

Функциональный напиток на основе яблочного сока и ростков пшеницы

Поляков А.В., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье рассматривается разработка функционального напитка, содержащего яблочный сок и ростки пшеницы. Получены данные об изменении пищевой ценности фруктового сока после добавления ростков пшеницы. Определена наиболее подходящая схема пастеризации, которая обеспечивает пищевую безопасность продукта и минимально денатурирует ценные для здоровья фитохимические вещества. Сырье и произведенные соки прошли количественный химический анализ на хлорофилл, витамин С, общее количество полифенолов, антиоксидантную активность и минералы (Р, Са, Mg, Fe, Na и Zn). Сделаны микробиологические анализы на наличие возбудителей.

Ключевые слова: функциональный напиток, сок, ростки пшеницы, пастеризация, яблочный сок.

Для цитирования: Поляков А.В., Фролов Д.И. Функциональный напиток на основе яблочного сока и ростков пшеницы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 38–43.

Functional drink based on apple juice and wheat germ

Polyakov A.V., Frolov D.I.

Abstract. The article discusses the development of a functional drink containing apple juice and wheat germ. Data were obtained on the change in the nutritional value of fruit juice after the addition of wheat germ. The most appropriate pasteurization scheme has been determined, which ensures the food safety of the product and minimally denatures phytochemicals valuable for health. Raw materials and produced juices underwent quantitative chemical analysis for chlorophyll, vitamin C, total polyphenols, antioxidant activity and minerals (P, Ca, Mg, Fe, Na and Zn). Made microbiological analyzes for the presence of pathogens.

Keywords: functional drink, juice, wheat germ, pasteurization, apple juice.

For citation: Polyakov A.V., Frolov D.I. Functional drink based on apple juice and wheat germ. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 1. pp. 38–43. (In Russ.).

Введение

Изменения в образе жизни потребителей и моделях потребления продуктов питания открывают большие возможности для развития сектора функциональных продуктов питания [4]. Хотя до сих пор не существует общепринятого определения функционального питания, отрасль неуклонно растет во всем мире [3]. Растущий спрос на такие продукты можно объяснить растущими затратами на здравоохранение, неуклонным увеличением продолжительности жизни и стремлением пожилых людей к улучшению качества их более поздних лет [5].

Наиболее ранние разработки функциональных продуктов питания были обогащены витаминами и/или минералами, такими как витамин С, витамин Е, фолиевая кислота, цинк, железо и кальций.

Впоследствии акцент сместился на продукты, обогащенные различными питательными микроэлементами, такими как омега-3 жирные кислоты, фитостерин и растворимая клетчатка, для укрепления здоровья и предотвращения заболеваний.

Одной из важных категорий продуктов в сегменте функционального питания являются безалкогольные напитки, обогащенные витаминами А, С и Е или другими функциональными ингредиентами. Другими типами функциональных напитков являются напитки для снижения уровня холестерина (с комбинацией омега-3 и сои), напитки для здоровья глаз (с лютеином) или напитки для здоровья костей (с кальцием и инулином).

Следует также учитывать, что функциональные продукты продаются по более высоким ценам, что обеспечивает более высокую норму прибыли,

чем обычные продукты питания, что, очевидно, делает этот сектор привлекательным для участников цепочки поставок [7]. Несмотря на вышеупомянутые преимущества, разработка и продажа этих продуктов являются довольно сложными, дорогими и рискованными, поскольку необходимо отвечать особым требованиям [6].

Всеобъемлющие данные ряда исследований выявили множество эффектов ростков пшеницы при талассемии, гемолитической анемии, раке, астме, аллергии, воспалительных заболеваниях кишечника и детоксикации [1]. Однако существует очень ограниченное количество исследований по химическому скринингу ростков пшеницы. Сок ростков пшеницы является неотъемлемой частью макробиотической диеты в рамках подхода дополнительной и альтернативной медицины к противовоспалительной терапии из-за высокого содержания антиоксидантов.

Известно, что ростки пшеницы являются богатым источником витаминов, антиоксидантов и минералов. Она также содержит витамины А, В1, С и Е, многие минералы и микроэлементы, включая кальций, йод, селен и цинк. Было обнаружено, что хлорофилл, один из основных компонентов экстракта ростков пшеницы, увеличивает кровотока и укрепляет иммунную систему за счет ингибирования метаболической активации канцерогенов.

