисунок 2) (диаметр зоны 10 мм, глубина ячейки 2 мм), что позволяет проводить исследования с небольшим количеством образца. В результате действия постоянного электрического тока в исследуемых образцах бальзамов происходит образование хлопьевидных агломерированных макромолекул. Показано, что при проведении электрофореза отмечено наибольшее образование агломератов у положительного электрода, что свидетельствует об отрицательно заряженной природе образовавшихся коллоидных частиц.

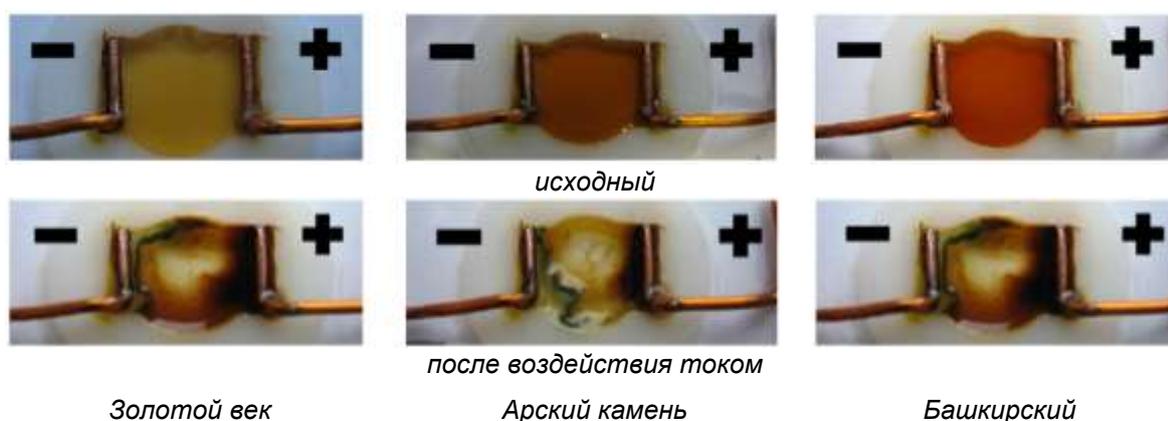


Рисунок 2 – Внешний вид бальзамов до и после обработки электрическим полем

Figure 2 - Appearance of balms before and after treatment with an electric field

Микрокопирование образцов при проведении электрофореза показывает образование агломерированных скоплений независимо от товарной марки образца (зависят только от времени проведения опыта). Характеристика скоплений имеет следующие пара-

метры после препарирования осадков: зафиксированы частицы шаровидной формы размером около 1–2 нм, как представлено на рисунке 3. Основные изменения фиксируются в значениях времени воздействия тока от 8 до 30 минут с силой тока 0,1–0,6 А (рисунок 4).



(указан путь агломерированной макромолекулы при движении к катоду)

Рисунок 3 – Микрофотографии осадка бальзамов

Figure 3 - Microphotographs of balms sediment

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

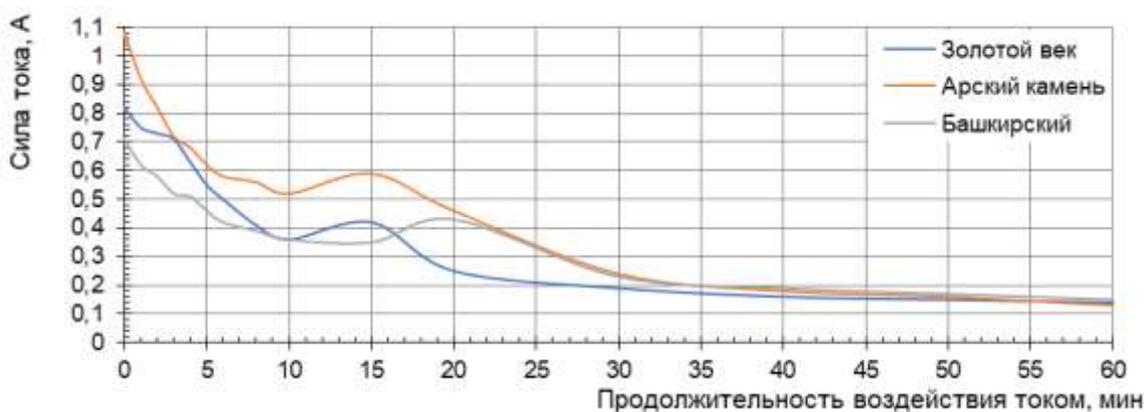


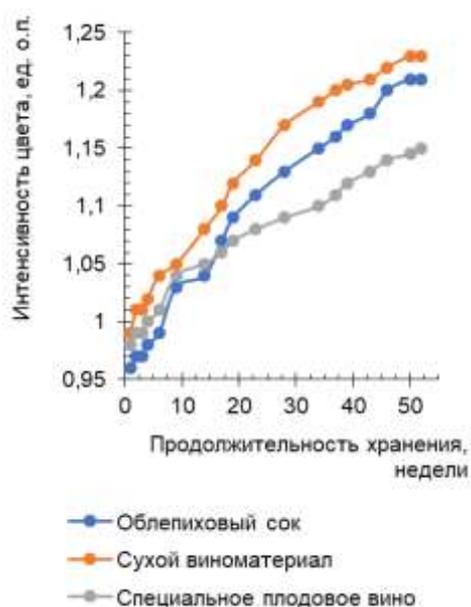
Рисунок 4 – Электрофоретические кривые бальзамов

