

УДК 604.6:663.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Зиятдинова М.М., Каримов Д.О., Даукаев Р.А.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

*В данной статье представлены результаты исследования соковой продукции отечественного производства на наличие генетически модифицированных компонентов. Объектами анализа выбраны соки, нектары, сокосодержащие напитки и морсы различных торговых марок. Содержание генетически модифицированных организмов определяли методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на амплификаторе CFX96 (Bio-Rad, США) с использованием коммерческих наборов реагентов. На основании проведенных исследований установлено, что в анализируемых образцах соковой продукции отечественного производства генетически модифицированные компоненты отсутствуют. Полученные данные подтверждают соответствие реализуемой соковой продукции требованиям нормативных документов, регламентирующих содержание генетически модифицированных организмов в пищевой продукции.*

**Ключевые слова:** соковая продукция, генетически модифицированные организмы, растительная ДНК, полимеразная цепная реакция.

**Для цитирования:** Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Зиятдинова М.М., Каримов Д.О., Даукаев Р.А. Исследование соковой продукции на содержание генетически модифицированных ингредиентов. Медицина труда и экология человека. 2021;3:124-131.

**Для корреспонденции:** Мухаммадиева Гузель Фанисовна, старший научный сотрудник отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», кандидат биологических наук, e-mail: [ufniimt@mail.ru](mailto:ufniimt@mail.ru).

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10309>

## STUDY OF JUICE PRODUCTS FOR THE CONCENTRATION OF GENETICALLY MODIFIED INGREDIENTS

Mukhammadieva G.F., Bakirov A.B., Kudoyarov E.R., Valova Ya.V., Ziatdinova M.M., Karimov D.O., Daukaev R.A.

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

*This article focuses on the results of a study on domestic juice products for the presence of genetically modified components. The objects of analysis included juices, nectars, juice drinks and fruit drinks of various brands. The concentration of genetically modified organisms was determined by the polymerase chain reaction method in real time on a CFX96 amplifier (Bio-Rad, USA) using commercial reagent kits. The study has shown the absence of genetically modified components in juice products of domestic production. The data obtained confirm the compliance of the sold juice products with the requirements of regulatory documents regulating the concentration of genetically modified organisms in food products.*

**Keywords:** *juice products, genetically modified organisms, plant DNA, polymerase chain reaction.*

**Citation:** *Mukhammadieva G.F., Bakirov A.B., Kudoyarov E.R., Valova Ya.V., Ziatdinova M.M., Karimov D.O., Daukaev R.A. Study of juice products for the concentration of genetically modified ingredients. Occupational health and human ecology. 2021; 3: 124-131.*

**Correspondence:** *Guzel F. Mukhammadieva, Senior Researcher at the Department of Toxicology and Genetics with an Experimental Clinic of Laboratory Animals of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Cand. Sc. (Biology), e-mail: ufniimt@mail.ru.*

**Financing.** *The study had no financial support.*

**Conflict of interests.** *The authors declare no conflict of interests.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10309>

Соковая продукция представлена на потребительском рынке широким ассортиментом различных торговых марок и производителей разных ценовых сегментов. В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» к соковой продукции относят: соки, нектары, сокосодержащие напитки и морсы [1]. Являясь неотъемлемой частью питания, данные продукты достаточно популярны среди потребителей. Поскольку при изготовлении соковой продукции используются фрукты, ягоды и овощи, считается, что ее потребление помогает получить необходимый комплекс витаминов и минералов [2-4]. В последнее время в Российской Федерации отмечаются колебания объемов производства соковой продукции на фоне экономического кризиса [5-8].

С каждым годом в мире увеличивается производство новых генетически модифицированных сортов растений. Благодаря генетической модификации растения приобретают устойчивость к вредителям и болезням, а также к неблагоприятным природно-климатическим факторам [9-12]. Так, в США апельсиновые деревья уничтожаются неизлечимой бактериальной инфекцией, известной как Хуанлунбин (HLB) или «озеленение цитрусовых». Одним из самых эффективных способов сохранения цитрусовой индустрии Флориды и большей части производства апельсинового сока в стране является создание с помощью генной инженерии устойчивого вида деревьев [13, 14]. Для получения новых генетически модифицированных сортов цитрусовых используются различные биотехнологические методы [15-17].

На территории Российской Федерации запрещено выращивание и разведение генетически модифицированных растений, однако разрешен ввоз генетически модифицированной продукции и продукции, полученной с их применением, за исключением специализированного детского питания. Всего в нашей стране допущено к использованию для пищевых целей 27 генетически модифицированных линий 4 видов растений [18]. При этом в мире зарегистрировано уже более 400 линий генетически модифицированных культур [19]. Для приготовления соковой продукции в России в основном используется импортное сырье, что обусловлено климатическими условиями, при которых выращивание большинства фруктов является затруднительным на территории страны. В связи с этим существует возможность попадания генетически модифицированных компонентов в отечественную соковую продукцию. Вместе с тем некоторые производители не указывают наличие генетически модифицированных ингредиентов в составе продукции.

**Целью** данной работы является исследование соковой продукции отечественного производства на наличие генетически модифицированных компонентов.

**Материалы и методы.** Объектами для проведения исследований послужили 56 образцов соковой продукции разных производителей, среди которых 7 соков, 30 нектаров, 10 сокосодержащих напитков и 9 морсов. Из них 64,3% были разрешены для детского питания.

Экстракцию ДНК из исследуемых образцов проводили с использованием набора реагентов «МагноПрайм ФИТО» (ООО «НекстБио», Россия), предназначенного для выделения ДНК из сырья и продуктов растительного происхождения. Наличие генетически модифицированных организмов в соковой продукции подтверждалось методом полимеразной цепной реакции с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов реакции на амплификаторе CFX96 (Bio-Rad, США) в режиме реального времени. Для выявления последовательности ДНК гена, специфичного для растительного генома, промоторов 35S, FMV и терминатора NOS использовали набор «АмплиСенс ГМ Плант-1-FL» (ФГУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), а для количественного определения промотора 35S и обнаружения последовательности ДНК гена, специфичного для генома сои – комплект реагентов «АмплиКвант ГМ соя-FL» (ФГУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Для амплификации применяли следующую программу: 95°C – 15 мин, один цикл; 95°C – 15 с, 59°C – 1 мин, 42 цикла. Непосредственно в ходе полимеразной цепной реакции осуществляли регистрацию флуоресцентного сигнала, уровень которого пропорционален количеству ДНК в исследуемом образце. При флуоресцентной детекции специфических последовательностей использовали флуорофоры FAM, HEX, ROX и Cy5. По окончании амплификации проводили учет результатов по каждому каналу детекции с помощью программного обеспечения прибора CFX96. Результаты исследования интерпретировали на основании наличия (или отсутствия) пересечения кривой флуоресценции с установленной на соответствующем уровне пороговой линией, что определяет наличие (или отсутствие) для данной пробы значения порогового цикла Ct. Результаты исследования считались достоверными только в случае получения правильных результатов для контролей этапов экстракции и амплификации ДНК.

**Результаты.** Проведено исследование 56 проб соковой продукции отечественного производства на выявление генетически модифицированных источников растительного происхождения. Ни в одном из анализируемых образцов не было обнаружено регуляторных последовательностей 35S, FMV и NOS. Значения пороговых циклов по каналам для флуорофоров FAM, Cy5 и ROX не были определены, что указывает на отсутствие генетически измененных компонентов в исследуемых пробах. При этом в 16,7% проанализированных проб была выявлена растительная ДНК. Среди них 50,0% составили соки, 16,7% - нектары, 16,7% - сокосодержащие напитки и 16,7% - морсы. На рисунке приведены кривые накопления флуоресцентного сигнала по каналу для флуорофора HEX, свидетельствующему о накоплении продуктов амплификации фрагментов растительной ДНК (рис. 1).

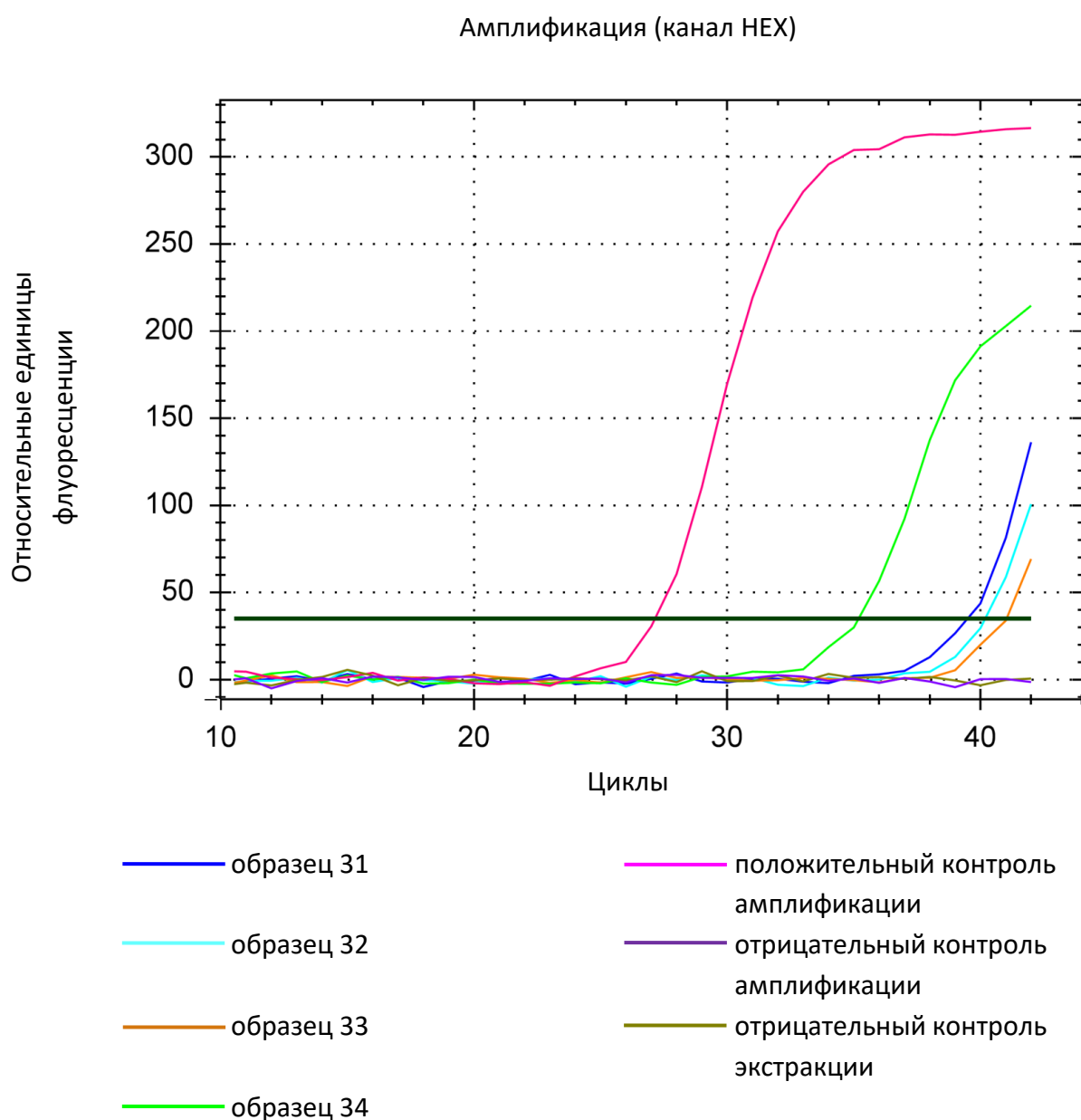


Рис. 1. Кривые накопления флуоресцентного сигнала по каналу для флуорофора HEX

Все исследуемые образцы были также проанализированы на наличие последовательности ДНК гена, специфичного для генома сои. Ни в одной из проб соковой продукции обнаружить присутствие ДНК сои не удалось.

**Обсуждение.** Вопрос о безопасности применения генетически модифицированных организмов пока остается открытым [20]. Тем не менее результаты данного исследования свидетельствуют о добросовестности производителей анализируемой продукции. Следует отметить, что в настоящее время введен запрет на использование продуктов, полученных с использованием генетически модифицированных организмов, в детском питании, в том числе и в детских соках [1, 21]. При этом во всех проверенных пробах соковой продукции для детского питания отсутствовали генетически модифицированные ингредиенты. Таким образом, исследованная продукция по содержанию генно-модифицированных организмов соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» [1].

**Заключение.** В результате проведенных исследований генетически модифицированные компоненты в соковой продукции отечественного производства не обнаружены. Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что все исследуемые образцы отвечают требованиям действующего российского законодательства, регулирующего содержание генетически модифицированных организмов в пищевой продукции.

#### Список литературы:

1. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320562?section> (дата обращения: 16.08.2021).
2. Маюрникова Л.А., Ремизов С.В. Анализ и направления развития сокового производства в России. Ползуновский вестник. 2012; 2(2): 93-97.
3. Бельмер С.В. Соки в питании ребенка и взрослого человека: значение для здоровья. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016; 61(4): 43-48.
4. Кенийз Н.В., Варивода А.А. Биологически активные компоненты в питании человека за счет потребления соков и напитков. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2020; 6(65): 50-55.
5. Зайцева О.В., Семакова С.А. Оценка состояния внутреннего рынка соковой продукции. Экономические исследования и разработки. 2019; 3: 23-30.
6. Чеховская И.А., Коблова С.А. Основные тенденции развития рынка соковой продукции в России. Научно-практические исследования. 2020; 5-2(28): 123-128.
7. Анализ рынка соков и нектаров в России в 2015-2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020-2024 гг. М.: BusinesStat; 2021: 129.
8. Исследование рынка соков и нектаров за 2015-2021 гг. Прогноз на 2021-2025 гг. М.: ТК Solutions; 2021: 40.

9. Bailey-Serres J., Parker J.E., Ainsworth E.A., Oldroyd G.E.D., Schroeder J.I. Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*. 2019; 575(7781): 109-118. doi: 10.1038/s41586-019-1679-0.
10. Dong O.X., Ronald P.C. Genetic Engineering for Disease Resistance in Plants: Recent Progress and Future Perspectives. *Plant Physiol*. 2019; 180(1): 26-38. doi: 10.1104/pp.18.01224.
11. Kumar K., Gambhir G., Dass A., Tripathi A.K., Singh A., Jha A.K. et al. Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*. 2020; 251(4): 91. doi: 10.1007/s00425-020-03372-8.
12. van Esse H.P., Reuber T.L., van der Does D. Genetic modification to improve disease resistance in crops. *New Phytol*. 2020; 225(1): 70-86. doi: 10.1111/nph.15967.
13. Dutt M., Barthe G., Irely M., Grosser J. Correction: Transgenic Citrus Expressing an Arabidopsis NPR1 Gene Exhibit Enhanced Resistance against Huanglongbing (HLB; Citrus Greening). *PLoS One*. 2016; 11(1): e0147657. doi: 10.1371/journal.pone.0147657.
14. Ying X., Redfern B., Gmitter F.G. Jr., Deng Z. Heterologous Expression of the Constitutive Disease Resistance 2 and 8 Genes from *Poncirus trifoliata* Restored the Hypersensitive Response and Resistance of Arabidopsis *cd1* Mutant to Bacterial Pathogen *Pseudomonas syringae*. *Plants (Basel)*. 2020; 9(7): 821. doi: 10.3390/plants9070821.
15. Sun L; Nasrullah, Ke F., Nie Z., Wang P., Xu J. Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(21): 5256. doi: 10.3390/ijms20215256.
16. Soares J.M., Tanwir S.E., Grosser J.W., Dutt M. Development of genetically modified citrus plants for the control of citrus canker and huanglongbing. *Tropical Plant Pathology*. 2020; 45: 237-250.
17. Alquézar B., Carmona L., Bennici S., Peña L. Engineering of citrus to obtain huanglongbing resistance. *Curr Opin Biotechnol*. 2021; 70: 196-203. doi: 10.1016/j.copbio.2021.06.003.
18. База данных ГМО: ГенБит [Электронный ресурс] – URL: <https://www.genbitgroup.com/ru/gmo/gmodatabase> (дата обращения: 12.08.2021).
19. GM Approval Database: ISAAA [Электронный ресурс] – URL: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp> (дата обращения: 13.08.2021).
20. Тышко Н.В., Садыкова Э.О., Шестакова С.И., Аксюк И.Н. Новые источники пищи: от генно-инженерно-модифицированных организмов к расширению биоресурсной базы России. *Вопросы питания*. 2020; 89(4): 100-109. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10046.
21. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 8 августа 2019 года): технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 16.08.2021).

#### References:

1. TR CU 023/2011. Technical regulations for fruit and vegetable juice products: technical regulations of the Customs Union. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320562?section>.

2. Mayurnikova L.A., Remizov S.V. Analysis and trends of development of juice production in Russia. *Polzunovsky Vestnik*. 2012; 2 (2): 93-97.
3. Belmer S.V. Juices in the nutrition of children and adults: their importance for health. *Russian Vestnik of Perinatology and Pediatrics*. 2016; 61 (4): 43-48.
4. Keniyz N.V., Varivoda A.A. Biologically active components in human nutrition due to the consumption of juices and drinks. *Technology and commodity research of innovative food products*. 2020; 6 (65): 50-55.
5. Zaitseva O.V., Semakova S.A. Assessment of the state of the domestic market for juice products. *Economic research and development*. 2019; 3: 23-30.
6. Chekhovskaya I.A., Koblova S.A. The main trends in the development of the market for juice products in Russia. *Scientific and practical research*. 2020; 5-2 (28): 123-128.
7. Analysis of the market for juices and nectars in Russia for 2015-2019, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2020-2024. Moscow: *BusinesStat*; 2021: 129.
8. Studies on the market of juices and nectars for 2015-2021. Forecast for 2021-2025. Moscow: *TK Solutions*; 2021: 40.
9. Bailey-Serres J., Parker J.E., Ainsworth E.A., Oldroyd G.E.D., Schroeder J.I. Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*. 2019; 575(7781): 109-118. doi: 10.1038/s41586-019-1679-0.
10. Dong O.X., Ronald P.C. Genetic Engineering for Disease Resistance in Plants: Recent Progress and Future Perspectives. *Plant Physiol*. 2019; 180(1): 26-38. doi: 10.1104/pp.18.01224.
11. Kumar K., Gambhir G., Dass A., Tripathi A.K., Singh A., Jha A.K. et al. Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*. 2020; 251(4): 91. doi: 10.1007/s00425-020-03372-8.
12. vanEsse H.P., Reuber T.L., van der Does D. Genetic modification to improve disease resistance in crops. *New Phytol*. 2020; 225(1): 70-86. doi: 10.1111/nph.15967.
13. Dutt M., Barthe G., Irely M., Grosser J. Correction: Transgenic Citrus Expressing an Arabidopsis NPR1 Gene Exhibit Enhanced Resistance against Huanglongbing (HLB; Citrus Greening). *PLoS One*. 2016; 11(1): e0147657. doi: 10.1371/journal.pone.0147657.
14. Ying X., Redfern B., Gmitter F.G. Jr., Deng Z. Heterologous Expression of the Constitutive Disease Resistance 2 and 8 Genes from *Poncirus trifoliata* Restored the Hypersensitive Response and Resistance of Arabidopsis *cd1* Mutant to Bacterial Pathogen *Pseudomonas syringae*. *Plants (Basel)*. 2020; 9(7): 821. doi: 10.3390/plants9070821.
15. Sun L; Nasrullah, Ke F., Nie Z., Wang P., Xu J. Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(21): 5256. doi: 10.3390/ijms20215256.
16. Soares J.M., Tanwir S.E., Grosser J.W., Dutt M. Development of genetically modified citrus plants for the control of citrus canker and huanglongbing. *Tropical Plant Pathology*. 2020; 45: 237-250.
17. Alquézar B., Carmona L., Bennici S., Peña L. Engineering of citrus to obtain huanglongbing resistance. *Curr Opin Biotechnol*. 2021; 70: 196-203. doi: 10.1016/j.copbio.2021.06.003.
18. GMO database: GenBit. Available at: <https://www.genbitgroup.com/ru/gmo/gmodatabase>.

19. GM Approval Data base: ISAAA. Available at: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>
20. Tyshko N.V., Sadykova E.O., Shestakova S.I., Aksyuk I.N. New food sources: from genetically modified organisms to expanding the bioresource base of Russia. Nutrition issues. 2020; 89 (4): 100-109. doi: 10.24411 / 0042-8833-2020-10046.
21. TR CU 021 / 2011. Food safety (as amended on August 8, 2019): technical regulations of the Customs Union. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>.

Поступила/Received: 19.08.2021

Принята в печать/Accepted: 25.08.2021.