УДК 637.133:577.16

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ОБОГАЩЕННОГО ПАСТЕРИЗОВАННОГО МОЛОКА

Н.Л. Наумова

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), Институт экономики, торговли и технологий, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

e-mail: fpt_09@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 18.09.2015
Дата принятия в печать: 20.01.2016

В молоке содержится более 100 различных химических и биологических веществ, в том числе все необходимые для жизни человека белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины в наиболее благоприятных для усвоения формах. Известно, что влияние различных режимов высокотемпературной технологической обработки сырого молока существенно снижает количество витаминов в готовом молочном продукте, что указывает на необходимость обогащения молока и молочных продуктов этими важными для организма человека компонентами. В статье представлены результаты исследований влияния технологических факторов на формирование витаминно-минеральной ценности пастеризованного молока, обогащенного селеном и витаминами, внесенными в составе пищевых добавок («Селексена» и витаминного премикса 963/7). Установлена относительно высокая сохранность (97–99 %) витаминов B_6, B_5, B_9, PP, проявленная к действию технологических факторов (гомогенизации, пастеризации). Потери аскорбиновой кислоты в процессе производства составили 20 % от исходного содержания в составе витаминного премикса 963/7, что обусловлено ее термолабильностью. Потери селена были на уровне 11 % от исходного содержания в составе «Селексена», что связано с разрушающим действием гомогенизации на целостность молекул биологически активных веществ. На 10-е сутки хранения обогащенных образцов пастеризованного молока незначительно снизилась сохранность витаминов B_5 и C, потери витаминов B_6, B_9, PP и селена отсутствовали. Употребление с пищевым рационом содержимого усредненной суточной порции (200 мл) обогащенного пастеризованного молока в зависимости от срока хранения позволит удовлетворить потребность взрослого человека в следующих микронутриентах: в селене – на 45,7 %, в витаминах B_5 – 42,8–42,4 %, B_6 – 34,0 %, PP – 28,0 %, C – 23,3–22,7 %, B_9 – 21,0 %.

Пастеризованное молоко, обогащенные продукты питания, селен, витамины, сохранность микронутриентов, витаминно-минеральная ценность

Введение

Молоко является незаменимым продуктом массового и повседневного потребления. Молоко и продукты из него хорошо усваиваются (на 95–98 %) даже при самой малой секреторной работе пищеварительных желез организма. Более того, оно стимулирует усвоение питательных веществ других продуктов [3]. В молоке содержится более 100 различных химических и биологических веществ, в том числе все необходимые для жизни человека белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины в наиболее благоприятных для усвоения формах. Известно, что влияние различных режимов высокотемпературной (нагревание) технологической обработки сырого молока существенно снижает количество витаминов в готовом молочном продукте [6, 10, 11, 12]. Так, сохранность термолабильного витамина C при режиме пастеризации (76±2) °C с выдержкой 15–20 с составляет 64 % от исходного содержания в сыром молоке [7]. Потери тиамина, биотина, пиридоксина, цианокобаламина при этом достигают 10 % [9]. Пастеризация молока при (86±2) °C в течение 20 с снижает сохранность аскорбиновой кислоты до 84–85 % от исходного содержания в обогащающем витаминном препарате [2]. При хранении охлажденного пастеризованного молока в течение 3 суток уменьшается на 10–30 % содержание как жиро-, так и водорастворимых витаминов [7]. Отмеченные факторы указывает на необходимость обогащения молока и молочных продуктов этими важными для организма человека компонентами [6].

