

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Е. И. ТАРУН¹⁾, М. А. ЮШКЕВИЧ¹⁾

¹⁾Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова,
Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

Проведено сравнительное изучение антиоксидантной активности молочных смесей для детского питания. Получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации молочных смесей, из которых графически определены показатели IC_{50} . Наблюдается подавление действия свободных радикалов и возрастание флуоресценции флуоресцеина до 78–96 % при концентрации образцов 0,5 мг/мл. Максимальная антиоксидантная активность (АОА) получена для молочной смеси «NAN Optipro 1+», показатель IC_{50} которой составляет $0,58 \cdot 10^{-2}$ мг(белка)/мл. Минимальные показатели IC_{50} в расчете на сухое вещество ($5,89-6,03 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) получены для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+» и «ГА гипоаллергенная 3+».

Ключевые слова: антиоксидантная активность; молочные смеси для детского питания; флуоресцеин.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DAIRY MIXTURES FOR CHILD NUTRITION

E. I. TARUN^a, M. A. YUSHKEVICH^a

^aInternational Sakharov Environmental Institute,
Belarusian State University,
23/1 Daŭhabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus
Corresponding author: E. I. Tarun (ktarun@tut.by)

The comparative study of the antioxidant activity of dairy mixtures for child nutrition was conducted. Fluorescein fluorescence intensity dependencies are obtained on the logarithm of the concentration of infant formula, from which IC_{50} values are graphically determined. A suppression of the action of free radicals and an increase in fluorescence of fluorescein up to 78–96 % with a concentration of samples of 0,5 mg / ml are observed. The maximum antioxidant activity (AOA) was obtained for the «NAN Optipro 1+» milk formula, with an IC_{50} of $0,58 \cdot 10^{-2}$ mg (protein)/ ml. The minimum IC_{50} based on dry matter ($5,89-6,03 \cdot 10^{-2}$ mg / ml) was obtained for the milk mixtures «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+» and «HA hypoallergenic 3+».

Key words: antioxidant activity; dairy mixtures for child nutrition; fluorescein.

Введение

Молоко является уникальным продуктом, обеспечивающим организм необходимыми питательными веществами, а также обладающим антиокислительными свойствами.

Образец цитирования:

Тарун ЕИ, Юшкевич МА. Антиоксидантная активность молочных смесей для детского питания. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2020;1:75–82.

For citation:

Tarun EI, Yushkevich MA. Antioxidant activity of dairy mixtures for child nutrition. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2020;1:75–82. Russian.

Авторы:

Екатерина Ивановна Тарун – кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры экологической химии и биохимии.
Мария Александровна Юшкевич – студентка.

Authors:

Ekaterina I. Tarun, PhD (chemistry), docent; associate professor at the department of environmental chemistry and biochemistry.
ktarun@tut.by
Mariya A. Yushkevich, student.
mariacotic@gmail.com

Ферментативный гидролиз белкового компонента молока направлен на получение продуктов с низким аллергенным потенциалом и высокой питательной ценностью [1–3]. Ферментативные гидролизаты белков коровьего молока вносят в специализированные продукты детского, спортивного и диетического питания [4]. Положительный физиологический эффект при употреблении белковых гидролизатов и ферментированных продуктов достигается за счет лучшего усвоения пептидов в кишечном тракте, чем нативных белков и аминокислот, а также широкого спектра биологически активных свойств [5]. В связи с повышенным содержанием иммуноглобулинов, легкоусвояемых сывороточных белков и антиоксидантов (Zn, Se, витамины А и Е) коровье молоко относят к перспективным источникам получения биологически ценных гидролизатов [6; 7]. Гидролиз сывороточных белков, а также степень гидролиза оказывают положительное влияние на повышение АОА белков молока [8]. Представляет интерес сравнение АОА молочных смесей для детского питания, содержащих частично гидролизованый сывороточный белок молока, и молочных смесей с негидролизованным белком молока.

