

## Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра

Светлана В. Павленкова	1	sveta5501pavlenkova@ya.ru	
Галина П. Шуваева	1	gpshuv@mail.ru	
Лидия А. Мирошниченко	2	lidamir@mail.ru	
Татьяна В. Свиридова	1	sviridovatv@ya.ru	
Ольга С. Корнеева	1	korneeve-olgas@yandex.ru	ID 0000-0002-2863-0771
Екатерина А. Мотина	1	emotina18@mail.ru	

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** Повышение качества молока-сырья для производства сыров в осенне-зимний период является одной из важных задач биотехнологии. Решить ее можно путем улучшения качества кормов, поскольку они напрямую влияют на функционально-технологические свойства молока-сырья. Применяли в рационе лактирующих коров амарантовый силос, полученный из зеленой массы амаранта путем консервирования с помощью разработанной заквасочной культуры. Научно-хозяйственный опыт проводили на базе КФХ Корвников И.И., Хохольского района Воронежской области. Молоко получали от двух групп дойных коров голштино-фризской породы со средней продуктивностью 4200 кг молока, отобранных по принципу аналогов. Рационы опытной и контрольной групп в соответствии с принятой схемой опыта включали консервированный корм из зеленой массы амаранта и кукурузы. Коров кормили в течение 105 дней и проводили оценку функционально-технологических свойств молока-сырья. Представлены результаты изучения функционально-технологических свойств молока-сырья, полученного от коров, в рацион которых в осенне-зимний период был включен высокобелковый консервированный корм из амаранта. Установлено, что замена традиционного кукурузного силоса на амарантовый способствовала повышению наиболее важных компонентов молока-сырья для производства сыра: массовой доли белка – на 0,2 % (в том числе массовой доли фракции казеина на 0,13 %) и массовой доли жира – на 0,38 %. Ветеринарно-санитарные показатели молока-сырья также улучшились. В опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6 %, что коррелировало со снижением кислотности молока.

**Ключевые слова:** сыропригодность молока, функционально-технологические свойства, молоко, консервированный корм, амарант

## Effect of high-protein fermentation amaranth feed on the functional and technological properties of milk as raw materials for cheese production

Svetlana V. Pavlenkova	1	sveta5501pavlenkova@ya.ru	
Galina P. Shuvaeva	1	gpshuv@mail.ru	
Lidia A. Miroshnichenko	2	lidamir@mail.ru	
Tatiana V. Sviridova	1	sviridovatv@ya.ru	
Olga S. Korneeve	1	korneeve-olgas@yandex.ru	ID 0000-0002-2863-0771
Ekaterina A. Motina	1	emotina18@mail.ru	

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** Improving the quality of raw milk for the production of cheese in the autumn-winter period is one of the important tasks of biotechnology. It can be solved by improving the quality of feed, as they directly affect the functional and technological properties of raw milk. Amaranth silo obtained from the green mass of amaranth by canning using the developed starter culture was used in the diet of lactating cows. Scientific and economic experience was carried out on the basis of peasant farms II Korovnikov, Khokholsky district of Voronezh region. Milk was obtained from two groups of dairy cows of the Holstein-Friesian breed with an average productivity of 4200 kg of milk, selected on the basis of analogues. The diets of the experimental and control groups in accordance with the accepted experimental scheme included canned food from the green mass of amaranth and corn. Cows were fed for 105 days and evaluated the functional and technological properties of raw milk. The results of the study of the functional and technological properties of raw milk obtained from cows, in the diet of which in the autumn-winter period included high-protein canned food from amaranth, are presented. It was found that the replacement of traditional corn silage with amaranth contributed to an increase in the most important components of raw milk for cheese production: mass fraction of protein – by 0.2% (including mass fraction of casein fraction by 0.13%) and mass fraction of fat – by 0.38%. Veterinary health indicators of raw milk have also improved. In the experimental group, there was a decrease in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (KMAFAnM) in relation to the control by 5.6%, which correlated with a decrease in the acidity of milk.

**Keywords:** cheese suitability of milk, functional and technological properties, milk, canned food, amaranth

### Для цитирования

Павленкова С.В., Шуваева Г.П., Мирошниченко Л.А., Свиридова Т.В., Корнеева О.С., Мотина Е.А. Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 166–170. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-166-170

### For citation

Pavlenkova S.V., Shuvaeva G.P., Miroshnichenko L.A., Sviridova T.V., Korneeve O.S., Motina E.A. Effect of high-protein fermentation amaranth feed on the functional and technological properties of milk as raw materials for cheese production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 166–170. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-166-170

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Сыропригодность молока является основным показателем сырья при производстве сыра. Известно, что от количества белка в молоке существенно зависит выход сыра. При увеличении на 0,1% массовой доли казеина в молоке выход сыра повышается на 2,3%, в то время как повышение массовой доли жира на 0,1% способствует повышению выхода лишь на 1% [2].

Для производства высококачественного сыра требуется молоко, которое получено с соблюдением санитарно-гигиенических требований и обладает необходимыми органолептическими, физико-химическими, биологическими свойствами [1, 4, 7].

Повышение качества молока-сырья для производства сыров в осенне-зимний период является одной из важных задач биотехнологии. Решить ее можно путем улучшения качества кормов, поскольку они напрямую влияют на функционально-технологические свойства молока-сырья [3, 5, 10].

Традиционно применяемые сельскохозяйственные культуры для консервирования, как правило, содержат недостаточное количество белка [8], в связи с чем поиск высокобелковых нетрадиционных кормовых культур является актуальной задачей. К таким культурам можно отнести амарант, в зеленой массе которого содержание белка в 2 раза превышает это значение по сравнению с зеленой массой кукурузы [9]. Кроме того, белок амаранта сбалансирован по аминокислотному составу, что позволяет составлять более сбалансированные рационы, способствующие повышению функционально-технологических свойств молока-сырья для производства сыров.

Цель работы – исследовать влияние консервированных кормов в рационе коров на пригодность молока-сырья для производства сыров.

## Материалы и методы

Применяли амарантовый силос, полученный из зеленой массы амаранта путем консервирования с помощью разработанной заквасочной культуры [9]. Научно-хозяйственный опыт проводили на базе КФХ Коровников И.И., Хохольского района Воронежской области. Молоко получали от двух групп дойных коров голштино-фризской породы со средней продуктивностью 4200 кг молока, отобранных по принципу аналогов. Рационы опытной и контрольной групп в соответствии с принятой схемой опыта включали консервированный корм из зеленой массы амаранта и кукурузы. Коров кормили в течение 105 дней и проводили оценку функционально-технологических свойств молока-сырья в соответствии с ТУ 9811–153–04610209–2004. Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 31449–2013, массовой доли белка – по ГОСТ 34454–2018, общей титруемой кислотности – по ГОСТ Р 54669–2011.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901–2014, БГКП – по ГОСТ 32901–2014, редуцтазную, сычужную и сычужно-бродильную пробу – по ГОСТ 32901–2014.

## Результаты и обсуждение

Исходя из полученных результатов исследования (таблица 1) можно отметить увеличение объема получаемого молока на 11,9% в опытной группе по сравнению с контрольной и улучшение функционально-технологических свойств молока-сырья. Включение в рацион коров в осенне-зимний период высокобелкового консервированного корма из амаранта способствовало увеличению содержания белка в молоке на 0,2%; при этом доля казеина выросла на 0,13% и составила 2,57% в опытной группе по сравнению с 2,41% в контрольной. Известно, что казеин является важным белковым компонентом молока при производстве сыра. Недостаточное его содержание влияет не только на структурно-механические свойства сгустка, но и на выход готового продукта при обработке сырного зерна [6]. Массовая доля жира в опытном образце увеличилась на 0,38%. При определении сыропригодности молока важную роль играют соотношения компонентов молока, таких как жир:белок; жир:СОМО; белок:СОМО. Данные соотношения в обеих группах находились в нормируемых пределах, однако увеличение содержания белка (в том числе, казеина), жира и других составляющих в молоке коров опытной группы свидетельствует об улучшении его качества и пригодности к производству сыра.

Анализ таких показателей, как кислотность, плотность и группа чистоты молока показал, что они соответствовали требованиям стандарта. Однако плотность молока, полученного от коров опытной группы, была выше, что коррелировало с увеличением содержания сухих веществ в молоке. Снижение кислотности молока опытной группы по сравнению с контрольной на 0,4 °Т косвенно свидетельствовало о меньшей обсемененности микрофлорой молока от опытной группы коров и более высоком его качестве.

При определении ветеринарно-санитарных показателей молока-сырья отмечено преимущество в группе коров, рацион которой содержал опытный консервированный корм из амаранта. Бактериальная загрязненность молока контрольной и опытной групп находилась в пределах нормы. Однако в опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6% (таблица 2), что коррелировало со снижением кислотности молока.

Таблица 1.  
Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств и химических показателей  
молока-сырья в зависимости от рациона коров

Table 1.  
Comparative characteristics of functional and technological properties and chemical indicators  
of milk as a raw material depending on the diet

Показатель Indicator	Молоко-сырье Milk as a raw material		Норматив по ТУ 9811–153–04610209–2004 Standard for ТУ 9811–153–04610209–2004
	Контроль Test	Опыт Experimental	
Объем получаемого молока, кг молока от коровы Volume of milk received, kg milk from a cow	13,50	15,10	-
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	3,67	4,05	≥ 3,1
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	3,05	3,25	≥ 2,8
Казеин, %   Casein, %	2,41	2,57	≥ 2,40
Сывороточные белки, %   Whey protein, %	0,64	0,68	-
Массовая доля лактозы, % Mass fraction of lactose, %	4,70	4,77	≥ 4,70
Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), % Dry skimmed milk residue (DSMR), %	8,50	8,60	≥ 8,50
Фосфор, мг%   Phosphorus, mg%	88,30	91,50	92,0
Кальций, мг%   Calcium, mg%	118,90	121,3	110,0–140,0
Сухие вещества, %   Dry matter, %	12,00	12,55	12,00–13,00
Соотношение жир:белок The ratio of fat: protein	1,20	1,24	1,10–1,25
Соотношение жир:СОМО The ratio of fat: DSMR	0,43	0,47	0,40–0,47
Соотношение белок:СОМО The ratio of protein: DSMR	0,36	0,38	0,36–0,44
Кислотность, °Т   Acidity, °Т	18,00	17,60	16,0–19,0
Группа чистоты, не ниже группы Purity group, not below the group	I	I	I
Плотность, кг/м <sup>3</sup>   Density, kg/m <sup>3</sup>	1027,40	1028,03	≥ 1027,00
Термоустойчивость, группа Thermal stability, group	1	1	Не ниже 1

Таблица 2.  
Ветеринарно-санитарные показатели молока-сырья

Table 2.  
Название таблицы на английском языке

Показатель Indicator	Молоко-сырье Milk as a raw material		Норматив по ТУ 9811–153–04610209–2004 Standard for ТУ 9811–153–04610209–2004
	Контроль Test	Опыт Experimental	
Бродильная проба, класс The fermentation test, the class	II	II	I, II
Сычужно-бродильная проба, класс Rennet-fermentation test, class	II	I	I, II
Количество спор лактосбраживающих маслянокислых микроорганизмов, тыс./дм <sup>3</sup> Number of spores of lactate-fermenting butyric acid microorganisms, thousand/dm <sup>3</sup>	12,9	11,4	Не более 13,0
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup> Number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, colonies forming units/cm <sup>3</sup>	0,18 · 10 <sup>5</sup>	0,17 · 10 <sup>5</sup>	Не более 1,0 · 10 <sup>5</sup>

### Заключение

Включение в рацион лактирующих коров высокобелкового консервированного корма из амаранта способствовало улучшению функционально-технологических свойств молока-сырья в осенне-зимний период, в том числе для производства сыра. При увеличении объема молока, получаемого от коров опытной группы, на 11,9%, оно имело значительное преимущество в сравнении с контролем, а именно: содержание жира и белка увеличилось на 0,38 и 0,20% соответственно; соотношения жир:белок, жир:СОМО и белок:СОМО были лучше по сравнению с контролем. По ветеринарно-санитарным показателям опытная партия молока превосходила молоко контрольной группы: сычужно-бродильная проба

соответствовала I классу молока в опытной группе и II классу – в контрольной. В опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов по отношению к контролю на 5,6%, что коррелировало со снижением кислотности молока. Основной причиной отмеченных изменений следует признать влияние рационов кормления коров с включением высокобелкового амарантового корма, сбалансированного по аминокислотному составу, на синтез составных частей молока.

### Благодарности

Исследования выполнены при поддержке государственного задания Минобрнауки РФ №40.4149.2017/ПЧ.

### Литература

- 1 Кибкало Л.И., Ткачева Н.И., Филиппская О.Ю. Сыропригодность молока при выработке Российского сыра // Переработка молока. 2011. № 1. С. 60–61.
- 2 Лях В.Я., Шергина И.А., Садовая Т.Н. Справочник сыродела. Санкт-Петербург: Профессия, 2011. 680 с.
- 3 Савина И.П., Семенов С.Н. Cheese suitability of milk. Innovative ways and solutions. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. 159 с.
- 4 Свириденко Г.М. Критерии качества и безопасности молока-сырья // Молочная промышленность. 2005. № 6. С. 22–25
- 5 Франковская С.А. Технологические свойства коровьего молока и качество молочных белковых продуктов // Кузбасс: образование, наука, инновации: материалы Инновационного конвента. Кемерово, 2012. С. 250–252.
- 6 Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Bittante G. et al. Variations in milk protein fractions affect the efficiency of the cheese-making process // J Dairy Sci. 2018. V. 101. № 10. P. 8788–8804. doi: 10.3168/jds.2018–14503.
- 7 Drake M.A., Delahunty C.M. Sensory Character of Cheese and Its Evaluation // Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 2017. P. 517–545.
- 8 Migliorati L., Boselli L., Pirlo G., Moschini M. et al. Corn silage replacement with barley silage in dairy cows' diet does not change milk quality, cheesequality and yield // J Sci Food Agric. 2017. V. 97. № 10. P. 3396–3401. doi: 10.1002/jsfa.8190
- 9 Pavlenkova S.V., Shuveva G.P., Mescheryakova O.L., Miroshnichenko L.A. et al. Amaranth – A promising crop for fodder manufacturing // Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2017. Dubrovnik, Croatia. P. 27
- 10 Şahin A., Çimen M. Suitability of protein/fat ratio of conventional raw milk from Autumn Season to production of different cheese types // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2018. V. 13. № 1. P. 236–239. URL: <http://www.innspub.net>

### References

- 1 Kibkalo L.I., Tkacheva N.I., Filippskaya O.Yu. Cheese suitability of milk in the production of Russian cheese // Milk Processing. 2011. no. 1. pp. 60–61. (in Russian).
- 2 Lyakh V.Ya., Shergina I.A., Sadovaya T.N. Reference book of the cheese maker. Saint Petersburg, Profession, 2011. 680 p. (in Russian).
- 3 Savina I.P., Semenov S.N. Syroprigodnogo milk. Innovative ways and solutions. Voronezh, VSAU, 2017. 159 p. (in Russian).
- 4 Sviridenko G.M. Criteria for the quality and safety of milk as raw material. Dairy industry. 2005. no. 6. pp. 22–25. (in Russian).
- 5 Frankovskaya S.A. Technological properties of cow's milk and the quality of milk protein products. Kuzbass: education, science, innovation: materials of the Innovation Convention. Kemerovo, 2012. pp. 250–252. (in Russian).
- 6 Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Bittante G. et al. Variations in milk protein fractions affect the efficiency of the cheese-making process. J Dairy Sci. 2018. vol. 101. no. 10. pp. 8788–8804. doi: 10.3168/jds.2018–14503.
- 7 Drake M.A., Delahunty C.M. Sensory Character of Cheese and Its Evaluation. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 2017. pp. 517–545.
- 8 Migliorati L., Boselli L., Pirlo G., Moschini M. et al. Corn silage replacement with barley silage in dairy cows' diet does not change milk quality, cheesequality and yield. J Sci Food Agric. 2017. vol. 97. no. 10. pp. 3396–3401. doi: 10.1002/jsfa.8190
- 9 Pavlenkova S.V., Shuveva G.P., Mescheryakova O.L., Miroshnichenko L.A. et al. Amaranth – A promising crop for fodder manufacturing. Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2017. Dubrovnik, Croatia. pp. 27
- 10 Şahin A., Çimen M. Suitability of protein/fat ratio of conventional raw milk from Autumn Season to production of different cheese types. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2018. vol. 13. no. 1. pp. 236–239. Available at: <http://www.innspub.net>

**Сведения об авторах**

**Светлана В. Павленкова** аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sveta5501pavlenkova@ya.ru

**Галина П. Шуваева** к.б.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gpshuv@mail.ru

**Лидия А. Мирошниченко** к.т.н., директор, ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394036, Россия, lidamir@mail.ru

**Татьяна В. Свиридова** к.б.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sviridovavt@ya.ru

**Ольга С. Корнеева** д.б.н. профессор, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, korneeva-olgas@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

**Екатерина А. Мотина** к.т.н., кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, emotina18@mail.ru

**Information about authors**


**Svetlana V. Pavlenkova** graduate student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sveta5501pavlenkova@ya.ru

**Galina P. Shuvaeva** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gpshuv@mail.ru

**Lidia A. Miroshnichenko** Cand. Sci. (Engin.), director, RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394036, Russia, lidamir@mail.ru

**Tatiana V. Sviridova** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sviridovavt@ya.ru

**Olga S. Korneeva** Dr. Sci. (Biol.), professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

**Ekaterina A. Motina** Cand. Sci. (Engin), biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, emotina18@mail.ru

**Вклад авторов**

**Светлана В. Павленкова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Галина П. Шуваева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

**Лидия А. Мирошниченко** консультация в ходе исследования

**Татьяна В. Свиридова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Ольга С. Корнеева** предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

**Екатерина А. Мотина** консультация в ходе исследования

**Contribution**

**Svetlana V. Pavlenkova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Galina P. Shuvaeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Lidia A. Miroshnichenko** consultation during the study

**Tatiana V. Sviridova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Olga S. Korneeva** proposed a scheme of the experiment and organized production trials

**Ekaterina A. Motina** consultation during the study

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/11/2019	<b>После редакции</b> 19/11/2019	<b>Принята в печать</b> 30/11/2019
<b>Received</b> 11/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 19/11/2019	<b>Accepted</b> 30/11/2019