Целью наших исследований явилось изучение влияния технологических факторов на формирование витаминно-минеральной ценности обогащенного пастеризованного молока.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта обогащения было использовано молоко питьевое пастеризованное «Российское» (массовая доля жира 2,5 %), вырабатываемое по ТУ 9222-150-00419785-2004 в условиях ООО «Урал Молоко» (г. Южноуральск, Челябинская область). Для обогащения пастеризованного молока селеном использовали пищевую добавку «Селексен» (ТУ 9229-014-48363077-03), выпускаемую ООО НПП «Медбиофарм» (г. Обнинск, Калужская область); для обогащения продукции витаминами – витаминный премикс (ВП) 963/7 (производитель «DSM Nutritional Products Europe Ltd, Швейцария). Согласно требованиям СанПиН 2.3.2.2804-10 «До-

полнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» нормы закладки обогащающих добавок в рецептуру молока рассчитывали с учетом усредненной суточной порции (200 мл) обогащенного продукта. Обогащающие добавки вносили на стадии нормализации молочной смеси из расчета на 1000 л готовой продукции: ВП 963/7 – в количестве 150 г, «Селексен» – в количестве 0,67 г. «Селексен» предварительно растворяли в пастеризованных, нагретых сливках, а ВП 963/7 – в обезжиренном молоке. В качестве контрольных образцов использовали молоко традиционной рецептуры, в качестве опытных – с дополнительным внесением обогащающих добавок.

Содержание селена определяли в соответствии с М 04-33-2003. Определение содержания витаминов B_6, B_5, B_9, PP, C проводили в соответствии с Р 4.1.1672-2003.

Микронутриентный состав определяли как у свежевыработанных образцов продукции, так и в процессе хранения (при температуре (4±2) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %) с учетом установленных сроков годности пастеризованного молока согласно нормативной документации (7 суток) и требований МУК 4.2.1847-04 «Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов» (коэффициент резерва 1,5). В связи с чем период исследований составил 10 суток.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований представляло интерес изучить сохранность эссенциальных компонентов, вносимых в составе соответствующих обогащающих добавок, на различных стадиях производства и при хранении опытных образцов пастеризованного молока для чего было определено их содержание в процессе производства и хранения молочной продукции (табл. 1).

Результаты исследований сохранности микронутриентов на отдельных стадиях технологического цикла обогащенного пастеризованного молока представлены на рис. 1.

Таблица 1

Изменение содержания микронутриентов на разных стадиях производства и хранения модельных образцов пастеризованного молока (n = 5)

Показатель	Содержание микронутриентов, мг/100 мл (г)					
	B_6	B_5	B_9	PP	C	Se
I. На стадии сырья						
Сырое молоко	0,070±0,002	0,33±0,02	0,0075±0,0002	0,35±0,02	1,68±0,03	0,0032±0,0002
Количество внесенного нутриента	0,28±0,03	0,76±0,02	0,035±0,002	2,50±0,04	11,5±0,5	0,0150±0,0003
II. На стадии готового продукта						
Контроль	0,067±0,001	0,32±0,02	0,0073±0,0002	0,34±0,02	1,28±0,03	0,0028±0,0003
Опыт	0,34±0,02	1,07±0,03	0,042±0,001	2,81±0,02	10,5±0,2	0,0161±0,0002
III. На стадии хранения готового продукта *(на 10-е сутки)*						
Контроль	0,066±0,001	0,31±0,01	0,0072±0,0002	0,34±0,001	1,22±0,03	0,0027±0,0002
Опыт	0,34±0,01	1,06±0,02	0,042±0,001	2,81±0,01	10,2±0,05	0,0161±0,0002

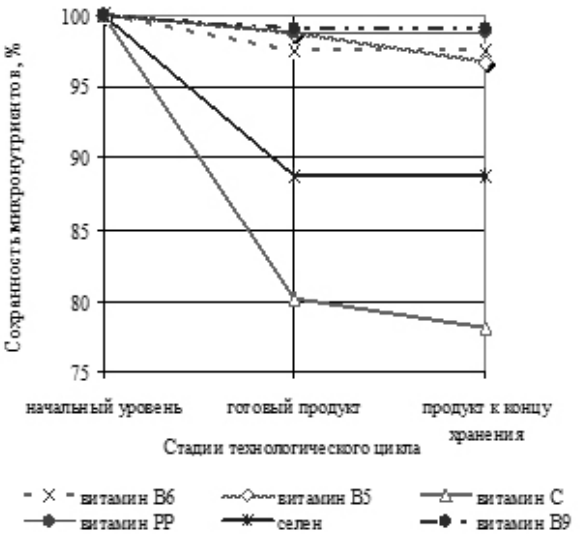

Рис. 1. Сохранность микронутриентов при производстве и хранении опытных образцов молока

