

Остриков Александр Николаевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», т.: (919)2497597;

Желтоухова Екатерина Юрьевна, аспирант кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» технологического факультета Воронежской государственной технологической академии, т.: 89204152115, e-mail: katsturova@gmail.com.

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ГРУШЕВЫХ ЧИПСОВ (рецензирована)

Была определена суммарная антиоксидантная активность для вытяжки из свежей груши и грушевых чипсов, высушенной по предлагаемой технологии. Вытяжки из свежей и высушенной груши обладают неодинаковой суммарной антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, груша, грушевые чипсы.

Ostrikov Alexander Nicholaevich, Doctor of Technical Sciences, head of the Department "Processes and equipment of chemical and food industries" FSBEI HPO "Voronezh State University of Engineering Technologies", tel.: (919) 2497597;

Zheltoukhova Ekaterina Yurievna, post graduate of the Department "Processes and equipment of chemical and food industries" of the Technological Faculty of Voronezh State Technological Academy, tel: 89204152115, e-mail: katsturova@gmail.com.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PEAR CHIPS (reviewed)

The total antioxidant activity for extracts of fresh pear and pear crisps dried by the proposed technology has been determined. Extracts from fresh and dried pears vary in the total antioxidant activity.

Keywords: antioxidant activity, pear, pear chips.

Производство фруктовых чипсов – новое направление в пищевой промышленности России. Фруктовые чипсы изготавливаются из кусочков яблок, груш, персиков, бананов, апельсинов, киви. Грушевые чипсы приготовлены по инновационной технологии, которая исключает использование консервантов и сохраняет все полезные свойства свежих фруктов. Такие чипсы не содержат холестерина и канцерогенов, поскольку их не обжаривают в масле. Они получаются сладкими, благодаря содержащейся в плоде фруктозе.

Предлагаемая технология производства грушевых чипсов основывается на комбинированной конвективно-радиационной сушке груши (таблица 1), которая позволит интенсифицировать процесс сушки, сократить время сушки фруктов. Применение «мягких», щадящих температурных режимов позволит снизить негативное воздействие на термолабильные вещества и повысить качество готовой продукции.

Продукты питания, обладающие антиоксидантной активностью являются предметом пристального изучения, так как установлена прямая связь между содержанием свободных радикалов и возникновением наиболее опасных заболеваний [1].

Таблица 1 - Комбинированный режим ИК-сушки груши

Номер этапа	Температура продукта Т, К	Скорость воздуха v, м/с	Время, мин
1	310	1,7	0-7
2	320	1,5	7-15
3	330	1,2	15-30
4	340	0,8	30-45

За счет вредных воздействий свободных радикалов повреждаются стенки сосудов, мембраны, окисляются липиды. Наибольшую опасность представляет цепное окисление полиненасыщенных жирных кислот (перекисное окисление липидов), при этом образуются гидроперекиси, обладающие высокой реакционной способностью и повреждающим действием. Все эти нарушения приводят к серьезным патологическим изменениям, в частности к сердечно-сосудистым, онкологическим заболеваниям, астме, артритам, диабету, катаракте, болезням Альцгеймера и Паркинсона, а также к преждевременному старению. Антиоксиданты на клеточном уровне защищают организм от воздействия свободных радикалов, предохраняя человека от болезней и преждевременного старения [2]. Основные природные антиоксиданты – это витамины Е и С, флавоноиды, ароматические оксикислоты, антоцианы и др. Особую значимость представляют биофлавоноиды, обладающие антиканцерогенными, антисклеротическими, противовоспалительными и антиаллергическими свойствами. Биофлавоноиды по антиоксидантной активности в

десять раз превосходят витамины С и Е. Воздействие на организм свободных радикалов можно уменьшить за счет систематического употребления продуктов питания, обладающих высокой антиоксидантной активностью [3].

