

Kemerovo State University, Russia, Kemerovo, e-mail: rector@kemsu.ru

Annotation. *The paper examines the possibility of using machine learning methods and artificial neural networks for the design of food products using the example of food concentrates, in particular granulated jelly. This can be used in production when certain problems arise: developing a product with specified properties and quality indicators, developing a product from existing raw materials, developing a product for existing equipment.*

When designing a product, three types of problems may arise: regression (or prediction), classification, and clustering. Regression problems are solved using linear regression, polynomial regression, trees and forests, and their ensembles; classification using kNN, trees and forests, linear classifiers, naive Bayes and their ensembles; clustering problem using FOREL, k-means, c-means, connected components and others algorithms. The use of artificial intelligence methods is possible only if there is data describing the objects of study. Such data is processed and compiled into datasets or data sets.

The study describes seven objects (product, raw materials, equipment, recipe, process, economic efficiency of production, quality formation) for which modeling should be carried out, what data and from what sources are needed.

In conclusion, the sequences in which models should be developed for specific tasks are considered, and a basic modeling diagram for product design is drawn up. The starting points for modeling can be objects: product, raw materials and equipment. They can also be intermediate objects, along with recipes and processes. Any modeling chain ends with an assessment of the economic efficiency of production of the designed product. The feedback stage is to check the formation of quality. Thus, the possibility and consistency of using machine learning methods and artificial neural networks for product design when modeling food production has been proven.

Key words: *machine learning, artificial neural networks, granulation, food concentrates, modeling, food engineering.*

УДК 634.86

ИЗУЧЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ВИНОГРАДА ПО СОДЕРЖАНИЮ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Щетинин Михаил Павлович, д-р техн. наук, профессор, вице-президент,
Некоммерческое образовательное частное учреждение дополнительного
профессионального образования «Международная промышленная академия»,
e-mail: m_p_sh1953@mail.ru

Сидорова Елена Сергеевна, директор экспериментально-производственного

центра сыроделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», e-mail: sidorovae77@mail.ru

Щетинина Елена Михайловна, *д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ питания и биотехнологии», e-mail: shetinitina2014@bk.ru*

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»,
г. Москва, Россия, e-mail: murinans@mgupp.ru

Аннотация: с учетом возрастающего интереса промышленности к поиску новых источников растительного сырья, виноград заслуживает особого внимания, в связи с разнообразием комплексов входящих в его состав природных компонентов. В статье рассмотрены результаты исследований и сравнительный анализ сортов винограда по содержанию органических кислот и полифенольных соединений с перспективой его использования в качестве растительного ингредиента в составе поликомпонентных продуктов и продления их сроков годности. Объектом исследования являлись сорта винограда Пино и Каберне Совиньон, выращиваемые на территории Краснодарского края.

Ключевые слова: ягоды винограда, сорт Пино, сорт Каберне Совиньон, полифенольные соединения, органические кислоты, антиоксидантные свойства, поликомпонентные продукты.

Введение. Сегодня во всех отраслях пищевой промышленности активно ведется поиск новых видов сырья, которые бы позволили не только расширить ассортимент вырабатываемой продукции, но и обеспечить производство поликомпонентных продуктов здорового питания [1-6].

На территории Российской Федерации активно развивается виноградарство, однако основная масса получаемой продукции используется для производства алкогольной продукции, соков и лишь малая часть в производстве других пищевых продуктов. Особый интерес при изучении состава винограда вызывают органические кислоты и полифенольные соединения, которые оказывают благоприятное воздействие на метаболизм человека [5,10].

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа сортов винограда по содержанию органических кислот и полифенольных соединений и оценка возможности дальнейшего использования винограда в качестве растительного ингредиента в составе молочных продуктов.

Объектом исследования являлись ягоды винограда сорта Пино и Каберне Совиньон, выращиваемые на территории Краснодарского края.

Методы исследования. Содержание полифенольных соединений определяли методом Фолина-Чокальтеу по Р 4.1.1672-03 «Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище» спектрофотометрическим методом на спектрофотометре UNICO 2800,

производитель США “United Products & Instruments, Inc”.

Профиль полифенолов - методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Исследования проводили с применением высокоэффективного жидкостного хроматографа Agilent модели 1260 Infinity II LC, использовали аналитическую колонку Zorbax ODS с размером частиц 5 мкм, длиной 250 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, температура колонки 20 °С Подвижная фаза: элюент А - дистиллированная вода, В - абсолютный метанол, С - смесь дистиллированной воды/ледяная уксусная кислота 96:4 (по объёму). Программа градиента: 0 мин: 15% В и 85% С, 15 мин – 75% А и 25% В, 20 мин: 15% А и 85% В, 40 мин: 40% А и 60% В, 45 мин: 5% А и 95% В, 55 мин: 5% А и 95% В, 60 мин: 85% А и 15% В и 70 мин: 85% А и 15% В. При этом скорость подачи элюента составляла: 0 мин: 0.5 мл/мин. и от 15 до 70 мин: 0,8 мл/мин. Объем вводимой пробы 5 мкл. Детектирование осуществляли при 280, 303, 330 и 360 нм; указанные длины волн были предварительно выбраны по спектрофотометрическим параметрам определяемых компонентов.

Сбор данных и обработку результатов проводили с помощью программных обеспечений: высокоэффективные жидкостные хроматографы Agilent модели 1260 Infinity II LC – OpenLab CDS 2.5, потенциометрический титратор АТП-02 – Nitrate 5.x, атомно-абсорбционный анализатор – ААWin 3.0.

Результаты и обсуждение. Все измерения были выполнены в пяти повторностях. Корреляционную зависимость и линейную регрессию рассчитывали с использованием Microsoft Office Excel 2016.

Известно, что органические кислоты положительно влияют на системы пищеварения, играют важную роль в поддержании кислотно-щелочного баланса [4-6].

В таблице 1 приведено содержание некоторых органических кислот в ягодах винограда различных сортов.

Таблица 1

Содержание некоторых органических кислот в ягодах сорта Пино и Каберне Совиньон

Наименование компонента	Каберне Совиньон		Пино	
	Содержание, г/100 г			
		в пересчёте на абсолютно сухие вещества		в пересчёте на абсолютно сухие вещества
Хинная кислота	0,40±0,04	2,8±0,28	0,17±0,02	1,4±0,16
Яблочная кислота	0,8±0,02	4,8±0,48	0,026	0,2±0,02
Лимонная кислота	0,37±0,04	2,7±0,27	0,92±0,10	8,1±0,84

Согласно полученным данным, содержание органических кислот в различных сортах винограда значительно отличается: в ягодах сорта Каберне Совиньон содержание хинной кислоты в пересчете на абсолютно сухие вещества составляет $2,8 \pm 0,28$ г/100 г, а в ягодах сорта Пино - $1,6 \pm 0,16$ г/100 г; содержание яблочной кислоты в пересчете на абсолютно сухие вещества в ягодах сорта Каберне Совиньон составляет $4,8 \pm 0,48$ г/100 г, а в ягодах сорта Пино - $0,2 \pm 0,02$ г/100 г; содержание лимонной кислоты в пересчете на абсолютно сухие вещества в ягодах сорта Каберне Совиньон составляет $2,7 \pm 0,27$ г/100 г, а в ягодах сорта Пино $0,95 \pm 0,10$ г/100 г. На рисунке 1 представлены хроматограммы содержания органических кислот ягод винограда сорта Каберне Совиньон и Пино.

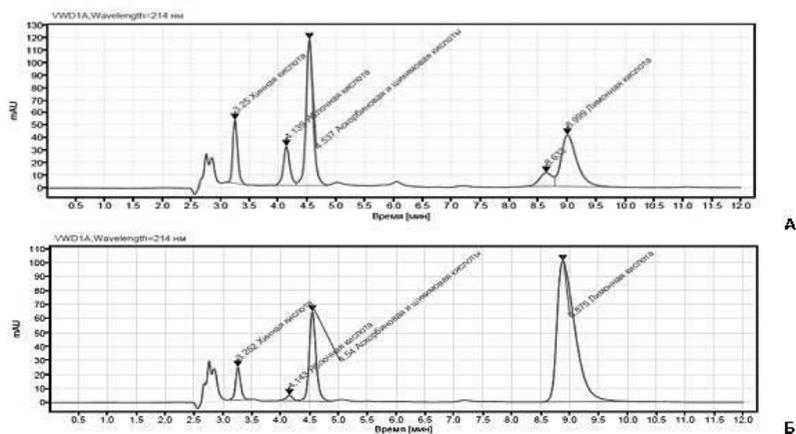


Рисунок 1 - Хроматограммы содержания органических кислот ягод (А-Каберне Совиньон) и (Б-Пино)

По результатам проведенных исследований установлено, что ягоды сорта винограда Пино и Каберне Совиньон накапливают значительные количества органических кислот, причем в расчете на абсолютно сухое вещество их содержание в ягодах сорта Каберне Совиньон и Пино практически одинаковое $11,54 \pm 1,05$ г/100 г а.с.в и $11,43 \pm 1,04$ г/100 г а.с.в соответственно.

В качественном составе полифенольных соединений ягод идентифицированы кверцетин, рутин, катехин, ресвератрол а также фенолокислоты - галловая, коричная, хлорогеновая, сиреневая и феруловая кислоты. Основная польза полифенолов для организма заключается в их антиоксидантных свойствах [4,6-9]. На рисунке 2 представлены хроматограммы содержания полифенольных компонентов в разных сортах винограда при длине волны 280 нм: галловая кислота, катехин, сиреневая кислота, коричная кислота, а на рисунке 3 хроматограммы содержания полифенольных компонентов в разных сортах винограда при длине волны 303 нм - ресвератрол.

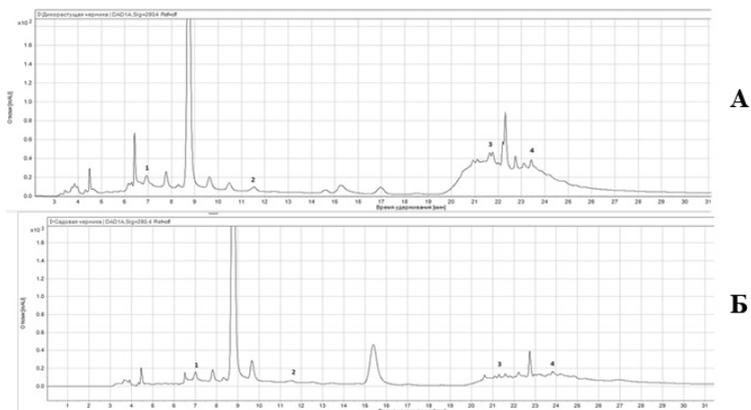


Рисунок 2 – Хроматограммы содержания полифенольных компонентов при длине волны 280 нм (А – Каберне Совиньон, Б - Пино) 1- галловая кислота; 2- катехин, 3- сиреневая кислота; 4- коричная кислота

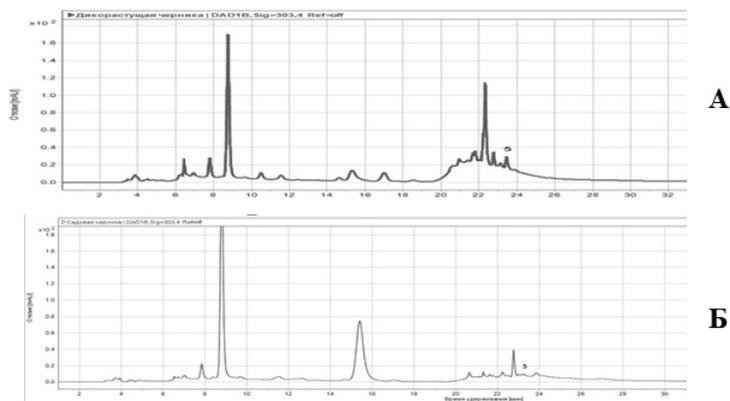


Рисунок 3 - Хроматограммы содержания полифенольных компонентов при длине волны 303 нм (А – Каберне Совиньон, Б - Пино) 5 – ресвератрол

На рисунке 4 представлены хроматограммы полифенольных компонентов при длине волны 330 нм разных видов винограда: хлорогеновой и феруловой кислот.

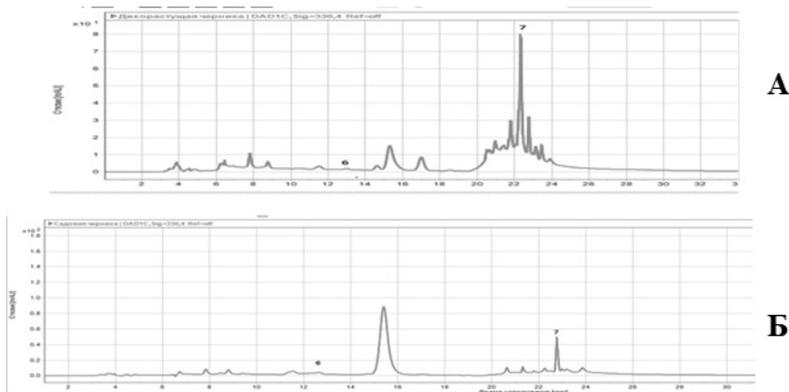


Рисунок 4 - Хроматограммы полифенольных компонентов при длине волны 330 нм (А – Каберне Совиньон, Б - Пино)
6 – хлорогеновая кислота; 7 – феруловая кислота

Достоинством ягод винограда является высокое содержание биоактивных полифенольных соединений. Согласно полученным результатам, содержание полифенольных компонентов при длине волны 280 нм достигает 1400мг/100г для ягод винограда Пино, что в 2.7 раза меньше, чем у ягод Каберне Совиньон – 3762мг/100г, в пересчете на галловую кислоту. Содержание катехина в ягодах Каберне Совиньон – 2393мг/100 г, в ягодах Пино – 2102мг/100 г, сиреневой кислоты – в ягодах Каберне Совиньон -1200мг/100 г, в ягодах Пино-975мг/100 г. Содержание ресвератрола при длине волны 303 нм в ягоде винограда Каберне Совиньон –3,24мкг/100 г, Пино – 2,04мкг/100 г.

Согласно полученным результатам, содержание полифенольных компонентов при длине волны 330 нм хлорогеновая кислота для ягод винограда Каберне Совиньон – 0,2г/100г, Пино – 0,1г/100г, содержание феруловой кислоты для ягод Каберне Совиньон-0,3г/100г, в ягодах винограда Пино-0,06г/100г. На рисунке 5 представлены хроматограммы полифенольных компонентов при длине волны 360 нм разных видов винограда: рутин и кверцетин.

Согласно полученным результатам, содержание полифенольных компонентов при длине волны 330 нм хлорогеновая кислота для ягод винограда Каберне Совиньон – 0,2г/100г, Пино – 0,1г/100г, содержание феруловой кислоты для ягод Каберне Совиньон-0,3г/100г, в ягодах винограда Пино-0,06г/100г. На рисунке 5 представлены хроматограммы полифенольных компонентов при длине волны 360 нм разных видов винограда: рутин и кверцетин.

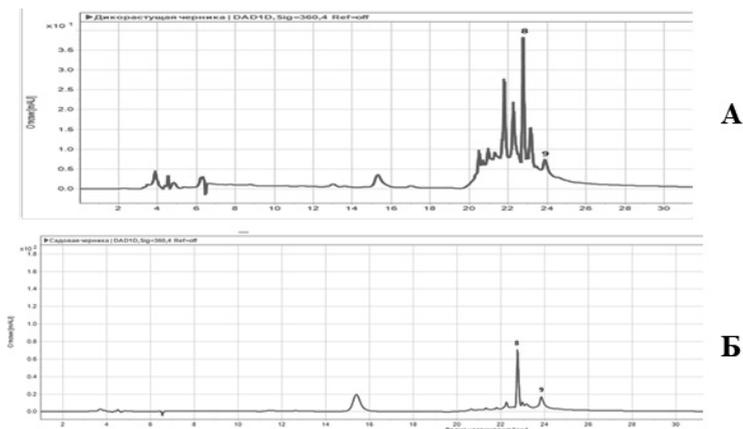


Рисунок 5 - Хроматограммы полифенольных компонентов при длине волны 360 нм (А – Каберне Совиньон, Б - Пино) 8 – рутин; 9 – кверцетин

Согласно полученным результатам, содержание полифенольных компонентов при длине волны 360 нм рутин для ягод винограда Каберне Совиньон – 6,15%, Пино – 4,81%, содержание кверцетина в ягодах винограда Каберне– 1,2 мг/100г а.с.в, в ягодах сорта Пино - 0,9мг/100г а.с.в.

Выводы. Таким образом, сравнительный анализ биохимического состава ягод Каберне Совиньон и Пино показал, что состав органических кислот и полифенолов ягод винограда определяется сортовыми особенностями. Ягоды винограда сорта Каберне Совиньон и Пино содержат в своем составе ценные природные компоненты и богатый комплекс биологически активных веществ. Оба сорта винограда содержат примерно одинаковое количество органических кислот.

Экспериментально доказано, что в ягодах сорта винограда Каберне Совиньон содержится в 2,5 раза больше биоактивных полифенольных соединений, чем в ягодах винограда сорта Пино.

В комплексе полифенольных соединений ягод винограда сорта Каберне Совиньон и Пино одни и те же представители флавоноидов и продукты их метаболизма - фенолокислоты.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать выводы, что ягоды сорта винограда Каберне Совиньон по пищевой ценности не уступают сорту винограда Пино. Более высокий уровень содержания биоактивных полифенольных соединений, позволяет рассматривать ягоды сорта винограда Каберне Совиньон, как перспективное сырье для производства поликомпонентных продуктов, поскольку являются источником полезных для здоровья биологически активных компонентов и антиоксидантов, что позволит не только придать продукту новые свойства, но и продлить сроки его годности.

Библиографический список

1. Макарова, Н. В., Еремеева Н. Б. Сравнительное изучение ультразвуковых воздействий на экстракцию на экстракцию антиоксидантных соединений ягод // *Химия растительного сырья*. 2020. № 1. С. 167–177. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42612674> (дата обращения: 26.03.2024).
2. Stanoeva J. P. et al. Phenolics and mineral content in bilberry and bog bilberry from Macedonia // *International journal of food properties*. 2017. Т. 20. №. sup1. Pp. 863-883. URL: https://www.researchgate.net/publication/315743094_Phenolics_and_mineral_content_in_bilberry_and_bog_bilberry_from_Macedonia (дата обращения: 01.04.2024).
3. Kolarov R. et al. Antioxidant capacity of wild-growing bilberry, elderberry, and strawberry fruits // *Acta Horticulturae et Regiotecturae*. 2021. Т. 24. №. 2. С. 119-126. URL: https://www.researchgate.net/publication/356736274_Antioxidant_capacity_of_wild-growing_bilberry_elderberry_and_strawberry_fruits (дата обращения: 29.03.2024).
4. Гольдина И. А., Сафронова И. В., Гайдуль К. В. Полифенольные соединения черники: особенности биологической активности и терапевтических свойств // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. №. 10-2. С. 221-228. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24107048> (дата обращения: 01.04.2024).
5. Тихонова А.Н., Агеева Н.М., Абакумова А.А., Бирюкова С.А., Глоба Е.В. Органические кислоты выжимок винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России* 2020. Т. 62 (2). С. 176-188. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42552317> (дата обращения: 24.03.2024).
6. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., и др. Биологическая активность полифенолов винограда красных вин и концентратов при реабилитации больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью // *Виноградарство и виноделие* 2018. Т. 47. С. 63-68. URL: <https://library.ru/item.asp?id=32322086> (дата обращения: 16.02.2024).
7. Мальцев В.А., Мойса Е.К., Маринкин Е.Б., Дудко Ю.В., и др. Полифенолы винограда в составе пищевого функционального продукта // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 70 (4). С. 307-321. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46356505> (дата обращения: 16.02.2024).
8. Olimova Sh., Mahsudov Ja., Sobirov O. Quercetin and dihydroquercetin polyphenols reduce iodine deficiency in case of hypothyroidism // Universum: chemistry and biology. 2022. № 6-4 (96). С. 8-11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48688670> (дата обращения: 16.02.2024).
9. Razgonova M.P., Kon'kova N.G., Zakharenko A.M., Golokhvast K.S. Polyphenols of perilla frutescens of the family lamiaceae identified by tandem mass spectrometry // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2022. Т. 26. № 7. С. 637-644. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49840075> (дата обращения: 29.01.2024).
10. Власова О.К., Даудова Т.И., Гасанов Р.З., Шелудько О.Н., и др. Органические кислоты и катионы в структурных элементах ягоды винограда и виноматериалах // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021. № 68 (2).

C. 215-231. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44861790> (дата обращения: 15.02.2024).

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GRAPE VARIETIES BY CONTENT OF ORGANIC ACIDS AND POLYPHENOLIC COMPOUNDS.

Shchetinin Mikhail Pavlovich, Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Vice-President, Non-profit educational private institution of additional professional education "International Industrial Academy", e-mail: m_p_sh1953@mail.ru

Sidorova Elena Sergeevna, director of the cheese making center, Russian Biotechnological University, e-mail: sidorovae77@mail.ru

Shchetinina Elena Mikhailovna, Doctor of Engineering. Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Food Biotechnologies and Specialized Products, Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, e-mail: schetinina2014@bk.ru

Russian Biotechnological University, Moscow, Russia, e-mail: murinans@mgupp.ru

Abstract: *taking into account the growing interest of industry in the search for new sources of plant raw materials, grapes deserve special attention due to the diverse complex of natural components included in their composition. The article discusses the results of research on comparative characterization of grape varieties based on the content of organic acids and polyphenolic compounds with the prospect of using it as a herbal ingredient in multicomponent products and extending their shelf life. The object of the study is the Pinot and Cabernet Sauvignon grape varieties grown in the Krasnodar region.*

Key words: *grapes, Pinot, Cabernet Sauvignon, polyphenolic compounds, organic acids, antioxidant properties, multicomponent products.*

УДК:658.562

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Янковская Валентина Сергеевна, д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: vs3110@rgau-msha.ru

Дунченко Нина Ивановна, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: ndunchenko@rgau-msha.ru

Волощина Елена Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры