

*Е.М. Войтехович, О.Г. Сотченко*  
*Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ  
ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СМЕСИ  
НА СОХРАННОСТЬ ЙОДА В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ**

*E. Voitekhovich, O. Sotchenko*  
*Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE HEAT PROCESSING OF THE  
MILK MIXTURE ON THE IODINE CONTENT IN DAIRY PRODUCTS**

*e-mail: standarty@tut.by, milkstandarty@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по изучению влияния температурной обработки (пастеризации, стерилизации) молочной смеси на сохранность йода в обогащенных молочных продуктах, изготовленных с применением различного йодсодержащего сырья (йодата калия, пищевой добавки «Йодис-С», пищевого ингредиента «Йодказеин», специализированного пищевого продукта диетического лечебного и диетического профилактического питания «Ламифарэн»).*

*The article presents the results of research of the influence of the heat processing (pasteurization, sterilization) of the milk mixture on the iodine content in dairy products made using various iodine-containing raw materials (potassium iodate, food additive «Jodis-S», food ingredient «Yodcasein», specialized food product for dietary therapeutic and dietary preventive nutrition «Lamifaren»).*

**Ключевые слова:** йодсодержащие компоненты; обогащенные молочные продукты; температурная обработка; содержание йода.

**Keywords:** iodine-containing components; fortified dairy products; heat treatment; iodine content.

**Введение.** Проблема йодной недостаточности в Республике Беларусь обусловлена наличием геофизического дефицита йода в почве и воде, что приводит к снижению его содержания в продуктах растительного и животного происхождения [1]. Йод является эссенциальным (жизненно необходимым) микронутриентом. Дефицит данного микроэлемента в питании вызывает нарушение синтеза тиреоидных гормонов щитовидной железы, регулирующих работу эндокринной системы, что приводит к дисфункции щитовидной железы, развитию гипотиреоза, замедлению белкового и липидного обмена в организме человека. Длительный дефицит йода может стать причиной развития ряда заболеваний сердечно-сосудистой, костной, пищеварительной систем, ожирения, неврологических нарушений, снижения иммунитета и когнитивных функций мозга, появлению синдрома «хронической усталости» и др. Наиболее тяжелые последствия дефицита йода вызывает на ранних этапах развития детского организма. Недостаток тиреоидных гормонов ведет к необратимым нарушениям функций мозга у новорожденного, приводящим к умственной отсталости и кретинизму. Даже умеренный дефицит йода приводит к снижению внимания, способности к интеллектуальной и творческой деятельности, ухудшению памяти.

Одним из наиболее оптимальных способов ликвидации йодной недостаточности и профилактики йододефицитных заболеваний является обогащение йодом продуктов повседневного питания. Молочные продукты относятся к продуктам массового спроса и регулярного потребления, в связи с этим они являются перспективными для обогащения йодом.

При разработке технологии изготовления молочных продуктов, обогащенных йодом, одним из важных и обязательных этапов технологического процесса является проведение температурной обработки молочной смеси с целью снижения бактериальной обсемененности и получения готовых молочных продуктов, соответствующих по показателям качества и безопасности нормативным требованиям. Учитывая, что йод является легко летучим элементом, актуальным является исследование влияния различных режимов температурной обработки молочной смеси и вида сырья на сохранность йода в молочных продуктах.

**Цель работы** – провести анализ влияния температурной обработки молочной смеси на сохранность йода в обогащенных молочных продуктах, изготовленных с применением различного йодсодержащего сырья.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись:

– йодсодержащее сырье: йодат калия, пищевая добавка «Йодис-С», пищевой ингредиент «Йодказеин», специализированный пищевой продукт диетического лечебного и диетического профилактического питания «Ламифарэн» (далее – пищевой продукт «Ламифарэн»);

– молочное сырье: обезжиренное молоко, сливки;

– молочные продукты, обогащенные йодом.

В ходе проведения работы использовались стандартизированные и общепринятые методы исследования. Определение содержания йода в молочном сырье (обезжиренном молоке, сливках) и экспериментальных образцах обогащенных молочных продуктов проводили титриметрическим методом по ГОСТ 31505-2012 [2].

**Результаты и их обсуждение.** Для исследования влияния режимов температурной обработки молочной смеси на сохранность йода в молочных продуктах был проведен подбор йодсодержащих компонентов, разработаны рецептурные составы и выработаны экспериментальные образцы обогащенных молочных продуктов (питьевого обезжиренного молока, питьевых сливок).

На основании анализа нормативных документов [3–7], регламентирующих требования к обогащенным пищевым продуктам и сырью, разрешенному к применению, были отобраны следующие йодсодержащие компоненты:

- *Йодат калия* ( $KIO_3$ ) является более устойчивым к внешним воздействиям неорганическим соединением йода, чем йодид калия; содержит 59,3% йода в сухом веществе [8]; при использовании в качестве обогащающего компонента не оказывает существенного влияния на органолептические характеристики молочных продуктов.

- *Пищевая добавка «Йодис-С»* представляет собой минеральную воду, обогащенную по специальной технологии неорганическими соединениями йода и селена [9]. Селен, содержащийся в данной пищевой добавке, является синергистом йода, участвует в синтезе, активации и метаболизме тиреоидных гормонов (при дефиците селена йод не усваивается в полном объеме). Содержание йода в пищевой добавке составляет 100,0 мг/дм<sup>3</sup>, селена – 50,0 мг/дм<sup>3</sup>.

- *Пищевой ингредиент «Йодказеин»* является органическим соединением йода и представляет собой натуральный белок молока (казеин), йодированный по аминокислотным остаткам. Благодаря прочной ковалентной связи йода с аминокислотами казеина, данный препарат характеризуется повышенной устойчивостью йода к температурной обработке, воздействию света и длительному хранению [10]. Кроме того, исключается возможность отрицательного воздействия

свободного йода на физико-химические показатели и органолептические характеристики готовых молочных продуктов. Содержание йода составляет (7–10)%.

• *Пищевой продукт «Ламифарэн»* изготавливается из бурых водорослей (ламинарии) по уникальной технологии низкотемпературного гидролиза, позволяющей сохранить максимальное количество биологически активных компонентов водорослей и получить продукт с повышенным содержанием йода, полисахаридов (альгината, фукоидана, ламинарина), витаминов, макро- и микроэлементов в легкоусвояемой биоорганической форме [11]. Выпускается в виде геля и сухого порошка. Для проведения исследований была выбрана гелеобразная форма препарата, содержание йода в которой составляет 1 мг/100 г.

Классификация йодсодержащих компонентов в зависимости от природы их происхождения приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Йодсодержащие компоненты, отобранные для проведения исследований  
Источник данных: справочная информация.

При разработке рецептурных составов обогащенных йодом молочных продуктов были учтены требования нормативных документов Евразийского экономического союза и Республики Беларусь [3–7] в части необходимого уровня обогащения, а именно, содержание йода в усредненной суточной порции обогащенного молочного продукта должно быть от 15% до 50% от нормы физиологической потребности человека.

С учетом вышеизложенного, рецептурные составы обогащенных молочных продуктов были рассчитаны исходя из нормируемого содержания йода в усредненной суточной порции – 30%.

В лабораторных условиях РУП «Институт мясо-молочной промышленности» были выработаны экспериментальные образцы молочных продуктов (обезжиренного питьевого молока и питьевых сливок с массовой долей жира 25,0%), обогащенные отобранными йодсодержащими компонентами.

Температурную обработку экспериментальных образцов проводили при следующих режимах:

- *пастеризацию* при температуре  $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 8 мин;
- *стерилизацию* при температуре  $(121 \pm 1)^\circ\text{C}$  с выдержкой 14 мин.

Содержание йода в исходном молочном сырье и экспериментальных образцах определяли до и после температурной обработки, а также после хранения стерилизованных образцов в течение 1 месяца при температуре  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Полученные данные представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Содержание йода в молочном сырье и экспериментальных образцах обогащенных молочных продуктов и его сохранность при термической обработке и хранении

Наименование продукта	Содержание йода, мкг / 100 г				Сохранность йода, %		
	до температурной обработки	после пастеризации	после стерилизации	после 1 мес. хранения стерилизованного образца	после пастеризации	после стерилизации	после 1 мес. хранения стерилизованного образца
<b>Молоко обезжиренное</b>							
сырье	17,1	16,0	15,2	–	<b>93,6</b>	<b>88,9</b>	–
<b>Молоко обезжиренное питьевое, обогащенное</b>							
- йодатом калия	35,9	33,5	33,4	25,9	<b>93,3</b>	<b>93,0</b>	<b>72,1</b>
- пищевой добавкой «Йодис-С»	41,1	40,5	39,6	34,3	<b>98,5</b>	<b>96,4</b>	<b>83,5</b>
- йодказеином	34,2	33,6	33,0	30,5	<b>98,3</b>	<b>96,5</b>	<b>89,2</b>
- пищевым продуктом «Ламифарэн»	37,1	35,7	34,5	28,7	<b>96,2</b>	<b>93,0</b>	<b>77,4</b>
<b>Сливки</b>							
сырье	16,6	–	16,2	–	–	<b>97,6</b>	–
<b>Сливки питьевые, обогащенные</b>							
- йодатом калия	30,8	–	29,5	23,5	–	<b>95,8</b>	<b>76,3</b>
- пищевой добавкой «Йодис-С»	36,3	–	35,4	27,6	–	<b>97,5</b>	<b>76,0</b>
- йодказеином	35,6	–	34,3	31,0	–	<b>96,4</b>	<b>87,1</b>
Примечание: «–» –показатель не определяли							

Источник данных: собственная разработка.

В результате сравнительного анализа полученных данных установлено, что:

**1.** Исследованное молочное сырье имеет высокое нативное содержание йода:

- 17,1 мкг / 100 г – обезжиренное молоко;
- 16,6 мкг / 100 г – сливки,

что составляет 11% от суточной потребности взрослого человека.

Полученные результаты значительно превышают средние справочные значения, так, согласно данным Н.Ю. Алексеевой и др. [12] содержание йода в молоке составляет 9 мкг / 100 г (интервал колебаний – от 1 до 34 мкг / 100 г), а согласно результатам исследований Л.Г. Резниковой [13] и З.А. Бирюковой [14] – (1,8–4,7) мкг / 100 г и (8,35 ± 0,3) мкг / 100 г, соответственно. Считаем, что высокое нативное содержание йода в сырье может быть обусловлено применением йодсодержащих премиксов в рационе кормления коров на молочно-товарных фермах.

**2.** Температурная обработка молочной смеси оказывает незначительное влияние на изменение содержания йода в продукте. Из данных, представленных в таблице 1, видно, что сохранность йода составляет:

- (93,3–98,3)% – при *пастеризации* обогащенного обезжиренного молока;
- (93,0–96,5)% – при *стерилизации* обогащенного обезжиренного молока;
- (95,8–97,5)% – при *стерилизации* обогащенных сливок.

Наиболее высокая сохранность йода отмечена в образцах, обогащенных пищевой добавкой «Йодис-С» и йодказеином, по сравнению с образцами,

обогащенными йодатом калия и пищевым продуктом «Ламифарэн». Так, сохранность йода при температурной обработке (пастеризации, стерилизации) составляет:

- (96,4–98,5)% – при применении *пищевой добавкой «Йодис-С»*;
- (96,4–98,3)% – при применении *йодказеина*;
- (93,0–95,8)% – при применении *йодата калия*;
- (93,0–96,2)% – при применении *пищевого продукта «Ламифарэн»*.

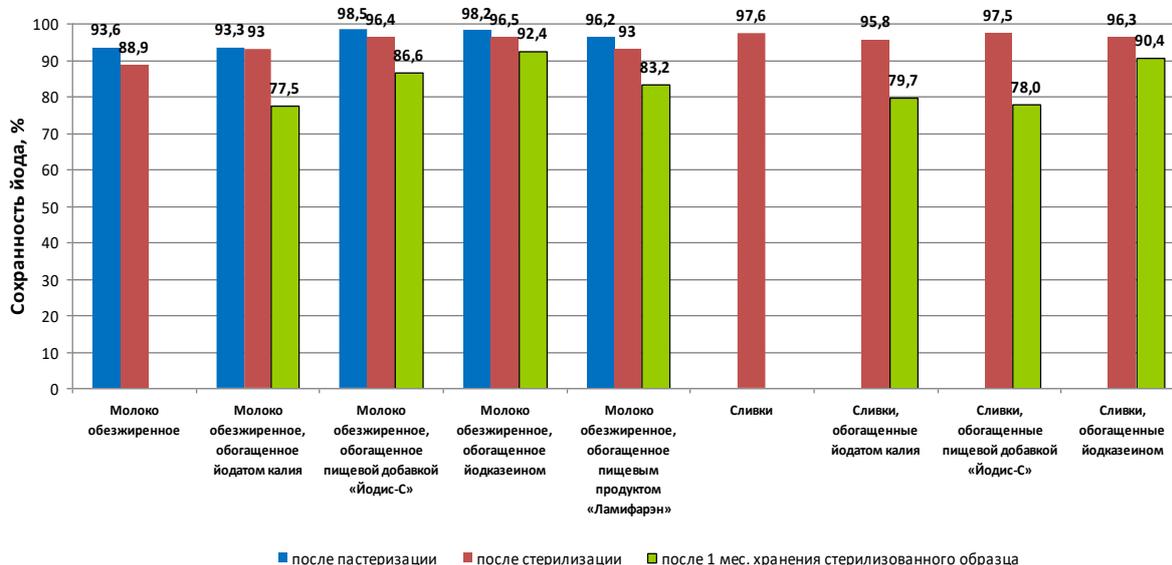


Рисунок 2 – Сохранность йода при термической обработке и хранении  
 Источник данных: собственная разработка.

3. При хранении стерилизованных образцов в течение 1 месяца при температуре  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  сохранность йода составляет:

- (72,1–89,2)% – в питьевом обезжиренном молоке;
- (76,0–87,1)% – в питьевых сливках.

Наименее выраженное снижение содержания йода отмечено в образце, обогащенном органической формой йода – йодказеином.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что режим температурной обработки молочной смеси оказывает незначительное влияние на изменение содержания йода в обогащенных молочных продуктах. Так, сохранность йода при проведении пастеризации (стерилизации) молочной смеси составляет от 93,0% до 98,5% в зависимости от вида применяемого йодсодержащего компонента.

При хранении обогащенных молочных продуктов в течение 1 месяца при температуре  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  сохранность йода составляет (72,1–89,2)%.

Наиболее высокая сохранность йода отмечена при применении в качестве обогащающего компонента органической формы йода – йодказеина.

### Список использованных источников

1. Коломиец Н.Д., Мохорт Т.В., Федоренко Е.В., Мохорт Е.Г., Петренко С.В. Проблема дефицита йода и пути ее решения в Республике Беларусь // Гигиена и санитария. 2016. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-defitsita-yoda-i-puti-ee-resheniya-v-respublike-belarus> (дата обращения: 18.05.2022).

1. Kolomiec N.D., Mohort T.V., Fedorenko E.V., Mohort E.G., Petrenko S.V. Problema defitsita joda i puti ee resheniya v Respublike Belarus' // Gigena i sanitariya. 2016. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-defitsita-yoda-i-puti-ee-resheniya-v-respublike-belarus> (data obrashcheniya: 18.05.2022).

2. ГОСТ 31505-2012 «Молоко, молочные продукты и продукты детского питания на молочной основе. Методы определения содержания йода»
3. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
4. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37.
5. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека обогащенных пищевых продуктов», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37.
6. Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52.
7. Санитарные нормы и правила «Требования к обогащенным пищевым продуктам», Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека обогащенных пищевых продуктов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29.07.2013 № 66.
8. ГОСТ 4202-75 «Реактивы. Калий йодноватокислый. Технические условия».
9. «Йодис–концентрат» – продукт нового поколения для нормализации продуктов питания йодом [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.jodis-k.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187&Itemid=335&lang=ru](http://www.jodis-k.com/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=335&lang=ru) – Дата доступа: 18.05.2022.
10. НПК «Медбиофарм» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.medbiopharm.ru/products/catalog/iodeazein.php> – Дата доступа: 18.05.2022.
11. Ламифарэн [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rk-prostor.ru/lamifaren/> – Дата доступа: 18.05.2022.
12. Алексеева Н.Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: справочник / Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова, А.П. Патратий и др. – М.: Агропромиздат, 1986, с. 14.
13. Резникова Л.Г. Содержание йода в основных и обогащенных продуктах питания жителей Республики Беларусь / Л.Г. Резникова, Н.Д. Коломиец, О.В. Шуляковская // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. К 75-летию НИИ санитарии и гигиены: Т. 2, под ред. С.М.
2. GOST 31505-2012 «Moloko, molochnye produkty i produkty detskogo pitaniya na molochnoj osnove. Metody opredeleniya sodержaniya joda»
3. TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoj produkcii»
4. Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyh produktov», utverzhdenyj postanovleniem Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 25.01.2021 № 37.
5. Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka obogashchennyh pishchevyh produktov», utverzhdenyj postanovleniem Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 25.01.2021 № 37.
6. Sanitarnye normy i pravila Respubliki Belarus' «Trebovaniya k prodovol'stvennomu syr'yu i pishchevym produktam», Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyh produktov», utverzhdennye postanovleniem Ministerstva zdavoohraneniya Respubliki Belarus' ot 21.06.2013 № 52.
7. Sanitarnye normy i pravila «Trebovaniya k obogashchennym pishchevym produktam», Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka obogashchennyh pishchevyh produktov», utverzhdennye postanovleniem Ministerstva zdavoohraneniya Respubliki Belarus' ot 29.07.2013 № 66.
8. GOST 4202-75 «Reaktivy. Kalij jodnovatokislyj. Tekhnicheskie usloviya».
9. «Jodis–koncentrat» – produkt novogo pokoleniya dlya normalizacii produktov pitaniya jodom [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: [http://www.jodis-k.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187&Itemid=335&lang=ru](http://www.jodis-k.com/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=335&lang=ru) – Data dostupa: 18.05.2022.
10. NPK «Medbiopharm» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.medbiopharm.ru/products/catalog/iodeazein.php> – Data dostupa: 18.05.2022.
11. Lamifaren [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://rk-prostor.ru/lamifaren/> – Data dostupa: 18.05.2022.
12. Alekseeva N.YU. Sostav i svojstva moloka kak syr'ya dlya molochnoj promyshlennosti: spravochnik / N.YU. Alekseeva, V.P. Aristova, A.P. Patratij i dr. – M.: Agropromizdat, 1986, s. 14.
13. Reznikova L.G. Soderzhanie joda v osnovnyh i obogashchennyh produktah pitaniya zhitelej Respubliki Belarus' / L.G. Reznikova, N.D. Kolomic, O.V. SHulyakovskaya // Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda: sb. nauch. tr. K 75-letiyu NII sanitarii i gigiyeny: T. 2, pod red.

Соколова, В.Г. Цыганкова. – Барановичи: Баранов. укрупн. тип., 2002. – с. 183-186.

14. Бирюкова З.А. Сохранность йода в молоке при стерилизации и хранении / З.А. Бирюкова, О.Г. Пантелеева, Е.А. Юрова, А.Я. Гончарова // Молочная промышленность, 2014, № 10. – с. 54-56.

red. S.M. Sokolova, V.G. Cygankova. – Baranovichi: Baranov. ukрупn. tip., 2002. – s. 183-186.

14. Biryukova Z.A. Sohrannost' joda v moloke pri sterilizacii i hranenii / Z.A. Biryukova, O.G. Panteleeva, E.A. YUrova, A.YA. Goncharova // Molochnaya promyshlennost', 2014, № 10. – s. 54-56.