

УДК 637.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ВАКУМИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ

¹Родионова Н.С., ²Гачеу Л., ¹Попов Е.С., ¹Бахтина Т.И.

¹ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: e_s_popov@mail.ru;

²Университет Трансильвании, Брашов, Румыния

В настоящее время развитие предприятий индустрии питания связано с применением инновационных технологий и оборудования для обработки пищевых сред, что оказывает существенное влияние на показатели качества и потребительские свойства готовой кулинарной продукции. Следует отметить, что основная масса сырья при использовании его на предприятиях общественного питания подвергается тепловой обработке, которая оказывает существенное влияние на качество готовой продукции. Перспективным направлением развития техники и технологии индустрии питания является применение низкотемпературной термовлажностной кулинарной обработки сырья с предварительным вакуумированием. Применение данной технологии позволяет поддерживать витамины, белки, углеводы, жиры, макро- и микроэлементы сырья в нативном состоянии, а также предохраняет пищу от нежелательных органолептических изменений, происходящих при традиционной тепловой обработке, с сохранением привлекательных потребительских качеств продукта и гарантированной гигиенической безопасностью на протяжении всего срока хранения. Известно, что в кулинарии распространено сочетание риса, овощного сырья: лука и моркови, а также гидробιονтов: кальмара и карпа, которое позволяет получить блюдо с высокими потребительскими свойствами. В процессе исследований были установлены технологические потери массы, количество влаги, необходимое для достижения требуемой консистенции компонентов смеси и увеличения выхода готовых изделий, показатели биологической ценности, продолжительность срока хранения.

Ключевые слова: животное сырье, растительное сырье, полуфабрикат, микробиологическая безопасность, вакуумная упаковка, низкотемпературные режимы тепловой обработки

RESEARCH OF HEAT TREATMENT OF VACUMED FOOD SYSTEMS OF PLANT AND ANIMAL RAW

¹Rodionova N.S., ²Gaceu L., ¹Popov E.S., ¹Bakhtina T.I.

¹FSBEI HPE «Voronezh State University of Engineering Technologies»,
Voronezh, e-mail: e_s_popov@mail.ru;

²Transylvania University, Brasov, Romania

At present, the development of food industry companies associated with the use of innovative technologies and equipment for the food processing environments, which has a significant impact on the indicators of quality and consumer properties of the finished culinary products. It should be noted that the major bulk of raw materials, when used in catering, is subjected to heat treatment, which has a significant impact on the quality of the finished product. A promising direction in the development of engineering and technology supply industry is the use of low-temperature hydrothermal cooking raw materials with pre-evacuation. The technology allows you to maintain the vitamins, proteins, carbohydrates, fats, macro – and micronutrients of raw material in the native state, and also prevents the food from undesirable organoleptic changes occurring in the traditional thermal processing, while maintaining an attractive consumer product qualities and guaranteed hygienic safety throughout the retention. It is known that the combination of extended cooking rice, raw vegetables: onions and carrots, and aquatic organisms: the squid and carp, which allows you to get a dish with high consumer properties. During the study, were established technology of mass loss, the amount of moisture, it is necessary to achieve the desired consistency of the mixture components and increasing the yield of finished products, the indicators of biological value, the duration of the retention period.

Keywords: animal feed, vegetable raw materials, intermediate products, microbiological safety, vacuum packaging, low temperature heat treatment

При приготовлении блюд, как правило, используют различные продукты, обеспечивающие сбалансированный состав готовой продукции по жирам, белкам, углеводам, макро- и микроэлементам. В кулинарии распространено сочетание риса, овощного сырья: лука и моркови, а также гидробιονтов: рыбы, кальмаров, которое позволяет получить блюдо с высокими потребительскими свойствами.

Цель исследования – научное обоснование и совершенствование технологии те-

пловой обработки поликомпонентных пищевых систем и получение полуфабрикатов высокой степени кулинарной готовности с гарантированным уровнем пищевой, биологической ценности и пролонгированным сроком хранения.

Материалы и методы исследования

С целью определения оптимальных режимных параметров технологического процесса термовлажностной обработки кулинарной продукции с предварительной вакуумной упаковкой необходимо комплексное исследование каждого отдельного ком-

понента блюда. На основании полученных данных возможно прогнозирование соотношений компонентного состава блюда, что обеспечивает рациональное энергопотребление, минимизацию технологических потерь массы, а также достижение высоких качественных показателей кулинарной продукции и увеличение срока хранения.