Данные, представленные на рис. 1, показывают высокую сохранность (97–99 %) витаминов B_6, B_5, B_9, PP, внесенных в составе ВП 963/7, проявленную к действию технологических факторов (гомогенизации при t = 65–70 °С, p = (12,5±2,5) МПа, пастеризации при t = (76±2) °С, $\tau_{выд}$ = 15–20 с). Сохранность селена в процессе производства составила 88,7 % от исходного содержания в составе «Селексена», сохранность аскорбиновой кислоты – 80,2 %.

Принимая во внимание относительно высокую термостабильность «Селексена» 150 °С [5], причиной его разрушения в ходе технологического цикла производства обогащенных образцов пастеризованного молока, по-видимому, является гомогенизация, которую проводят для повышения однородности и улучшения стойкости молока при хранении [1]. Гомогенизацию рекомендуется проводить при температуре 60…68 °С и давлении 10 МПа [1, 8]. При гомогенизации происходит изменение и молочного жира, и белков, и солевого состава молока [1]. Так, если до гомогенизации количество жировых шариков со средним диаметром 3,16 мкм составляет 2,5 млрд в 1 мл, то после гомогенизации

при 15 МПа оно увеличивается до 8 млрд, а средний диаметр уменьшается до 1,62 мкм. Диаметр крупных казеиновых мицелл также уменьшается, часть их распадается на фрагменты и субмицеллы [4]. Поэтому становится очевидной причина потерь селена, входящего в состав растворенного в молочных сливках «Селексена», на этой стадии производства.

На 10-е сутки хранения опытных образцов пастеризованного молока незначительно снизилась сохранность витаминов B_5 и С.

Результаты сравнительной оценки потерь витаминов и селена в процессе производства (с учетом фонового содержания) модельных образцов пастеризованного молока представлены на рис. 2.

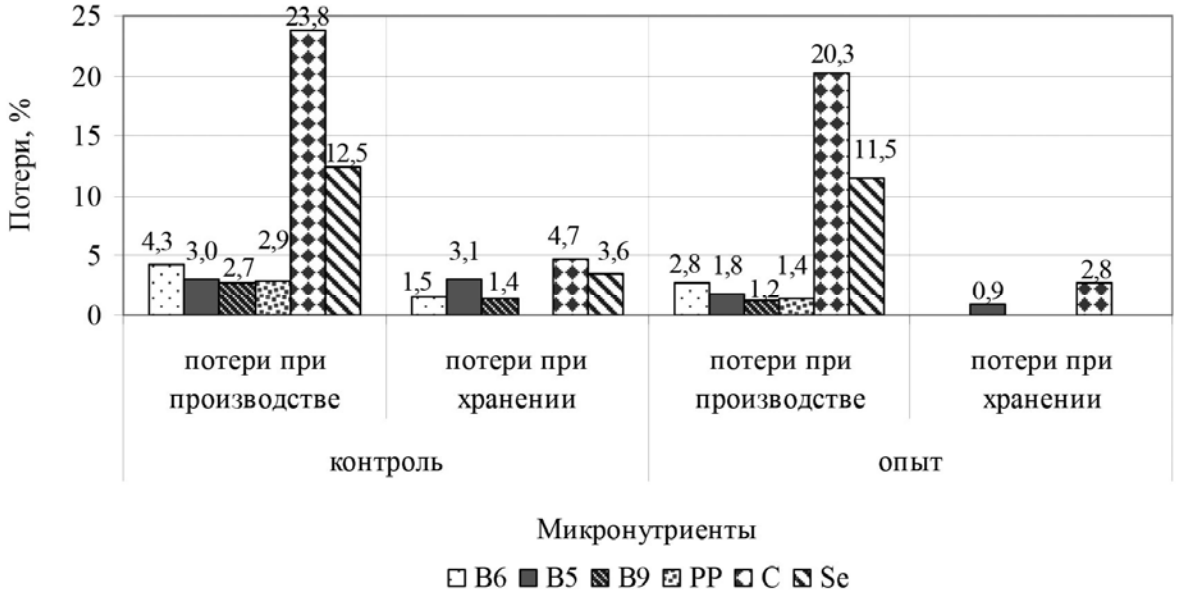

Рис. 2. Потери микронутриентов в модельных образцах пастеризованного молока

Относительно высокие потери витамина С при производстве модельных образцов пастеризованного молока в контроле и в опыте составили 23,8 и 20,3 % соответственно. Витамины группы В в опытных образцах пастеризованного молока (на фоне контроля) понесли несколько меньшие (на 1–3 %) потери. Потери селена на стадии производства продукта в контроле и в опыте были установлены на уровне 12,5 и 11,5 % соответственно.

Потери витаминов группы В в контрольных образцах пастеризованного молока в процессе хранения составили 1,5–3,0 %, витамина С – 4,7 %, селена – 3,6 %, в то время как в опытных образцах потери витаминов B_6, B_9 и селена отсутствовали, а потери витамина С составили 2,8 %. Потери витамина РР в контроле и опыте на стадии хранения продукта (на 10-е сутки) отсутствовали.

На следующем этапе исследований была проведена оценка витаминно-минеральной ценности модельных образцов пастеризованного молока. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Обеспечение физиологической потребности в микронутриентах при употреблении усредненной суточной порции образцов пастеризованного молока

Нутриент	УФП, мг/сут.	Результаты исследования, мг/200 мл					
		свежевыработанное				на 10-е сутки хранения	
		контроль		опыт		опыт	
		содержание	% от УФП	содержание	% от УФП	содержание	% от УФП
Селен	0,07	0,0056±0,0003	8,0	0,0322±0,0002	45,7	0,0322±0,0002	45,7
Витамин B_5	5,0	0,64±0,02	12,8	2,14±0,03	42,8	2,12±0,02	42,4
Витамин B_6	2,0	0,134±0,001	6,7	0,68±0,02	34,0	0,68±0,02	34,0
Витамин РР	20,0	0,68±0,02	4,8	5,62±0,02	28,1	5,62±0,02	28,1
Витамин С	90,0	2,56±0,03	2,8	21,0±0,2	23,3	20,4±0,05	22,7
Витамин B_9	0,4	0,0146±0,0002	3,6	0,084±0,001	21,0	0,084±0,001	21,0

Примечание. УФП – уточненная физиологическая потребность (согласно МР 2.3.1.2432-08).

Расчеты показывают, что употребление с пищевым рационом усредненной суточной порции (200 мл) свежевыработанного молока традиционного состава обеспечивает низкий уровень поступления микронутриентов (% от УФП): селена – 8,0 %, витаминов B_5 – 12,8 %, B_6 – 6,7 %, РР – 4,8 %, B_9 –

3,6 %, С – 2,8 %. Поэтому обращает на себя внимание низкая микронутриентная ценность контрольных проб пастеризованного молока, обусловленная незначительным содержанием селена и витаминов в исходном сырье, воздействием на них технологических факторов. Употребление с пищевым рационом усредненной суточной порции обогащенного пастеризованного молока в зависимости от срока хранения позволит удовлетворить потребность взрослого человека в следующих микронутриентах: в селене – на 45,7 %, в витаминах B_5 – 42,8–42,4 %, B_6 – 34,0 %, PP – 28,0 %, С – 23,3–22,7 %, B_9 – 21,0 %.

Относительно высокая сохранность вносимых микронутриентов в процессе производства и хранения позволяет производить обогащенное пастеризованное молоко повышенной витаминной и минеральной ценности с гарантированным содержанием селена и витаминов B_5, B_6, PP, С, B_9 в течение всего срока годности молочной продукции, что подтверждает ее соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Список литературы

1. Вайткус, В.В. Гомогенизация молока / В.В. Вайткус. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 212 с.
2. Вокорина, Е.Н. Разработка технологии обогащенного пастеризованного молока, стойкого в хранении: дис. ... канд. техн. наук / Е.Н. Вокорина. – Омск, 2005. – 157 с.
3. Горбатова, К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
4. Кинг, Н. Оболочки жировых шариков молока и связанные с ними явления / Н. Кинг. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 286 с.
5. Отчет по изучению функциональной пригодности отечественного органического соединения селена – селексена / НПП «Медбиофарм». – МРНЦ РАМН; Обнинск, 2000. – 30 с.
6. Петрова, С.П. Обогащение продуктов углеводно-витаминными премиксами / С.П. Петрова, Д.В. Харитонов, Е.Ю. Агарков // Молочная промышленность. – 2002. – № 10. – С. 29–30.
7. Пономарев, А.Н. Разработка комплексной технологии молочных продуктов заданного уровня качества и функциональной направленности: дис. ... д-ра техн. наук / А.Н. Пономарев. – Воронеж, 2008. – 297 с.
8. Производство молока / Н.Г. Дмитриев, В.И. Мосийко, С.С. Брага [и др.]. – М.: Нива России, 1992. – 112 с.
9. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
10. Maguer, L.I. Stability of vitamin A in pasteurized and ultrahigt-temperature processed milk / L.I. Maguer, H. Jackson // J. Dairy Sci. – 1983. –V. 66. – P. 2452–2458.
11. Medrano, A. Riboflavin, α-tocopherol and retinol retention in milk after microwave heating / A. Medrano, A. Hernandez, M. Prodanov et al. // Lait. – 1994. – V. 74. – P. 153–159.
12. Naziroglu, M. Protective role of intraperitoneally administered vitamins C and E and selenium on the levels of lipid peroxidation in the lens of rats made diabetic with streptozotozin / M. Naziroglu, N. Dilsiz, M. Cay // Biol. Tract. Elem. Res. – 1999. – T. 70, № 3. – P. 223–232.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE FORMATION OF VITAMIN AND MINERAL VALUE OF ENRICHED PASTEURIZED MILK

N.L. Naumova

South Ural State University (Research University),
Institute of Economy, Trade, Technology,
76, Lenina Avenue, Chelyabinsk, 454080, Russia

e-mail: fpt_09@mail.ru

Received: 18.09.2015
Accepted: 20.01.2016

Milk contains more than 100 different chemical and biological substances, including proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins in the most favorable assimilation form necessary for human life. It is known that the influence of different modes of high-temperature processing of raw milk significantly reduces the amount of vitamins in the final dairy product, indicating the need for the enrichment of milk and dairy products with these important components for the human body. The article presents the research results of the influence of technological factors on the vitamin and mineral value of pasteurized milk enriched with selenium and vitamins brought in food additives ("SELEX" and vitamin premix 963/7). A relatively high preservation (97–99%) of vitamins B_6, B_5, B_9, PP has been established due to the action of technological factors (homogenization, pasteurization). The loss of ascorbic acid during the manufacturing process was 20% of the initial content in the composition of vitamin premix 963/7 because of its thermolability. The loss of selenium was 11% of the initial content in the "SELEX" composition due to the destructive effect of homogenization on the molecular integrity of biologically active substances. In 10 days of storage the preservation of vitamins B_5 and C slightly decreased in the enriched samples of pasteurized milk, there was no loss of vitamins B_6, B_9, PP and selenium. Depending on the shelf life the consumption of the average daily serving (200 ml) of enriched pasteurized milk will meet the needs of an adult in the following micronutrients: selenium – 45.7%, vitamins B_5 – 42.8–42.4%, B_6 – 34.0%, PP – 28.0%, C – 23.3–22.7%, B_9 – 21.0%.

Pasteurized milk, enriched foods, selenium, vitamins, micronutrient safety, vitamin and mineral value

References

1. Vaytkus V.V. *Gomogenizatsiya moloka* [Homogenization of milk]. Moscow, Food Industry Publ., 1967. 212 p.

2. Vokorina E.N. *Razrabotka tekhnologii obogashchennogo pasterizovannogo moloka, stoykogo v khranenii*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of technology of enriched of pasteurized milk, shelf stable. Cand. tech. sci. diss.]. Omsk, 2005. 157 p.

3. Gorbatova K.K., Gun'kova P.I. *Khimiya i fizika moloka i molochnykh produktov* [Chemistry and physics of milk and milk products]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2012. 336 p.

4. King N. *Obolochki zhirovykh sharikov moloka i svyazannye s nimi yavleniya* [Skins fat globules of milk and related phenomena]. Moscow, Pishhepromizdat Publ., 1956. 286 p.

5. *Otchet po izucheniyu funktsional'noy prigodnosti otechestvennogo organicheskogo soedineniya selena – seleksena* [The report for the Study of the functional suitability of domestic of an organic selenium compounds - Celexa]. Obninsk, NPP «Medbiofarm», MRNC RAMN, 2000. 30 p.

6. Petrova S.P., Haritonov D.V., Agarkov E.Yu. Obogashchenie produktov uglevodno-vitaminnymi premiksami [Enrichment products of carbohydrate and vitamin premix]. *Molochnaja promyshlennost'* [Dairy industry]. 2002, no 10, pp. 29–30.

7. Ponomarev A.N. *Razrabotka kompleksnoy tekhnologii molochnykh produktov zadannogo urovnya kachestva i funktsional'noy napravlennosti*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of the complex technology of dairy products a given level of quality and functional orientation. Dr. tech. sci. diss.]. Voronezh, 2008. 297 p.

8. Dmitriev N.G., Mosiyko V.I., Braga S.S. *Proizvodstvo moloka* [Milk production]. Moscow, Niva Russia Publ., 1992. 112 p.

9. Tutel'yan V.A. *Khimicheskiy sostav i kaloriynost' rossiyskikh produktov pitaniya* [Chemical composition and caloric content of Russian food]. Moscow, DeLi plyus Plus, 2012. 284 p.

10. Maguer L.I. Stability of vitamin A in pasteurized and ultrahigt-temperature processed milk. *J. Dairy Sci.,* 1983, vol. 66, pp. 2452–2458.

11. Medrano A. Riboflavin, α-tocopherol and retinol retention in milk after microwave heating. *Lait.,* 1994, vol. 74, pp. 153–159.

12. Naziroglu M. Protective role of intraperitoneally administered vitamins C and E and selenium on the levels of lipid peroxidation in the lens of rats made diabetic with streptozotozin. *Biol. Tract. Elem. Res*., 1999, vol. 70, pp. 223–232.

Дополнительная информация / Additional Information

Наумова, Н.Л. Влияние технологических факторов на формирование витаминно-минеральной ценности обогащенного пастеризованного молока / Н.Л. Наумова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 46–50.

Naumova N.L. The influence of technological factors on the formation of vitamin and mineral value of enriched pasteurized milk. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 40, no. 1, pp. 46–50 (In Russ.).

Наумова Наталья Леонидовна
канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации питания, Институт экономики, торговли и технологий, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, тел.: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt_09@mail.ru

Natalia L. Naumova
Ph.D., Associate Professor of the Department of Catering Technology and Organization, Institute of Economy, Trade, Technology, South Ural State University (Research University), 76, Lenina Avenue, Chelyabinsk, 454080, Russia, phone: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt_09@mail.ru