

б. Бессонова, Л. П. Научные основы обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов / Л. П. Бессонова, Н. И. Дунченко, Л. В. Антипова; Л. П. Бессонова, Н. И. Дунченко, Л. В. Антипова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2008. – 338 с. – ISBN 978-5-7267-0495-1.

### **Analysis of technological risks in the production of semi-smoked sausages: critical control points**

*Meshcheryakov V.A. is a 4th year student of the Faculty of Technology of the K.A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy.*

*Annotation: Semi-smoked sausages are one of the most popular types of sausage products among buyers. Meat processing enterprises in Russia produce them in a large volume and in a fairly wide range. Sausages, like any other meat product, are highly susceptible to various hazards that need to be controlled. According to TR CU 021/2011 "On food safety", the introduction of a HACCP quality assurance system in production is mandatory.*

*Key words: HACCP, critical control points, quality control, food safety, monitoring, risk, semi-smoked sausages.*

УДК 615.31

### **ФЛАВОНОИДЫ: ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И БИОДОСТУПНОСТЬ В РАЗНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ**

*Голубев Алексей Алексеевич, аспирант кафедры управления качеством и товароведения продукции ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К. А. Тимирязева», e-mail: alex.golubev@rgau-msha.ru*

*Аннотация: Флавоноиды широко распространены в рационе человека и обладают антиоксидантным действием, а также другими биологически активными свойствами. В этом обзоре освещаются текущие данные о классификации, источниках флавоноидов, а также взаимодействии флавоноидов с другими макронутриентами.*

*Ключевые слова: Флавоноиды, полифенолы, биодоступность, пищевые системы.*

Флавоноиды – группа природных полифенольных веществ, представляющая собой вторичные метаболиты растений. Флавоноиды, содержащиеся в пищевых продуктах (биофлавоноиды) широко распространены в рационе человека и обладают различными биологическими свойствами: противовоспалительные, канцеропротекторные, кардиопротекторные, гепатопротекторные, нейропротекторные, антибактериальные,

противомаларийные и антиамебные. Эти свойства обычно объясняются их активностью по удалению свободных радикалов, способностью хелатировать металлы и способностью связываться с белками с высокой степенью специфичности [1, 2].

Флавоноиды обычно накапливаются в вакуолях растительных клеток в виде гликозидов. Структурно флавоноиды представляют собой бензопираны с двумя ароматическими кольцами (обычно обозначаемыми как А и В), связанными через пирановое гетероциклическое кольцо (обычно обозначаемое как С), и синтезируются по пути шикимовой кислоты [3].

Основная структура флавоноидов

Семь основных классов: флавонолы, флавоны, изофлавоны, антоцианидины, флаваноны, флаванолы и халконы разделяют по степени окисления центрального гетероцикла (кольцо С). В то время как различные модификации на двух других кольцах (гликозилирование, ацилирование и т.п.) обуславливают внутриклассовое разнообразие флавоноидов.

Значительные концентрации биофлавоноидов присутствуют во фруктах, овощах и чаях. Фрукты, такие как цитрусовые, ягоды, сливы, персики, виноград и яблоки, богаты флаванонами, такими как неогесперидин, гесперидин, гесперетин, нарингин, и флавонолами, такими как кверцетин, рутин, мирицетин, кемпферол и физетин [4]. Флавоны, такие как тангеретин, нобилетин, апигенин и лютеолин, содержатся в мандаринах, брокколи, яблоках, мяте, сельдерее и винограде. Изофлавоноиды, такие как генистеин, глицитеин и даидзеин, содержатся в основном в бобовых, в частности, в сое и ее продуктах [5]. Антоцианидины, такие как цианидин, дельфинидин, мальвидин, пеларгонидин, пеонидин, в изобилии присутствуют в ягодах, включая клюкву, клубнику, чернику и малину. Флаванолы, также называемые катехинами, преимущественно встречаются в чае и какао. Халконы содержатся в изобилии в цитрусовых, яблоках, томатах, луке-шалоте, ростках фасоли и картофеле [6].

Различные пищевые продукты содержащие биофлавоноиды пользуются популярностью у потребителей из-за растущего спроса на здоровый образ жизни. Однако доступность и активность флавоноидов может быть снижена в многокомпонентных продуктах. Так же активность может падать в следствие применения критических для флавоноидов факторов переработки пищевого сырья [7]. Эти факторы – главные ограничители пищевой полезности флавоноидов.

