8. Zharinov A.I., Kuznecova O.V., Cherkashina N.A. *Osnovy sovremennyh tehnologij pererabotki mjasa. Ch.2: Cel'nomyshechnye i restrukturirovannye mjasoprodukty* [Basics of modern technologies of meat processing. Part 2: Whole muscle and restructured meat products]. Moscow, ITAR-TASS, 1997, 324 p.

9. Antipova L.V., Glotova I.A. *Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti* [Use of the secondary collagen containing raw materials of meat industry]. Sankt Petersburg, GIORD Publ., 2006. 84 p.

10. Oreshkin E.F., Ustinova A.V. *Razrabotka i proizvodstvo mjasnyh produktov dlja detskogo pitanija* [Development and manufacturing of meat products intended for child nutrition]. Moscow, Agropromizdat, 1986. 128 p.

11. Usatenko N.F., Ohrimenko Ju.I., Zmievskaja T.N. *Issledovat' vlijanie tehnologicheskih faktorov na povyshenie kogezionnyh svojstv belkov mjasa pticy dlja razrabotki tehnologii formovannyh produktov. otchet NIR, DR 0111U002170* [To study the effect of technological factors on enhancing of cohesion properties of poultry meat proteins in order to develop technology of formed products]. Kiev, 2013.

12. Zhuravskaja N.K., Alehina L.T., Otrjashenkova L.M. *Issledovanie i kontrol' kachestva mjasa i mjasoproduktov* [Research and control of meat and meat products]. Moscow, Agropromizdat, 1985. 296 p.

13. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. *Metody issledovanija mjasa i mjasnyh produktov* [Methods of research of meat and meat products]. Moscow, Kolos, 2001. 376 p.

14. Stecenko N.O., Gojko I.Ju., Rajchuk N.M. Razrabotka receptury mul'tizlakovyh hlop'ev povyshennoj pishhevoj cennosti s antioksidantnymi svojstvami [Development of formula of multicereal flakes with enhanced food value and antioxidant properties], *Pishhevaja nauka i tehnologija*, 2012, no. 18, pp. 31-35. (in Ukranian)

15. Mitrofanov N.S., Pljasov Ju.A., Shumkov E.G. *Pererabotka pticy* [Poultry processing]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 303 p.

16. Ahmetshina A.D., Shipulin V.I. Izuchenie vlijanija kompleksa belkovyh preparatov na osnove molochnyh i soevyh belkov na funkcional'no-tehnologicheskie svojstva farshevyh system [Study the influence of complex protein drugs based on milk and soy proteins on functional and technological properties of minced systems]. *Sbornik nauchnyh trudov SevKavGTU. Serija "Prodovol'stvie"* [Collection of scientific papers. A series of "Food"], 2010, no. 6.

17. Pasichnyj V.N., Moroz O.O., Provorova T.I. Usovershenstvovanie tehnologii vareno-kopchennyh kolbas iz mjasa pticy [Improvement of technology boiled-smoked sausages from poultry]. *Nauchnyj vestnik LNUVMBT im. S.Z. Gzhickogo*, 2010, vol. 12, no. 2 (44), part 4, pp. 69-72. (In Ukrainian).

18. Kozjulin R.G., Zabashta A.G., Basov V.O. Formovannye restrukturirovannye vetchinnye izdelija iz mjasa krolikov [Molded restructured ham from meat rabbits]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2006, no. 1, pp. 35-36.

