

# АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО МОЛОЗИВА

## ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FERMENTED COLOSTRUM EXTRACTS

*E. И. Тарун<sup>1</sup>, Н. Р. Тарасевич<sup>1</sup>, Т. Н. Головач<sup>2</sup>, Р. В. Романович<sup>2</sup>*  
*E. Tarun<sup>1</sup>, N. Tarasevich<sup>1</sup>, T. Golovach<sup>2</sup>, R. Romanovich<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ktarun@tut.by*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь  
<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
<sup>2</sup>Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Проведено сравнительное изучение антиоксидантной активности обезжиренного и ферментированного молозива, их супернатантов и ультрафильтратов. Получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации всех образцов молозива, из которых графически определены показатели  $IC_{50}$ . Образцы молозива восстанавливали флуоресценцию флуоресцеина до 66-85 % при концентрации образцов 3,4 – 6,6 мг/мл. Показатели  $IC_{50}$  находились в пределах 15,0-155,1 мкг/мл.

The comparative study of the antioxidant activity of fat free and fermented colostrum extracts was carried out. The dependences of the fluorescence intensity of fluorescein on the logarithm of the concentration of all colostrum samples are obtained, from which  $IC_{50}$  values are graphically determined. Colostrum samples restored fluorescence of fluorescein to 66-85 % at a sample concentration of 3,4 – 6,6 mg/ml.  $IC_{50}$  values were in the range of 15,0-155,1 mcg/ml.

*Ключевые слова:* антиоксидантная активность, обезжиренное молозиво, ферментированное молозиво, флуоресцеин.

*Keywords:* antioxidant activity, fat free colostrum, fermented colostrum, fluorescein.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-181-184>

Молозиво является ценным продуктом, так как оно обладает более высокой питательной и биологической ценностью, чем зрелое молоко. В нем увеличено содержание легкоусвояемых сывороточных белков, защитных иммунных факторов (иммуноглобулина А, лактоферрина, лейкоцитов-макрофагов, нейтрофилов, лимфоцитов), а также природных антиоксидантов (витаминов А и Е,  $\beta$ -каротина, цинка, селена). Особый интерес представляет технологический процесс получения ферментированных вариантов молозива. Ферментативный гидролиз белкового компонента молозива направлен на получение продуктов с низким аллергенным потенциалом и высокой питательной ценностью.

Коровье молоко, сыр и кисломолочные продукты являются доступными источниками биологически активных пептидов (далее – БАП), для которых показаны гипотензивный, иммуномодулирующий, антиоксидантный, антимикробный, антимуtagenный и др. эффекты [1]. БАП образуются в результате воздействия на белки молока пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта, при технологической обработке очищенными протеазами, а также ферментации молочнокислыми бактериями [2]. После ферментативного гидролиза основных белков-аллергенов молока ( $\beta$ -лактоглобулин, казеин) образуются гипоаллергенные пептиды, что связано с расщеплением участков антигенных детерминант в соответствующих белках [3]. Использование различных протеолитических ферментов и пробиотических микроорганизмов обеспечивает получение гидролизованных и ферментированных белков молока со специфическим белково-пептидным профилем и характерными биологически активными свойствами [4].

Метод определения антиоксидантной активности (далее – АОА) по отношению к активированным формам кислорода (далее – 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, используя систему Фентона, в которой образуются гидроксильные радикалы при взаимодействии комплекса железа ( $Fe^{2+}$ ) с этилендиаминтетрауксусной кислотой (EDTA) и пероксида водорода [5]. При взаимодействии флуоресцеина со свободными радикалами происходит тушение его флуоресценции, восстановить которую можно при добавлении в систему веществ, проявляющих антиоксидантные свойства. В качестве таких веществ были взяты 6 образцов молозива: обезжиренное и ферментированное молозиво, супернатанты обезжиренного и ферментированного молозива и ультрафильтраты обезжиренного и ферментированного молозива. В таблице 1 указано содержание сухого вещества и белка в образцах молозива.

