

- современное состояние и тенденции развития: сб. науч. ст. – Уфа, 2015. – С. 141–144.
4. *Короткий И.А.* Исследование и разработка технологий замораживания и низкотемпературного хранения плодово-ягодного сырья Сибирского региона: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. – Кемерово, 2009. – 410 с.
 5. *Латышев В.П., Цирульникова Н.А.* Стандартизация данных о теплофизических свойствах пищевых продуктов и материалов // Холодильная техника. – 1986. – № 4. – С. 46–47.
 - определения теплофизических характеристик твердых, жидких и сypучих материалов // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 2. – С. 37–41.
 3. *Korotkij I.A., Rasshhepkin A.N., Fedorov D.E.* Podbor temperaturnyh rezhimov sublimacionnoj sushki jagod oblepihi // Gosudarstvo, akademicheskaja nauka i vysshaja shkola: sovremennoe sostojanie i tendencii razvitija: sb. nauch. st. – Ufa, 2015. – С. 141–144.
 4. *Korotkij I.A.* Issledovanie i razrabotka tehnologij zamorazhivaniya i nizkotemperaturnogo hranenija plodovo-jagodnogo syr'ja Sibirskogo regiona: dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.18.04. – Kemerovo, 2009. – 410 s.
 5. *Latyshev V.P., Cirul'nikova N.A.* Standartizacija dannyh o teplofizicheskikh svojstvax pishhevyyh produktov i materialov // Holodil'naja tehnika. – 1986. – № 4. – С. 46–47.

Literatura

1. *Korotkij I.A.* Teplofizicheskie harakteristiki jagod oblepihi // Vestnik KrasGAU. – 2008. – № 2. – С. 287–290.
2. *Korotkij I.A.* Primenenie metoda dvuh temperaturno-vremennyh intervalov dlja



УДК 637.35.04

Е.А. Равнюшкин

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ И ПОРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЯГКИХ СЫРОВ

Е.А. Ravnyushkin

MICRO STRUCTURAL AND POROMETRIC ANALYSIS OF SOFT CHEESES

Равнюшкин Е.А. – асп. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: ravnushkin@rambler.ru

Ravnyushkin E.A. – Post-Graduate Student, Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo Technology Institute of Food Industry (University), Kemerovo. E-mail: ravnushkin@rambler.ru

Данная работа направлена на изучение микроструктуры мягких сыров и ее изменения после баровакуумной сушки. В качестве объектов исследования были выбраны следующие сыры: «Адыгейский», «Рокфор» и «Русский камамбер». Представлены фотографии микроструктуры сыров, полученные с помощью электронно-сканирующего микроскопа до и после обезвоживания. Проанализировано расположение и размер отдельных компонентов сыра по полученным фотографиям. Установлены размеры жировых глобул, которые для свежего продукта составили: до 500 мкм у сы-

ра «Адыгейский», до 200 мкм у сыра «Рокфор» и до 250 мкм у сыра «Русский камамбер». Проанализировано влияние сушки на микроструктуру мягких сыров. Обнаружено, что наибольшим изменениям подвергается структура сыра «Русский камамбер». После обезвоживания у данного сыра структура становится хаотичной, образуется множество беспорядочно расположенных микропустот, жировые глобулы образуют крупные конгломераты без четко выделенных границ. Проведен порометрический анализ на анализаторе удельной поверхности и пористых систем, получена со-

ответствующая изотерма сорбции. С помощью порометрии установлены размеры пор, их объем и площадь поверхности. Установлено, что для сыра «Адыгейский» наибольший объем пор ($0,052778 \text{ см}^3/\text{г}$) приходится на наименьший их диаметр – от 40,3 до 23,7 мкм. Для сыра «Рокфор» наибольший объем пор приходится на диаметр 79,7–40,5 мкм, для сыра «Русский камамбер» – на самые крупные поры диаметром 1425,3–632,8 мкм. Последний сыр характеризовался также наименьшей площадью поверхности пор среди всех исследованных сыров.

Ключевые слова: мягкие сыры, микроструктура, сушка, электронно-сканирующий микроскоп.