[1]National association of manufacturers
of meat and meat products of Ukraine «Ukrmiaso»,
Office 402, Mariny Raskovoy Str. 4-a, Kyiv 02660, Ukraine.
Phone/fax: (044) 517-89-77,
e-mail: tanja_sch@bk.ru

[2]Institute of Food Resources of NAAS of Ukraine,
Office 311, Mariny Raskovoy Str. 4-a, Kyiv 02660, Ukraine.
Phone/fax: (044) 517-04-58,
e-mail: usatenko@ipr.net.ua

Дата поступления: 27.10.2014

УДК 663.8:534.838.4

И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, И.А. Еремина, Д.С. Микова

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СТОЙКОСТЬ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

В последнее время производители напитков уделяют большое внимание разработке продуктов на натуральной основе. Целью данной работы являлось исследование влияния ультразвука на стойкость готового полизернового напитка. Выявлено, что данные напитки без какой-либо обработки имеют относительно небольшой срок годности. Проанализированы ранее опубликованные работы по влиянию ультразвуковых волн, которые обладают большой механической энергией и вызывают ряд физических, химических и биологических явлений. В работе изучено влияние интенсивного излучения ультразвука в диапазоне от 45 до 90 Вт/см^2, продолжительностью 2, 3, 5 минут на содержание микроорганизмов в полизерновом напитке. По результатам проведенных исследований выявлено, что в необработанном напитке уже на шестой день содержание микроорганизмов относительно исходного образца увеличилось в 6 раз; что касается органолептических показателей, то было отмечено их ухудшение, напиток приобретает кислый вкус и запах, мутнеет. Доказано, что ультразвуковая обработка увеличивает его срок годности приблизительно в два раза. В ходе эксперимента было также установлено, что продолжительность обработки ультразвуком в течение 2 и 3 ми-

нут не достаточно для достижения планируемого эффекта. Показано, что при увеличении интенсивности излучения обработки ультразвуком содержание микроорганизмов снижается. Установлен оптимальный режим обработки продолжительностью 5 минут интенсивностью ультразвуковых волн 90 Вт/см^2. При данном режиме количество микроорганизмов снизилось на 92–95 % по сравнению с контролем. Разработана технологическая схема приготовления полизернового напитка с включением стадии обработки ультразвуком с целью повышения стойкости полизернового напитка в два раза с 7 до 14 суток.

Полизерновой безалкогольный напиток, ультразвук, срок годности, бактериальная обсемененность.

Введение

Рынок безалкогольных напитков на натуральной основе имеет широкий ассортимент. В последнее время производители безалкогольной продукции разрабатывают новые напитки, которые обладают повышенной пищевой и биологической ценностью, становятся более популярными среди населения. К таким напиткам можно отнести и полизерновые. Особое внимание стоит уделить их химическому составу, такие напитки, как и первоначальное природное сырье, содержат витамины группы А, В и С, а также обогащены фосфором, цинком, селеном, марганцем, натрием, кальцием и другими минеральными веществами, которые играют важную роль в процессе жизнедеятельности живых организмов. Как правило, такие напитки имеют невысокий срок годности, поэтому производители прибегают к различным методам повышения их стойкости, в частности, к физическим, например, пастеризации. Но такая обработка может быть применима не ко всем напиткам, кроме этого, после пастеризации у многих напитков изменяется вкус, появляется посторонний привкус, снижается биологическая ценность. Одним из физических методов, влияющих на срок годности готового напитка, является обработка его ультразвуковыми волнами. Несмотря на то, что ультразвуковые волны давно используют в различных отраслях науки, техники, медицины, его влияние на микроорганизмы требует более детального изучения. Ультразвуковые волны обладают большой механической энергией и вызывают ряд физических, химических и биологических изменений. Поэтому не случаен интерес к изучению влияния и механизму действия этого физического фактора на биологические объекты.

Ультразвуковыми называются упругие акустические волны, способные распространяться в материальных средах (твердых, жидких, газообразных). Нижняя граница ультразвука лежит в области 16–20 кГц, верхняя достигает более 100 мГц. Обе границы достаточно условны и находятся за пределами слышимости человека. Упругость обеспечивает возвращение в исходное положение частиц среды, смещенных под воздействием внешних сил. Частицы среды при этом не переносятся в направлении распространения волн, а лишь колеблются около положения равновесия. Возмущение от частиц, колеблющихся в каждом слое около положения равновесия, передается от слоя к слою по направлению распространения волны [1]. Рядом исследований установлено, что ультразвуковые колебания способны изменять агрегатное состояние вещества, диспергировать, эмульгировать его, изменять скорость диффузии, кристаллизации и растворения веществ, активизировать реакции, интенсифицировать технологические процессы. Воздействие ультразвуковых колебаний на физико-химические процессы в пищевой промышленности дает возможность повысить производительность труда, сократить энергозатраты, улучшить качество готовой продукции, продлить сроки хранения, а также создать новые продукты с новыми потребительскими свойствами [2].