Таблица 1 – Перечень образцов молозива

№	Название образца	Содержание белка, мг/мл	Содержание сухого вещества, мг/мл
1	Молозиво обезжиренное	51,0	66
2	Молозиво ферментированное	48,1	63
3	Супернатант обезжиренного молозива	51,0	66
4	Супернатант ферментированного молозива	42,0	57
5	Ультрафильтрат обезжиренного молозива	6,6	36
6	Ультрафильтрат ферментированного молозива	9,8	34

#### Получение супернатанта и ультрафильтрата молозива:

Готовили 10 % растворы обезжиренного и ферментированного первичного молока в дистиллированной воде, центрифугировали для осаждения нерастворимых частиц при 6000 g и температуре 4° C в течение 30 мин. Полученные супернатанты фракционировали с применением фильтров Spin-X UF Concentrator 20 (Corning, Англия) с разделяющей способностью 10 кДа. Ультрафильтраты гидролизованного и ферментированного молозива представлены фракцией с молекулярной массой (mг), меньшей или равной 10 кДа. Содержание общего азота в экспериментальных образцах определяли по СТБ ISO 8968–1–2008, массовую долю (м.д.) сухого вещества – по ГОСТ 3626–76 (п. 3).

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

Для всех образцов получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации молозива. На рисунке 1 представлены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) обезжиренного молозива (1), супернатанта обезжиренного молозива (2) и ультрафильтрата обезжиренного молозива (3). Минимальная антиоксидантная активность получена для образца молозива обезжиренного. Флуоресценция флуоресцеина восстанавливается до 66 % при самой высокой концентрации 0,66 мг/мл. Также максимальные значения имеют и показатели IC<sub>50</sub> по сухому веществу (200,8 мкг/мл) и белку (155,1 мкг/мл). В таблице 2 представлены основные показатели антиоксидантной активности: A<sub>max</sub> – интенсивность флуоресценции, соответствующая максимальному ингибированию свободных радикалов, C<sub>max</sub> – концентрация молозива, при которой достигается A<sub>max</sub> и IC<sub>50</sub> – концентрация молозива, при которой достигается 50% ингибирования свободных радикалов.

Таблица 2 – Показатели антиоксидантной активности образцов молозива

№	Название образца	A <sub>max</sub> , %	C <sub>max</sub> , мг/мл	IC <sub>50</sub> , мкг/мл сухого вещества	IC <sub>50</sub> , мкг/мл белка
1	Молозиво обезжиренное	66	0,66	200,8	155,1
2	Молозиво ферментированное	78	0,63	178,6	136,3
3	Супернатант обезжиренного молозива	75	0,66	132,0	102,0
4	Супернатант ферментированного молозива	81	0,57	114,0	84,0
5	Ультрафильтрат обезжиренного молозива	76	0,36	104,3	19,1
6	Ультрафильтрат ферментированного молозива	85	0,34	52,1	15,0

Осаждение нерастворимых частиц центрифугированием (супернатант) повышает антиоксидантную активность молозива. Показатель A<sub>max</sub> образца супернатанта обезжиренного молозива возрастает до 75 % при той же концентрации молозива. Показатели IC<sub>50</sub> и по сухому веществу (132 мкг/мл) и по белку (102 мкг/мл) уменьшаются в 1,5 раза.

Ультрафильтрация молозива, приводящая к уменьшению высокомолекулярной фракции белка, способствует еще большему повышению антиоксидантной активности. Флуоресценция флуоресцеина восстанавливается до 76 % при концентрации 0,36 мг/мл, что в 1,8 раза ниже, чем для образцов молозива обезжиренного и супернатанта обезжиренного молозива. Показатели IC<sub>50</sub> по сухому веществу (104,3 мкг/мл) и по белку (19 мкг/мл) уменьшаются в 1,3/5,37 раза соответственно по сравнению с аналогичными показателями супернатанта обезжиренного молозива и в 2/8 раз по сравнению с аналогичными показателями обезжиренного молозива.

Гидролиз молозива бактериальной протеолитической системой (*Lb. acidophilus*) приводит к обогащению низкомолекулярными белковыми компонентами, что способствует повышению АОА. На рисунке 2 представлены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) ферментированного молозива (1), супернатанта ферментированного молозива (2) и ультрафильтрата ферментированного молозива (3). Образец молозива ферментированного восстанавливает флуоресценцию флуоресцеина до 78 %, что на 12 % выше, чем для образца обезжиренного молозива. Уменьшаются и показатели IC<sub>50</sub> по сухому веществу (178,6 мкг/мл) и по белку (136,3 мкг/мл) в 1,12 / 1,14 раза, соответственно.

Образец супернатанта ферментированного молозива восстанавливает флуоресценцию флуоресцеина до 81 %, что на 6 % выше, чем для образца супернатанта обезжиренного молозива, при более низкой концентрации 0,57 мг/мл. Показатель A<sub>max</sub> супернатанта ферментированного молозива всего на 3 % выше, чем для образца ферментированного молозива, так как ферментация позволяет уменьшить количество высокомолекулярных частиц, и их количество ниже, чем в обезжиренном молозиве. Показатели IC<sub>50</sub> по сухому веществу (114,0 мкг/мл) и по

белку (84 мкг/мл) уменьшаются в 1,2 раза по сравнению с аналогичными показателями супернатанта обезжиренного молозива и в 1,6 раза по сравнению с аналогичными показателями ферментированного молозива.

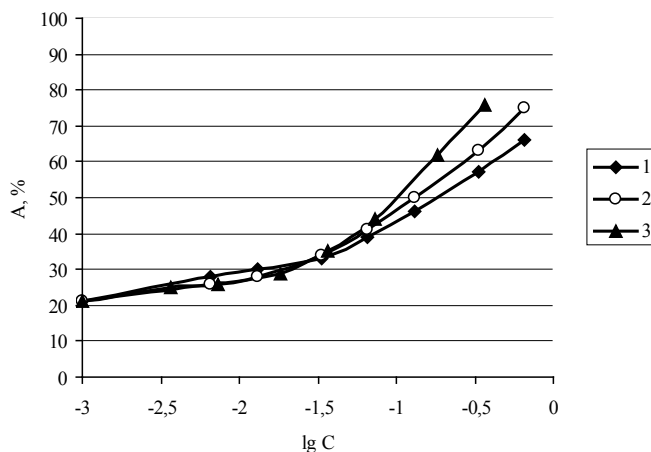


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) обезжиренного молозива (1), супернатанта обезжиренного молозива (2) и ультрафильтрата обезжиренного молозива (3)

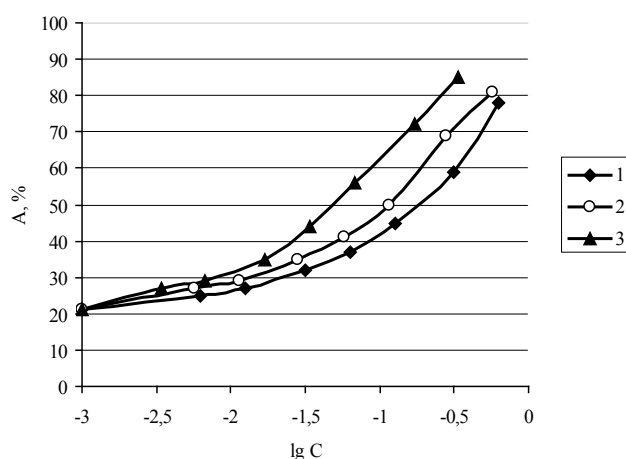


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) ферментированного молозива (1), супернатанта ферментированного молозива (2) и ультрафильтрата ферментированного молозива (3)

Максимальная антиоксидантная активность получена для образца ультрафильтрата ферментированного молозива. Он восстанавливал флуоресценцию флуоресцеина на максимальную величину ( $A_{\max} = 85\%$ ) при минимальной концентрации 0,34 мг/мл. Для этого же образца получены и минимальные показатели  $IC_{50}$  по сухому веществу (52,1 мкг/мл) и белку (15 мкг/мл). Сравнение с аналогичными показателями ультрафильтрата обезжиренного молозива показывают уменьшение в 2/1,3 раза по сухому веществу и по белку, соответственно. Сравнение с аналогичными показателями супернатанта ферментированного молозива показывают уменьшение в 2,2/5,6 раза по сухому веществу и по белку соответственно. Сравнение с аналогичными показателями ферментированного молозива показывают уменьшение в 3,4/9 раза по сухому веществу и по белку, соответственно.

Таким образом, показано повышение антиоксидантной активности благодаря ферментации молозива за счет обогащения низкомолекулярной фракции. Показатели  $A_{\max}$  образцов ферментированного молозива возрастали на 6-12 %, а показатели  $IC_{50}$  уменьшались в 1,12-2 раза по сравнению с образцами обезжиренного молозива. Образцы супернатантов обезжиренного и ферментированного молозива также показывают повышение АОА за счет удаления нерастворимых веществ. При этом их показатели  $A_{\max}$  возрастают на 3-9 %, а показатели  $IC_{50}$  уменьшаются в 1,5-1,6 раза по сравнению с образцами обезжиренного и ферментированного молозива. Ультрафильтрация приводит к еще более значительному повышению антиоксидантной активности. Показатели  $A_{\max}$  образцов ультрафильтратов возрастают на 7-10 %, а показатели  $IC_{50}$  уменьшаются в 2-3,4 раза по сухому веществу и в 8-9 раз по белку по сравнению с образцами обезжиренного и ферментированного молозива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Wada, Y. Bioactive peptides derived from human milk proteins – mechanisms of action/Y. Wada, B. Lönnerdal // J. Nutr. Biochem, 2014. – V. 25. – № 5. – P. 503–514.

2. *Mohanty, D. et al. Antimicrobial peptides as natural bio-preservative to enhance the shelf-life of food/D. Mohanty // Int. J. Food Prop, 2016. – V. 19. – P. 837–846.*
3. *Tsabouri, S. Cow's milk allergenicity/S. Tsabouri, K. Douros, K.N. Priftis// Endocr. Metab. Immune, 2014. – V. 14. – № 1. – P. 16–26.*
4. *Madureira, A.R. Invited review: physiological properties of bioactive peptides obtained from whey proteins/A.R. Madureira [et al] // J. Dairy Sci, 2010. – V. 93. – № 2. – P. 437–455.*
5. *Тарун Е.И. Антиоксидантная активность гексагидрохинолонов / Е.И. Тарун, А.В. Данькова, А.Н. Пырко// Журнал Белорусского государственного университета. Экология, 2019. – № 2. – С. 77-83.*

## **ОЦЕНКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ РАБОТЕ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ ASSESSMENT OF THE PSYCHOLOGICAL STATE WHEN WORKING AT THE COMPUTER**

**А. Э. Федотов, В. Д. Свирид  
A. Fedotov, V. Svirid**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
fantom903112@gmail.com*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

В работе с помощью анкетирования как наиболее целесообразного метода оценки психологического состояния работающих за компьютером использовался опросник из 10 вопросов. Учитывались такие параметры, как пол, возрастная категория, наличие перерывов в работе, время работы за компьютером и др. По результатам проведенной работы негативного влияния на психологическое состояние не выявлено. Актуальность данных, свидетельствующих об отрицательном влиянии работы за компьютером на психологическое состояние человека, подтверждена не полностью.

In this work, using a questionnaire as the most appropriate method of psychological state of computer workers, their psychological state is evaluated. A 10-question questionnaire was used for this purpose. We took into account such parameters as gender, age category, the presence of breaks in work, working time at the computer, etc. according to the results of the work carried out, no negative impact on the psychological state was revealed. The relevance of data indicating the negative impact of working at a computer on the psychological state of a person is not fully confirmed.

*Ключевые слова:* компьютер, психологическое состояние, анкетирование, анализ, метод.

*Keywords:* PC, psychological state, questionnaire, analysis, method.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-184-187>

Компьютер — это объективная реальность нашего мира. Уровень взаимодействия с компьютером и другими техническими устройствами возрастает.

Это позволяет человеку успешно использовать огромные возможности машины. Такие технологические изменения существенно преобразуют не только среду обитания человека, но и влияют и на самого человека [1].

Подобное взаимодействие изменяет не только условия жизни человека, но и его самого, и такое взаимовлияние нельзя представлять, как сугубо позитивное, без недостатков.

В первую очередь необходимо учитывать возможное негативное влияние новейших информационных средств и технологий на здоровье людей. Работа за компьютером стала специфическим видом профессиональной деятельности, и поэтому весьма актуальным представляется оценить состояние человека при работе за компьютером.

До сих пор среди пользователей персональных компьютеров (далее – ПК), а также производителей компьютерной техники не существует единого мнения о том, вредно ли, и если да, то насколько вредно для человеческого организма общение с компьютером. С одной стороны, в массовой печати периодически появляются статьи, которые предупреждают о том, что ПК едва ли не смертельно опасны. С другой стороны, встречаются подробные отчеты о том, каким образом та или иная компьютерная фирма добивается превращения своей продукции в безопасный для здоровья инструмент [2].

Проблема зависимости человека от компьютера с каждым годом становится все более актуальной. Возрастающая компьютеризация и интернетизация населения привели также к появлению так называемых типичных «симптомов компьютерной зависимости».

Нередки случаи, когда человек, проработав в офисе весь день за компьютером, придя домой, снова садится перед домашним ноутбуком или смартфоном и до самой ночи “сидит” в интернете, социальных сетях, играет в компьютерные игры и т.д. То же самое происходит изо дня в день и в выходной день. Таким образом, человек