Figure 4 - Electrophoretic curves of balms

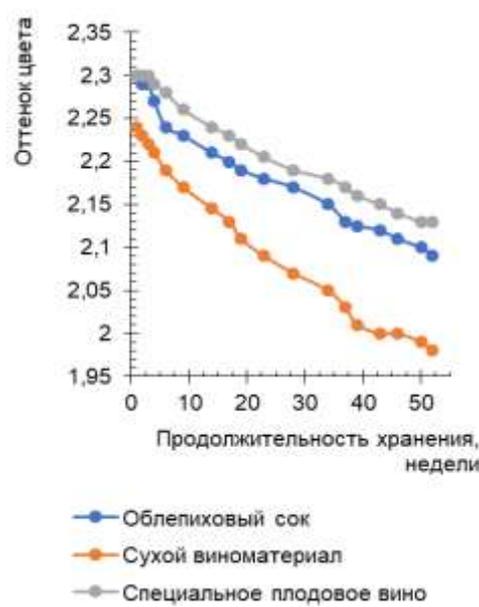
Пикообразные изменения, видные на электрофоретических кривых, фиксируют точку помутнения или точку образования макромолекулярных агрегатов, что и доказывает природу коллоидного состояния бальзамов. До этой точки агрегации раствор с молекулярной степенью дисперсности после образования макромо-

лекул раствор представляет собой дисперсную систему в виде агрегированных скоплений.

Присутствие коллоидных частиц подтверждено методом электрофореза и может служить косвенным подтверждением использования растительного, в частности плодового, сырья при производстве образцов бальзамов.



А



Б

Рисунок 5 – Динамика интенсивности и оттенка цвета образцов напитков из облепихи при хранении

Figure 5 - Dynamics of color intensity and color hue of samples of sea buckthorn drinks during storage

На рисунке 5, А представлена динамика интенсивности цвета при хранении опытных образцов в темноте в течение 52 недель при температуре 22 ± 2 °С, относительной влажности 60 ± 5 %. Можно видеть, что в период хранения показатель интенсивности цвета увеличивается, однако визуально изменения в цвете относительно начального периода хранения становят-

ся различимы только после 20–30 недель хранения напитков (увеличение интенсивности цвета в 1,12–1,18 раза). При этом можно отметить, что в напитках из облепихи, содержащих сахара, увеличение показателя интенсивности цвета происходит медленнее, что возможно связано с консервирующим действием сахаров, что было показано в работе [47].

Напитки из облепихи ввиду высокого содержания реакционноспособных полифенольных веществ, в частности полифенолов [45] или за счет протекания карбониламинной реакции [46, 47], в значительной степени подвергаются изменению внешнего вида, в том числе и в процессе реализации.

Изменение показателя оттенка цвета при хранении напитков связано в первую очередь со снижением его абсолютного значения. Как и в случае с интенсивностью цвета, при определении оттенка цвета образцов напитков отмечено более резкое изменение данного показателя для сухого виноматериала из облепихи. Вероятно, в случае отсутствия в напитке сахаров в достаточно высокой концентрации для влияния на окислительные процессы на первый план выходят процессы деградации аскорбиновой кислоты и конденсации полифенольных веществ.

Еще одним оптическим показателем, выражающим состояние цвета напитков, является желтизна, однако общепринятые нормы данного показателя установлены только для виноградных вин, что не позволяет полностью использовать показатель желтизны для оценки состояния напитков из плодово-ягодного сырья, в том числе из облепихи. Тем не менее, показатель желтизны был рассчитан для образцов напитков (рис. 6).

Согласно полученным результатам визуальной оценки образцов напитков при хранении в большей степени интенсивность коричневых

оттенков отмечалась для образца сухого облепихового виноматериала, что полностью согласуется с представленными на рисунке 6 данными об увеличении показателя желтизны.