В качестве объектов исследований были выбраны следующие рецептурные компоненты: лук (нарезка кубиком 0,5×0,5 см), морковь (нарезка соломкой 1,5×0,2×0,2 см), рис длиннозерный шлифованный, а также кальмар и карп (филе с кожей без костей, нарезка порционными кусочками массой 40 г).

Экспериментальные исследования процесса термовлажностной обработки проводили в условиях конвективного теплообмена с увлажнением теплоносителя от 0 до 100%, в условиях регулирования температуры теплоносителя в рабочей камере аппарата в диапазоне температур 333...373 К. Исследуемые образцы подвергались предварительной упаковке в вакуумные полимерные пакеты с последующей тепловой кулинарной обработкой. Упаковка производилась с помощью вакуумно-упаковочной машины Besser vacuum, серии FAVORIT, с конечным давлением 200 Па, при толщине полиэтиленовой пленки 140 мкм.

В образцах продукта в процессе термовлажностной обработки контролировали степень кулинарной готовности с интервалом в 30 с до достижения по-

стоянной массы образцов при одновременном выделении ими постоянного количества сока. В качестве контроля исследовали образцы, обработанные при тех же температурных режимах без упаковки, а также образцы, сваренные традиционным способом.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ экспериментальных данных показал, что технологические потери упакованных образцов исследуемых пищевых продуктов имеют меньшие численные значения по сравнению с неупакованными образцами: для образцов кальмара – 12,5...24,5%; 21,0...29,5%; для образцов карпа – 9,5...20,0%; 16,0...26,5%; для образцов лука – 11,5...26,0%; 16,5...29,5%; для образцов моркови 6,5...19,0%; 11,5...24,0% – соответственно в исследуемом диапазоне температур 333...373 К [1, 2, 3]. Графические зависимости изменения массы упакованных образцов кальмара от продолжительности тепловой кулинарной обработки представлены на рис. 1. Аналогичные зависимости были получены для исследуемых образцов карпа, лука и моркови.

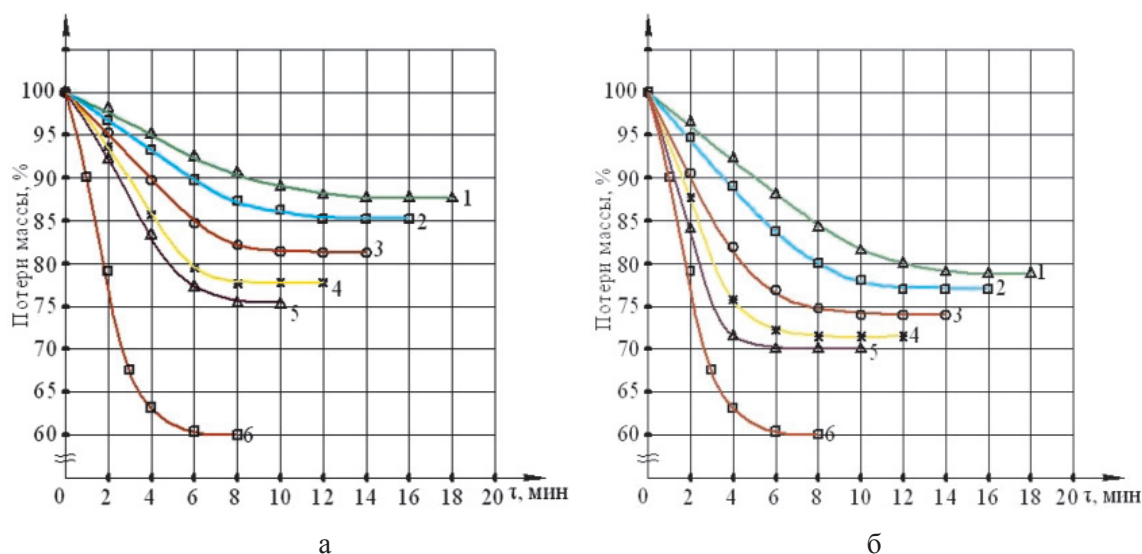


Рис. 1. Зависимость изменения массы упакованных образцов кальмара от продолжительности тепловой кулинарной обработки (при различных температурах):
 а – упакованные образцы; б – неупакованные образцы;
 1 – 333 К; 2 – 343 К; 3 – 353 К; 4 – 363 К; 5 – 373 К; 6 – обработка традиционным способом

При определении оптимальных режимов термовлажностной обработки сырья с предварительной вакуумной упаковкой одним из объектов исследования являлся рис длиннозерный шлифованный. Известно, что предварительная гидратация риса обеспечивает сокращение времени на последующую термическую обработку. В связи с этим исследуемые образцы подвергались предварительной гидратации и упаковке в вакуумные полимерные паке-

ты с последующей тепловой кулинарной обработкой [4].

