

УДК 543.635

**ТВЕРДОФАЗНОЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО  
СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ  
МЕТОДОМ CUPRAC (CU (II) – NC – ПММ)**

А.А. Дамзина, Я.Е. Ермолаев

Научный руководитель: доцент, к.х.н., Н.А. Гавриленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: anna.damzina@yandex.ru

**SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF THE TOTAL CONTENT OF  
ANTIOXIDANTS IN JUICE PRODUCTS BY THE CUPRAC METHOD (CU (II) – NC – PMM)**

A.A. Damzina, Ya.E. Ermolaev

Scientific Supervisor: Ph.D. N.A. Gavrilenko

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: anna.damzina@yandex.ru

**Abstract.** *In this work, it is proposed to use the redox system Cu (II)-neocuproin (Nc) immobilized in a polymethacrylate matrix to measure the total antioxidant content in juices using the CUPRAC (Cupric Reduction Antioxidant Capacity) method.*

**Введение.** Нарушение баланса между антиоксидантами и прооксидантами в организме, обусловленное чрезмерными физическими нагрузками, стрессом и ошибками в митохондриях, приводит к окислительному стрессу. Главная опасность окислительного стресса состоит в увеличении доли активных форм кислорода, пагубно влияющих на жизнедеятельность организма в целом, приводя к клеточным разрушениям сосудов головного мозга, сердца и т.д., что способствует диабету, сердечно-сосудистым заболеваниям и раку.

На сегодняшний день одним из способов ингибирования цепных реакций образования свободных радикалов (СР) - активных форм кислорода является прием антиоксидантов (АО). Антиоксиданты – вещества, которые предотвращают или замедляют реакции образования СР, восстанавливая их до безвредных форм. Таким образом, потребление продуктов богатых антиоксидантами, в перечень которых входит фруктовые соки, является одним из методов уменьшения негативного влияния окислительного стресса на организм человека.

В связи с этим на наш взгляд представляет интерес оценка суммарного содержания АО ( $\Sigma$ АО) в соковой продукции методом CUPRAC с использованием окислительно-восстановительной системы Cu(II)-неокупроин (Nc), иммобилизованной в полиметакрилатной матрице (ПММ).

**Экспериментальная часть.** 1. *Приготовление колориметрического сенсора и определение суммарного содержания АО.* Приготовление колориметрического сенсора осуществляли аналогично работе [1]. Для определения суммарного содержания АО в градуированные пробирки вместимостью 15 см<sup>3</sup> помещали 0,5 мл буферного раствора, добавляли 0-4 мл рабочего раствора восстановителя органической природы, доводили объем до 5 см<sup>3</sup> бидистиллированной водой. Таким же образом определяли  $\Sigma$ АО в соковой продукции, предварительно разбавив образцы в 10 раз, без проведения этапа пробоподготовки. Растворы перемешивали и опускали туда модифицированные полиметакрилатные матрицы (Cu(II)–Nc–ПММ), ставили на вибромеханический смеситель на 20 мин. Далее вынимали пластинки, подсушивали между листами фильтровальной бумаги и измеряли оптическую плотность при  $\lambda = 450$  нм. Определение суммарного содержания АО в соках с использованием ПММ представлено на схеме 1.

2. *Методика определения фенольных соединений.* Методика основана на взаимодействии фенольных соединений с реактивом Фолина – Чокальтеу, при котором происходит окисление фенольных групп и восстановление реактива до смеси окислов, окрашенных в голубой цвет. Определение фенольных соединений осуществляли аналогично работе [1].

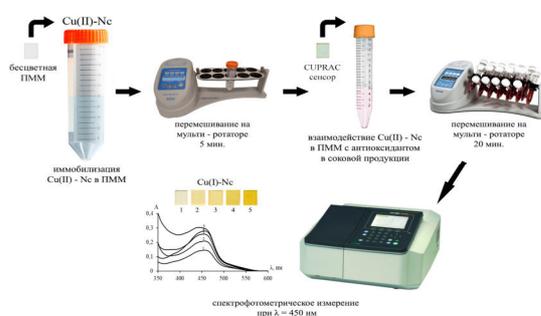


Рис. 1. Схема определения суммарного содержания АО с использованием индикаторной системы Cu(II)–Nc (неокупроин), иммобилизованной в ПММ

**Результаты.** Из-за сложности химического состава реальных объектов и влияния синергетического эффекта, полученные значения суммарного содержания АО представляют в пересчете на различные вещества стандарты: например аскорбиновую кислоту (АК), тролокс (ТР), галловую кислоту (ГК), кверцетин (КВ) и т.д.. Влияние выбора вещества стандарта для определения количественной характеристики содержания АО проводили на модельных смесях, сравнивая теоретические и экспериментальные значения содержания аналитов в пересчете на различные стандарты (АК, КВ, ГК, ТР), аналогично работе [1]. Проанализировав результаты, решили исключить кверцетин как вещество-стандарт. Таким образом, в качестве веществ-стандартов были выбраны: ГК, АК и ТР.

В таблице 1 представлены результаты определения суммарного содержания АО в соковой продукции в пересчете на такие вещества-стандарты, как АК, ГК и ТР.

Суммарное содержание АО определяли методом градуировочного графика, с дальнейшим пересчетом величины содержания АО в виде количества  $X_{ст}$  и выражали на 100 мл образца. Выявлена хорошая корреляция полученных результатов суммарного содержания АО на разные вещества – стандарты: АК ( $r = 0.974$ ), ГК ( $r = 0.992$ ), ТР ( $r = 0.991$ ) в соковой продукции с аналогичным показателем – содержанием фенольных соединений, в пересчете на вещество-стандарт ГК, что характеризует косвенную правильность предлагаемой методики (рис 2).

Таблица 1

Результаты определения  $\Sigma$ АО в пересчете на разные вещества-стандарты и фенольных соединений в соковой продукции ( $n=3\div 5$ ),  $P=0,95$ )

Объект исследования	$\Sigma$ АО в пересчете на разные вещества-стандарты			Фенольные соединения, гГК/100 мл
	гАК/100 мл	гГК/100 мл	гТР/100 мл	
Морс чернично-голубичный прямого отжима	0,053±0,005	0,074±0,007	0,072±0,007	0,20±0,03
Морс клюквенный прямого отжима	0,021±0,003	0,030±0,004	0,029±0,004	0,10±0,04
Морс брусничный прямого отжима	0,026±0,001	0,037±0,002	0,035±0,002	0,18±0,01
Сок ягодный	0,010±0,001	0,020±0,002	0,019±0,001	0,074±0,001
Сок гранатовый прямого отжима	0,047±0,001	0,056±0,001	0,063±0,001	0,088±0,005
Сок гранатовый восстановленный	0,0011±0,0004	0,0017±0,0005	0,0016±0,0005	0,017±0,002
Нектар ежевичный	0,0090±0,0003	0,0124±0,0004	0,0122±0,0004	0,043±0,004
Морс облепиховый прямого отжима	0,038±0,002	0,046±0,003	0,049±0,002	0,103±0,005
Сок черничный восстановленный	0,0133±0,0004	0,019±0,001	0,021±0,002	0,069±0,005
Ягодно-хвойный коктейль	0,0081±0,004	0,012±0,001	0,011±0,001	0,042±0,005

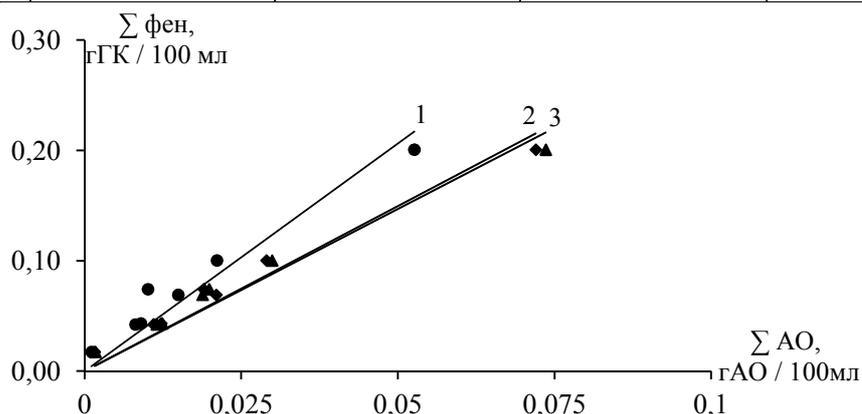


Рис. 2. Взаимосвязь между  $\Sigma$ АО в образцах соковой продукции и суммарным содержанием фенольных соединений: 1 – АК, 2 – ТР, 3 – ГК

**Заключение.** Проведенное исследование показало пригодность колориметрического сенсора на основе полиметакрилатной матрицы с иммобилизованной окислительно-восстановительной системой Cu(II)-неокупроин (Nc) для определения суммарного содержания АО в образцах соковой продукции.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФ (грант 22-23-00590).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saranchina N.V., Damzina A.A., Ermolaev Y.E., Urazov E.V., Gavrilenko N.A., Gavrilenko M.A.. Determination of antioxidant capacity of medicinal tinctures using cuprac method involving Cu(II) neocuproine immobilized into polymethacrylate matrix // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2020. – № 240. – P. 118581.