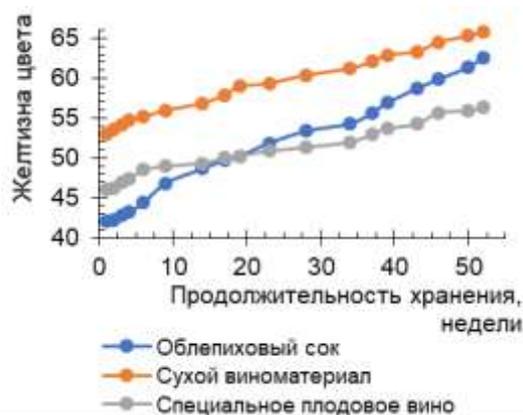
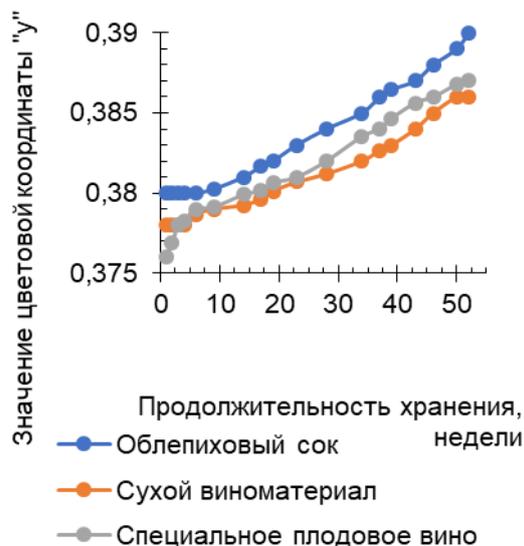
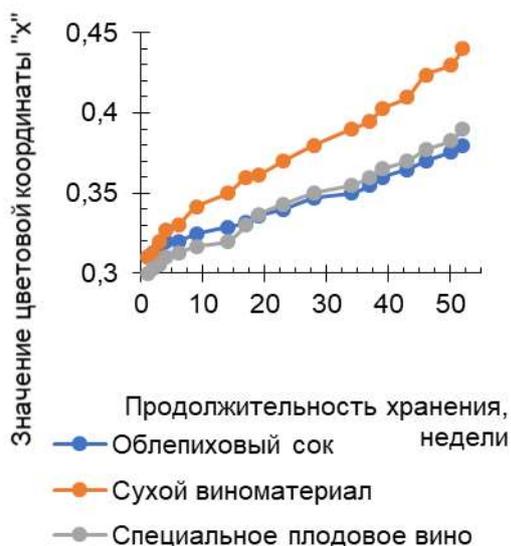


Рисунок 6 – Динамика желтизны цвета напитков из облепихи при хранении

Figure 6 - Dynamics of yellowness of the color of sea buckthorn drinks during storage

При расчете трихроматических характеристик вина (координат цвета x, y, z) с последующим вычислением координат X и Y (по системе координат CIE Lab), отмечено что в процессе хранения смещение координаты X (хроматическая зелено-красная ось) происходит более интенсивно, при том, что смещения координаты Y (хроматическая желто-синяя ось) практически не происходит (рис. 7).



а)

б)

Рисунок 7 – Динамика значений цветковых координат «x» и «y» для напитков из облепихи при хранении

Figure 7 - Dynamics of the values of the color coordinates "x" and "y" for sea buckthorn drinks in storage

ОБСУЖДЕНИЕ

В эксперименте доказана возможность использования физических методов исследования – электрофореза и светлопольной микроскопии в объективной оценке внешнего вида непрозрачных напитков из плодового сырья. Установлено, что при прохождении светового луча через образцы бальзамов наблюдалось рассеяние света в виде светящегося конуса Тиндаля, видимого на темном фоне, что характерно для оптически неоднородных сред, в том числе коллоидных систем.

При проведении электрофореза отмечено наибольшее образование агломератов у положительного электрода, что свидетельствует об отрицательно заряженной природе образовавшихся коллоидных частиц, основные изменения фиксируются в значениях времени воздействия тока от 8 до 30 мин с силой тока 0,1–0,6 А. Пикообразные изменения фиксируют точку помутнения или точку образования макромолекулярных агломератов, микропирование образцов показывает образование агломерированных скоплений в виде частиц шаровидной формы размером около 1–2 нм. Проведение данных исследований непрозрачных напитков, в том числе типа бальзамов, в технологическом цикле дает изготовителям возможность своевременно скорректировать параметры некоторых технологических этапов, в частности получение плодовых спиртованных полуфабрикатов требуемой прозрачности, оклейка купажей, фильтрование и др.

Доказано, что в объективной оценке основополагающих органолептических показателей прозрачных напитков из плодового сырья – интенсивности и чистоты цветового тона и прозрачности – эффективным и необходимым является контроль их оптических характеристик. Плодовые напитки в значительной степени подвергаются изменению внешнего вида, в том числе и в процессе реализации, ввиду высокого содержания реакционно-способных веществ или за счет протекания карбониламинной реакции. В эксперименте установлено, что при хранении прозрачных напитков из облепихи интенсивность цвета усиливается уже на 5–7 неделях и увеличивается в 1,12–1,18 раза через 52 недели, тогда как визуально изменения в цвете становятся различимы только после 20–30 недель хранения напитков. Показано, что данный процесс в большей степени присущ сухим виноматериалам, что, по всей видимости, обусловлено процессами деградации аскор-

биновой кислоты и конденсации полифенольных веществ.

Таким образом, результаты проведенных авторами исследований открывают перспективы внедрения физических методов в практику лабораторий теххимического контроля изготовителей различных групп напитков из плодового сырья.

ВЫВОДЫ

Внешний вид напитков является одним из основополагающих факторов для потребителя, поэтому своевременный контроль и выявление причин изменения внешнего вида напитков представляет значительную производственную проблему.

Показано, что использование методов микроскопии и электрофореза позволяет прогнозировать изменения внешнего вида бальзамов – напитков на растительном сырье. Таким образом, внедрение данных способов исследований в производстве позволит контролировать изменения внешнего вида напитков данного типа.

Установлено, что использование расчетных показателей интенсивности цвета, оттенка цвета, желтизны, а также координат цвета позволяет разработать метод прогнозирования срока годности прозрачных напитков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Siebert K.J. Haze in Beverages // *Advances in Food and Nutrition Research*. 2009. Vol. 57. P. 53–86. DOI 10.1016/S1043-4526(09)57002-7.
2. Heat and light stability of natural yellow colourants in model beverage systems / M. Cerreti [et al.] // *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*. 2020. Vol. 37. № 6. P. 905–915. DOI 10.1080/19440049.2020.1744739.
3. Elliot A.J., Maier M.A. Color psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans // *Annual review of psychology*. 2014. Vol. 65. № 1. P. 95–120. DOI 10.1146/annurev-psych-010213-115035.
4. The effects of food color on perceived flavor / Jr. Garber [et al.] // *Journal of Marketing Theory and Practice*. 2000. Vol. 8. № 4. P. 59–72.
5. Koch C., Koch E.C. Preconceptions of taste based on color // *Journal of Psychology*. 2003. Vol. 137. № 3. P. 233–242. DOI 10.1080/00223980309600611.
6. Influence of information received by the consumer on the sensory perception of processed orange juice / G.S. Pereira [et al.] // *Journal of sensory studies*. 2019. Vol. 34. № 3. e12497. doi: 10.1111/joss.12497.
7. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with four

- sample sets of powdered drinks / L. Antúnez [et al.] // *Food quality and preference*. 2017. Vol. 56. P. 149–163. DOI 10.1016/j.foodqual.2016.09.013.
8. Development and validation of a multipurpose and multicomponent method for the simultaneous determination of six synthetic dyes in different food-stuffs by HPLC-UV-DAD / A.M.D.S.S. Cheibub [et al.] // *Food chemistry*. 2020. Vol. 323. 126811. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.126811.
9. Dorea C.C., Simpson M.R. Turbidity tubes for drinking water quality assessments // *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*. 2011. Vol. 1. № 4. P. 233–241. doi: 10.2166/washdev.2011.058.
10. Assessing Coagulant Dosage in Full-Scale Drinking Water Treatment Plants Using Nephelometry / W.P. Cheng [et al.] // *Environmental Engineering Science*. 2011. Vol. 29. № 3. P. 212–217. DOI 10.1089/ees.2010.0477.
11. Monitoring floc formation to achieve optimal flocculation in water treatment plants / W.P. Cheng, [et al.] // *Environmental Engineering Science*. 2010. Vol. 27. № 6. P. 523–530. DOI 10.1089/ees.2010.0065.
12. Effects of propylene glycol alginate and sucrose esters on the physicochemical properties of modified starch-stabilized beverage emulsions / K.W. Cheong [et al.] // *Molecules*. 2014. Vol. 19. № 6. P. 8691–8706. DOI 10.3390/molecules19068691.
13. Kolniak-Ostek J., Oszmiański J., Wojdyła A. Effect of apple leaves addition on physicochemical properties of cloudy beverages // *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 44. P. 413–420. DOI 10.1016/j.indcrop.2012.12.003.
14. Caleguer V.D.F. & Benassi M.D.T. Effect of adding pulp, carboxymethyl cellulose and arabic gum to sensory characteristics and acceptance of powdered orange-flavored refreshments // *Food Science and Technology*. 2007. Vol. 27. P. 270–277. DOI 10.1590/S0101-20612007000200010.
15. Dickinson, E. Colloidal aspects of beverages // *Food chemistry*. 1994. Vol. 51. № 4. P. 343–347. DOI 10.1016/0308-8146(94)90184-8.
16. Eggleston G., Triplett A. Formation of polyphenol-denatured protein flocs in alcohol beverages sweetened with refined cane sugars. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2017. Vol. 65. № 44. P. 9703–9714. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b03185.
17. Use of grape seeds to reduce haze formation in white wines / E. Romanini [et al.] // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 341. 128250. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.128250.
18. Protection of wine from protein haze using *Schizosaccharomyces japonicus* polysaccharides / V. Millarini [et al.] // *Foods*. 2020. Vol. 9. № 10. 1407. DOI 10.3390/foods9101407.
19. Effect of flotation and vegetal fining agents on the aromatic characteristics of Malvasia del Lazio (*Vitis vinifera* L.) wine / S. Pettinelli [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100. № 14. P. 5269–5275. DOI 10.1002/jsfa.10577.
20. Türkyılmaz M., Hamzaoğlu F., Özkan M. Combined use of hydrocolloids in pomegranate juice and their effects on clarification and copigmentation // *International Journal of Food Science & Technology*. 2020. Vol. 55. № 4. P. 1426–1436. DOI 10.1111/ijfs.14409.
21. Turbidity, antioxidant compounds, color, and dynamics of clarification of bayberry juice using various polysaccharide-based clarifying agents / H. Chen [et al.] // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2019. Vol. 43. № 7. e13980. DOI 10.1111/jfpp.13980.
22. Superfruit in the Niche-Underutilized Sea Buckthorn in Gilgit-Baltistan, Pakistan / M.A. Nawaz [et al.] // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. № 20. 5840. doi: 10.3390/su11205840.
23. Bioactive compounds, antioxidant activities, and health beneficial effects of selected commercial berry fruits: A review / B.V. Nemzer [et al.] // *Journal of Food Research*. 2020. Vol. 9. № 5. P. 78–101. DOI 10.5539/jfr.v9n5p78.
24. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries / M. Teleszko [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63. № 16. P. 4120–4129. DOI 10.1021/acs.jafc.5b00564.
25. Effects of heat and shallot (*Allium ascalonicum* L.) supplementation on nutritional quality and enzymatic browning of apple juice / A. Phaiphan [et al.] // *Journal of food science and technology*. 2019. Vol. 56. № 9. P. 4121–4128. DOI 10.1007/s13197-019-03882-8.
26. Formation of 5-hydroxymethylfurfural in industrial-scale apple juice concentrate processing / Z. Li [et al.] // *Food control*. 2019. Vol. 102. P. 56–68. DOI 10.1016/j.foodcont.2019.03.021.
27. Tannase improves gallic acid bioaccessibility and maintains the quality of mango juice / M.A. Sirven [et al.] // *International Journal of Food Science & Technology*. 2019. Vol. 54. № 5. P. 1523–1529. DOI 10.1111/ijfs.13929.
28. Influence of pH and composition on non-enzymatic browning of shelf-stable orange juice during storage / H.T. Pham [et al.] // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2020. Vol. 68. № 19. P. 5402–5411. DOI 10.1021/acs.jafc.9b07630.
29. Dhar R., Chakraborty S. Influence of voltage and distance on quality attributes of mixed fruit beverage during pulsed light treatment and kinetic modeling // *Journal of Food Process Engineering*. 2020. Vol. 43. № 11. e13517. DOI 10.1111/jfpe.13517.
30. Paravisini L., Peterson D.G. Mechanisms non-enzymatic browning in orange juice during storage // *Food chemistry*. 2019. Vol. 289. P. 320–327. DOI 10.1016/j.foodchem.2019.03.049.
31. Kinetic modelling of non-enzymatic browning and changes of physio-chemical parameters of peach juice during storage / J. Lyu [et al.] // *Journal of food science and technology*. 2018. Vol. 55. № 3. P. 1003–1009. DOI 10.1007/s13197-017-3013-x.
32. Investigation of the conditions for the formation of 5-Hydroxymethylfurfural in the production of honey wines and sea-buckthorn wine drinks / E. Rozhnov [et al.] // *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2019. Vol. 12. № 7. P. 3501–3506. DOI 10.5958/0974-360X.2019.00595.X.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