В ростках пшеницы есть практически все витамины, аминокислоты, антиоксиданты, минералы и полезные микроэлементы. Благодаря наличию этих компонентов ростки пшеницы обладают высокой питательной ценностью и показали положительный эффект при многих заболеваниях, таких как рак, диабет, язва, ревматоидный артрит, гиперлипидемия, талассемия, анемия, камни в почках, проблемы с пищеварением, кожные заболевания, астма.

С другой стороны, эпидемиологические исследования связывают потребление яблок со сниженным риском развития некоторых хронических заболеваний, таких как рак, сердечно-сосудистые заболевания, астма и диабет. Большая часть полез-

ных свойств яблок связана с высоким содержанием в них фенольных соединений (особенно флавоноидов), витамина С, антиоксидантов и пищевых волокон. Концентрация этих разнообразных фитохимических веществ может варьироваться в зависимости от нескольких факторов, таких как сорт яблока, климат, агротехнические условия, условия сбора и хранения и, конечно же, методы обработки.

Целью данного исследования было изучить разработку потенциального нового продукта, функционального напитка на основе яблочного сока, обогащенного ростками пшеницы, чтобы получить конкретные данные об изменении пищевой ценности фруктового сока после введения ростков пшеницы.

Объекты и методы исследований

Сок, полученный из ростков пшеницы (образец 1), 100% яблочный сок (образец 2) и их составы, содержащие 30% ростков пшеницы и 70% яблочного сока, пастеризованных при 85 °С в течение 15 секунд (образец 3), и 30% ростков пшеницы и 70% яблочный сок, пастеризованный при 71°С в течение 15 секунд (образец 4).

Процесс приготовления сока осуществлялся с помощью соковыжималки для фруктов, овощей и ростков пшеницы.

Репрезентативные образцы, обозначенные как 1, 2, 3 и 4, как описано выше, подвергались химическому и микробиологическому анализу следующих параметров с использованием соответствующих стандартных методов:

Определение содержания аскорбиновой кислоты (витамина С) проводили титрованием - (окислительно-восстановительное титрование с использованием раствора йода). Антиоксидантную активность ростков пшеницы и фруктовых соков определяли с использованием DPPH (2, 2-дифенил-1-пикрилгидразил) метода анализа свободных радикалов.

Содержание хлорофилла определяли фотометрически методом. Общее содержание фенолов опре-

Таблица 2 – Содержание аскорбиновой кислоты, общее количество полифенолов и антиоксидантная активность образцов

Образец	Аскорбиновая кислота, г/л	Сумма полифенолов, мг/л	Антиоксидантная активность, 100 г/л
Ростки пшеницы (РП)	235,62	54,54	140,35
Яблочный сок (ЯС)	20,47	17,81	31,33
Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°С/2 с)	50,63	4,47	54,72
Ростки пшеницы +Яблочный сок (71°С /15с)	40,34	4,63	50,05

Таблица 1 - Содержание хлорофилла в образцах

Образец	Хлорофилл А, мг/л	Хлорофилл В, мг/л	Общий хлорофилл, мг/100 мл
Ростки пшеницы (РП)	4,75	2,6	73,49
Яблочный сок (ЯС)	4,33	2,73	7,06
Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°С/2 с)	3,11	0,69	37,99
Ростки пшеницы +Яблочный сок (71°С /15с)	1,35	0,82	14,32

деляли спектрофотометрическим методом общего индекса полифенолов. Все образцы, участвовавшие в этом исследовании, были проанализированы для определения содержания минералов, таких как Р, Са, Mg, Fe, Na и Zn. Микробиологические анализы на наличие возбудителей: кишечной палочки (ГОСТ 30726), сальмонелл (ГОСТ 31659) проводили с использованием стандартизированных методов.

Для всех полученных результатов был проведен статистический анализ. Все измерения проводились в трехкратной повторности. Корреляцию Пирсона между анализами, дисперсионный анализ и анализ основных компонентов полученных результатов проводили с использованием программного обеспечения Statistica 10.

Результаты

Наиболее примечательной особенностью сока ростков пшеницы является высокое содержание хлорофилла. Хлорофилл имеет структурное сходство с гемоглобином, и было обнаружено, что он регенерирует или действует как заменитель гемоглобина в условиях дефицита гемоглобина. Это может быть причиной полезности ростков пшеницы при таких клинических состояниях, как талассемия и гемолитическая анемия.