При распространении ультразвуковой волны в жидкости растягивающие усилия в области разрежения волны приводят к образованию в жидкости разрывов, то есть мельчайших пузырьков, заполненных газом и паром. Эти пузырьки называются кавитационными. Как правило, кавитационные пузырьки долго не живут: уже следующая за разрежением фаза сжатия приводит к захлопыванию большей их части. Поэтому кавитационные пузырьки исчезают практически сразу вслед за прекращением облучения жидкости ультразвуком. При захлопывании кавитационного пузырька возникает гидравлическая ударная волна, развивающая громадные давления. Если ударная волна встречает на своем пути препятствие, то она слегка разрушает его поверхность[3].

Целью данной работы являлось изучение влияния УЗ на бактериальную обсемененность полизернового напитка.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлся полизерновой напиток, приготовленный по разработанной нами рецептуре и технологии [5].

В работе используются стандартные методики определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов чашечным методом [4].

В состав напитка входило сусло (51 %), вишневый сок (43 %), раствор лимонной кислоты (2 %), а так же пиво «Бархатное» (4 %), в рецептурный состав которого входили ячменный солод (80 %), кукурузная мука (10 %), рисовая мука (10 %) [5].

Обработку полизернового напитка проводили на ультразвуковом технологическом аппарате серии «Волна – М».

Результаты и их обсуждение

Приготовленный образец напитка высевали на мясопептонный агар. Ставили на хранение в холодильник при температуре (4±2) °С и ежедневно определяли в нем количество мезофильных аэроб-

ных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, сравнивая полученные данные с исходным значением. Результаты исследования представлены на рис.1.

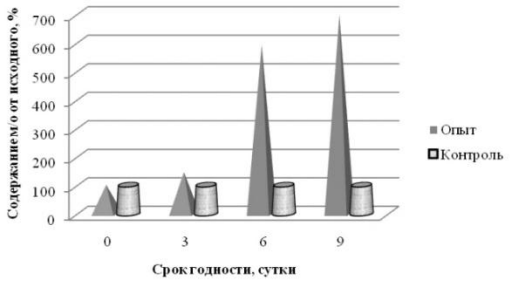

Рис. 1. Влияние срока хранения на содержание в напитке мезофильных аэробных микроорганизмов

Согласно техническому регламенту о безопасности пищевой продукции [6], содержание количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в безалкогольных напитках не должно превышать 100 КОЕ в 100 см^3. По результатам наших исследований, данное значение превышается уже на шестой день хранения напитка. Кроме того, как видно из рис. 1, бактериальная обсемененность к шестым суткам хранения увеличилась в 6 раз по сравнению с исходным образцом. К этому времени хранения замечено также ухудшение органолептических показателей: напиток приобретает кислый вкус и запах, мутнеет.

Для повышения стойкости полизернового безалкогольного напитка в технологическую схему его приготовления была введена стадия обработки ультразвуком.

Известно, что фактором, влияющим на эффективность обработки напитка ультразвуком, является интенсивность излучения [7]. Для оценки влияния интенсивности излучения УЗ-волн на количество микроорганизмов в полизерновом напитке были выбраны следующие режимы: 45, 60, 70 и 90 Вт/см^2, а продолжительность обработки составила 5 минут. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в обработанных напитках сравнивали с исходным образцом, который не подвергался ультразвуковой обработке. Результаты исследований этой серии опытов представлены на рис. 2.