Цель исследования – определение суммарной антиоксидантной активности свежей груши и грушевых чипсов. Объектом исследования являлись свежая груша и грушевые чипсы, полученные путем радиационно-конвективной сушки. Исследуемые свежая груша и грушевые чипсы являются перспективным сырьем для использования в различных отраслях пищевой промышленности – пищевых концентратах, кондитерской и др.

ОАО НПО «Химвтоматика», НТЦ «Хроматография» была разработана методика выполнения измерения содержания антиоксидантов (СА) в биологически активных добавках (БАД), напитках, экстрактах растений, а также прибор для ее осуществления. Величина СА образцов определяется содержанием в них природных флавоноидов, в частности, катехинов; кверцетина, рутина, дигидрокверцетина (вещества группы флавона); а также витаминов и других соединений, способных связывать свободные радикалы.

В основе данной методики лежит амперометрический способ определения содержания антиоксидантов, заключающийся в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях. В качестве стандартного вещества был использован рутин (кверцетин-3-рутинозид) (рис. 1).

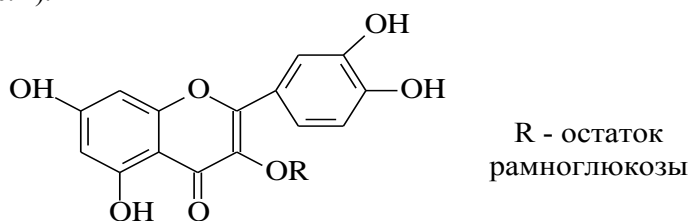


Рис. 1. Химическая формула рутина (кверцетин-3-рутинозид)

Также в качестве стандартов можно использовать следующие общеизвестные антиоксиданты: кверцетин, дигидрокверцетин, мексидол, тролокс, аскорбиновую кислоту, галловую кислоту и др.

Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы, требования безопасности и к квалификации оператора, а также условия измерений и подготовка к выполнению измерений соответствовали требованиям, изложенным в данной методике. Подготовка проб к анализу проводилась следующим образом: небольшое количество свежей груши и грушевых чипсов измельчали, взвешивали, после чего добавляли в него 50 мл бидистиллированной воды и размешивали, давали настояться в течение не менее 10 мин. Далее фильтровали через бумажный фильтр.



Рис. 2. Анализатор антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА»

Для определения антиоксидантной активности был использован анализатор «Цвет Яуза-01-АА», который позволяет проводить прямые количественные измерения антиоксидантной активности исследуемых проб (рис. 2). На этом приборе, варьируя полярность и величины приложенных потенциалов, можно определять не только суммарную антиоксидантную активность, но и активность отдельных классов биологических соединений. Прибор включает в себя: емкость для растворителя, насос, дозатор, выполненный в виде многоходового крана, амперометрический детектор, состоящий из термостатируемой электрохимической ячейки со сменными рабочими электродами, усилитель тока, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и устройство регистрации выходного сигнала.

Прибор позволяет проводить прямые количественные измерения антиоксидантной активности (АОА) исследуемых проб, содержащих биологически активные соединения. Амперометрический детектор может работать в трех режимах: постоянном потенциале, импульсных потенциалах и при сканировании потенциалов во всем диапазоне. Принципиальная схема анализатора приведена на рис. 3.

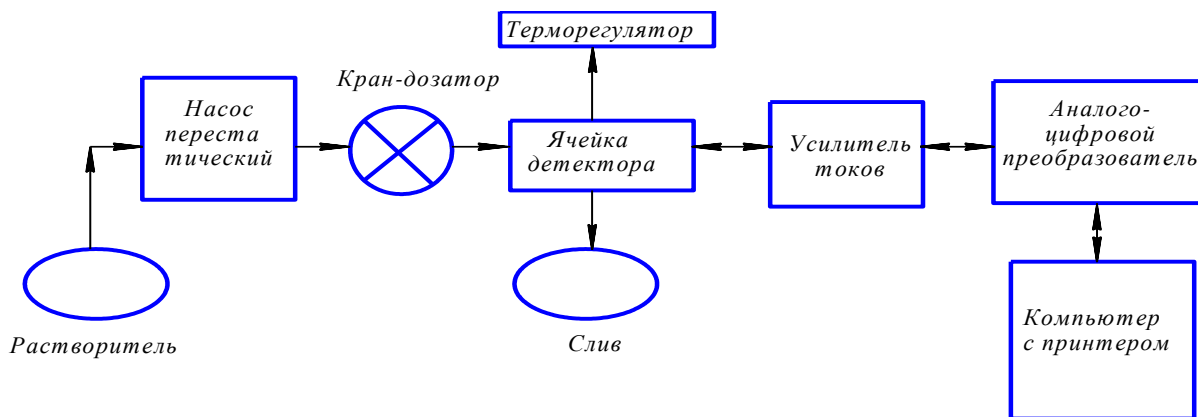


Рис. 3.

Принципиальная схема анализатора для определения антиоксидантной активности

Анализатор антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА» работает следующим образом: насос постоянно прокачивает элюент, забирая его из емкости через всю систему. В кран-дозатор в положении «ввод» стандартным медицинским шприцем вместимостью 2 см³ в дозируемую петлю вводится подготовленный исследуемый раствор. Поворотом ручки крана в положение «анализ» поток элюента направляет определенную дозу исследуемого вещества, заключенную в петле, в ячейку детектора. В ячейке детектора на поверхности рабочего электрода происходит окисление молекул исследуемого вещества, при этом возрастает электрический ток между двумя электродами. Величина электрического тока зависит от природы анализируемого вещества, природы рабочего электрода и потенциала, приложенного к электроду.

Возникающие электрические токи очень малы (в пределах 10⁻⁶...10⁻⁹ А), эти аналоговые сигналы усиливаются, а затем, с помощью АЦП, преобразуются в цифровой сигнал, который регистрируется на дисплее компьютера. Сигнал регистрируется в виде дифференциальных выходных кривых. С помощью специального программного обеспечения производится расчет площадей или высот пиков анализируемого и стандартного веществ. В случае необходимости выходные результаты можно распечатать на принтере.

Рабочий электрод выполнен из стеклоглерода, который наиболее универсален при определении полифенольных соединений. Потенциал может изменяться в пределах от +2,0 до -2,0 В, для построения калибровочного графика устанавливается +1,3 В.

В качестве элюента используется 2,2 мМ раствор Н₃РO₄, скорость подачи которого составляет 1,2 см³/мин. Проводят по 5 последовательных измерений сигналов (площади выходной кривой) стандартных растворов кверцетина. За результат принимают среднее арифметическое значение из 5 измерений. По полученным данным строят калибровочный график в координатах: X – сигнал кверцетина (площадь выходной кривой); Y – концентрация кверцетина, мг/дм³, описываемый уравнением: Y = aX + b (рис. 4). Расчет СА (мг/дм³) исследуемого образца проводят по калибровочному графику кверцетина.

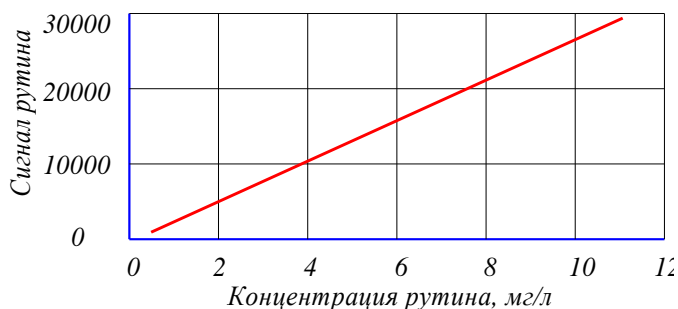


Рис. 4. Калибровочный график рутина

При расчете конечного результата для жидкого образца учитывали разбавление пробы.

Расчет проводится по формуле:

$$CA = CA_{cp} N, \quad (1)$$

где CA_{cp} – величина содержания антиоксидантов, найденная по калибровочному графику, мг/дм³; N – разбавление анализируемого образца.

Настоящая методика обеспечивает выполнение измерений содержания антиоксидантов исследуемого образца с погрешностью, не превышающей 5 % во всем диапазоне измеряемых величин при доверительной

вероятности 0,95. В результате экспериментов была определена суммарная антиоксидантная активность для вытяжки из свежей груши и грушевых чипсов. Показания прибора представлены на рис. 5.

Расчет суммарной антиоксидантной активности (CA , мг/г) для вытяжки исследуемого образца проводили по формуле:

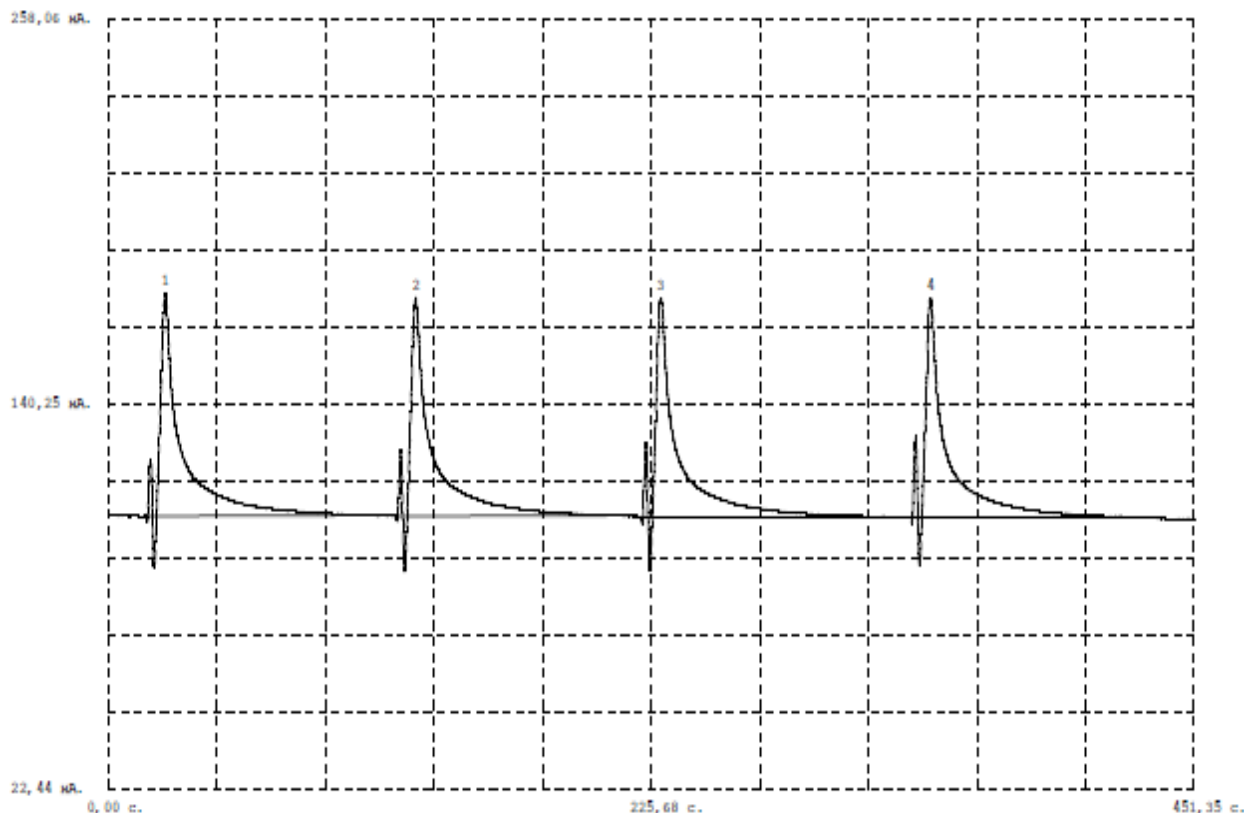
$$CA = \frac{CA_{гр} V N}{1000 m} \quad (2)$$

где $CA_{гр}$ – величина антиоксидантной активности рутин по калибровочному графику, мг/дм³; V – объем раствора анализируемой пробы, см³; m – навеска анализируемого вещества, г; N – разбавление анализируемого образца.

Поэтому употребление в пищу продуктов с повышенным содержанием антиоксидантов препятствует возникновению сахарного диабета, заболевания печени, почек, СПИДа, заболеваний сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, инфаркт миокарда), опухолевых, респираторных заболеваниях, а также показано к применению при действии факторов окружающей среды – воздействие ультрафиолета, табачный дым и др.



а



б

Рис. 5. Графическое отображение выходного сигнала, получаемого от раствора рутина с концентрацией 5 мг/дм³ при анализе а – вытяжки свежей груши; б – высушенной груши

В результате эксперимента была определена суммарная антиоксидантная активность для вытяжки из свежей и высушенной груши, результаты расчета представлены в таблице 2.

Показано, что вытяжки из свежей и высушенной груши обладают неодинаковой суммарной антиоксидантной активностью. Это связано с различиями в количественном и качественном фракционном составе объектов исследования.

Значение суммарной АОА для вытяжки из свежей груши меньше, чем для вытяжки из груши, высушенного комбинированным режимом, это объясняется различием влажности объектов исследования. В пересчете на сухое вещество значение суммарной АОА для вытяжки из свежей груши составляет 0,448 мг рутина/г сухого вещества и 0,945 мг аскорбиновой кислоты/г сухого вещества, а для вытяжки из высушенной груши – 0,233 мг рутина/г сухого вещества и 0,509 мг аскорбиновой кислоты/г сухого вещества. Следовательно, подобран рациональный ступенчатый режим комбинированной сушки груши, который позволяет сохранить максимальное количество компонентов с антиоксидантной активностью в груше.

Таблица 2 - Расчет суммарной АОА

Масса	Объем	Разбавлен ис	Рутин			Аскорбиновая кислота		
			Концент- рация по графику	Суммарная АОА, мг/г (мг/дм ³ для сока)	на 100 г продукта	Концент- рация по графику	Суммарная АОА, мг/г (мг/дм ³ для сока)	на 100 г продукт а
Вытяжка свежей груши								
2,01	50	1	3,52	0,09	8,7	7,74	0,19	19,3
Вытяжка сушенной груши								
0,004	50	1	4,15	0,21	20,7	9,22	0,46	45,9

Литература:

1. Свободные радикалы в биологии. Ч. 1. / под ред. Н. М. Эммануэля. М.: Мир, 1979. 308 с.
2. Gonzalez-Rodriguez J., Perez-Juan P., Luque de Castro M.D. Method for the simultaneous determination of total polyphenol and anthocyan indexes in red wines using a flow injection approach Talanta, 2002. V. 56. P. 53-59.
3. Kehrer J. Free Radicals as Mediators of Tissue Injury and Disease, Critical Reviews in Toxicology, 1993. V. 23. P. 21-48.

References:

1. Free radicals in biology. Part 1. / Ed. N.M. Emmanuel. M.: World. 1979. 308.
2. Gonzalez-Rodriguez J., Perez-Juan P., Luque de Castro MD Method for the simultaneous determination of total polyphenol and anthocyan indexes in red wines using a flow injection approach Talanta, 2002. V. 56. P. 53-59.

3. Kehrer J. *Free Radicals as Mediators of Tissue Injury and Disease, Critical Reviews in Toxicology, 1993.*
V. 23. P. 21-48.