33. Shkolnikova M., Rozhnov E., Pryadikhina A. Effects of Granucol activated carbons on sensory properties of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) wines // *Foods and Raw materials*. 2019. Vol. 7. № 1. P. 67–73. DOI 10.21603/2308-4057-2019-1-67-73.

34. Optical properties of sea buckthorn drinks as the main physical characteristic of their quality / E.D. Rozhnov [et al.] // *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 613. № 1. P. 012126. IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/613/1/012126.

35. Volatile profiles and chromatic characteristics of red wines produced with *Starterellabacillaris* and *Saccharomyces cerevisiae* / V. Englezos [et al.] // *Food Research International*. 2018. Vol. 109. P. 298–309. DOI 10.1016/j.foodres.2018.04.027.

36. Effect of the high-pressure treatments on the physicochemical properties of the young red wines supplemented with pyruvic acid / Y. Liu [et al.] // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2018. Vol. 48. P. 56–65. DOI 10.1016/j.ifset.2018.05.010.

37. Pre-fermentative cold maceration in presence of non-*Saccharomyces* strains: Evolution of chromatic characteristics of Sangiovese red wine elaborated by sequential inoculation / I. Benucci [et al.] // *Food Research International*. 2018. Vol. 107. P. 257–266. DOI 10.1016/j.foodres.2018.02.029.

38. Evolution of Sangiovese wines with varied tannin and anthocyanin ratios during oxidative aging / A. Gambuti [et al.] // *Frontiers in chemistry*. 2018. Vol. 6. № 63. DOI 10.3389/fchem.2018.00063.

39. Statistical interpretation of chromatic indicators in correlation to phytochemical profile of a sulfur dioxide-free mulberry (*Morus nigra*) wine submitted to non-thermal maturation processes / W. Tchabo [et al.] // *Food chemistry*. 2018. Vol. 239. P. 470–477. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.06.140.

40. Enological tannin effect on red wine color and pigment composition and relevance of the yeast fermentation products / I. García-Estévez [et al.] // *Molecules*. 2017. Vol. 22. № 12. 2046. DOI 10.3390/molecules22122046.

