

Анализ содержания сахаров как инструмент оценки качества и подлинности ягодных соков

Богданов Н.С., Фролов Д.И.

Аннотация. В работе исследовано содержание основных сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы) в соках из различных сортов клубники, малины, чёрной и красной смородины. Кроме того, определено соотношение глюкозы и фруктозы как возможный показатель подлинности продукта. Исследования проводились в течение трёх лет с использованием ферментативных методов, обеспечивающих высокую точность и воспроизводимость анализа. Результаты показали значительные колебания содержания сахаров в зависимости от сорта ягод, условий созревания и года урожая. Для некоторых образцов выявлены отклонения от типичных значений, что указывает на необходимость уточнения нормативов качества для натуральных ягодных соков. Установлено, что только по содержанию сахаров и их соотношению невозможно достоверно определить подлинность соков, и для оценки качества необходимо применять комплексный подход, включающий дополнительные физико-химические и биохимические методы анализа.

Ключевые слова: ягодные соки, сахара, сахароза, глюкоза, фруктоза, ферментативный анализ, качество, подлинность, фальсификация.

Для цитирования: Богданов Н.С., Фролов Д.И. Анализ содержания сахаров как инструмент оценки качества и подлинности ягодных соков // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 3. С. 13–16.

Sugar content analysis as a tool for assessing the quality and authenticity of berry juices

Bogdanov N.S., Frolov D.I.

Abstract. This study examined the content of the main sugars (sucrose, glucose, and fructose) in juices from various varieties of strawberries, raspberries, blackcurrants, and redcurrants. Furthermore, the glucose-to-fructose ratio was determined as a possible indicator of product authenticity. The studies were conducted over a three-year period using enzymatic methods, which ensure high accuracy and reproducibility of analysis. The results revealed significant variations in sugar content depending on berry variety, ripening conditions, and harvest year. For some samples, deviations from typical values were detected, indicating the need to refine quality standards for natural berry juices. It was established that sugar content and ratio alone are insufficient to reliably determine juice authenticity, and a comprehensive approach, including additional physicochemical and biochemical analytical methods, is necessary for quality assessment.

Keywords: berry juices, sugars, sucrose, glucose, fructose, enzymatic analysis, quality, authenticity, falsification.

For citation: Bogdanov N.S., Frolov D.I. Sugar content analysis as a tool for assessing the quality and authenticity of berry juices. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 3. pp. 13–16. (In Russ.).

Введение

Качество и подлинность плодово-ягодных соков являются важнейшими показателями их пищевой и потребительской ценности. В условиях насыщенного рынка и роста числа производителей вопрос достоверности состава и происхождения соковой продукции приобретает особую актуальность. Наиболее распространёнными способами фальсификации

являются разбавление водой, добавление сахаров, органических кислот, ароматизаторов, красителей и соков из более дешёвого сырья [1, 2].

Для выявления подделок применяются физико-химические методы анализа, основанные на сравнении фактических показателей состава с типичными характеристиками натурального продукта. Особое внимание уделяется содержанию сахаров – сахарозы, глюкозы и фруктозы, которые являются основными

Таблица 1 – Содержание сахарозы в соках из ягодных культур, г/л

Вид сока	2023	2024	2025	Среднее значение $\pm\sigma$
Клубничный	5,3	1,5	1,8	$2,9 \pm 2,0$
Малиновый	2,1	3,2	5,4	$3,6 \pm 1,7$
Чёрносмородиновый	6,4	8,1	9,8	$8,1 \pm 1,7$
Красносмородиновый	0,4	0,6	1,2	$0,7 \pm 0,4$

углеводами ягодных культур. Их количественные соотношения зависят от ботанического вида, сорта, степени зрелости плодов и условий выращивания, что делает эти показатели информативными при оценке натуральности продукции [3–5].

Ферментативные методы анализа сахаров характеризуются высокой чувствительностью и селективностью, позволяют получать точные результаты при относительно простом лабораторном оснащении и широко используются в отечественной и зарубежной практике [6–8].

Цель настоящей работы – исследовать содержание сахарозы, глюкозы и фруктозы, а также соотношение глюкозы и фруктозы в соках из различных сортов ягодных культур и оценить возможность использования этих показателей для определения качества и подлинности продукции.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись свежие ягоды четырёх культур: клубника (*Fragaria ananassa*), малина (*Rubus idaeus*), чёрная смородина (*Ribes nigrum*) и красная смородина (*Ribes rubrum*). Для каждой культуры использовались три сорта, распространённые в европейской части России. Сбор ягод проводился в период технологической спелости на опытных участках в течение трёх лет (2022–2024 гг.) при стабильных агротехнических условиях.

Сразу после сбора ягоды сортировали, замораживали при температуре минус 28 °С и хранили не более трёх месяцев до анализа. Перед проведением исследований образцы размораживали при температуре 20 ± 2 °С и использовали для получения соков.