Установлено, что температура предварительной гидратации оказывает существенное влияние на продолжительность процесса тепловой обработки (рис. 2). Так, при увеличении температуры предварительной гидратации образцов риса от 323 до 373 К наблюдается сокращение продолжительности тепловой обработки в 2,2...2,5 раза для диапазона температур 353...373 К.

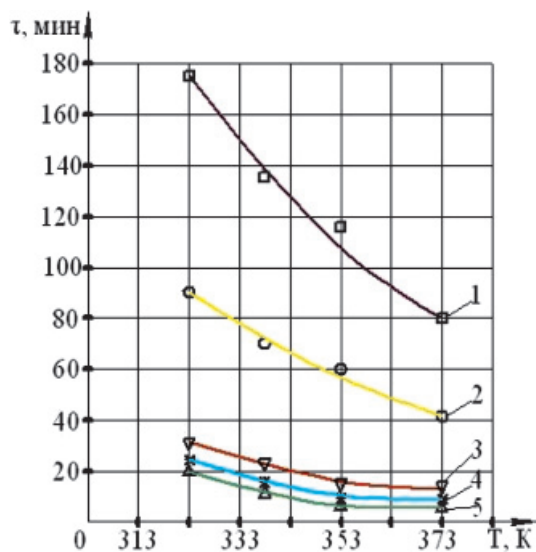


Рис. 2. Зависимость продолжительности процесса тепловой кулинарной обработки образцов риса от температуры предварительной гидратации при температурах обработки: 1 – 353 К; 2 – 358 К; 3 – 363 К; 4 – 368 К, 5 – 373 К

В процессе исследований определяли количество влаги, необходимое для достижения требуемой консистенции компонентов смеси, увеличения выхода готовых изделий, при обеспечении максимальных сроков хранения, которые, как известно, в значительной степени определяются количеством свободной влаги в пищевом объекте.

В качестве объектов исследования рассматривались рисо-овощные смеси с гидробионтами со следующими соотношениями составляющих компонентов: для рисо-овощной смеси с кальмаром: рис гидратированный – 58%, лук – 12%, кальмар – 30%; для рисо-овощной смеси с карпом: рис гидратированный – 60%, морковь – 6%, лук – 9%, рыба – 25%.

Процесс термовлажностной обработки компонентов блюда проводили в диапазоне температур 333–373 К, с предварительной вакуумной упаковкой в полимерную пленку, влагосодержание теплоносителя поддерживалось равным 100%.

Изменение состояния влаги в продукте оказывает определенное влияние на физико-химические и органолептические показатели изделий. В связи с этим целью исследований являлось определение влияния режимов данной технологии на изменение форм связи влаги в объектах исследования. Количество влаги изменяли в диапазоне от 0 (контроль) до 15,0% по массе.

В обработанных экспериментальных образцах изучали динамику изменения

влажности на влагомере FD – 610 «КЕТТ» (Япония) с интервалом 2 мин. Количественные и качественные изменения форм связи влаги анализировали на основании полученных графических зависимостей обезвоживания и скорости обезвоживания образцов блюд с кальмаром (рис. 3, 4) и карпом (аналогичные зависимости).

Исходя из анализа представленных зависимостей, следует, что продолжительность процесса обезвоживания рисо-овощных смесей с гидробионтами возрастает при добавлении воды и составляет: для рисо-овощной смеси с кальмаром: 135 (при 373 К) – 145 мин (при 333 К) и 142–145 (при 373 К) – 153–157 мин (при 333 К); для рисо-овощной смеси с карпом: 130 (при 373 К) – 140 мин (при 333 К) и 135–138 (при 373 К) – 147–150 мин (при 333 К).

При анализе графических зависимостей скорости обезвоживания (рис. 4) было выявлено, что температура термо-влажностной обработки рисо-овощных смесей с гидробионтами, а также количество вносимой воды оказывают существенное влияние на переход свободной влаги в связанное состояние. Скорость обезвоживания меняется в следующих диапазонах: для рисо-овощной смеси с кальмаром: от 0,90 до 1,22 г/мин (333; 373 К) – для образцов блюд, приготовленных без добавления воды; от 0,95 до 1,53 г/мин (333; 373 К) – для образцов блюд, приготовленных с добавлением воды в различных пропорциях; для рисо-овощной смеси с карпом: от 0,84 до 1,16 г/мин (333; 373 К) – для образцов блюд, приготовленных без добавления воды; от 0,86 до 1,39 г/мин (333; 373 К) – для образцов блюд, приготовленных с добавлением воды в различных пропорциях.

Исходя из анализа влияния количества вносимой воды на соотношение свободной и связанной влаги в образцах по сравнению с контролем, установлено, что для рисо-овощной смеси с кальмаром добавление воды в количестве, превышающем 12,0% от общей массы блюда, приводит к увеличению массовой доли свободной влаги. Для рисо-овощной смеси с карпом внесение дополнительного количества воды не рекомендуется, поскольку внесение воды даже в количестве 5,0% от общей массы блюда приводит к увеличению массовой доли свободной влаги.

Также следует отметить, что дальнейшее увеличение количества воды в рецептуре перед термической обработкой ведет к снижению органолептических показателей и сокращению продолжительности срока хранения рисо-овощных смесей с гидробионтами.

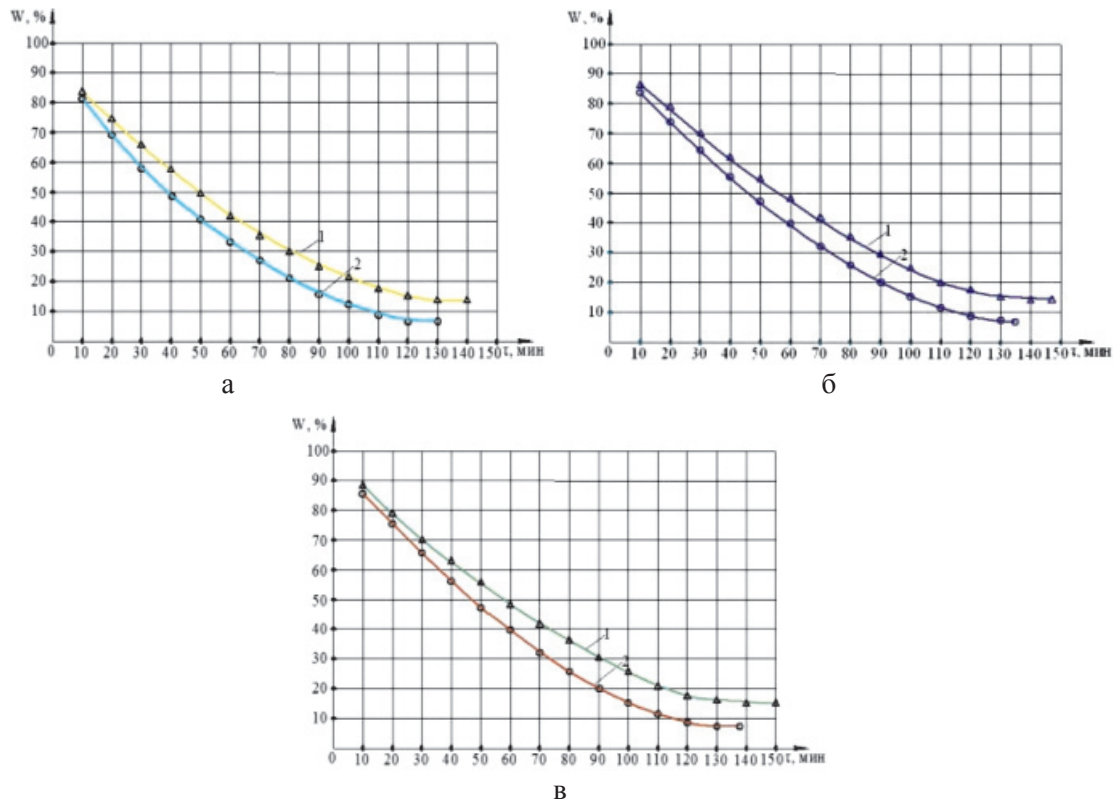


Рис. 3. Графические зависимости обезвоживания исследуемых образцов рисо-овощных смесей с кальмаром:
 а – без добавления воды; б – с добавлением воды (12,5%); в – с добавлением воды (15,0%)
 обработанных при различных температурных режимах: 1 – 333 К, 2 – 373 К

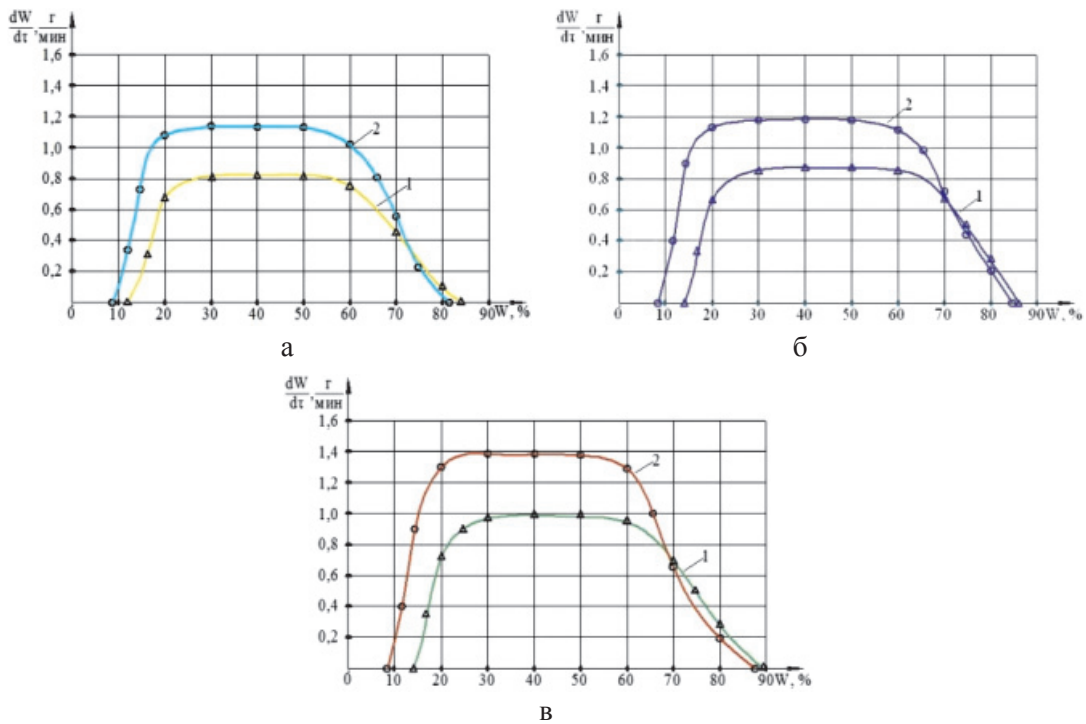


Рис. 4. Графические зависимости скорости обезвоживания исследуемых образцов рисо-овощных смесей с кальмаром:
 а – без добавления воды; б – с добавлением воды (12,5%); в – с добавлением воды (15,0%)
 обработанных при различных температурных режимах: 1 – 333 К, 2 – 373 К

На основании полученных данных скорректировано соотношение рецептурных компонентов для рисо-овощной смеси с кальмаром, которое составляет: рис гидратированный – 54,0%, лук – 11,0%, кальмар – 27,0%, вода – 8,0%. Для рисо-овощной смеси с карпом соотношение рецептурных компонентов осталось неизменным.

На основании проведенных исследований по термо-влажностной обработке компонентов данных смесей было установлено, что процесс тепловой обработки блюд необходимо проводить в диапазоне температур 363–368 К, с предварительной вакуумной упаковкой в полимерную пленку и влагосодержанием теплоносителя равным 100%. В образцах продукта контролировали степень кулинарной готовности, которая определялась достижением требуемой консистенции готового продукта.

Продолжительность тепловой кулинарной обработки до достижения степени кулинарной готовности составила: для рисо-овощной смеси с кальмаром – 9 мин, а для рисо-овощной смеси с карпом – 11 мин.

В исследуемых комбинированных продуктах определяли массовую долю белка, жира, углеводов, витаминов, микроэлементов, аминокислотный состав, коэффициент различия аминокислот, биологическую ценность, кислотное и перекисное числа. Для определения преимуществ разрабатываемого способа кулинарной обработки в качестве контрольного образца исследовали смесь аналогичного состава, подвергнутую тепловой обработке паром без предварительного упаковывания при температуре 368 К.