Проведено сравнительное исследование антиоксидантной активности 8 молочных смесей для детского питания разных производителей: «ГА гипоаллергенная 1+», «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 3+», «Иммунис 1+», «Комфорт», «Антирефлюксная» фирмы «Беллакт» (Беларусь), «NAN Optipro HA 1+» (гипоаллергенная), «NAN Optipro 1+» фирмы «Nestle» (Швейцария). Смеси «ГА гипоаллергенная 1+», «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 3+», «Комфорт» и «NAN Optipro HA 1+» (гипоаллергенная) содержали частично гидролизованый сывороточный белок молока. В смеси «Иммунис 1+», «Антирефлюксная» и «NAN Optipro 1+» входили негидролизованый белок молока с преобладанием белков молочной сыворотки.

Метод определения АОА по отношению к активированным формам кислорода (АФК) основан на измерении интенсивности флуоресценции окисляемого соединения и ее уменьшении под воздействием АФК. В настоящей работе для детектирования свободных радикалов использован флуоресцеин, обладающий высоким коэффициентом экстинкции и близким к 1 квантовым выходом флуоресценции. Генерирование свободных радикалов осуществляли при использовании системы Фентона, в которой образуются гидроксильные радикалы при взаимодействии комплекса железа (Fe^{2+}) с этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА) и пероксида водорода [9–11]. При взаимодействии флуоресцеина со свободными радикалами происходит тушение его флуоресценции, восстановить которую можно при добавлении в систему веществ, проявляющих антиоксидантные свойства.

Материалы и методы исследования

В настоящей работе проведена сравнительная характеристика антиоксидантных свойств 8 молочных смесей для детского питания разных производителей.

Приготовление раствора молочных смесей. Взвешивали 0,2 г сухого порошка молочной смеси, добавляли 2 мл дистиллированной воды, нагретой до 50 °С и перемешивали. Получали раствор молочной смеси с концентрацией 100 мг/мл. Из полученного раствора готовили ряд разведений молочной смеси, соответствующий концентрациям 0,1–10 мг/мл. Концентрации в пробе уменьшались в 10 раз и составляли 0,01–1 мг/мл

Методика определения антиоксидантной активности молочных смесей. Общий объем пробы, помещаемый в кювету составлял 2 мл. В кювету вносили 0,02 мл флуоресцеина (10^{-6} М) и 1,98 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера. Прописывали спектр. Полученные значения пика флуоресценции принимали за 100 %.

В кювету вносили 0,02 мл флуоресцеина (10^{-6} М), 0,2 мл Fe^{2+} с этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА) (10^{-3} М), 1,58 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера и 0,2 мл пероксида водорода (10^{-2} М). При взаимодействии Fe^{2+} с H_2O_2 (реакция Фентона) образующиеся радикалы подавляли свечение флуоресцеина. Полученные значения пика флуоресценции принимали за минимальное.

В кювету вносили 0,02 мл флуоресцеина (10^{-6} М), 0,2 мл Fe^{2+} с ЭДТА (10^{-3} М), 0,2 мл раствора молочной смеси (0,1–10 мг/мл) и 1,38 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера. Реакцию начинали добавлением 0,2 мл пероксида водорода (10^{-2} М).

Конечные концентрации: флуоресцеин 10^{-8} М, Fe^{2+} – 10^{-4} М, ЭДТА – 10^{-4} М, H_2O_2 – 10^{-3} М, раствор молочной смеси – 0,01–1 мг/мл.

Измерения флуоресценции проводили на флуориметре RF-5301 PC («Shimadzu», Япония). Регистрировали интенсивность флуоресценции на длине волны 514 нм. Длина волны возбуждения – 490 нм.

Статистическая обработка экспериментальных данных. Построение графиков и математическую обработку результатов исследований осуществляли при помощи компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2003» (Microsoft Corporation, США). Результаты независимых экспериментов представлены как среднее арифметическое значение \pm доверительный интервал. Достоверность различий между выборками данных определяли методом доверительных интервалов.

