

## КАРБОНИЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ БЕЛКОВ МОЛОКА И КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*И.П. Загоруля, В.Е. Высокогорский, О.Н. Лазарева, Ю.А. Подольникова*

*Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, г. Омск*

При исследовании спонтанной окислительной деструкции белков ряженки и варенца выявлено повышение содержания карбонильных производных белков ряженки в сравнении с показателями молока при длинах волн: 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм в 1,51; 1,64; 1,43; 1,95 раза соответственно. Максимальное значение продуктов спонтанной окислительной модификации белков ряженки установлено при длине волны 530 нм, минимальное – при 430 нм. Повышение карбонильных производных белков варенца в сравнении с показателями молока обнаружено при 356 нм – в 1,60 раза, 370 нм – в 1,78 раз, 430 нм – в 1,52 раза, 530 нм – 1,69 раза. Максимальное значение продуктов спонтанной окислительной модификации белков варенца установлено при длине волны 370 нм, минимальное аналогично ряженке – при 430 нм. При изучении металл-катализируемой окислительной деструкции выявлено повышение карбонильных производных белков ряженки при длинах волн 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм в 2,11; 2,08; 1,86; 1,73 раза в сравнении с данными молока соответственно. Подобное повышение обнаружено при исследовании металл-катализируемой окислительной деструкции белков варенца при всех длинах волн: в 2,01 раза при 356 нм, в 2,24 раза при 370 нм, в 2,01 раза при 430 нм, в 1,42 раза при 530 нм в сравнении с показателями молока. Максимальное значение продуктов металл-катализируемой окислительной модификации белков ряженки установлено при длине волны 356 нм, минимальное – при длине волны 530 нм. В варенце максимальное значение продуктов металл-катализируемой окислительной модификации белков установлено при длине волны 370 нм, минимальное – при 530 нм. Показатели карбонильных производных белков, как и показатели хемилюминесцентного анализа молочных продуктов указывают на наиболее интенсивное протекание процессов свободнорадикального окисления в ряженке и варенце в сравнении с показателями молока.

**Ключевые слова:** молоко, кисломолочные продукты, свободнорадикальное окисление, карбонильные производные, спонтанная окислительная деструкция белков, металл-катализируемая окислительная деструкция белков.

Сохранение пищевой и биологической ценности продуктов питания – одна из важнейших задач в производстве молочных продуктов [1]. Молоко является неотъемлемым компонентом питания; пищевая и биологическая ценность данного продукта обеспечивается в том числе и антиоксидантными свойствами [2]. Продукты с высокими антиоксидантными свойствами постоянно необходимы в рационе человека [3–5]. Однако антиокислительные свойства молока крупного рогатого скота отличаются в разных природно-климатических зонах [6, 7] и зависят от вида животных [8, 9]. Изменяются антиоксидантные свойства молочных продуктов и в зависимости от технологического режима их производства [5, 10–12]. Долгое время наряду с показателями хемилюминесценции активно исследуемыми маркерами окислительного

стресса были показатели перекисного окисления липидов [13, 14]. Однако окислительной деструкции подвергаются не только липиды, но и белки, и как показывает ряд исследований, карбонильные производные белков являются маркерами окислительного стресса [15–19].

Цель работы – сравнение интенсивности окислительной модификации белков молока и кисломолочных продуктов: варенца и ряженки.

### **Объекты и методы исследований**

В качестве объектов исследования служили пастеризованное молоко, ряженка и варенец (производитель ООО «ВНИМИ-Сибирь»), с массовой долей жира 2,5 %.