Можно отметить, что численные значения исследуемых показателей достигают наибольших значений в упакованных образцах рисо-овощных смесей, обработанных при низкотемпературных режимах тепловой обработки. Так, данные смеси обладают повышенным содержанием витаминов (на 25%), микроэлементов (на 15%), белка и жира (на 10%).

В ходе исследований в рисо-овощных смесях с гидробактериями изучали изменение органолептических показателей микробиологической безопасности в процессе хранения при температурах: $276 \pm 0,1$ К и $298 \pm 0,1$ К.

Установлено, что для исследуемых рисо-овощных смесей с гидробактериями время достижения критических значений количества aerobic и facultative anaerobic microorganisms, опасных для здоровья потребителя ($5 \cdot 10^4$ colony-forming unit (CFU/g)) зависит от температурных режимов хранения. Так, для образцов, температура хранения которых составляла $T = 298 \pm 0,1$ К, время достижения критических значений количества aerobic и facultative anaerobic microorganisms в два раза меньше, чем для образцов с температурой хранения $T = 276 \pm 0,1$ К, т.е. соответственно 7 и 15 суток. В контрольных образцах период достижения критических значений aerobic и facultative anaerobic microorganisms, составил 24 и 48 часов при температурах хранения $T = 298 \pm 0,1$ К и $T = 276 \pm 0,1$ К соответственно. В течение исследуемых сроков хранения в экспериментальных образцах не были обнаружены: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* и *Listeria monocytogenes*.

Выводы

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно заключить, что применение низкотемпературной тепловой кулинарной обработки пищевых продуктов с предварительной вакуумной упаковкой позволяет в готовых пищевых продуктах увеличить показатели биологической ценности на 10–15%, дополнительно сохранить 20–25% витаминов, 10–15% минеральных веществ, а также обеспечить сохранение показателей безопасности на требуемом уровне без специального охлаждения продукта 6–7 суток, в результате чего данный продукт может быть рекомендован для специального питания (туризм, экспедиции, чрезвычайные ситуации и т.д.).

Список литературы

1. Бахтина Т.И. Исследование процесса тепловой обработки карпа с применением низкотемпературного термо-влажностного режима // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
2. Родионова Н.С. Исследование влияния различных режимов тепловой низкотемпературной обработки на микробиологическую безопасность полуфабрикатов из кальмаров / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Т.И. Бахтина // Пищевая промышленность. – 2012. – № 1 – С. 58–59.
3. Родионова Н.С. Исследование процесса тепловой обработки гидробактерий с использованием низкотемпе-

ратурного термо-влажностного режима / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Т.И. Фалеева // Вестник РАСХН. – 2011. – № 6. – С. 75–78.

4. Родионова Н.С. Исследование влияния режимов предварительной гидратации на тепловую обработку риса для специального питания / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Л.Д.К. Де-Соуза // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 3. – С. 43–45.

5. Родионова Н.С. Исследование влияния характеристик теплоносителя на потери массы полуфабрикатов из репчатого лука / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Л.Д.К. Де-Соуза // Пищевые продукты и здоровье человека: материалы международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Кемерово, 2012. – С. 244–245.

References

1. Bakhtina T.I. The study of the thermal processing of carp using low thermal and humidity conditions // Modern problems of science and education. 2012. no. 3.

2. Rodionova, N.S. The influence of different modes of the low-temperature heat treatment on the microbiological safety of semi-finished products of squid / N.S. Rodionov, E.S. Popov, T.I. Bakhtina // Food Industry. 2012. no. 1 pp. 58–59.

3. Rodionova, N.S. Investigation of thermal processing of aquatic organisms with the use of low-temperature thermo-

humidity conditions / N.S. Rodionov, E.S. Popov, T.I. Faleeva // Bulletin of the RAAS. 2011. no. 6. pp. 75–78.

4. Rodionova, N.S. Research on the effect of pre-hydration on the thermal processing of rice for special nutrition / N.S. Rodionov, E.S. Popov, L.D.K. De Souza // Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. no. 3. pp. 43–45.

5. Rodionova N.S. Investigation of the influence of the characteristics of the coolant at the loss of mass of semi-finished onions / N.S. Rodionova, E.S. Popov, L.D.K. De Souza // Proceedings of the International Conference of Students and Young Scientists «Food products and human health». Kemerovo, 2012. pp. 244–245.

Рецензенты:

Кретов И.Т., д.т.н., профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;

Попов В.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 15.08.2013.