Результаты исследования и их обсуждение

Для всех образцов получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации молочных смесей. На рис.1 представлены зависимости интенсивности флуоресценции от логарифма концентрации молочных смесей «NAN Optipro HA 1+» (1) и «NAN Optipro 1+» (2). Исследования проведены в широком диапазоне концентраций 0,01–1 мг/мл. Образцы молочных смесей начинали проявлять АОА при концентрации 0,01 мг/мл. При последующем увеличении концентрации молочных смесей наблюдается увеличение подавления действия свободных радикалов и возрастание флуоресценции флуоресцеина до 82–95 % при концентрации образцов 0,5 мг/мл (табл. 1). Графически определены показатели IC_{50} – концентрация молочных смесей, при которой достигается 50 % ингибирования свободных радикалов. Известно, что антиоксидантная активность белков молока обусловлена восстанавливающими свойствами аминокислотных радикалов триптофана, тирозина, метионина и гистидина [1]. В связи с этим расчет IC_{50} для молочных смесей осуществляли как на содержание сухого вещества, так и количество белковой фракции (табл. 1), с учетом процентного содержания белка в сухих молочных смесях (табл. 2).

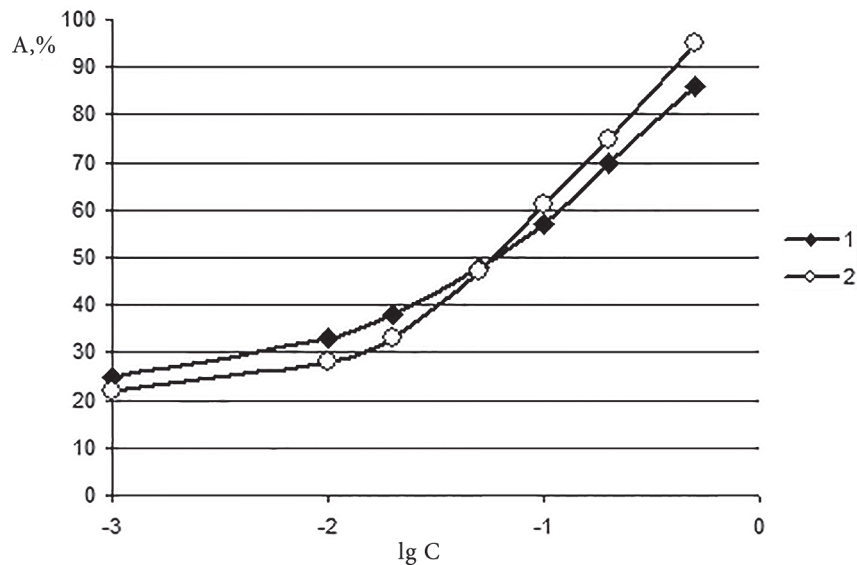


Рис. 1. Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) молочной смеси «NAN Optipro HA 1+» (1) и «NAN Optipro 1+» (2)

Fig. 1. The fluorescence intensity of fluorescein (A) depends on the logarithm of the concentration of milk mixture «NAN Optipro HA 1+» (1) и «NAN Optipro 1+» (2)

Максимальная АОА получена для молочной смеси «NAN Optipro 1+». Подавление свободных радикалов достигается до 95 %. Показатель IC_{50} составляет $0,58 \cdot 10^{-2}$ мг/мл. Образец молочной смеси «NAN Optipro HA 1+» подавлял действие свободных радикалов на 86 %, тогда как его показатель IC_{50} ($0,57 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) сравним с аналогичным показателем для молочной смеси «NAN Optipro 1+».

Таблица 1

Показатели антиоксидантной активности молочных смесей

Table 1

Indicators of antioxidant activity of milk mixture

Молочные смеси	A_{max} , %	C_{max} , мг (сухого вещества)/мл	$IC_{50} \cdot 10^{-2}$, мг (сухого вещества)/мл	$IC_{50} \cdot 10^{-2}$, мг (белка)/мл
«NAN Optipro HA 1+»	86	0,5	5,89	0,57
«NAN Optipro 1+»	95	0,5	6,03	0,58
«ГА гипоаллергенная 3+»	96	0,5	6,03	0,94
«ГА гипоаллергенная 2+»	96	0,5	7,08	0,83
«ГА гипоаллергенная 1+»	81	0,5	10	1,09
«Антирефлюксная»	93	0,5	7,76	0,85
«Комфорт»	78	0,5	10	1,17
«Иммунис 1+»	78	0,5	14,7	1,6

Содержание белка в молочных смесях

Table 2

Protein content in milk formulas

Молочные смеси	Содержание белка, г/100 г сухой смеси
«NAN Optipro HA 1+»	9,72
«NAN Optipro 1+»	9,6
«ГА гипоаллергенная 3+»	15,5
«ГА гипоаллергенная 2+»	11,7
«ГА гипоаллергенная 1+»	10,9
«Антирефлюксная»	10,9
«Комфорт»	11,7
«Иммунис 1+»	10,9

На рис. 2 представлены зависимости интенсивности флуоресценции от логарифма концентрации молочных смесей «ГА гипоаллергенная 1+» (1), «ГА гипоаллергенная 2+» (2) и «ГА гипоаллергенная 3+» (3). Гипоаллергенные смеси «ГА гипоаллергенная 3+» и «ГА гипоаллергенная 2+» восстанавливали флуоресценцию флуоресцеина на 96 %. Показатель IC_{50} по белку, полученный для молочной смеси «ГА гипоаллергенная 2+» ($0,83 \cdot 10^{-2}$ мг/мл), в 1,1 раза ниже аналогичного показателя для молочной смеси «ГА гипоаллергенная 3+» ($0,94 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) и в 1,5 раза выше при сравнении с молочной смесью «NAN Optipro HA 1+». Наиболее низкую АОА из гипоаллергенных смесей показал образец «ГА гипоаллергенная 1+». Он восстанавливал флуоресценцию флуоресцеина на 81 %. Показатель IC_{50} , полученный для молочной смеси «ГА гипоаллергенная 1+» ($1,09 \cdot 10^{-2}$ мг/мл), в 1,9; 1,3 и 1,2 раз выше, чем аналогичные показатели для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+», «ГА гипоаллергенная 2+» и «ГА гипоаллергенная 3+» соответственно. Показатель IC_{50} по белку молочной смеси «ГА гипоаллергенная 3+» в 1,6 раз выше, чем аналогичный показатель молочной смеси «NAN Optipro HA 1+», тогда как показатель IC_{50} по сухому веществу ($6,03 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) совпадает с аналогичными показателями для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+» и «NAN Optipro 1+». Таким образом, можно предположить, что не только гидролиз белков молока оказывает влияние на повышение антиоксидантной активности молочной смеси, но и другие компоненты, входящие в состав молочных смесей.

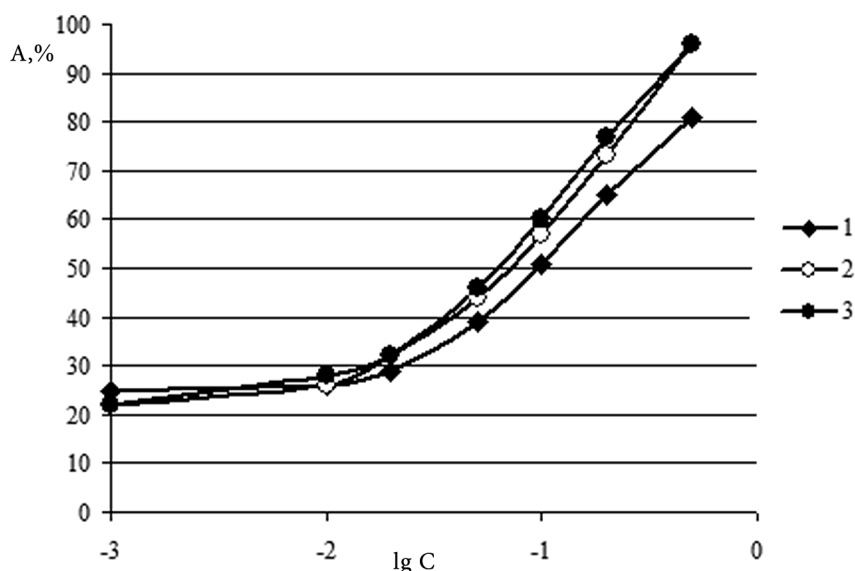


Рис. 2. Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) молочной смеси «ГА гипоаллергенная 1+» (1), «ГА гипоаллергенная 2+» (2) и «ГА гипоаллергенная 3+» (3)

Fig. 2. The fluorescence intensity of fluorescein (A) depends on the logarithm of the concentration (C) of milk mixture «HA hypoallergenic 1+» (1), «HA hypoallergenic 2+» (2) and «HA hypoallergenic 3+» (3)

На рис. 3 представлены зависимости интенсивности флуоресценции от логарифма концентрации молочных смесей «Иммунис 1+» (1), «Комфорт» (2) и «Антирефлюксная» (3). Молочная смесь «Антирефлюксная» восстанавливала флуоресценцию флуоресцеина на 93 %, что сравнимо с образцами молочных смесей «NAN Optipro 1+», «ГА гипоаллергенная 3+» и «ГА гипоаллергенная 2+». Показатель IC_{50} по белку ($0,85 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) сравним с аналогичным показателем для молочной смеси «ГА гипоаллергенная 2+» и в 1,5 раза выше показателя IC_{50} для молочной смеси «NAN Optipro 1+».

Образцы молочных смесей «Комфорт» и «Иммунис 1+» подавляли действие свободных радикалов до 78 %, что на 18 % ниже аналогичных показателей для молочных смесей «NAN Optipro 1+», «ГА гипоаллергенная 3+» и «ГА гипоаллергенная 2+». Показатель IC_{50} по белку молочной смеси «Комфорт» ($1,17 \cdot 10^{-2}$ мг/мл) сравним с аналогичным показателем для молочной смеси «ГА гипоаллергенная 1+». Максимальный показатель IC_{50} по белку получен для молочной смеси «Иммунис 1+» ($1,6 \cdot 10^{-2}$ мг/мл). Он в 1,4 и 2,8 раза превышает показатели IC_{50} молочной смеси «Комфорт» и «NAN Optipro 1+» соответственно. Это свидетельствует о самой низкой АОА образца молочной смеси «Иммунис 1+».

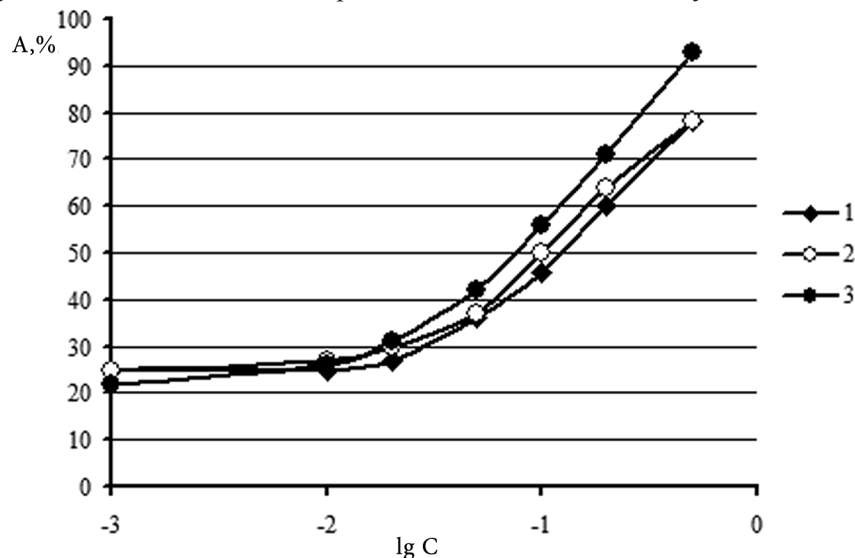


Рис. 3. Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (А) от логарифма концентрации (С) молочной смеси «Иммунис 1+» (1), «Комфорт» (2) и «Антирефлюксная» (3)

Fig. 3. The fluorescence intensity of fluorescein (A) depends on the logarithm of the concentration of milk mixture «Immunis» (1), «Comfort» (2) и «Antireflux» (3)

Молочные смеси «NAN Optipro HA 1+», «ГА гипоаллергенная 1+», «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 1+» и «Комфорт» содержат частично гидролизованный сывороточный белок, тогда как молочные смеси «NAN Optipro 1+», «Антирефлюксная» и «Иммунис 1+» – негидролизованные сывороточные белки. Гидролиз сывороточных белков, а также степень гидролиза оказывают положительное влияние на повышение АОА белков молока [8]. Однако молочная смесь «NAN Optipro 1+», не содержащая гидролизованный белок, показывает более высокую АОА по сравнению с молочной смесью «NAN Optipro HA 1+». Молочная смесь «Антирефлюксная», не содержащая гидролизованный белок, имеет более высокую АОА, чем молочные смеси «ГА гипоаллергенная 1+» и «Комфорт».

Молочные смеси – это достаточно сложный набор компонентов. В частности, в их состав входят смесь ненасыщенных жирных кислот, углеводы (сахара, лактоза и мальтодекстрин), микроэлементы (цинк, железо, медь, селен) и витамины (А, Е и С), способные оказать влияние на антиоксидантную активность. Каждая из молочных смесей имеет различия в содержании по нескольким из перечисленных компонентов, что усложняет анализ их влияния на АОА.

В табл. 3 представлено содержание углеводов и линолевой кислоты в молочных смесях. Максимальное количество сахаров (58–59 %) содержится в молочных смесях «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+», «ГА гипоаллергенная 3+» и «Антирефлюксная». Максимальное количество линолевой кислоты – в молочных смесях «Иммунис 1+» (4,55 %), «NAN Optipro HA 1+» и «NAN Optipro 1+» (4,1 %).

В табл. 4 представлено наличие витаминов А, Е и С в молочных смесях. Содержание витамина А в молочных смесях фирмы «Беллакт» выше, чем в смесях «Nestle». Содержание витамина Е выше в молочных смесях фирмы «Nestle». Максимальное количество витамина С отмечается в молочных смесях «ГА гипоаллергенная 3+» (0,0907 %) и «NAN Optipro 1+» (0,087 %). Возможно, более высокое количество витамина С в смеси «NAN Optipro 1+», чем в смеси «NAN Optipro HA 1+» способствует более высоким показателям АОА смеси «NAN Optipro 1+».

Таблица 3

Содержание углеводов и линолевой кислоты в молочных смесях

Table 3

The content of carbohydrates and linoleic acid in milk formulas

Молочные смеси	Содержание углеводов, г/100 г сухой смеси	Содержание линолевой кислоты, г/100 г сухой смеси
«NAN Optipro HA 1+»	59,35	4,1
«NAN Optipro 1+»	57,8	4,1
«ГА гипоаллергенная 3+»	58,2	3,5
«ГА гипоаллергенная 2+»	54,3	3,36
«ГА гипоаллергенная 1+»	53	3,8
«Антирефлюксная»	58,1	3,8
«Комфорт»	51,3	3,8
«Иммунис 1+»	51,6	4,55

Таблица 4

Содержание витаминов А, Е и С в молочных смесях

Table 4

The content of vitamins A, E and C in milk formula

Молочные смеси	Витамин А, мкг/100 г сухой смеси	Витамин Е, мг/100 г сухой смеси	Витамин С, мг/100 г сухой смеси
«NAN Optipro HA 1+»	510	8,7	78
«NAN Optipro 1+»	527	8,5	87
«ГА гипоаллергенная 3+»	547	7,1	90,7
«ГА гипоаллергенная 2+»	547	7,03	78
«ГА гипоаллергенная 1+»	547	6,25	78
«Антирефлюксная»	547	6,25	78
«Комфорт»	547	6,25	78
«Иммунис 1+»	547	6,25	78

В табл. 5 представлено содержание микроэлементов в молочных смесях. Максимальное количество цинка ($5-5,5 \cdot 10^{-3} \%$) содержится в молочных смесях «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 3+», «NAN Optipro HA 1+» и «NAN Optipro 1+».

Таблица 5

Содержание микроэлементов в молочных смесях

Table 5

The content of trace elements in milk mixtures

Молочные смеси	Цинк (Zn), мг/100 г сухой смеси	Железо (Fe), мг/100 г сухой смеси	Медь (Cu), мкг/100 г сухой смеси	Селен (Se), мкг/100 г сухой смеси
«NAN Optipro HA 1+»	5	5,3	400	16
«NAN Optipro 1+»	5,4	4,6	400	11
«ГА гипоаллергенная 3+»	5,43	10	542,6	–
«ГА гипоаллергенная 2+»	5,5	10,85	547	19,5
«ГА гипоаллергенная 1+»	3,12	6,25	312	19,5
«Антирефлюксная»	3,12	6,25	312	19,5
«Комфорт»	3,12	6,25	312	19,5
«Иммунис 1+»	3,12	6,25	312	19,5

Максимальное количество железа (0,01 %) отмечено в молочных смесях «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 3+».

Максимальное количество меди ($0,54 \cdot 10^{-3}$ %) содержится в молочных смесях «ГА гипоаллергенная 2+», «ГА гипоаллергенная 3+».

Максимальное количество селена ($19,5 \cdot 10^{-6}$ %) присутствует в молочных смесях фирмы «Беллакт».

Таким образом, анализируя данные табл. 3–5, можно сделать вывод, что максимальное содержание сахаров в молочных смесях «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+», «ГА гипоаллергенная 3+» и «Антирефлюксная», линолевой кислоты в молочных смесях «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+» и «Антирефлюксная», витамина С в смесях «ГА гипоаллергенная 3+» и «NAN Optipro 1+», витамина Е в смесях «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+», «ГА гипоаллергенная 3+» и «ГА гипоаллергенная 2+», железа и меди в смесях «ГА гипоаллергенная 3+» и «ГА гипоаллергенная 2+» влияет на более высокий уровень антиоксидантной активности, полученный для данных смесей.

Заключение

Молочные смеси «ГА гипоаллергенная 3+», «ГА гипоаллергенная 2+», «NAN Optipro 1+» и «Антирефлюксная» показали наиболее высокую антиоксидантную активность, восстанавливая флуоресценцию флуоресцеина до 93–96 %.

Минимальные показатели IC_{50} в расчете на белок получены для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+» и «NAN Optipro 1+», а на сухое вещество – для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+» и «ГА гипоаллергенная 3+».

Смеси «ГА гипоаллергенная 3+», «ГА гипоаллергенная 2+», «NAN Optipro 1+», «NAN Optipro HA 1+» и «Антирефлюксная» содержат более высокое количество углеводов, линолевой кислоты, витаминов Е и С, а также микроэлементов по сравнению с другими молочными смесями, что, возможно, оказывает влияние на повышение их антиоксидантной активности.

Библиографические ссылки

1. Zulueta A, Garsia-Gonzalez N, Asensio-Vegas A, Riso D, et al. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*. 2009;19(6–7):380–185.
2. Halavach TM, Kurchenko VP, Albulov AI. Enzymatic hydrolysis of milk proteins as a basis of specialized food products biotechnology. *Nauka i studia*. 2016;3:1196–1207.
3. Hernández-Ledesma B, Quiros A, Amigo L, Recio I, et al. Identification of bioactive peptides after digestion of human milk and infant formula with pepsin and pancreatin. *International Dairy Journal*. 2007;17(1):42–49.
4. Tsabouri S, Douros K, Priftis KN. Cow's milk allergenicity. *Endocrine, Metabolic and Immune Disorder – Drug Targets*. 2014;14(1):16–26.
5. Sánchez A, Vázquez A. Bioactive peptides: A review. *Journal Food Safety and Food Quality*. 2017;1:29–46.
6. Dzik S, Micinski B, Aitzhanova I, Pogorzelska Ja, et al. Properties of bovine colostrum and the possibilities of use. *Polish Annals of Medicine*. 2017;24(2):295–299.
7. McGrath BA, Fox PF, McSweeney PLH, et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*. 2015;96(2):133–158.
8. Тарун ЕИ, Зайцева МВ, Кравцова ОИ и др. Влияние пептидов сывороточных белков молока на восстановление уровня флуоресценции в системе с активированными формами кислорода. *Труды БГУ*. 2016;11(1):231–236.
9. Cao GH, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 1993;3(14):303–311.
10. Wei Y. A novel H_2O_2 -triggered anti-Fenton fluorescent pro-chelator excitable with visible light. *Chemical Communications*. 2009;11:1413–1415.
11. Тарун ЕИ, Чудновская ЕВ. Ингибирование свободных радикалов, генерируемых в системе Фентона, под действием флавоноидов. *Труды БГУ*. 2014;9(1):114–121.

References

1. Zulueta A, Garsia-Gonzalez N, Asensio-Vegas A, Riso D, et al. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*. 2009;19(6–7):380–185.
2. Halavach TM, Kurchenko VP, Albulov AI. Enzymatic hydrolysis of milk proteins as a basis of specialized food products biotechnology. *Nauka i studia*. 2016;3:1196–1207.
3. Hernández-Ledesma B, Quiros A, Amigo L, Recio I, et al. Identification of bioactive peptides after digestion of human milk and infant formula with pepsin and pancreatin. *International Dairy Journal*. 2007;17(1):42–49.
4. Tsabouri S, Douros K, Priftis KN. Cow's milk allergenicity. *Endocrine, Metabolic and Immune Disorder – Drug Targets*. 2014;14(1):16–26.
5. Sánchez A, Vázquez A. Bioactive peptides: A review. *Journal Food Safety and Food Quality*. 2017;1:29–46.
6. Dzik S, Micinski B, Aitzhanova I, Pogorzelska Ja, et al. Properties of bovine colostrum and the possibilities of use. *Polish Annals of Medicine*. 2017;24(2):295–299.

7. McGrath BA, Fox PF, McSweeney PLH, et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*. 2015;96(2):133–158.

8. Tarun EI, Zaytseva MV, Kravtsova OI et al. *Vliyanie peptidov sivorotochnix belcov moloca na vosstanovlenie urovnya fluorescencii v sisteme s aktivirovannymi formami kisloroda*. [The effect of peptides of whey proteins of milk on the restoration of the level of fluorescence in a system with activated forms of oxygen]. *Trudy BGU* [Proceedings of BSU]. 2016;1:231–236. Russian.

9. Cao GH, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 1993;3(14):303–311.

10. Wei Y. A novel H₂O₂-triggered anti-Fenton fluorescent pro-chelator excitable with visible light. *Chemical Communications*. 2009;11:1413–1415.

11. Tarun EI, Chudnovskaya EV. *Ingibirovanie svobodnix radicalov, generiruemix v sisteme Fentona, pod deystviem flavonoidov* [Inhibition of free radicals generated in the Fenton system under the influence of flavonoids]. *Trudy BGU* [Proceedings of BSU]. 2014;9(1): 114–121. Russian.

Статья поступила в редколлегию 13.02.2020.
Received by editorial board 13.02.2020.