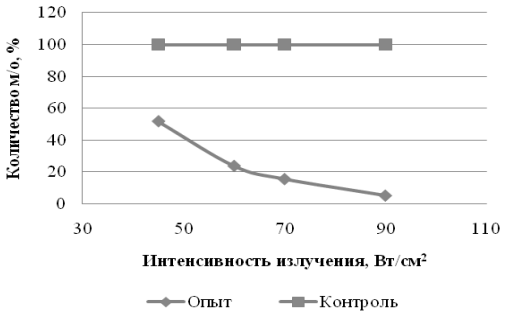

Рис. 2. Зависимость содержания м/о от интенсивности излучения УЗ

Как видно из результатов исследований, представленных на рис. 2, с увеличением интенсивности излучения ультразвука количество микроорганизмов снижается. Например, при интенсивности 90 Вт/см^2 количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов уменьшилось на 94,8 %. Данный эффект при обработке ультразвуком полизернового напитка проявляется из-за того, что кавитационных пузырьков много и захлопывание их происходит много тысяч раз в секунду, кавитация может произвести значительные разрушения, и это приводит к снижению в нем содержания микроорганизмов, что свидетельствует об эффективности воздействия ультразвуковых волн.

При интенсивности 90 Вт/см^2 температура напитка повысилась до 65 °С. Как известно, данная температура относится к температуре пастеризации. Поэтому было решено проанализировать, как изменится содержание микроорганизмов после нагревания напитка до 65 ^{o}С. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика относительно температуры

Образцы	Количество микроорганизмов, % от исходного
Контроль	100
90 Вт/см^2	5,2
65 °С	83,3

Как видно из табл. 1, данная температура несущественно влияет на содержание микроорганизмов в напитке, так как время выдержки напитка недостаточно для пастеризации.

С целью сокращения энергетических затрат, в дальнейшей серии экспериментов продолжительность обработки сократить до 2–3 минут. Для сравнения были выбраны два режима интенсивности излучения: min – 45 и max – 90 Вт/см^2. Результаты представлены на рис. 3

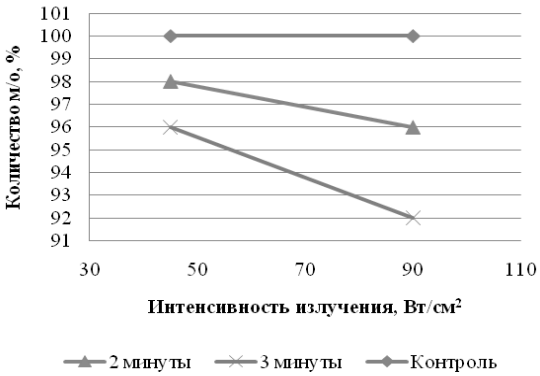

Рис. 3. Зависимость соотношения м/о при 2 и 3 минутном режиме обработки УЗ

В ходе эксперимента было выявлено, что данное время обработки ультразвуком недостаточно, так

как бактериальная обсемененность напитка относительно контроля не изменилась. Поэтому было решено оставить для дальнейших исследований продолжительность обработки 5 минут, поскольку при этом достигается значительный эффект.

Результаты исследования показали, что ультразвук оказывает положительное влияние на снижение содержания микроорганизмов в полизерновом напитке и позволили установить интенсивность обработки ультразвуком полизернового напитка – 90 Вт/см^2 и продолжительность – 5 минут.

На следующем этапе исследовали влияние обработки ультразвуком интенсивностью 90 Вт/см^2 и продолжительностью 5 минут на срок хранения полизернового напитка. Содержание микроорганизмов контролировали на третьи, седьмые, десятые и четырнадцатые сутки хранения. За 100 % было взято количество микроорганизмов в свежеприготовленном напитке. Результаты исследований представлены на рис. 4.

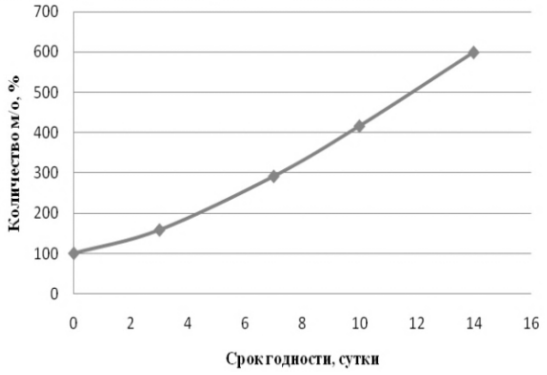

Рис. 4. Изменение содержания микроорганизмов при обработке напитка ультразвуком мощностью 90 Вт

Как видно из рис. 4 в обработанном напитке на 15 сутки превышается норма содержания количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, установленная техническим регламентом [6], что практически в два раза выше, чем у полизернового напитка без обработки. По результатам исследований была разработана технологическая схема производства напитка, которая представлена на рис. 5.

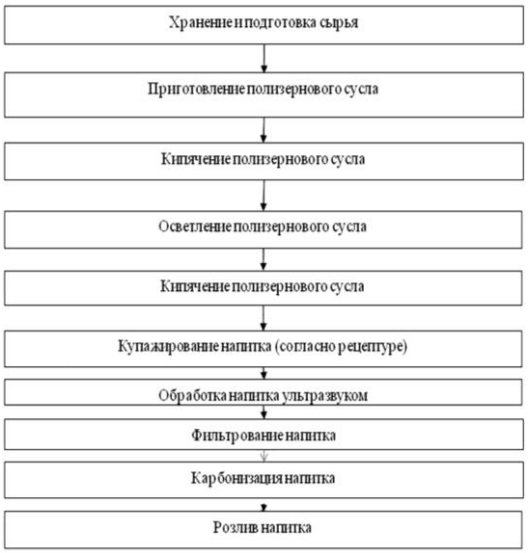

Рис. 5. Технологическая схема производства полизернового напитка

Производство напитка на зерновой основе осуществляется по технологической схеме, представленной на рис. 5. Приготовление полизернового сусла проводится согласно ранее разработанной технологии, купажирование – согласно рецептуре [5]. После введена стадия обработки ультразвуком, согласно режиму, представленному в работе, далее напиток отправляется на фильтрование, затем на купажирование и подается на розлив.

Выводы

В ходе работы исследовано влияние ультразвука на содержание микроорганизмов в полизерновом напитке. Показано, что, при увеличении интенсивности обработки ультразвуком содержание микроорганизмов снижается. Изучено влияние интенсивности излучения ультразвуком в диапазоне 45-90 Вт/см^2 на содержание микроорганизмов в полизерновом напитке. Лучшие результаты показала обработка интенсивность – 90 Вт/см^2, при этом количество микроорганизмов снизилось на 92–95 %. Разработана технологическая схема приготовления полизернового напитка с включением стадии обработки ультразвуком с целью повышения стойкости полизернового напитка в два раза, с 7 до 14 суток.

Список литературы

1. Гайдамака, И.И. Физическая характеристика и механизм действия ультразвука. [Электронный ресурс] / Сайт медиков-радиолюбителей. – URL: http://smham.ucoz.ru/publ/2-1-0-55 (дата обращения: 05.05.2009).

2. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков и др. – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: издательство Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.

3. Физические основы применения ультразвука в медицине и экологии: учебно-методическое пособие / под общ. ред. профессора С.П. Кундаса. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. – 110 с.

4. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Издательство стандартов, 2010. – 5 с.

5. Безалкогольные напитки на основе полизернового сырья / И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, Т.А. Унщикова, Е.В. Цветков // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 40–43.

6. ТР ТС 021/2011. Технический регламент таможенного союза. О безопасности пищевой продукции. - Москва, 2011.-234с.

7. Акопян, В.Б. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 224 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

I.O. Kazakov, T.F. Kiseleva, I.A. Eremina, D.S. Mikova

INFLUENCE OF ULTRASONIC TREATMENT ON SHELF LIFE OF DRINKS BASED ON GRAIN RAW MATERIALS

At present producers of soft drinks pay great attention to the development of products using natural ingredients. The purpose of the research was to study the influence of ultrasound on polygrain drink shelf life. It is revealed that such drinks have a rather short shelf life if not subjected to any treatment. The analysis of earlier published papers devoted to the influence of ultrasonic waves that possess a great amount of mechanical energy and cause a number of physical, chemical and biological phenomena has been performed. The influence of intensive ultrasonic radiation ranging from 45 to 90 W/cm2 and lasting for 2, 3, 5 minutes on the amount of microorganisms in a polygrain drink has been studied. The results of the conducted research showed that by the 6th day of the experiment the amount of microorganisms in the untreated drink was 6 times the amount in the initial sample. As for organoleptic characteristics, their worsening was observed, sour taste and smell, and turbidity being developed in the drink. It has been proved that ultrasonic treatment of the drink approximately two times increases its shelf life. It has also been established that 2 - 3 min treatment isn't sufficient to achieve the desired effect. The study has also shown that the increase in intensity of ultrasonic radiation decreases the amount of microorganisms. The 5 min treatment and the ultrasonic wave intensity of 90W/cm2 have been established to be the optimum mode. At this mode the quantity of microorganisms has decreased by 92 – 95% in comparison with the control sample. The technological scheme of polygrain drink production including the stage of ultrasonic treatment aiming at the increase of polygrain drink shelf life from 7 to 14 days has been developed.

Polygrain soft drink, ultrasound, shelf life, to be infected with bacteria.

References

1. Gajdamaka I. I. *Fizicheskaia kharakteristika i mekhanizm deistviia ul'trazvuka* [Physical characteristic and mechanism of action of ultrasound]. Available at: http://smham.ucoz.ru/publ/2-1-0-55. (accessed 05.05.2009)

2. Hmelev V.N., Slivin A.N., Barsukov R.V., Tsyganok S.N., Shaluno A.V. *Primenenie ul'trazvuka vysokoi intensivnosti v promyshlennosti* [Application of ultrasound of high intensity in the industry]. Biysk, Publ. “Altai State Technical University”, 2010. 203 p.

3. Kundas S.P. *Fizicheskie osnovy primeneniia ul'trazvuka v meditsine i ekologii: uchebno-metodicheskoe posobie* [Physical bases of application of ultrasound in medicine and ecology: educational and methodical grant]. Minsk, MGEU to them. A. D. Sakharova, 2009. 110 p.

4. *GOST 10444.15-94. Produkty pishchevye. Metody opredeleniia kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov* [State Standard 10444.15-94. Food products. Methods for determination of quantity of mesophilic aerobes and facultative anaerobes]. Moscow, Standards Publ., 2010. 5 p.

5. Kazakov I.O., Kiseleva T.F., Unschikova T.A., Zvetkov E.V. Bezalkogol'nye napitki na osnove polizernovogo syr'ia [Soft drinks based on grain raw materials mixture]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 1, pp. 40-43.

6. *TR TS 021/2011. Tekhnicheskii reglament tamozhennogo soiuza. O bezopasnosti pishchevoi produktsii* [TR CU 021/2011. Technical Regulations of the Customs Union. On food safety produktsii]. Moscow, 2011. 234 p.

7. Akopyan V.B. *Osnovy vzaimodeistviia ul'trazvuka s biologicheskimi ob"ektami: Ul'trazvuk v meditsine, veterinarii i eksperimental'noi biologii* [Basics of the interaction of ultrasound with biological objects: Ultrasound in medicine, veterinary medicine and experimental biology]. Moscow, Bauman Moscow State Technical University, 2005. 224 p.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 05.12.2014