41. Sádecká J.L.O.D., Polonský, J. Electrophoretic methods in the analysis of beverages // *Journal of Chromatography A*. 2000. Vol. 880. № 1–2. P. 243–279. DOI 10.1016/S0021-9673(00)00426-X.

42. Electrophoretic analysis to detect and quantify additional whey in milk and dairy beverages / E.M.T.D. Souza [et al.] // *Food Science and Technology*. 2000. Vol. 20. P. 314–317. DOI 10.1590/S0101-20612000000300007.

43. Zhang H., Huang T., Liu T. Sediment enzyme activities and microbial community diversity in an oligotrophic drinking water reservoir, eastern China // *PLoS One*. 2013. Vol. 8. № 10, e78571. doi: 10.1371/journal.pone.0078571.

44. Shen X., Corey D.R. Chemistry, mechanism and clinical status of antisense oligonucleotides and duplex RNAs. *Nucleicacidsresearch*. 2018. Vol. 46. № 4. P. 1584–1600. doi: 10.1093/nar/gkx1239.

45. Рожнов Е.Д., Казарских А.О., Школьникова М.Н. Использование поливинилполипирролидонов для стабилизации фенольных веществ при производстве облепиховых соков // *Индустрия пи-*

тания. 2020. Т. 5. № 2. С. 37–43. DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-2-5.

46. Севодина К.В., Рожнов Е.Д., Севодин В.П. Формирование потребительских свойств облепиховых вин. Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 2. С. 32–34.

47. Севодина К.В., Рожнов Е.Д., Севодин В.П. Роль сахароаминной реакции в процессе покоричневения облепихового вина. Виноделие и виноградарство. 2013. № 2. С. 17–19.

Информация об авторах

М. Н. Школьникова – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета.

Е. Д. Рожнов – доктор технических наук, профессор кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

REFERENCES

1. Siebert, K.J. (2009). Haze in beverages. *Advances in food and nutrition research*, 57, 53-86.
2. Cerreti, M., Liburdi, K., Del Franco, F. & Esti, M. (2020). Heat and light stability of natural yellow colourants in model beverage systems. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(6), 905-915.
3. Elliot, A.J. & Maier, M.A. (2014). Color psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans. *Annual review of psychology*, 65(1), 95-120.
4. Garber Jr, L. L., Hyatt, E.M. & Starr Jr, R. G. (2000). The effects of food color on perceived flavor. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 8(4), 59-72.
5. Koch, C. & Koch, E.C. (2003). Preconceptions of taste based on color. *The Journal of psychology*, 137(3), 233-242.
6. Pereira, G.S., Honorio, A.R., Gasparetto, B.R., Lopes, C.M., Lima, D.C.D. & Tribst, A.A. (2019). Influence of information received by the consumer on the sensory perception of processed orange juice. *Journal of sensory studies*, 34(3), e12497. doi: 10.1111/joss.12497.
7. Antúnez, L., Vidal, L., de Saldamando, L., Giménez, A. & Ares, G. (2017). Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with four sample sets of powdered drinks. *Food quality and preference*, 56, 149-163. doi: 10.1016/j.foodqual.2016.09.013.
8. Cheibub, A.M.D.S.S., de Lyra, E.S.B., Alves, B.J., Donagemma, R.A. & Netto, A.D.P. (2020). Development and validation of a multipurpose and multicomponent method for the simultaneous determination of six synthetic dyes in different foodstuffs by HPLC-UV-DAD. *Food chemistry*, 323, 126811. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126811.
9. Dorea, C.C. & Simpson, M.R. (2011). Turbidi-

- ty tubes for drinking water quality assessments. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 1(4), 233-241. doi: 10.2166/washdev.2011.058.
10. Cheng, W.P., Chen, P.H., Yu, R.F. & Chang, J.N. (2012). Assessing Coagulant Dosage in Full-Scale Drinking Water Treatment Plants Using Nephelometry. *Environmental Engineering Science*, 29(3), 212-217. doi: 10.1089/ees.2010.0477.
11. Cheng, W.P., Chang, J.N., Chen, P.H., Yu, R.F., Huang, Y.W. & Hsieh, Y.J. (2010). Monitoring floc formation to achieve optimal flocculation in water treatment plants. *Environmental Engineering Science*, 27(6), 523-530. doi: 10.1089/ees.2010.0065.
12. Cheong, K.W., Mirhosseini, H., Sheikh Abdul Hamid, N., Osman, A., Basri, M. & Tan, C.P. (2014). Effects of propylene glycol alginate and sucrose esters on the physicochemical properties of modified starch-stabilized beverage emulsions. *Molecules*, 19(6), 8691-8706. doi: 10.3390/molecules19068691.
13. Kolniak-Ostek, J., Oszmiański, J. & Wojdyło, A. (2013). Effect of apple leaves addition on physicochemical properties of cloudy beverages. *Industrial Crops and Products*, 44, 413-420. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.12.003.
14. Caleguer, V.D.F. & Benassi, M.D.T. (2007). Effect of adding pulp, carboxymethyl cellulose and arabic gum to sensory characteristics and acceptance of powdered orange-flavored refreshments. *Food Science and Technology*, 27, 270-277. doi: 10.1590/S0101-20612007000200010.
15. Dickinson, E. (1994). Colloidal aspects of beverages. *Food chemistry*, 51(4), 343-347. doi: 10.1016/0308-8146(94)90184-8.
16. Eggleston, G. & Triplett, A. (2017). Formation of polyphenol-denatured protein flocs in alcohol beverages sweetened with refined cane sugars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(44), 9703-9714. doi: 10.1021/acs.jafc.7b03185.
17. Romanini, E., McRae, J.M., Bilogrevic, E., Colangelo, D., Gabrielli, M. & Lambri, M. (2021). Use of grape seeds to reduce haze formation in white wines. *Food Chemistry*, 341, 128250. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128250.
18. Millarini, V., Ignesti, S., Cappelli, S., Ferraro, G., Adessi, A., Zanoni, B., ... & Domizio, P. (2020). Protection of wine from protein haze using Schizosaccharomyces japonicus polysaccharides. *Foods*, 9(10), 1407. doi: 10.3390/foods9101407.
19. Pettinelli, S., Pollon, M., Costantini, L., Bellincontro, A., Segade, S.R., Rolle, L. & Mencarelli, F. (2020). Effect of flotation and vegetal fining agents on the aromatic characteristics of Malvasia del Lazio (*Vitis vinifera* L.) wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5269-5275. doi: 10.1002/jsfa.10577.
20. Türkyılmaz, M., Hamzaoğlu, F. & Özkan, M. (2020). Combined use of hydrocolloids in pomegranate juice and their effects on clarification and copigmentation. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(4), 1426-1436. doi: 10.1111/ijfs.14409.
21. Chen, H., Chen, Y., Ye, X., Liu, D. & Chen, J. (2019). Turbidity, antioxidant compounds, color, and dynamics of clarification of bayberry juice using various polysaccharide-based clarifying agents. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(7), e13980. doi: 10.1111/jfpp.13980.
22. Nawaz, M.A., Khan, A.A., Khalid, U., Buerkert, A. & Wiehle, M. (2019). Superfruit in the Niche-Underutilized Sea Buckthorn in Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Sustainability*, 11(20), 5840. doi: 10.3390/su11205840.
23. Nemzer, B.V., Kalita, D., Yashin, A.Y. & Yashin, Y.I. (2020). Bioactive compounds, antioxidant activities, and health beneficial effects of selected commercial berry fruits: A review. *Journal of Food Research*, 9(5), 78-101. doi: 10.5539/jfr.v9n5p78.
24. Teleszko, M., Wojdyło, A., Rudzinska, M., Oszmianski, J. & Golis, T. (2015). Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(16), 4120-4129. doi: 10.1021/acs.jafc.5b00564.
25. Phaiphan, A., Panichakool, P., Jinawan, S. & Penjumras, P. (2019). Effects of heat and shallot (*Allium ascalonicum* L.) supplementation on nutritional quality and enzymatic browning of apple juice. *Journal of food science and technology*, 56(9), 4121-4128. doi: 10.1007/s13197-019-03882-8.
26. Li, Z., Yuan, Y., Yao, Y., Wei, X., Yue, T. & Meng, J. (2019). Formation of 5-hydroxymethylfurfural in industrial-scale apple juice concentrate processing. *Food control*, 102, 56-68. doi: 10.1016/j.foodcont.2019.03.021.
27. Sirven, M.A., Negrete, M. & Talcott, S.T. (2019). Tannase improves gallic acid bioaccessibility and maintains the quality of mango juice. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1523-1529. doi: 10.1111/ijfs.13929.
28. Pham, H.T., Kityo, P., Buvé, C., Hendrickx, M.E. & Van Loey, A. M. (2020). Influence of pH and composition on nonenzymatic browning of shelf-stable orange juice during storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(19), 5402-5411. doi: 10.1021/acs.jafc.9b07630.
29. Dhar, R. & Chakraborty, S. (2020). Influence of voltage and distance on quality attributes of mixed fruit beverage during pulsed light treatment and kinetic modeling. *Journal of Food Process Engineering*, 43(11), e13517. doi: 10.1111/jfpe.13517.
30. Paravisini, L. & Peterson, D.G. (2019). Mechanisms non-enzymatic browning in orange juice during storage. *Food chemistry*, 289, 320-327. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.049.
31. Lyu, J., Liu, X., Bi, J., Wu, X., Zhou, L., Ruan, W., ... & Jiao, Y. (2018). Kinetic modelling of non-enzymatic browning and changes of physio-chemical parameters of peach juice during storage. *Journal of food science and technology*, 55(3), 1003-1009. doi: 10.1007/s13197-017-3013-x.
32. Rozhnov, E., Kazarskikh, A., Shkolnikova, M., Tretyak, L., Voytsekhovskiy, V., Maksimiuk, N. ... & Yessimbekov, Z. (2019). Investigation of the conditions for the formation of 5-Hydroxymethylfurfural in the production of honey wines and sea-buckthorn wine drinks. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(7), 3501-3506. doi: 10.5958/0974-360X.2019.00595.X.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕГО ВИДА НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