This work is directed to studying of a microstructure of soft cheeses and its change after barovacuum drying. As objects of research the following cheeses have been chosen: "Adygei", "Roquefort cheese" and " Russian Camembert". The photos of cheeses' microstructure received by means of the electronic scanning microscope before and after dehydration were presented. The arrangement and the size of separate components of cheese according to the received photos were analyzed. The fatty globules sizes made for fresh product had been established: to 500 microns at "Adygei" cheese, to 200 microns at "Roquefort" cheese and to 250 microns in "Russian Camembert" cheese. The influence of drying on a microstructure of soft cheeses was analyzed. It was found out that the structure of "Russian Camembert" cheese was exposed to the greatest changes. After dehydration at this cheese the structure became chaotic, the set chaotic of the located microemptiness was formed, fatty globulels formed large conglomerates without accurately allocated borders. The porometric analysis on the analyzer of a specific surface and porous systems was carried out on special device of separate serfice, corresponding isotherm to the sorption was received. By means of porometric analysis the sizes of time, volume and surface area were established. It was established that for "Adygei" cheese the largest volume of the time ($0.052778 \text{ cm}^3/\text{g}$) were the share of their smallest diameter – from 40.3 to 23.7 microns. For "Roquefort" cheese the largest volume of the time was the share of diameter of 79.7–40.5 mi-

crons, for "Russian Camembert" cheese – for the largest time, with a diameter of 1425.3–632.8 microns. The last cheese was also characterized by the smallest surface area of the time among all studied cheeses.

Keywords: soft cheeses, microstructure, drying, electric scanning microscope.

Введение. Эффективность различных технологий переработки пищевого сырья определяется прежде всего качеством получаемого продукта. Одной из таких технологий является сушка, в процессе которой происходит целый ряд физико-химических и реологических преобразований, которые следует учитывать [1, 2]. Анализ изменений, происходящих на микроуровне, позволяет получить информацию о тех процессах и факторах, которые непосредственно влияют на качество продукта в целом. Микроструктурные исследования пищевого сырья дают возможность проанализировать качественный и количественный состав, структуру и расположение компонентов, входящих в его состав [3].

Цель работы. Получение информации о строении и структуре компонентов, входящих в состав сыров, а также об изменениях, происходящих на микроструктурном уровне после обезвоживания.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи:** визуальный анализ микроструктуры по фотографиям; порометрический анализ сухих сыров.

Методы и результаты исследования. Для получения фотографий микроструктуры использовался растровый сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6390 LA. Порометрический анализ сыров осуществлялся на анализаторе удельной поверхности и пористых систем ASAP 2020 Micromeritics. Сыры обезвоживались путем циклической баровакуумной сушки с температурой нагрева 50°C . Продолжительность периодов вакуумирования и избыточного давлений составляла соответственно 30 и 15 мин. При этом величина остаточного и избыточного давлений была равна соответственно 6–7 и 25 кПа [4, 5].