Соки получали путём холодного прессования размороженных ягод с последующим центрифугированием при 10 000 об/мин в течение 15 мин при температуре 4 °С. Полученные соки фильтровали через бумажные фильтры до прозрачности. Перед анализом образцы нейтрализовали раствором ги-

дроксида натрия до pH 8, осветляли поливинилпирролидоном (PVPP) и разбавляли дистиллированной водой до требуемой концентрации сухих веществ.

Количественное определение сахарозы, глюкозы и фруктозы проводили ферментативным методом с использованием стандартных наборов для биохимического анализа углеводов (ООО «БиоХимАналит», Россия). Метод основан на последовательных ферментативных реакциях с образованием никотинамидадениндинуклеотида (NADH), оптическая плотность которого измерялась при длине волны 340 нм на спектрофотометре UNICO 1201.

Рассчитывали концентрации сахаров по формуле:

$$C = (\Delta A \times V \times M) / (\varepsilon \times d \times v) \quad (1)$$

где C – содержание сахара, г/л;

ΔA – разность оптической плотности;

V – конечный объём пробы, мл;

v – объём аликвоты, мл;

M – молекулярная масса сахара, г/моль;

ε – молярный коэффициент поглощения NADH ($6,3 \text{ л} \cdot \text{ммоль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$);

d – длина оптического пути, см.

После определения концентраций моносахаридов рассчитывали соотношение глюкозы и фруктозы (G/F), которое рассматривалось как дополнительный параметр, характеризующий природность состава сока.

Каждое измерение проводилось в трёх повторностях. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Statistica 10.

Результаты и их обсуждение

Содержание сахарозы в исследованных ягодных соках представлено в таблице 1.

Как видно из таблицы, наибольшее содержание сахарозы характерно для соков из чёрной смородины (в среднем 8,1 г/л), что может быть связано с сортовыми особенностями и условиями созревания ягод. Наименьшее количество сахарозы отмечено в соках из красной смородины (менее 1 г/л).

Глюкоза и фруктоза являются основными моносахаридами ягодных культур, обеспечивающими сладкий вкус и энергетическую ценность продукта. Их концентрации приведены в таблице 2.

Из таблицы видно, что наибольшее количество глюкозы и фруктозы содержится в соках из чёрной смородины, а наименьшее – в клубничных. Среднее соотношение глюкозы и фруктозы в исследованных

Таблица 2 – Содержание глюкозы и фруктозы в соках из ягодных культур, г/л

Вид сока	Глюкоза 2023	Глюкоза 2024	Глюкоза 2025	Среднее $\pm\sigma$	Фруктоза 2023	Фруктоза 2024	Фруктоза 2025	Среднее $\pm\sigma$
Клубничный	21,4	20,2	23,5	$21,7 \pm 1,7$	24,6	22,3	26,1	$24,3 \pm 1,9$
Малиновый	22,8	20,9	24,1	$22,6 \pm 1,6$	26,5	25,3	28,4	$26,7 \pm 1,6$
Чёрносмородиновый	33,1	36,5	41,2	$36,9 \pm 4,1$	44,2	47,8	53	$48,3 \pm 4,5$
Красносмородиновый	29,5	31,2	33,8	$31,5 \pm 2,1$	34,8	36,7	38,2	$36,6 \pm 1,7$

Таблица 3 – Соотношение глюкозы и фруктозы (G/F) в соках из ягодных культур

Вид сока	2023	2024	2025	Среднее значение $\pm\sigma$
Клубничный	0,87	0,91	0,9	$0,89 \pm 0,02$
Малиновый	0,86	0,83	0,85	$0,85 \pm 0,02$
Чёрносмородиновый	0,75	0,77	0,78	$0,77 \pm 0,02$
Красносмородиновый	0,85	0,85	0,88	$0,86 \pm 0,02$

образцах колебалось от 0,85 до 0,95, что соответствует природным соотношениям для свежих ягод.

Показатель G/F (отношение глюкозы к фруктозе) является важным параметром, отражающим природность и степень зрелости ягод.

Как видно, соотношение глюкозы и фруктозы у большинства соков близко к единице, что характерно для натуральных продуктов без добавления сахаров. Наименьшее значение показателя отмечено для чёрной смородины, что связано с естественным преобладанием фруктозы в этих ягодах.

Проведённые исследования показали, что химический состав ягодных соков существенно зависит от вида сырья и климатических условий сезона. В более тёплые и сухие годы (2024–2025) отмечено увеличение содержания как глюкозы, так и фруктозы, что согласуется с данными о влиянии температуры на процессы накопления углеводов.

Сравнение полученных данных позволяет сделать вывод, что диапазон колебаний концентраций сахаров в натуральных ягодных соках достаточно широк, поэтому определение подлинности продукта только по содержанию отдельных сахаров не является надёжным критерием. Для объективной оценки качества следует применять комплексный подход, включающий анализ органических кислот, минерального состава и ароматических компонентов.