В работе для оценки показателей уровня карбонильных производных белков использовали метод Reznick A.Z. & Parker L. в модификации Дубининой Е.Е. [20]. Метод основан на

## Прикладная биохимия и биотехнологии

реакции взаимодействия карбонильных производных аминокислотных остатков с 2,4-динитрофенилгидразоном. Определяли содержание продуктов спонтанной и металл-катализируемой окислительной деструкции белков: альдегид-динитрофенилгидразонов (АДФГ) нейтрального характера, кетон-динитрофенилгидразонов (КДФГ) нейтрального характера, альдегид-динитрофенилгидразонов (АДФГ) основного характера, кетон-динитрофенилгидразонов (КДФГ) основного характера при 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм соответственно. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы STATISTICA 6. Критический порог значимости при проверке нулевых гипотез был принят на уровне  $p = 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

При исследовании спонтанной окислительной модификации выявлено повышение содержания карбонильных производных белков ряженки в сравнении с показателями молока при 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм в 1,51, 1,64, 1,43, 1,95 раза соответственно (табл. 1).

Аналогично повышение карбонильных производных белков варенца в сравнении с показателями молока выявлено при длинах

волн: 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм в 1,60, 1,78, 1,52, 1,69 раз соответственно. Максимальное значение продуктов спонтанной окислительной модификации белков ряженки установлено при длине волны 530 нм, что соответствует кетон-динитрофенилгидразонам основного характера, минимальное – при 430 нм, что соответствует альдегид-динитрофенилгидразонам основного характера. Однако в варенце максимальное значение продуктов спонтанной окислительной модификации белков установлено при длине волны 370 нм, что соответствует кетон-динитрофенилгидразонам нейтрального характера, минимальное – аналогично данным ряженки при 430 нм.

При изучении металл-катализируемой окислительной деструкции выявлено повышение карбонильных производных белков ряженки при длинах волн 356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм в 2,11; 2,08; 1,86; 1,73 раза в сравнении с показателями молока соответственно (табл. 2).

Подобное повышение выявлено и при исследовании металл-катализируемой окислительной деструкции белков варенца при всех длинах волн: в 2,01 – при 356 нм, в 2,24 раза – при 370 нм, в 2,02 раза – при 430 нм, в 1,42

**Таблица 1**  
Содержание продуктов спонтанной окислительной модификации белков (Е.О.П. / 1 мл, М ± m)

Продукты	Длина волны			
	АДФГ нейтр. (356 нм)	КДФГ нейтр. (370 нм)	АДФГ осн. (430 нм)	КДФГ осн. (530 нм)
Молоко	2,70 ± 0,10	2,52 ± 0,09	2,78 ± 0,09	0,77 ± 0,08
Ряженка	4,08 ± 0,08 (P = 0,021)	4,14 ± 0,16 (P = 0,020)	3,97 ± 0,21 (P = 0,029)	1,50 ± 0,24 (P = 0,025)
Варенец	4,33 ± 0,11 (P = 0,018)	4,49 ± 0,14 (P = 0,015)	4,22 ± 0,28 (P = 0,022)	1,30 ± 0,24 (P = 0,033)

Примечание: Значения P в сравнении с показателями молока.

**Таблица 2**  
Содержание продуктов металл-катализируемой окислительной модификации белков (Е.О.П. / 1 мл, М ± m)

Продукты	Длина волны			
	АДФГ нейтр. (356 нм)	КДФГ нейтр. (370 нм)	АДФГ осн. (430 нм)	КДФГ осн. (530 нм)
Молоко	3,74 ± 0,07	3,56 ± 0,08	3,80 ± 0,20	1,72 ± 0,07
Ряженка	7,88 ± 0,12 (P = 0,013)	7,43 ± 0,26 (P = 0,015)	7,08 ± 0,19 (P = 0,020)	2,97 ± 0,22 (P = 0,018)
Варенец	7,54 ± 0,08 (P = 0,016)	7,99 ± 0,08 (P = 0,012)	7,63 ± 0,26 (P = 0,018)	2,44 ± 0,25 (P = 0,021)

Примечание: Значения P в сравнении с показателями молока.

раза – при 530 нм в сравнении с данными молока.