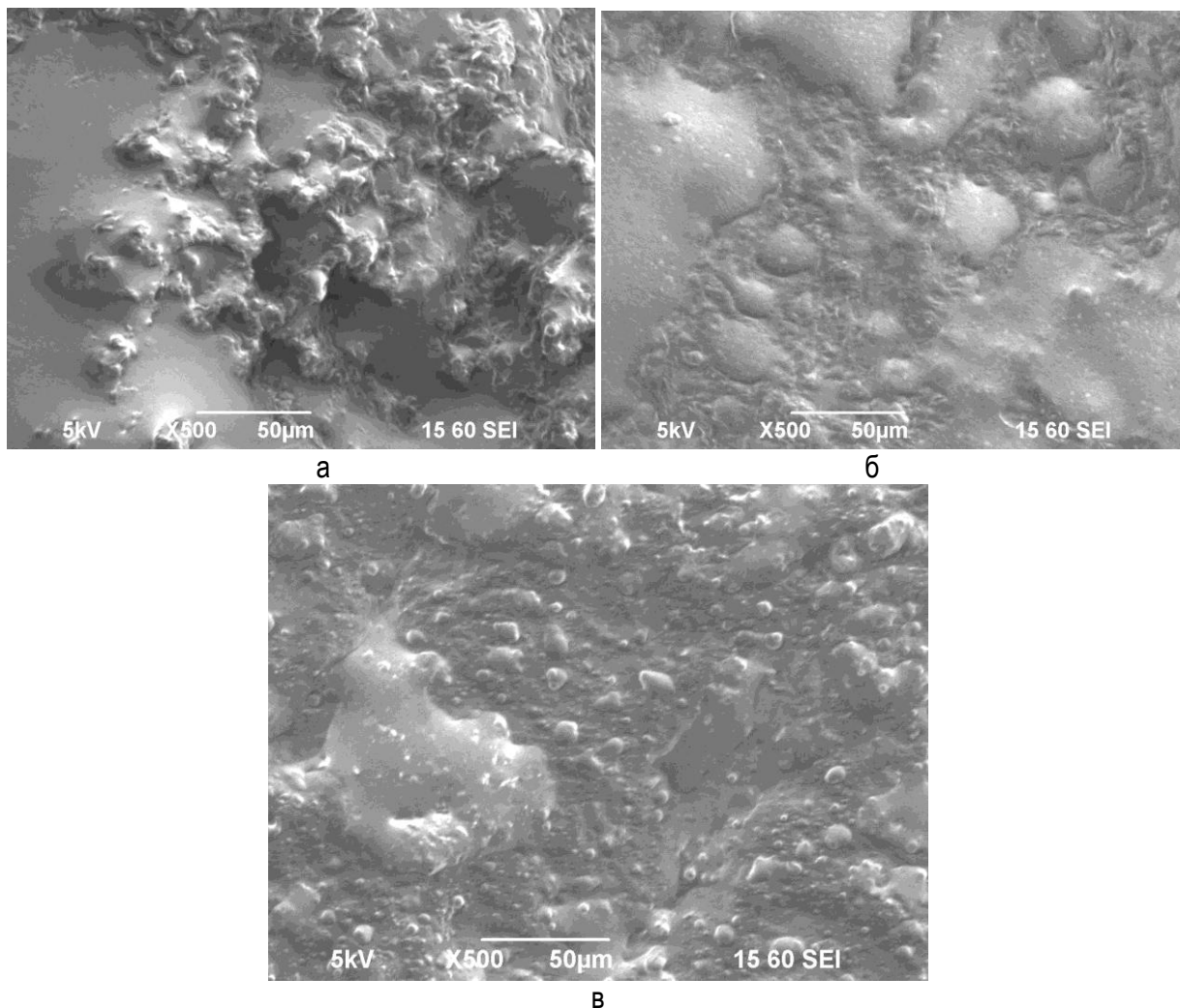
Различные виды сыров характеризуются индивидуальной структурой и расположением компонентов, входящих в их состав. Однако в целом микроструктура сыров представлена на-

личием одних и тех же элементов – жировых глобул, кристаллов солей, колоний микроорганизмов и т.д.

На рисунке 1 представлены микрофотографии свежих сыров при кратности увеличения 500.

В свежих сырах была обнаружена упорядоченная структура. По полученным фотографиям

визуально выделяются белковый матрикс, микропоры, жировые элементы. Последний компонент наблюдается в виде гладких областей, размер жировых глобул у сыров «Адыгейский», «Рокфор» и «Русский камамбер» достигает до 500, 200 и 250 мкм соответственно. В сыре «Русский камамбер» встречались также мелкие жировые включения диаметром от 3 мкм.



*Рис. 1. Фотографии микроструктуры сыров до сушки (кратность увеличения – 500):
а – Адыгейский; б – Рокфор; в – Русский камамбер*

В полученной микроструктуре визуально также наблюдались кристаллы солей, диаметр которых составлял менее 5 мкм. Микропоры на

фотографиях визуально не наблюдались вследствие высокого влагосодержания.

Микроструктура сыров после обезвоживания представлена на рисунке 2.

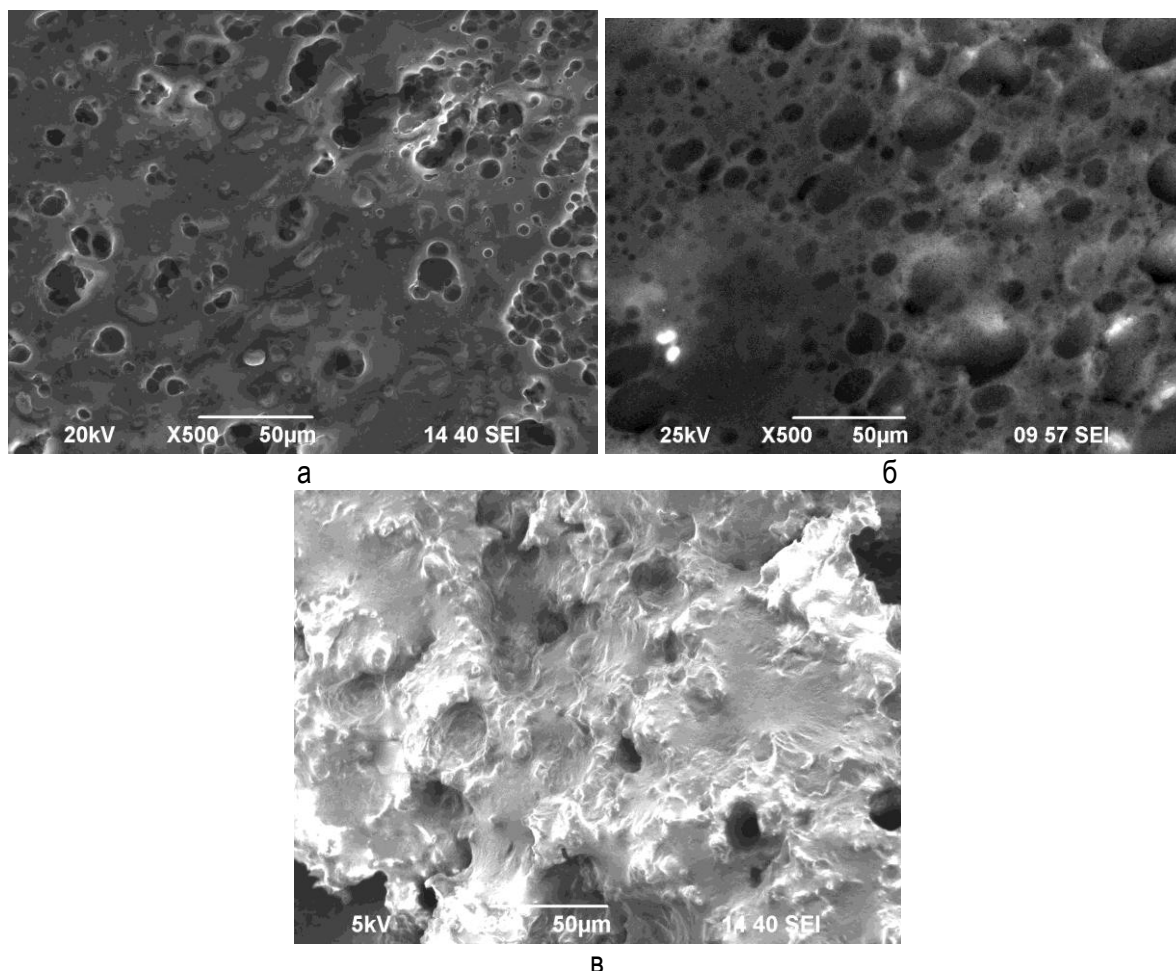


Рис. 2. Фотографии микроструктуры сыров после сушки (кратность увеличения – 500):
а – Адыгейский; б – Рокфор; в – Русский камамбер

На фотографиях, представленных на рисунке 2, визуально обнаружены микропустоты со средним диаметром порядка 15 ± 10 мкм у сыра «Адыгейский». Что касается сыров «Рокфор» и «Русский камамбер», то для них средний диаметр микропор составил соответственно 20 ± 15 и 25 ± 15 мкм.

В сырах «Адыгейский» и «Рокфор» достаточно хорошо сохранилась упорядоченная структура, несмотря на появление разломов в некоторых областях. После обезвоживания кристаллы солей наблюдаются более явно, чем до сушки, однако жировые глобулы просматриваются хуже. После обезвоживания расположение микропор имеет более хаотичный характер, в некоторых областях наблюдаются крупные пустоты.

Наибольшим изменениям подверглась структура сыра «Русский камамбер». После обезвоживания произошло заметное повреждение первичной структуры с образованием множества хаотично расположенных микропор. Жиро-

вые элементы после воздействия температуры сформировали крупные скопления без четко выделенных границ.

С помощью порометрии были также определены размеры микропор, их объем и площадь. На рисунке 3 изображена изотерма сорбции сыра «Адыгейский» при проведении порометрии, а в таблице – результаты анализа всех сыров.

Проведенный анализ сухих сыров позволил установить объем пор и площадь их поверхности для различных диапазонов диаметра пор. Установлено, что для сыра «Адыгейский» наибольший объем пор ($0,052778$ см³/г) приходится на наименьший их диаметр – от 40,3 до 23,7 мкм. Для сыра «Рокфор» наибольший объем пор приходится на диаметр 79,7–40,5 мкм, для сыра «Русский камамбер» – на самые крупные поры диаметром 1425,3–632,8 мкм. Последний сыр характеризовался также наименьшей площадью поверхности пор среди всех исследованных сыров.

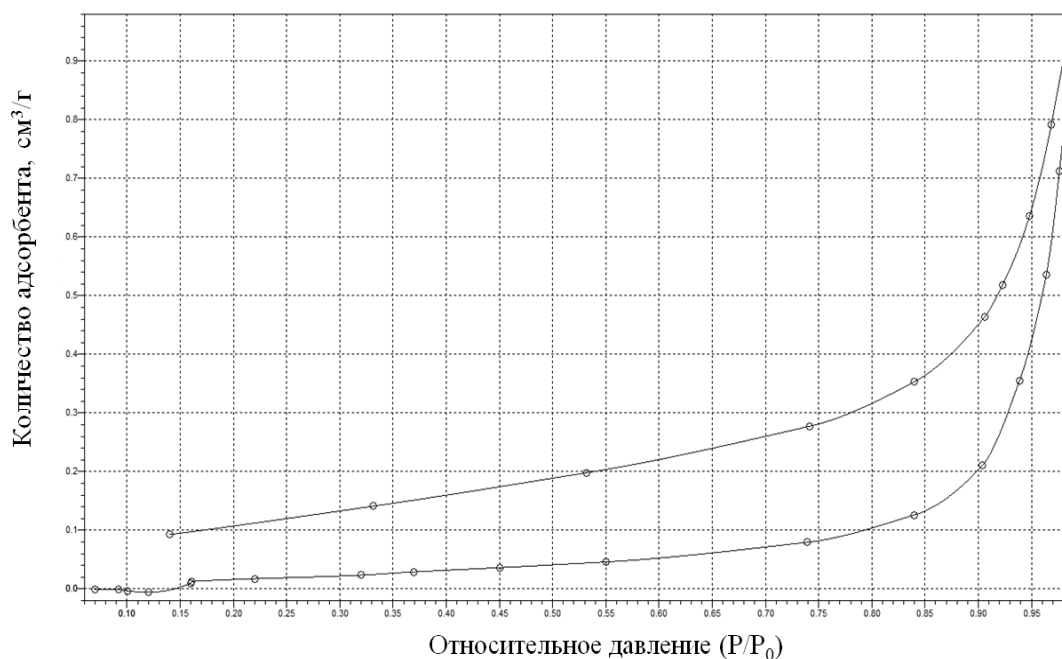


Рис. 3. Изотерма сорбции при порометрии сухого сыра «Адыгейский»

Результаты порометрии сухих мягких сыров

Диапазон диаметра пор, мкм	Средний диаметр пор, мкм	Объем пор, см³/г	Площадь поверхности, м²/г
Адыгейский			
536,9–330,4	385,3	0,002028	0,211
330,4–211,6	245,0	0,004978	0,482
211,6–126,4	147,7	0,01059	1,521
126,4–76,4	89,2	0,019444	3,969
76,4–40,3	47,8	0,036639	14,377
40,3–23,7	27,9	0,052778	23,104
Рокфор			
450,1–328,2	369,7	0,001457	0,158
328,2–216,6	249,4	0,002790	0,448
216,6–137,0	158,8	0,004770	1,201
137,0–79,7	93,5	0,009169	3,922
79,7–40,5	48,1	0,018433	15,331
40,5–23,7	27,9	0,016612	23,831
Русский камамбер			
1425,3–632,8	757,8	0,000285	0,015
632,8–388,6	453,2	0,000274	0,024
388,6–265,4	303,4	0,000211	0,028
265,4–218,0	236,8	0,000099	0,017
218,0–130,0	151,7	0,000207	0,054
130,0–80,3	93,1	0,000135	0,058
80,3–41,7	49,0	0,000133	0,109
41,7–25,8	29,8	0,000092	0,124
25,8–15,7	18,2	0,000063	0,139

Выводы. Таким образом, была исследована микроструктура мягких сыров, установлены размеры элементов и микропор, входящих в их состав. Обезвоживание способствует нарушению упорядоченной структуры продукта и появлению разломов и деформаций сухого скелета, жировые элементы в большинстве случаев сливаются в крупные образования.

Литература

1. Новые технические решения в технике сушки дисперсных материалов / С.Т. Антипов, Д.А. Казарцев, А.В. Журавлев [и др.] // Техника машиностроения. – 2009. – № 1. – С. 55–58.
2. Волончук С.К., Шорникова Л.П., Филлиманчук Г.П. Техника и технологии сушки растительного сырья с использованием инфракрасного излучения / РАСХН, Сиб. отд-ние, ГНУ СибНИТПТИП. – Новосибирск, 2006. – 36 с.
3. Садовая Т.Н. Исследование микроструктуры сыров с голубой плесенью // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4 (19). – С. 45–50.
4. Ермолаев В.А., Равнюшкин Е.А. Циклическая баровакуумная сушка мягких сыров // Новини на научния прогресс – 2015: материали за XI научна практична конференция. – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2015. – С. 48–51.

5. Равнюшкин Е.А., Брюханов М.А. Баровакуумная сушка в зависимости от начальных температурных условий // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7. – С. 93–98.

Literatura

1. Novye tehicheskie reshenija v tehnike sushki dispersnyh materialov / S.T. Antipov, D.A. Kazarcev, A.V. Zhuravlev [i dr.] // Tehnika mashinostroenija. – 2009. – № 1. – S. 55–58.
2. Volonchuk S.K., Shornikova L.P., Fillimanchuk G.P. Tehnika i tehnologii sushki rastitel'nogo syr'ja s ispol'zovaniem infrakrasnogo izluchenija / RASHN, Sib. otd-nie, GNU SibNITPTIP. – Novosibirsk, 2006. – 36 s.
3. Sadovaja T.N. Issledovanie mikrostruktury syrov s goluboj plesen'ju // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2010. – № 4 (19). – S. 45–50.
4. Ermolaev V.A., Ravnjushkin E.A. Ciklicheskaja barovakuumnaja sushka mjagkih syrov // Novini na nauchnija progress – 2015: materiali za XI nauchna praktichna konferencija. – Sofija «Bjal GRAD-BG» OOD, 2015. – S. 48–51.
5. Ravnjushkin E.A., Brjuhanov M.A. Barovakuumnaja sushka v zavisimosti ot nachal'nyh temperaturnyh uslovij // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 7. – S. 93–98.



УДК 634.723.1

Л.П. Шароглазова, Н.А. Величко

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР СЛАДКИХ НАСТОЕК С ЭКСТРАКТОМ И СОКОМ ИЗ ПЛОДОВ МОРОШКИ

L.P. Sharoglazova, N.A. Velichko

THE DEVELOPMENT OF RECIPES OF SWEET LIQUEURS WITH EXTRACT AND JUICE FROM CLODBERRIES FRUIT

Шароглазова Л.П. – асп., ст. преп. каф. технологии консервирования и оборудования пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: fppp@kgau.ru

Sharoglazova L.P. – Post-Graduate Student, Asst. Chair of Technologies of Conservation and Equipment of Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: fppp@kgau.ru