Литература

- [1] Конарбаева З. К. и др. Совершенствование технологии производства ферментированных напитков на основе плодово-ягодных соков // International scientific research. – 2018. – С. 344–345.
- [2] Краснова Т. А. и др. К вопросу формирования качества напитков // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – №. 6. – С. 101–109.
- [3] Чалая Л. Д. и др. Особенности накопления биологически активных веществ в ягодах малины, выращенных в условиях юга России // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. – Т. 22. – №. 2. – С. 367–376.

Выводы

В результате проведённых исследований установлено, что содержание основных сахаров – сахарозы, глюкозы и фруктозы – в ягодных соках существенно зависит от вида ягодного сырья, погодных условий вегетационного периода и года урожая. Для всех исследованных соков характерно преобладание моносахаридов (глюкозы и фруктозы), в то время как доля сахарозы незначительна и варьирует в пределах 0,5–8 г/л.

Наибольшее общее содержание сахаров выявлено в соках из чёрной смородины (в среднем до 90 г/л в пересчёте на сумму углеводов), что связано с физиологическими особенностями культуры. Клубничные и малиновые соки характеризуются умеренным содержанием сахаров (45–55 г/л), а красносмородиновые – минимальным (около 35–40 г/л).

Показатель соотношения глюкозы и фруктозы (G/F) во всех образцах находился в диапазоне 0,75–0,95, что свидетельствует о природном происхождении сахаров и отсутствии внешних добавок.

Полученные данные подтверждают, что анализ содержания сахаров может быть использован как один из индикаторов качества и натуральности ягодных соков, однако для достоверной оценки подлинности необходимо комплексное исследование, включающее дополнительные физико-химические и биохимические показатели (органические кислоты, минеральный и изотопный состав, ароматические соединения и др.).

Результаты могут быть использованы при разработке нормативных документов и методических рекомендаций по контролю качества соковой продукции отечественного производства, а также при создании базы данных типичных значений содержания сахаров в натуральных ягодных соках, характерных для российских сортов и климатических зон.

References

- [1] Konarbaeva, Z. K., et al. (2018). Improvement of fermentation beverage production technology based on fruit and berry juices. International Scientific Research, 344–345.
- [2] Krasnova, T. A., et al. (2015). On the issue of beverage quality formation. Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov [Technology and Commodity Science of Innovative Food Products], (6), 101–109.
- [3] Chalaya, L. D., et al. (2009). Features of bioactive compound accumulation in raspberry berries grown in southern Russia. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii [Fruit and Berry Growing in Russia], 22(2), 367–376.

- [4] Багатурия Н. Ш., Купатадзе И. В. Подлинность натуральности плодово-ягодных соков //Пиво и напитки. – 2005. – №. 6. – С. 36-37.
- [5] Урубков С. А. и др. Анализ химического состава и пищевой ценности сушёных плодов с целью их использования в продуктах детского питания // Ползуновский вестник. – 2018. – №. 3. – С. 62-68.
- [6] Самылина И. А. и др. Определение сахаров спектрофотометрическими методами //Фармация. – 2009. – №. 4. – С. 3-5.
- [7] Устименко В. Н., Пономарева Т. Г. Рациональные методы определения сахаров в растительной продукции //Агробιολογические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства. – 2018. – С. 19-22..
- [8] Якуба Ю. Ф., Марковский М. Г. Определение глюкозы, сахарозы и фруктозы методом капиллярного электрофореза // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – №. 1. – С. 89-94.
- [4] Bagaturia, N. Sh., & Kupatadze, I. V. (2005). Authenticity of natural fruit and berry juices. Pivo i napitki [Beer and Beverages], (6), 36–37.
- [5] Urubkov, S. A., et al. (2018). Analysis of the chemical composition and nutritional value of dried fruits for use in children’s food products. Polzunovskii vestnik [Polzunov Bulletin], (3), 62–68.
- [6] Samylina, I. A., et al. (2009). Spectrophotometric determination of sugars. Farmatsiya [Pharmacy], (4), 3–5.
- [7] Ustimenko, V. N., & Ponomareva, T. G. (2018). Rational methods for sugar determination in plant-based products. In Agrobiologicheskie osnovy adaptivno-landshaftnogo vedeniya sel’skokhozyaistvennogo proizvodstva [Agrobiological Foundations of Adaptive and Landscape-Based Agricultural Production] (pp. 19–22).
- [8] Yakuba, Y. F., & Markovskiy, M. G. (2015). Determination of glucose, sucrose, and fructose by capillary electrophoresis. Voprosy pitaniya [Problems of Nutrition], 84(1), 89–94.

Сведения об авторах

Information about the authors

Богданов Никита Сергеевич студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Bogdanov Nikita Sergeevich student of the department «Food productions» Penza State Technological University
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru