

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В МОЛОЧНЫХ, РЫБНЫХ, МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ

А.Яшин, к.х.н., Н.Черноусова, к.х.н., Я.Яшин, д.х.н.  
НТЦ "Хроматография", НПО "Химавтоматика"  
yashinchrom@mail.ru

**И**нтерес к антиоксидантам, как к одной из составляющих здорового питания и профилактики болезней, растет с каждым годом. Множатся исследования свойств и механизмов их защиты людей от самых разных болезней. Расширяется список продуктов, обладающих антиоксидантными свойствами. Авторы впервые определили суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в ежедневно употребляемых пищевых продуктах (молочные, рыбные, мясные, растительные масла) амперометрическим методом. Разработана и аттестована методика определения суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов в указанных продуктах.

В последние годы нарастает интерес к антиоксидантной терапии. Опубликованы фундаментальные обзоры [1-11] и книги [12-14], регулярно проводятся международные симпозиумы по антиоксидантам в питании и терапии (International Symposium in Antioxidants in Nutrition and Therapy), международные конференции по полифенолам и здоровью (International Conference on Polyphenols and Health). Много внимания ученые уделяют выяснению причин, по которым в некоторых районах Земли люди живут намного дольше, например, на острове Окинава в Японии. Исследования, проведенные в течение 25 лет, показали, что одна из причин долгожительства, наряду с другими факторами, - потребление пищевых продуктов и напитков с высоким содержанием антиоксидантов. У жителей Окинавы самое высокое содержание флавоноидов в крови - 50 раз выше, чем у европейцев [12].

В первую очередь антиоксидантную терапию необходимо проводить здоровым людям, у которых диагностируется окислительный стресс, либо пациентам, болезни которых сопровождаются окислительным стрессом. Для антиоксидантной терапии используется специальный класс лекарств-антиоксидантов, специальные пищевые продукты и БАДы. Для проведения клинической антиоксидантной терапии требуется знать содержание антиоксидантов в пище, их антиоксидантную активность, биодоступность (биопроницаемость) антиоксидантов, а также необходим аналитический контроль за антиоксидантной терапией. Главным санитарным врачом РФ Г.Г.Онищенко утверждены нормы потребления антиоксидантов [15]. При ежедневном употреблении нормы антиоксидантов человек защитит себя от опасных болезней и преждевременного старения.

Таблица 1. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в растительных маслах

Наименование	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Масло черного тмина "Эфиопское"	Египет	294
Масло пальмовое CAROTINO	Малайзия	198
Масло оливковое	Греция	127
Масло облепихи	ООО "ВитаОйл"	123
Масло зародышей пшеницы	Серия "Декост", ООО "НПКФ Декост"	109
Масло пальмовое	Unitata Berhad (Малайзия)	77
Масло акулы	ООО "Кубаньрыбпром"	73
Масло амарантовое "Золото Инков"	Серия "Декост", ООО "НПКФ Декост"	62
Масло кукурузное	ООО "Эфоко" (Белгородская область)	45
Масло кедрового ореха	ООО "Алтай"	34
Масло тыквенное	Серия "Декост", ООО "НПКФ Декост"	31
Масло амаранта	Серия "Ароматы жизни", ООО "НПКФ Декост"	30

При функциональном антиоксидантном питании в пищевые продукты должны входить как водорастворимые, так и жирорастворимые антиоксиданты, а также антоцианины. К сожалению, данных по содержанию жирорастворимых антиоксидантов в литературе мало, по некоторым продуктам вообще нет. Насколько важны жирорастворимые антиоксиданты, подтверждает средиземноморская диета, в которой большое значение придается потреблению оливкового масла. В странах, использующих средиземноморскую диету, сердечно-сосудистых, онкологических и желудочно-кишечных заболеваний

значительно меньше по сравнению со странами северной и центральной Европы [16, 17]. Экспериментально показано, что при систематическом потреблении оливкового масла у жителей северных стран Европы маркеры окислительного стресса уменьшаются [8]. В оливковом масле высокое содержание разнообразных фенольных соединений – антиоксидантов: витамин Е, олеуgoneин, гидрокситирозол, тирозол, флавоноиды [17].

В настоящей работе проводилось определение суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов (ССЖА) в пищевых продуктах на приборе ЦветЯуза-01-АА с плунжерным насо-

Таблица 2. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в молоке

Наименование, жирность, %	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Молоко "Лианозовское", 3,2%	ОАО "Вимм-Билль-Данн" (Москва)	72,0
Молоко цельное сгущенное с сахаром	ЗАО "Верховский молочно-консервный завод" (Россия)	45,0
"Молоко нашей дойки", от 3,4 до 6%	ЗАО "Шестаково" (Россия)	43,0
Молоко "Домик в деревне", 3,2%	ОАО "Вимм-Билль-Данн" (Москва)	26,0
Молоко "Вкуснотеево", 3,8%	Воронежский молочный комбинат	13,0

Таблица 3. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в сливочном масле и маргарине

Наименование, жирность, %	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Смесь "Топленое Ильинское", 99%	ООО ПК "Ильинское 95" (Россия)	143
Маргарин "Чудесница",	Холдинг "Солнечный продукт" (Россия)	93
Масло сливочное Anchor, 82%	Новая Зеландия	31
Масло сливочное "Вологодское", 82,5%	ЗАО "Озерецкий молочный комбинат" (Россия)	24
Масло коровье сливочное, 82,5%	ЗАО "Озерецкий молочный комбинат" (Россия)	20

Таблица 4. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в йогурте, кефире, ряженке, простокваше

Наименование, жирность, %	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Actimel гранатовый (молочный продукт) обогащенный L.Casei Imunitass	ООО "Данон Индустрия" (Россия)	128,0
Йогурт "Активиа" обогащенный бифидобактериями ActiRe-gularis со злаками 2,2%	ООО "Данон Индустрия" (Россия)	75,0
Чудо-йогурт "Клубника+земляника", 2,4%	ООО "Вимм-Билль-Дамм" (Россия)	75,0
Простокваша, 3,2%	ЗАО "Холдинговая компания "Ополье" (Владимир)	66,0
Простокваша "Останкинская", 2,5%	ОАО "Останкинский молочный комбинат" (Москва)	35,0
"Услада молочная" с соком клубники (продукт йогуртный), 1,2%	ООО "Эрман" (Россия)	33,0
Кефир "Деревенский", 1%	ООО "Гольмар-Групп" (Россия)	24,0
Эрмик йогуртик "Клубника", 2,5% (продукт йогуртный пастеризованный фруктовый обогащенный кальцием и йодом)	ООО "Эрман" (Россия)	23,0

Таблица 5. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в твороге и сметане

Наименование, жирность, %	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Творог "Снеда" низкокалорийный, 7,5%	Компания "Молочное дело" (Россия)	69,0
Творог Fromage frais, 0%	Senoble France (Франция)	54,0
Сметана "Дольче Вита", 20%	ЗАО "Озерецкий молочный комбинат" (Россия)	49,0
Творог "Вкуснотеево", 0,5%	Воронежский молочный комбинат (Россия)	38,0
Творог "Снеда домашняя", 12%	Компания "Молочное дело" (Россия)	33,0
Сметана, 20%	ЗАО "Холдинговая компания "Ополье" (Владимир)	19,0
Творог обезжиренный ГОСТ Р52096	ОАО "Думиничский молзавод" (Калуга)	7,0

сом на 35 атм. Использовалась аттестованная нами "Методика выполнения измерений суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов в пищевых продуктах амперометрическим методом". В качестве стандарта использовалась галловая кислота. Экстракция жирорастворимых антиоксидантов проводилась ацетоном. Ацетон оказался самым лучшим растворителем жирорастворимых антиоксидантов по сравнению с другими известными растворителями. Определение ССЖА проводилось амперометрическим детектором при потенциале рабочего электрода 1,3 В и скорости подачи элюента 1,2 см<sup>3</sup>/мин. Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости) – 5 %.

Больше всего жирорастворимых антиоксидантов содержится в растительных маслах, особенно в нерафинированных холодного отжима. Один из основных жирорастворимых антиоксидантов – витамин Е, состоящий из восьми изомеров – четырех изомеров токоферола и четырех изомеров токотриенола, тирозола и гидрокситирозола и др.

Ранее антиоксиданты в оливковом масле из разных стран средиземноморья (Италии, Греции, Испании, Турции, Марокко, Туниса) были определены амперометрическим методом [19]. Авторы отметили, что амперометрический метод – прямой, экспрессный и надежный – может быть более привлекательной альтернативой методу Рансимат (Ransimat), в котором используется жесткое окисление при повышенных температурах.

Таблица 6. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в сырах

Наименование сыра, жирность, %	Производитель	ССЖА, мг/100 г
PARSIFAL с плесенью	Германия	117,0
Сваля	Литва	80,0
Золотой Дамер	Польша	67,0
Сулугуни	ОАО "Молочный завод "Гиагинский" (Республика Адыгея)	50,0
Пармезан Гойя, 50 %	Molino Hermanos S.A. (Аргентина)	25,0
Джюгас (ПАРМ.), 40%	"Жемаинтийос Пиенас" (Литва)	21,0
Атлет, 50%	Эстония	18,0
Сваля	ООО "Агроаспект"	12,5
Гауда, 48%	АО "Валио" (Финляндия)	12,0
Российский	Россия (Углич)	12,0
Пошехонский	Белоруссия	12,0
Костромской	Белоруссия	10,0

Наши результаты по измерению ССЖА в разных растительных маслах приведены в табл.1. Наибольшее количество ССЖА обнаружено в масле черного тмина из Египта, обладающего высоким лечебным эффектом. В пальмовом масле содержится много гамма-токотриенола, который по антиоксидантной активности значительно превосходит альфа-токоферол. Следует также отметить высокое содержание ССЖА в масле облепихи, зародышей пшеницы и амарантовом масле. Всего нами исследовано сорок масел, полученных из

разных продуктов. Однако для растительных масел важно оптимальное соотношение жирных кислот омега-3 и омега-6. С этой точки зрения одно из лучших масел – льняное, интерес к нему неуклонно растет.

Жирорастворимые антиоксиданты содержатся также в молочных, рыбных и мясных продуктах, в них ранее ССЖА практически не определялось. Молоко и молочные продукты относятся к биологически наиболее полноценным пищевым продуктам, в них содержится весь комплекс неза-

Таблица 7. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в мясных продуктах

Наименование	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Печень свиная	ВНИИМП (Москва)	47,0
Почки свиные	ВНИИМП (Москва)	30,0
Печень говяжья	Московская область	27,0
Колбаса вареная "Телячья" в синюге	Рублевские колбасы (Москва)	26,0
Сердце свиное	ВНИИМП (Москва)	26,0
Желудок куриный	ВНИИМП (Москва)	25,0
Колбаса "Докторская" в синюге	Озерецкие колбасы (Дмитровский район, совхоз Останкино)	24,0
Мясо кролика	Закуплено в супермаркете	23,0
Сало	Закуплено в супермаркете	23,0
Говядина (гуляш)	Воронежская область	21,0
Сервелат Гурман в/к (нарезка)	Рублевские колбасы (Москва)	20,0
Шпик по-домашнему микояновский	ЗАО "Микояновский мясокомбинат" (Москва)	19,0
Мозги свиные	ВНИИМП (Москва)	14,0
Свинина (гуляш)	Воронежская область	11,0
Крылышко цыпленка	Закуплено в супермаркете	10,0

Таблица 8. Суммарное содержание жирорастворимых антиоксидантов в рыбных продуктах

Наименование	Производитель	ССЖА, мг/100 г
Икра лососевая зернистая	Сахалин	136,0
Шпроты в масле из балтийской кильки	ООО "Креон" (Россия, г. Светлый)	88,0
Минтай (свежезамороженный)	Норвегия	63,0
Форель (свежезамороженная)	Норвегия	39,0
Салака копченая в масле	ООО "Креон" (Россия, г. Светлый)	33,0
Семга (свежезамороженная)	Норвегия	32,0
Треска порционная (консервы)	"Эсперсен" (Дания)	31,0
Рыбий жир	Приобретен в аптеке	30,0
Икра лососевая зернистая	ОАО ПКП "Меридиан" (Москва)	24,0
Икра лососевая зернистая	ЗАО "Северо-восточная компания ЛТД"	22,0
Сельдь (филе в масле)	ООО "Вачюнай" (Калининградская область)	22,0
Икра лососевая зернистая элитная	ОАО "Рыбообработывающий комбинат №1" (Санкт-Петербург)	17,0
Икра зернистая красная лососевых рыб	ЗАО "ИТА Северная компания" (Москва)	12,0
Икра зернистая лососевая	ОАО "Рыбообработывающий комбинат №1" (Санкт-Петербург)	6,0

менимых аминокислот. В табл.2-6 приведены данные о ССЖА в разных молочных продуктах, в табл.7 – в мясных и в табл.8 – в рыбных продуктах. Молоко и сливочное масло разных производителей сильно различается, возможно, это связано с тем, что кроме цельного молока используется также порошковое, пастеризованное и стерилизованное при разных температурах кратковременно или длительно. При любом нагревании, сублимации, выпаривании содержание антиоксидантов уменьшается. В некоторых йогуртах, кефирах антиоксидантная активность выше за счет добавок соков и ягод. Различие в ССЖА в твороге и сыре разных производителей также можно объяснить различием молока, из которого они готовятся. Что касается мясных продуктов, то они, за исключением свиной печени, в основном слабо различаются по величине ССЖА.

В табл.8 значения ССЖА икры лососевой разных производителей сильно различаются. Это, возможно, связано с тем, что в икру добавляют разные синтетические антиоксиданты для продления сроков хранения. Без антиоксидантов икра может сохраняться в специальных упаковках не более трех месяцев.

Проанализировав полученные результаты, можно сказать, что средние значения ССЖА в приведенных пищевых продуктах сопоставимы с содержанием водорастворимых антиоксидантов в овощах, фруктах, ягодах и напитках.

Полученные данные о величинах ССЖА в молочных, мясных, рыбных продуктах, а также в растительных маслах следует использовать при составлении антиоксидантной терапии. Эти же данные могут свидетельствовать о качестве, а возможно, и подлинности продуктов. Можно предложить методы контроля разных процессов переработки пищевых продуктов по величинам ССЖА конечного продукта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Firuzi O., Miri R., Tavakkoli M., Saso, L.** Antioxidant Therapy: Current Status and Future Prospects. – Current Medicinal Chemistry, 2011, v.18, №25, p.3871.
2. **Francisco A et al.** Polyphenols and Health: Current State and Progress. – Journal of Agricultural Food Chemistry, Article ASAP Publication Date (Web): May 11, 2012.
3. **Peter C. et al.** Improving public health?: The

- role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. - Food Research International, 2011, v.44, №10, p.3135-3140.
4. **Ignat I., Volf I., Popa V.** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. - Food Chemistry, 2011, v.126, № 4, p.1821-1835.
  5. **Iannitti T., Palmieri B.** Antioxidant therapy and its effectiveness in oxidative stress - mediated disorders. Oxidative stress in vertebrates and invertebrates: Molecular aspects of cell signaling., 2011. p.209-234.
  6. **Pérez-Jiménez J., Neveu V., Vos F., Scalbert A.** Systematic analysis of the content of 502 polyphenols in 452 food and beverages: an application of the Phenol-Explorer database. - Journal of Agricultural Food Chemistry, 2010, v.58, p.4959-4969.
  7. **Scalbert A. et al.** Databases on food phytochemicals and their health promoting effects. - Journal of Agricultural Food Chemistry, 2011, v.59, p.4331-4348.
  8. **Neveu V., Pérez-Jiménez J.** Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenols contents in foods. Database. - Journal of Biological. Database Biocuration., 2010, bap024.
  9. **Wolfe K., Kang X. et al.** Cellular antioxidant activity of common fruits. - Journal of Agricultural Food Chemistry., 2008, v.56, p.8418-8426.
  10. **Finley J., Kong A. et al.** Antioxidants in foods: state of the science important to the food industry. - Journal of Agricultural Food Chemistry, 2011, v.59, p.6837-6846.
  11. **Wolfe K., Liu R.** Cellular antioxidant activity (CAA) assay for assessing antioxidants, foods, and dietary supplements. - Journal of Agricultural Food Chemistry, 2007, v.55, p.8896-8907.
  12. **Уилкоккс Б., Уилкоккс Д., Судзука М.** Почему японцы не стареют. Секреты страны восходящего солнца. - М.: Ритон Классик, 2010.
  13. **Campbell T., Campbell T.** The China study. The most comprehensive study of nutrition ever conducted and startling implications for diet, weight loss and long-term health. - Benbella books, Dallas, Texas, 2006.
  14. Anti-age medicine: наука оставаться молодым. Под ред. А.И.Труханова. - Асвомед, 2012.
  15. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" (утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г.Онищенко).
  16. **Dai J, Jones D., Goldberg J. et.al.** Association between adherence to the Mediterranean diet and oxidative stress. - American Journal of Clinical Nutrition, 2008, №88, p.1364-1370.
  17. **Visioli F, Galli C.** The role of antioxidants in the Mediterranean diet. Lipids 2001, №36(suppl), p.49-52.
  18. **Machowetz A., Poulsen H., Gruendel S. et.al.** Effect of olive oils on biomarkers of oxidative DNA stress in Northern and Southern Europeans. - The FASEB Journal, 2007, v.21, p.45-52.
  19. **Mannino S., Buratti S., Cosio M.S., Pellegrini N.** Evaluation of the "antioxidant power" of olive oils based on a FIA system with amperometric detection. - Analyst, 1999, v.124, p.1115-1118.