Максимальное значение продуктов металл-катализируемой окислительной модификации белков ряженки установлено при длине волны 356 нм, что соответствует альдегид-динитрофенилгидразонам нейтрального характера, минимальное – при длине волны 530 нм, что соответствует кетон-динитрофенилгидразонам основного характера. Однако в варенце максимальное значение продуктов металл-катализируемой окислительной модификации белков установлено при длине волны 370 нм, что соответствует кетон-динитрофенилгидразонам нейтрального характера, минимальное – аналогично показателям ряженки при 530 нм.

Полученные результаты подтверждают результаты хемилюминесцентного анализа варенца и ряженки [21], в которых наблюдалось достоверное изменение всех исследуемых показателей хемилюминесценции по сравнению с молоком. Значительное увеличение показателей хемилюминесценции ряженки и варенца свидетельствуют об активации процессов свободнорадикального окисления при индукции их железом в большей степени, чем при индукции этих процессов в молоке. Одновременное уменьшение латентного периода может указывать на снижение антиокислительной активности ряженки и варенца.

Различия в показателях исследуемых молочных продуктов могут быть обусловлены степенью температурного воздействия, так как при производстве варенца и ряженки молоко пастеризуют дольше и температура пастеризации несколько выше, чем при производстве пастеризованного молока.

#### Заключение

На основе результатов исследования показателей спонтанной и металл-катализируемой окислительной деструкции белков ряженки и варенца можно сделать вывод, что в данных кисломолочных продуктах более высокая активизация свободнорадикальных процессов в сравнении с молоком. Показатели карбонильных производных белков, как и показатели хемилюминесцентного анализа молочных продуктов, указывают на наиболее интенсивное протекание процессов свободнорадикального окисления в ряженке и варенце, в сравнении с показателями молока. Установленные различия показателей в молочных продуктах указывают на возможность исполь-

зования их в качестве маркеров окислительного стресса и должны учитываться при разработке способов оценки биологической ценности молочных продуктов.

#### Литература

1. Гаврилова, Н.Б. Повышение качества и хранимостности продуктов функционального назначения / Н.Б. Гаврилова, О.В. Пасько, С.А. Хитрик // *Молочная промышленность*. – 2009. – № 9. – С. 60–61.
2. Мамцев, А.Н. Изменение скорости реакций свободнорадикального окисления липидов на технологических этапах производства молока / А.Н. Мамцев, Е.Е. Пономарев // *Вестник Башкирского университета*. – 2009. – № 1. – С. 54–56.
3. Verity, M.A. Role of reactive oxygen species (ROS) in neuronal degeneration: modulation by protooncogene expression / M.A. Verity, D.E. Bredesen, T. Sarafian // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* – 1995. – V. 765. – P. 340.
4. Wei, E.P. Mechanisms of cerebral vasodilation by superoxide, hydrogen peroxide, and peroxynitrite / E.P. Wei, H.A. Kontos, J.S. Beckman // *Am. J. Physiol.* – 1996. – V. 40, № 3. – P. H1262–1266.
5. Дубинина, Е.Е. Свободнорадикальные процессы при старении, нейродегенеративных заболеваниях и других патологических состояниях / Е.Е. Дубинина, А.В. Пустыгина // *Биомедицинская химия*. – 2007. – Т. 53, № 4. – С. 351–372.
6. Высокогорский, В.Е. Антиокислительные свойства молока в разных зонах омской области / В.Е. Высокогорский, Т.Д. Воронов, П.В. Веселов // *Молочная промышленность*. – 2009. – № 10. – С. 73–74.
7. Подольникова, Ю.А. Окислительная модификация белков молока крупного рогатого скота при воздействии факторов урбанизации в различные периоды года / Ю.А. Подольникова, В.Е. Высокогорский, Т.Д. Воронова, О.З. Мкртчян, О.Н. Лазарева // *Вестник алтайской науки*. 2015. – № 1 (23). – С. 470–474.
8. Высокогорский, В.Е. Антиокислительная активность коровьего и козьего молока / В.Е. Высокогорский, П.В. Веселов // *Молочная промышленность*. – 2009. – № 7. – С. 86.
9. Miutra, H. Possible exploitation of milk protein genetic polymorphisms to improve dairy traits in sheep and goats: a review / H. Miutra, J.J. Bosnjak, C. Tripaldi // *Small Rumin. Res.* – 1998. – Vol. 27. – P. 185–195.

10. Высокогорский, В.Е. Хемилюминесцентный анализ пастеризованного молока / В.Е. Высокогорский, Г.В. Игнатъева // *Пищевая промышленность*. – 2012. – № 10. – С. 34–35.
11. Высокогорский, В.Е. Антиоксидантные свойства творога / В.Е. Высокогорский, Г.В. Игнатъева // *Молочная промышленность*. – 2012. – № 1. – С. 74–75.
12. Оценка состояния метаболического статуса работающего населения, проживающего в условиях промышленного города / С.И. Красиков [и др.] // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. – 2010. – № 1. – С. 85–91.
13. Высокогорский, В.Е. Пероксидация липидов и окислительная модификация белков молока и крови коров, больных послеродовым эндометритом / В.Е. Высокогорский, Т.Д. Воронова, Н.А. Погорелова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 3. – С. 81–85.
14. Шахристова, Е.В. Свободнорадикальное окисление белков и липидов в адипоцитах в условиях окислительного стресса / Е.В. Шахристова // *Молекулярная медицина*. – 2014. – № 1. – С. 84–90.
15. Zitnanova I. Protein carbonyls as a biomarker of foetal-neonatal hypoxic stress/ I. Zitnanova, K. Sumegova, M. Simko, A. Maruniakova, Z. Chovanova, M. Chavko, Z. Durackova // *Clinical Biochemistry*. – 2007. – Vol. 40. – P. 567–570.
16. Giulivi C. Tyrosine oxidation products: analysis and biological relevance/ C. Giulivi, N.J. Traaseth, K.J.A. Davies // *Amino acids*. – 2003. – Vol. 25. – P. 227–232.
17. Stadtman, E.R. Oxidation of methionine residues of proteins: biological consequences / E.R. Stadtman, J. Moskovitz, R.L. Levine // *Antioxidants & Redox Signaling*. – 2003. – № 5. – P. 577–582.
18. Дубинина, Е.Е. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения / Е.Е. Дубинина, С.О. Бурмистров, Д.А. Ходов // *Вопр. мед. химии*. – 1995. – № 1. – С. 24–26.
19. Stadtman, E.R. Metal-catalyzed oxidation of proteins. Physiological consequences / E.R. Stadtman, C.N. Oliver // *J. Biol. Chem.* – 1991. – V. 266. – P. 2005–2008.
20. Хемилюминесцентные методы оценки функционального состояния животных: методические рекомендации. – М.: Издательская группа «БДЦ – пресс», 2005. – 40 с.
21. Лазарева, О.Н. Интенсивность свободнорадикальных процессов молока и молочных продуктов по данным хемилюминесцентного анализа / О.Н. Лазарева, В.Е. Высокогорский, Т.Д. Воронова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2010. – № 3. – С. 19–21.

**Загоруля Иван Павлович.** Аспирант кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (г. Омск), [dionizag@mail.ru](mailto:dionizag@mail.ru)

**Высокогорский Валерий Евгеньевич.** Доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (г. Омск), [vve-bio@mail.ru](mailto:vve-bio@mail.ru)

**Лазарева Оксана Николаевна.** Кандидат биологических наук, доцент кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (г. Омск), [op.lazareva@omgau.org](mailto:op.lazareva@omgau.org)

**Подольникова Юлия Александровна.** Кандидат биологических наук, ассистент кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (г. Омск), [yua.podolnikova@omgau.org](mailto:yua.podolnikova@omgau.org)

Поступила в редакцию 10 апреля 2017 г.