Содержание хлорофилла определяли для всех проб в пересчете на сырую массу в мг/100 мл. Для

расчета общего хлорофилла использовали средние веса трех измерений при 645 нм для хлорофилла А и соответственно при 663 нм для хлорофилла В. Эти значения вместе со стандартным отклонением представлены в таблице 1.

Содержание хлорофилла в ростках пшеницы составило 73,40 мг/100 мл. Это значение сопоставимо с результатами других исследований [2]. Общее содержание хлорофилла было значительно выше в ростках пшеницы + яблочный сок при использовании схемы пастеризации 85°C в течение 2 с.

Роль аскорбиновой кислоты в укреплении здоровья хорошо известна, а ростки пшеницы считаются важным источником витамина С. Результаты определения содержания аскорбиновой кислоты (витамина С) методом окислительно-восстановительного титрования йодом для четырех образцов представлены в таблице 2.

Содержание аскорбиновой кислоты в образце 1 (Ростки пшеницы) составило 2,355 г/л, что соответствует литературным данным и другим исследованиям. Яблочный сок, консервированный, без добавления сахара или аскорбиновой кислоты содержит 0,009 г/л или 1% от рекомендуемой суточной нормы аскорбиновой кислоты. Концентрация витамина С (г/л) в свежем яблочном соке 0,204 г/л.

На основании результатов по аскорбиновой кислоте в ростках пшеницы, если принять среднее значение аскорбиновой кислоты для взрослого че-

Таблица 3 - Содержание минералов во всех образцах

Элемент	Ростки пшеницы (РП)	Яблочный сок (ЯС)	Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°C/2 с)	Ростки пшеницы +Яблочный сок (71°C /15с)
Р, г/кг	0,25	0,24	0,24	0,22
Са, мг/кг	825	42,17	624,67	216,1
Мg, мг/кг	262,63	29,67	137,4	120,03
Fe, мг/кг	12,89	4,44	8,65	8,97
Na, мг/кг	7,58	7,87	16,66	17,21
Zn, мг/кг	3,75	0,57	1,02	1,56

Таблица 4 - Расчет химического и минерального состава дисперсионного анализа для всех образцов

Элемент	Степень свободы	Сумма квадратов	ошибка df	ошибка СС	F	p
общий хлор	3	8060	8	0	6961047	0
витамин С	3	90044	8	0,13	1891460	0
индекс полифенолов	3	5026	8	0	15916292	0
антиоксидантная активность	3	21215	8	0	40029127	0
фосфор	3	0	8	0	2	0,186
кальций	3	1170155	8	0,75	4142141	0
магний	3	82774	8	0,1	2207316	0
железо	3	107	8	0	428618	0
натрий	3	255	8	0	1699733	0
цинк	3	18	8	0	102352	0

ловека 0,08 г/сутки, содержание аскорбиновой кислоты в ростках пшеницы составляет 294,4% рекомендуемой суточной нормы на 0,1 л. Выполнение 100% рекомендуемой суточной нормы для аскорбиновой кислоты требует ежедневного потребления всего 0,027 л ростков пшеницы. Из приведенных выше результатов видно, что концентрация аскорбиновой кислоты была выше в соке, пастеризованном при 85°C/2 с, по сравнению с соком, пастеризованным при 71°C/15 с.

Результаты анализов антиоксидантной активности для всех образцов, участвовавших в этом исследовании, представлены в таблице 2. Поскольку антиоксидантная активность связана с синергетическим действием некоторых полифенольных соединений, эта активность напрямую зависит от влияния температуры на эти компоненты. Поэтому образцы, участвовавшие в этом исследовании, были проверены на предмет их полифенольного профиля.

Результаты общего содержания полифенолов с антиоксидантной активностью и аскорбиновой кислоты представлены в таблице 2. Полученные результаты для аскорбиновой кислоты показывают, что концентрация витамина С в ростках пшеницы в 11,5 раз выше, чем его концентрация в яблочном соке. Аналогичная ситуация сложилась и для полифенолов, общие полифенолы для ростков пшеницы (54,54) по сравнению с яблочным соком (17,81). Среди пастеризованных соков Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°C/2 с) имеет самое высокое значение общих полифенолов. Антиоксидантная активность ростков пшеницы (140,35 г/л) явно выше, чем у яблочного сока (31,33). Среди пастеризованных соков Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°C/2 с) был богаче аскорбиновой кислотой, общими полифенолами и обладал более высокой антиоксидантной активностью, чем образец 4 - Ростки пшеницы +Яблочный сок (71°C/15с).

Концентрации минералов, приведенные в г/кг для фосфора и мг/кг для Ca, Mg, Fe, Na и Zn, представлены в таблице 3.

Поскольку ростки пшеницы считаются очень богатым источником минералов, а фруктовые соки широко потребляются во всем мире, оценка их содержания минералов является важным фактором для вопросов здоровья и безопасности, связанных с потребителями. Концентрация фосфора существенно не меняется между образцами; она колеблется от 0,22 г/кг до 0,25 г/кг.

Рекомендуемая суточная доза фосфора основана на количестве, необходимом для поддержания адекватной концентрации в крови, и зависит от возраста и пола. Содержание Ca в пробах колебалось от 42,17 мг/кг до 825 мг/кг. На основании результатов, представленных в Таблице 3, очевидна важная роль добавления ростков пшеницы в обогащение яблочного сока кальцием. Однако среднее значение РСД для Ca для взрослого человека может составлять 1000–1300 мг/день. Что касается содержания Fe,

ростки пшеницы можно рассматривать как важный источник для обогащения яблочного сока Fe путем увеличения концентрации Fe с 4,44 мг/кг в яблочном соке до 8,97 мг/кг в образце 4 -Ростки пшеницы +Яблочный сок (71°C/15с), соответственно 8,65 мг/кг в образце 3 - Ростки пшеницы +Яблочный сок (85°C/2 с). Среднее рекомендуемое суточное потребление железа с пищей и добавками составляет 13,7–15,1 мг/сут для детей в возрасте 2–11 лет, 16,3 мг/сут для детей и подростков в возрасте 12–19 лет и 19,3–20,5 мг/сут для мужчин и 17,0–19 лет, 18,9 мг/день для женщин старше 19 лет. Среднее потребление железа с пищей беременными женщинами составляет 14,7 мг/день.

Аналогичные результаты получены для Na и Zn, где состав яблочного сока, содержащий ростки пшеницы (образцы 3 и 4), содержит больше Na и Zn, чем яблочный сок (образец 2). Цинк участвует во многих аспектах клеточного метаболизма, таких как участие в каталитической активности примерно 100 ферментов, его роль в иммунной системе, синтезе белка и делении клеток. Ежедневное потребление цинка необходимо для поддержания стабильного состояния, потому что в организме нет специальной системы хранения цинка.

Обсуждение

Односторонний тест дисперсионного анализа был проведен для оценки эффективности ростков пшеницы в отношении химических параметров и содержания минералов при смешивании с яблочным соком. Этот анализ представлен в таблице 4.

Дисперсионный анализ показал, что на содержание всех измеренных параметров (кроме содержания фосфора) влияет образец и способ пастеризации, статистически значимо при уровне $p < 0,01$. Антиоксидантная активность показала достоверную положительную линейную корреляцию с аскорбиновой кислотой (витамин С) и общим хлорофиллом (общий хлор) ($r = 0,996$, $p < 0,01$ и $r = 0,95$, $p < 0,05$ соответственно). Кроме того, витамин С показал достоверную положительную линейную корреляцию с общим индексом полифенолов и общим индексом полифенолов ($r = 0,939$, $p < 0,10$ и $r = 0,926$, $p < 0,10$ соответственно).

Как видно, образцы сока четко разделялись в соответствии с примененными анализами. Результаты качества показали, что первые два главных компонента, составляющие 92,74% общей изменчивости, можно считать достаточными для представления данных.

Микробиологические тесты на наличие таких возбудителей, как *E. coli*, *Salmonella* и *L. monocytogenes*, проводились только для составов образцов 3 и 4. Оба образца дали отрицательный результат на наличие *E. coli*, *Salmonella* и *L. monocytogenes*.

Результаты микробиологических анализов показывают, что обе схемы пастеризации соков, полу-

ченных в данном исследовании, безопасны с точки зрения пищевой безопасности.