В контексте усвояемости ряд авторов разделяет: биоусвояемость (bioaccessibility) – часть переваренных флавоноидов, которая поглощается и метаболизируется обычными путями; и «биодоступность» (bioaccessibility) – доля флавоноидов, которая высвобождается из пищевой матрицы и свободна для поглощения в тонком кишечнике [8,9]. Большинство флавоноидных соединений достигают толстой кишки, где они далее метаболизируются в кишечной микробиотой. Таким образом, исследователи выделяют следующие основные факторы усвояемости биофлавоноидов:

1. структурная форма (агликоны, гликозиды и метилированные производные);
2. молекулярная масса;
3. гидрофобность;
4. устойчивость в низкой кислотности;
5. состав микробиоты толстого кишечника.

Управлять частью этих факторов возможно путем разработки специализированных пищевых систем. При проектировании продуктов питания возможно добиться и повышения биодоступности, и повышения биоусвояемости флавоноидов. Главным образом современные авторы исследуют молекулярные взаимодействия флавоноидов и макронутриентов пищевых систем [10-13].

Отмечалось, что усваиваемые углеводы могут положительно влиять на доступность и усваиваемость. Например, сахароза увеличивает доступность флавоноидов и катехина; глюкоза, лактоза, крахмал и пектин восстанавливают флавоноиды фруктов [14,15]. Пищевые волокна затрудняют всасывание флавоноидов через стенку кишечника [12, 13].

Исследования взаимосвязи между белками и флавоноидами в пищевых продуктах показали, что белки могут присоединяться к полифенолам, что приводит к образованию комплексов, которые могут быть как растворимыми, так и нерастворимыми, что влияет на биодоступность этих соединений [16, 17]. Молочные белки, глютеины и глиадины пшеницы снижают биодоступность флавоноидов [18, 19]. Белки мяса, сои и пшеницы снижают антиоксидантную активность антиоксидантов граната [20].

Большинство исследований, о взаимодействии липидов и флавоноидов, были проведены с кверцетином с целью улучшения абсорбции этого липофильного соединения. По сравнению с обезжиренной диетой, диета с высоким содержанием жиров повышает концентрацию кверцетина в плазме крови [21, 22]. Добавление оливкового масла способствует усвоению полифенолов томата [23]

Таким образом, биодоступность и биоусваиваемость флавоноидов может отличаться в различных пищевых системах. Современные исследования показывают, что в целом присутствие белков и пищевых волокон может оказывать неблагоприятное воздействие на биодоступность флавоноидов. С другой стороны, липиды и легкоусвояемые углеводы улучшают биодоступность. Однако работ, посвященных этому на сегодняшний день не так много, а результаты зачастую бывают противоречивыми. Пока точные механизмы, обуславливающие такие результаты остаются неизвестными необходимы дальнейшие исследования. Понимание механизмов взаимодействия между флавоноидами и другими нутриентами поможет разработать пищевые продукты с повышенными полезными свойствами для здоровья потребителей.

### Библиографический список

1. Guven H., Arici A., Simsek O. Flavonoids in our foods: a short review //Journal of Basic and Clinical Health Sciences. – 2019. – Т. 3. – №. 2. – С. 96-106.
2. Gentile D. et al. Dietary flavonoids as a potential intervention to improve redox balance in obesity and related co-morbidities: a review //Nutrition Research Reviews. – 2018. – Т. 31. – №. 2. – С. 239-247.
3. Sharma A. et al. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 13. – С. 2452.
4. Panche A. N., Diwan A. D., Chandra S. R. Flavonoids: an overview //Journal of nutritional science. – 2016. – Т. 5.
5. Kim M. A., Kim M. J. Isoflavone profiles and antioxidant properties in different parts of soybean sprout //Journal of food science. – 2020. – Т. 85. – №. 3. – С. 689-695.
6. Mutha R. E., Tatiya A. U., Surana S. J. Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: An overview //Future journal of pharmaceutical sciences. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С. 1-13.
7. Arfaoui L. Dietary plant polyphenols: effects of food processing on their content and bioavailability //Molecules. – 2021. – Т. 26. – №. 10. – С. 2959.
8. Barba F. J. et al. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing //Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Т. 67. – С. 195-206.
9. Grundy M. M. L. et al. Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism //British Journal of Nutrition. – 2016. – Т. 116. – №. 5. – С. 816-833.
10. Jakobek L. Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins //Food chemistry. – 2015. – Т. 175. – С. 556-567.
11. Singh H., Gallier S. Processing of food structures in the gastrointestinal tract and physiological responses //Food structures, digestion and health. – Academic Press, 2014. – С. 51-81.
12. Palafox-Carlos H., Ayala-zavala F. The Role of Dietary Fiber in the Bioaccessibility and Bioavailability of Fruit and Vegetable Antioxidants. 76 (1), 6–15. – 2011.
13. González-Aguilar G. A., Blancas-Benítez F. J., Sáyago-Ayerdi S. G. Polyphenols associated with dietary fibers in plant foods: Molecular interactions and bioaccessibility //Current Opinion in Food Science. – 2017. – Т. 13. – С. 84-88.
14. Sengul H., Surek E., Nilufer-Erdil D. Investigating the effects of food matrix and food components on bioaccessibility of pomegranate (*Punica granatum*) phenolics and anthocyanins using an in-vitro gastrointestinal digestion model //Food Research International. – 2014. – Т. 62. – С. 1069-1079.
15. Rodriguez-Mateos A. et al. Influence of sugar type on the bioavailability of cocoa flavanols //British journal of nutrition. – 2012. – Т. 108. – №. 12. – С. 2243-2250.

16. Sęczyk Ł. et al. Protein–phenolic interactions as a factor affecting the physicochemical properties of white bean proteins //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 3. – С. 408.
17. He Z. et al. Effect of simulated processing on the antioxidant capacity and in vitro protein digestion of fruit juice-milk beverage model systems //Food chemistry. – 2015. – Т. 175. – С. 457-464.
18. Świeca M. et al. The influence of protein–flavonoid interactions on protein digestibility in vitro and the antioxidant quality of breads enriched with onion skin //Food Chemistry. – 2013. – Т. 141. – №. 1. – С. 451-458.
19. Oksuz T. et al. Changes in bioavailability of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) phenolics and anthocyanins when consumed with dairy food matrices //Journal of food science and technology. – 2019. – Т. 56. – №. 9. – С. 4177-4188.
20. Sengul H., Surek E., Nilufer-Erdil D. Investigating the effects of food matrix and food components on bioaccessibility of pomegranate (*Punica granatum*) phenolics and anthocyanins using an in-vitro gastrointestinal digestion model //Food Research International. – 2014. – Т. 62. – С. 1069-1079.
21. Riva A. et al. Improved oral absorption of quercetin from quercetin phytosome®, a new delivery system based on food grade lecithin //European journal of drug metabolism and pharmacokinetics. – 2019. – Т. 44. – №. 2. – С. 169-177.
22. Guo Y. et al. Dietary fat increases quercetin bioavailability in overweight adults //Molecular Nutrition & Food Research. – 2013. – Т. 57. – №. 5. – С. 896-905.
23. Martínez- Huélamo M. et al. Bioavailability of tomato polyphenols is enhanced by processing and fat addition: Evidence from a randomized feeding trial //Molecular Nutrition & Food Research. – 2016. – Т. 60. – №. 7. – С. 1578-1589.

### **Flavonoids: functional role, classification and bioavailability in different food systems**

**Golubev A. A.**, *Postgraduate student of the Department of Quality Management and Commodity Science of Products of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev*

**Abstract:** *Flavonoids are widely distributed in the human diet and have an antioxidant effect, as well as other biologically active properties. This review highlights current data on classification, the source of flavonoids, as well as the interaction of flavonoids with other macronutrients.*

**Key words:** *Flavonoids, polyphenols, bioavailability, food systems.*

УДК 664.32

### **УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РЫБЬЕГО ЖИРА ИЗ ПЕЧЕНИ МИНТАЯ ФЕРМЕНТАТИВНЫМ СПОСОБОМ**

**Голубев Алексей Алексеевич**, аспирант кафедры управления качеством и товароведения продукции ФГБОУ ВО «Российский государственный