## CARBONYL DERIVATIVES OF MILK PROTEINS AND DAIRY PRODUCTS

I.P. Zagorulya, V.E. Vysokogorsky, O.N. Lazareva, Yu.A. Podolnikova

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

In the study on spontaneous oxidative degradation of ryazhenka and varenets proteins the increase in content of carbonyl derivatives of ryazhenka proteins in comparison with milk is revealed at the wavelengths of 356 nm, 370 nm, 430 nm, 530 nm in 1.51; 1.64; 1.43; 1.95 times, respectively. The maximum value of products with spontaneous oxidative modification of ryazhenka proteins is at a wavelength of 530 nm, the minimum is at 430 nm. The increase of carbonyl derivatives of varenets proteins in comparison with indicators of milk is found at a wavelength of 356 nm in 1.60 times, at a wavelength of 370 nm in 1.78 times, at a wavelength of 430 nm in 1.52 times, at a wavelength of 530 nm in 1.69 times. The maximum value of the spontaneous oxidative modification of varenets proteins is at a wavelength of 370 nm, the minimum is similar to the ryazhenka, i.e. 430 nm. In the study of metal-catalyzed oxidative destruction an increase in protein carbonyl derivatives of this product is revealed at a wavelengths of 356 nm, 370 nm, 430 nm, 530 nm in 2.11; 2.08; 1.86; 1.73 times compared with parameters of milk, respectively. The similar increase is found while examining metal-catalyzed oxidative degradation of varenets proteins at all wavelengths: in 2.01 times at a wavelength of 356 nm, in 2.24 times at a wavelength of 370 nm, in 2.01 times at a wavelength of 430 nm, and in 1.42 times at a wavelength of 530 nm in comparison with milk parameters. The maximum value of metal-catalyzed oxidative modification of ryazhenka proteins is established at a wavelength of 356 nm and the minimum at a wavelength of 530 nm. In case of varenets the maximum value of metal-catalyzed oxidative modification of proteins is at a wavelength of 370 nm, the minimum is at a wavelength of 530 nm. The indicators of carbonyl derivatives of proteins, as the findings of chemiluminescence analysis on dairy products indicate the most intensive processes of free radical oxidation in ryazhenka and varenets compared to milk.

**Keywords:** milk, dairy products, free-radical oxidation, carbonyl derivatives, spontaneous oxidative destruction of proteins, metal-catalyzed oxidative destruction of proteins.

### References

1. Gavrilova N.B., Pas'ko O.V., Khitrik S.A. [Improvement of quality and storage stability of functional products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk industry], 2009, no. 9, pp. 60–61. (in Russ.)
2. Mamtsev A.N., Ponomarev E.E. [The change of a reaction rate of free radical lipid oxidation at the technological stage of milk production]. *Vestnik Bashkirskogo universiteta* [Bulletin of Bashkir University], 2009, no. 1, pp. 54–56. (in Russ.)
3. Verity M.A., Bredesen D.E., Sarafian T. Role of reactive oxygen species (ROS) in neuronal degeneration: modulation by protooncogene expression. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1995, vol. 765, p. 340. (in Russ.)
4. Wei E.P., Kontos H.A., Beckman J.S. Mechanisms of cerebral vasodilation by superoxide, hydrogen peroxide, and peroxynitrite. *Am. J. Physiol*, 1996, vol. 40, no. 3, pp. H1262–1266.
5. Dubinina E.E., Pustygina A.V. [Free radical processes in aging, neurodegenerative diseases and other pathological states]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry], 2007, vol. 53, no. 4, pp. 351–372. (in Russ.)
6. Vysokogorskiy V.E., Voronov T.D., Veselov P.V. [Antioxidant properties of milk in different areas of Omsk region]. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk industry], 2009, no. 10, pp. 73–74. (in Russ.)
7. Podol'nikova Yu.A., Voronova T.D., Mkrchan O.Z., Lazareva O.N. [The oxidative modification of milk proteins under the influence of urbanization factors in different seasons]. *Vestnik altayskoy nauki* [Bulletin of Altai Science], 2015, no. 1 (23), pp. 470–474. (in Russ.)
8. Vysokogorskiy V.E., Veselov P.V. [The antioxidant activity of cow and goat milk]. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk industry], 2009, no. 7, p. 86. (in Russ.)
9. Miutra H., Bosnjak J.J., Tripaldi C. Possible exploitation of milk protein genetic polymorphisms to improve dairy traits in sheep and goats: a review. *Small Rumin. Res.*, 1998, vol. 27, pp. 185–195.
10. Vysokogorskiy V.E., Ignat'eva G.V. [The chemiluminescence analysis of pasteurized milk]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2012, no. 10, pp. 34–35. (in Russ.)

11. Vysokogorskiy V.E., Ignat'eva G.V. [Antioxidant properties of quark]. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk industry], 2012, no. 1, pp. 74–75. (in Russ.)
12. Krasikov S.I. et al. [The assessment of a metabolic state of working population, living in an industrial city]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovation. Investments], 2010, no. 1, pp. 85–91. (in Russ.)
13. Vysokogorskiy V.E., Voronova T.D., Pogorelova N.A. [Lipid peroxidation and oxidative modification of milk proteins and the blood of cows sick of puerperal endometritis]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental studies], 2014, no. 3, pp. 81–85. (in Russ.)
14. Shakhristova E.V. [Free radical oxidation of proteins and lipids in adipocyte in case of oxidative stress]. *Molekulyarnaya meditsina* [Molecular medicine], 2014, no. 1, pp. 84–90. (in Russ.)
15. Zitnanova I., Sumegova K., Simko M., Maruniakova A., Chovanova Z., Chavko M., Durackova Z. Protein carbonyls as a biomarker of foetal-neonatal hypoxic stress. *Clinical Biochemistry*, 2007, vol. 40, pp. 567–570.
16. Giulivi C., Traaseth N.J., Davies K.J.A. Tyrosine oxidation products: analysis and biological relevance. *Amino acids*, 2003, vol. 25, pp. 227–232.
17. Stadtman E.R., Moskovitz J., Levine R.L. Oxidation of methionine residues of proteins: biological consequences. *Antioxidants & Redox Signaling*, 2003, no. 5, pp. 577–582.
18. Dubinina E.E., Burmistrov S.O., Khodov D.A. [The oxidative modification of human serum proteins, method of its determination]. *Vopr. med. khimii* [Issues of medical chemistry], 1995, no. 1, pp. 24–26. (in Russ.)
19. Stadtman E.R., Oliver C.N. Metal-catalyzed oxidation of proteins. Physiological consequences. *J. Biol. Chem.*, 1991, vol. 266, pp. 2005–2008.
20. *Khemilyuminescentnye metody otsenki funktsional'nogo sostoyaniya zhivotnykh: metodicheskie rekomendatsii* [The chemiluminescence technique for assessment of a functional state of animals: guidelines]. Moscow, 2005. 40 p.
21. Lazareva O.N., Vysokogorskiy V.E., Voronova T.D. [The intensity of free radical processes of milk and dairy products based on the chemiluminescence analysis data]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agriculture supplies], 2010, no. 3, pp. 19–21. (in Russ.)

**Ivan P. Zagorulya.** Postgraduate student of the Department of Food Products and Food Biotechnology, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, dionizag@mail.ru

**Valeriy E. Vysokogorskiy.** Doctor of Medical Sciences, professor, professor of the Department of Food Products and Food Biotechnology, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, vve-bio@mail.ru

**Oksana N. Lazareva.** Candidate of Sciences (Biology), associate professor, Department of Food Products and Food Biotechnology, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, on.lazareva@omgau.org

**Yulia A. Podolnikova.** Candidate of Sciences (Biology), assistant of the department of food products and food biotechnology of Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, yua.podolnikova@omgau.org

*Received 10 April 2017*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Карбонильные производные белков молока и кисломолочных продуктов / И.П. Загорюля, В.Е. Выходковский, О.Н. Лазарева, Ю.А. Подольникова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 11–16. DOI: 10.14529/food170202

### FOR CITATION

Zagorulya I.P., Vysokogorskiy V.E., Lazareva O.N., Podolnikova Yu.A. Carbonyl Derivatives of Milk Proteins and Dairy Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 11–16. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170202