33. Shkolnikova, M., Rozhnov, E. & Pryadikhina, A. (2019). Effects of Granucol activated carbons on sensory properties of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) wines. *Foods and Raw materials*, 7(1), 67-73. doi: 10.21603/2308-4057-2019-1-67-73.
34. Rozhnov, E.D., Shkolnikova, M.N., Maksimuk, N.N., Voitsekhivskiy, V.I., Tikhomirov, E.A. & Bobkova, E.Y. (2020, December). Optical properties of sea buckthorn drinks as the main physical characteristic of their quality. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 613, No. 1, p. 012126). IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/613/1/012126.
35. Englezos, V., Rantsiou, K., Cravero, F., Torchio, F., Giacosa, S., Ortiz-Julien, A., ... & Cocolin, L. (2018). Volatile profiles and chromatic characteristics of red wines produced with *Starmerella bacillaris* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Research International*, 109, 298-309. doi: 10.1016/j.foodres.2018.04.027.
36. Liu, Y., He, F., Shi, Y., Zhang, B. & Duan, C.Q. (2018). Effect of the high-pressure treatments on the physicochemical properties of the young red wines supplemented with pyruvic acid. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 48, 56-65. doi: 10.1016/j.ifset.2018.05.010.
37. Benucci, I., Cerreti, M., Liburdi, K., Nardi, T., Vagnoli, P., Ortiz-Julien, A. & Esti, M. (2018). Prefermentative cold maceration in presence of non-*Saccharomyces* strains: Evolution of chromatic characteristics of Sangiovese red wine elaborated by sequential inoculation. *Food Research International*, 107, 257-266. doi: 10.1016/j.foodres.2018.02.029.
38. Gambuti, A., Picariello, L., Rinaldi, A. & Moio, L. (2018). Evolution of Sangiovese wines with varied tannin and anthocyanin ratios during oxidative aging. *Frontiers in chemistry*, 6, 63. doi: 10.3389/fchem.2018.00063.
39. Tchabo, W., Ma, Y., Kwaw, E., Zhang, H., Xiao, L. & Apaliya, M.T. (2018). Statistical interpretation of chromatic indicators in correlation to phytochemical profile of a sulfur dioxide-free mulberry (*Morus nigra*) wine submitted to non-thermal maturation processes. *Food chemistry*, 239, 470-477. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.140.
40. García-Estévez, I., Alcalde-Eon, C., Puente, V. & Escribano-Bailón, M.T. (2017). Enological tannin effect on red wine color and pigment composition and relevance of the yeast fermentation products. *Molecules*, 22(12), 2046. doi: 10.3390/molecules22122046.
41. Sádecká, J.L.O.D. & Polonský, J. (2000). Electrophoretic methods in the analysis of beverages. *Journal of Chromatography A*, 880(1-2), 243-279. doi: 10.1016/S0021-9673(00)00426-X.
42. Souza, E.M.T.D., Arruda, S.F., Brandão, P.O. & Siqueira, E.M.D.A. (2000). Electrophoretic analysis to detect and quantify additional whey in milk and dairy beverages. *Food Science and Technology*, 20, 314-317. doi: 10.1590/S0101-20612000000300007.
43. Zhang, H., Huang, T. & Liu, T. (2013). Sediment enzyme activities and microbial community diversity in an oligotrophic drinking water reservoir, eastern China. *PLoS One*, 8(10), e78571. doi: 10.1371/journal.pone.0078571.
44. Shen, X. & Corey, D.R. (2018). Chemistry, mechanism and clinical status of antisense oligonucleotides and duplex RNAs. *Nucleic acids research*, 46(4), 1584-1600. doi: 10.1093/nar/gkx1239.
45. Rozhnov, E.D., Kazarskikh, A.O. & Shkolnikova, M.N. (2020). The use of polyvinylpyrrolidones for the stabilization of phenolic substances in the production of sea buckthorn juices. *Food Industry*, 5(2), 37-43. doi: 10.29141/2500-1922-2020-5-2-5 (In Russ.).
46. Sevodina, K.V., Rozhnov, E.D. & Sevodin, V.P. (2013). Formation of consumer properties of sea buckthorn wines. *Storage and processing of agricultural raw materials*, (2), 32-34. (In Russ.).
47. Sevodina, K.V., Rozhnov, E.D. & Sevodin, V.P. (2013). The role of the saccharoamine reaction in the browning of sea buckthorn wine. *Winemaking and viticulture*, (2), 17-19. (In Russ.).

Information about the authors

M.N. Shkolnikova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Nutrition Technology Department Ural State University of Economics.

E.D. Rozhnov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Biotechnology Department Biysk Technological Institute (Branch) of the Altay State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.01.2023; одобрена после рецензирования 13.03.2023; принята к публикации 21.03.2023.

The article was received by the editorial board on 10 Jan 2023; approved after editing on 13 Mar 2023; accepted for publication on 21 Mar 2023.