Выводы

Ростки пшеницы можно рассматривать как потенциальное сырье по переработке фруктов в качестве продукта с добавлением питательной ценности, как отличный источник полезных для здоровья фитонутриентов, таких как хлорофилл, витамин С, полифенолы и минералы. При использовании в свежем виде, пищевая ценность ростков пшеницы намного выше. Из результатов, полученных в работе, состав 70% яблочного сока + 30% ростков пшеницы показывает высокое содержание аскорбиновой кислоты, общего количества полифенолов, общего хлорофилла, антиоксидантной активности и содержания минералов. Обе схемы пастеризации соков,

полученных в данном исследовании, были безопасны с точки зрения пищевой безопасности. Все проанализированные минералы во всех пробах находились в пределах соответствующих рекомендуемых значений. Дисперсионный анализ показал, что на содержание всех измеряемых параметров (кроме содержания Р) влияет образец и способ пастеризации. Кроме того, результаты также дают практический вывод для потребителей: образец с содержанием 70% яблочного сока + 30% ростков пшеницы обеспечивают разнообразие биологически активных компонентов, которые жизненно важны для укрепления здоровья и профилактики заболеваний.

Литература

- [1] Padalia S. et al. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview //Chronicles of young scientists. – 2010. – Т. 1. – №. 2. – С. 23-28.
- [2] Wakeham P. The medicinal and pharmacological screening of wheatgrass juice (*Triticum aestivum* L.): an investigation into chlorophyll content and antimicrobial activity. – 2013.
- [3] Rodionov, I. S. Biotechnological bases of a functional drink based on whey / I. S. Rodionov, I. A. Evdokimov, E. A. Abakumova // Modern Science and Innovations. – 2023. – No. 1(41). – P. 72-82. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.1.7. – EDN EVRKXW.
- [4] Paukova, V. S. Calculation of the cost of the developed functional drink based on matcha tea / V. S. Paukova // Modern Science and Innovations. – 2023. – No. 1(41). – P. 95-104. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.1.9. – EDN RGVIPV.
- [5] Манжесов, В. И. Актуальные тенденции в производстве овощных напитков функциональной направленности / В. И. Манжесов, С. Ю. Чурикова, М. С. Бабенкова // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2017. – № 1(8). – С. 68-73. – EDN ZDGPJL.
- [6] Брыксина, К. В. Разработка напитка функционального назначения на основе творожной сыворотки с фруктовым наполнителем / К. В. Брыксина, Е. И. Попова, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 4. – EDN CWQNCO.
- [7] Скрипко, О. В. Использование соевой сыворотки для приготовления безалкогольных напитков функционального назначения / О. В. Скрипко // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 5(170). – С. 219-225. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-5-219-225. – EDN PWLYJV.

References

- [1] Padalia S. et al. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview //Chronicles of young scientists. - 2010. - Т. 1. - No. 2. - pp. 23-28.
- [2] Wakeham P. The medicinal and pharmacological screening of wheatgrass juice (*Triticum aestivum* L.): an investigation into chlorophyll content and antimicrobial activity. – 2013.
- [3] Rodionov, I. S. Biotechnological bases of a functional drink based on whey / I. S. Rodionov, I. A. Evdokimov, E. A. Abakumova // Modern Science and Innovations. – 2023. – No. 1(41). – pp. 72-82. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.1.7. – EDN EVRKXW.
- [4] Paukova, V. S. Calculation of the cost of the developed functional drink based on matcha tea / V. S. Paukova // Modern Science and Innovations. – 2023. – No. 1(41). – pp. 95-104. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.1.9. – EDN RGVIPV.
- [5] Manzhesov, V. I. Actual trends in the production of functional vegetable drinks / V. I. Manzhesov, S. Yu. Churikova, M. S. Babenkova // Technologies and commodity science of agricultural products. - 2017. - No. 1(8). – pp. 68-73. – EDN ZDGPJL.
- [6] Bryksina, K. V., Popova E. I., Tolstova N. Yu. Development of a functional drink based on curd whey with fruit filler // Science and Education. - 2021. - V. 4, No. 4. - EDN CWQNCO.
- [7] Skripko, O. V. The use of soy whey for the preparation of soft drinks for functional purposes / O. V. Skripko // Bulletin of KrasSAU. - 2021. - No. 5 (170). – pp. 219-225. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-5-219-225. – EDN PWLYJV.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Поляков Александр Викторович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Polyakov Alexander Viktorovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>
<p>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</p>	<p>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</p>