

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СОЛЕНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ПРИ РАЦИОНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЫРЬЯ

Е.И. Степаненко, М.П. Андреев, Б.Л. Нехамкин

*ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
e.stepanenko@atlantniro.ru,
andreev@atlantniro.ru, posol@atlantniro.ru*

Степаненко Е.И., Андреев М.П., Нехамкин Б.Л. Некоторые технологические этапы создания соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью при рациональном комплексном использовании сырья // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Том 1, № 2. Калининград : АтлантНИРО. С. 40–47.

Описаны результаты заключительного этапа разработки технологии соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью на основе ликвидных рыбных отходов, рыб пониженной товарной ценности. Работы проводились на горбуше *Oncorhynchus gorbuscha*, в том числе с использованием мяса рыб с нерестовыми изменениями. Исследовалось влияние массовых долей соли и воды, активности воды, наличие консерванта, вида упаковки, температур хранения на качество и безопасность готовых изделий. В ходе исследовательских работ оценивались органолептические, физико-химические и микробиологические характеристики фаршевых полуфабрикатов и готовых изделий. Определение массовой доли воды проводили методом высушивания; массовой доли соли – аргентометрическим методом; активность воды измеряли методом зеркального охлаждаемого датчика точки росы. В процессе хранения исследовалась динамика изменения белковых и липидных веществ по показателям азот летучих оснований (АЛО), формольнотитруемый азот (ФТА), буферность, кислотное число (КЧ); определялась микробиологическая безопасность продукции. Результаты экспериментальных исследований показали, что соленая рыбная продукция с промежуточной влажностью, имеющая положительную органолептическую оценку, по показателю «активность воды» находится в диапазоне $0,730 \div 0,865$, по показателю «массовая доля воды» в диапазоне $29,0 \div 44,0$ %. Установлено, что использование консерванта сорбата калия позволяет стабилизировать уровень микробиологической обсемененности изделий только на этапе обезвоживания. Определена взаимосвязь показателей АЛО, ФТА, буферности с показателем активности воды готовой продукции. Показано, что различия в изменениях липидных веществ готовой продукции, упакованной в полимерные пакеты с вакуумом и модифицированной газовой средой (МГС), незначительны.

Ключевые слова: соленая рыбная продукция, промежуточная влажность, активность воды, массовая доля соли, массовая доля воды, микробиологическая безопасность

Stepanenko E.I., Andreyev M.P., Nekhamkin B.L. Some technological stages of manufacturing of salted fish products with intermediate moisture in the context of complex rational use of raw material // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. Vol. 1, № 2. Kaliningrad : AtlantNIRO. P. 40–47.

Results of final stage of development of the technology of salted fish products with intermediate moisture based on fish waste, fish of reduced commodity value are described. The work was carried out on pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, including the use of fish meat with spawning changes. The influence of mass fractions of salt and water, water activity, the presence of a pre-

servative, the type of packaging, storage temperatures on the quality and safety of finished products were investigated. In the course of investigation, organoleptic, physicochemical and microbiological characteristics of minced semi-finished and finished products were evaluated. The mass fraction of water was determined by the drying method; argentometric method was used for salt mass fraction identifying; the water activity was measured by a cooled mirror dew point sensor. In the course of storage, the dynamics of the changes in protein and lipid substances was investigated based on total volatile basic nitrogen (VBN), formol titrated nitrogen (FTN), buffer index, acid number (AN); microbiological safety of products was determined. The results of experimental investigations have shown that salted fish products with intermediate moisture having a positive organoleptic evaluation, are in the range of 0.730÷0.865 by the index of «water activity», in terms of «mass fraction of water» – in the range of 29.0÷44.0 %. It was established that the use of a preservative of potassium sorbate makes it possible to stabilize the level of microbiological contamination of products only at the stage of dehydration. The correlation between the total VBN indices, FTN, buffer index with the index of finished products water activity is determined. It is shown that the differences in the changes in lipid substances of finished products packed in polymer bags with a vacuum and a modified gas medium (MGM) are insignificant.

Key words: salted fish products, intermediate moisture, water activity, mass fraction of salt, mass fraction of water, microbiological safety

Введение

В настоящее время на российском рынке производство соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью не в полной мере удовлетворяет отечественному спросу. Основная часть продуктов изготавливается российскими производителями в неразделанном виде. Тенденции конкурентного рынка – это повышение потребительской привлекательности за счет глубокой степени разделки сырья, в том числе на основе фарша. В продукции, получаемой из сырья в виде фарша, достаточно просто регулировать основные физико-химические параметры, связанные с качеством и безопасностью. К таким параметрам относятся в первую очередь массовые доли соли, воды и консервантов.

При производстве продукции с промежуточной влажностью существенную роль в сохранении микробиологической безопасности играет доступность влаги продукта для жизнедеятельности микроорганизмов, и эта доступность определяется показателем «активность воды» (Aw). К числу факторов, способствующих сохранению качества и безопасности, также относятся вид упаковки, наличие консервантов и температура хранения. Однако исследования об их совместном влиянии на микробиологическую стабильность соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью с учетом показателя активности воды пока немногочисленны и их результаты недостаточны для прогнозирования ее потенциальной стойкости [Barbosa-Cánovas et al., 2007]. Для создания рентабельной технологии требуется оптимизация тех параметров, о которых сказано выше, и оптимизация должна быть неразрывно связана с органолептической характеристикой готового продукта.

Цель данной работы – обоснование создания соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью при комплексном использовании пищевого сырья. Основным объектом исследований являлись органолептические, физико-химические, микробиологические параметры фаршевого полуфабриката и готового продукта, обеспечивающие качество и микробиологическую безопасность при хранении. Для решения поставленной цели необходимо было провести оценку качества и безопасности соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью с учетом внешних и внутренних факторов.

Известно, что факторы микробиологической порчи пищевых продуктов делятся на «внутренние» и «внешние» [Jay, 1992]. «Внутренние» факторы – это физико-химические характеристики собственно пищевого продукта, например активность воды, содержание доступных микроорганизмам питательных веществ, содержание веществ, обладающих консер-

вирующим эффектом. К «внешним» факторам можно отнести условия хранения пищевого продукта (температура, влажность, состав газовой среды и т.п.).

Впервые более полувека тому назад было высказано мнение, что активность воды в большей степени определяет рост микроорганизмов, чем общее влагосодержание [Scott, 1957]. В настоящее время этот показатель рассматривается как наиболее важный фактор, управляющий развитием микрофлоры. Установлено, что уровень активности воды оказывает влияние на интенсивность происходящих в продукте реакций окисления липидов, меланоидинообразования, ферментативных и микробиологических процессов [Barbosa-Cánovas et al., 2007]. Учитывая информационность данного показателя, в странах Европы определение активности воды является обязательным при экспертизе ряда продуктов, а в США его определение включено в инструкцию по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов [FDA, 2001]. Поэтому в данном исследовании мы уделили особое внимание влиянию активности воды на микробиологическую безопасность соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью.

Материал и методы

Исследования проводились на горбуше *Oncorhynchus gorbuscha*, в том числе с использованием ликвидных рыбных отходов и мяса рыб с нерестовыми изменениями. В фаршевые полуфабрикаты вносили поваренную соль в количестве 2,0 %. Сушка осуществлялась конвективным способом при температуре $+20\div+22$ °С, относительной влажности воздуха 45÷55 % и скорости воздушного потока $0,5\div1,0$ м/с. Были изготовлены образцы с различными значениями активности воды, с добавлением и без добавления консерванта. В качестве консерванта использовали сорбат калия. Консервант добавляли в фарш в количестве, рассчитанном исходя из предполагаемой потери массы при высушивании и допустимой нормы в пределах 0,02 %.

Образцы готовой продукции были герметично упакованы в высокобарьерные полимерные пакеты, имеющие в своем составе слой ЕВОН (этиленвиниловый спирт), под вакуумом и в модифицированной газовой среде (МГС) при соотношении углекислого газа (СО₂) и азота (N₂) 2:3. Хранение осуществляли в суховоздушных термостатах ТСО-200 СПУ при двух температурных режимах: +5 и $+22\div+25$ °С.

В работе использовались общепринятые методы исследования качества и безопасности соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью. Органолептическая оценка проводилась в соответствии с ГОСТ 7631-2008. В процессе изготовления и хранения образцов контролировали изменение физико-химических характеристик – массовые доли соли и воды, активность воды; динамику изменения белковых и липидных веществ – по показателям азот летучих оснований (АЛО), формольнотитруемый азот (ФТА), буферность и кислотное число (КЧ). Микробиологическая безопасность образцов определялась согласно требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Для образцов, упакованных в МГС, на протяжении всего периода хранения исследовался состав газовой среды. Кроме того, в процессе хранения определялся состав газовой среды в пустых высокобарьерных полимерных пакетах.

Массовые доли воды и соли устанавливали по ГОСТ 7636-85. Определение массовой доли воды проводили методом высушивания при 130 °С, а также на влагомере MF-50 (AND, Япония). Определение массовой доли соли проводили стандартным аргентометрическим методом. Массовую долю консервантов определяли по методике М 04-59-2009. Активность воды определяли по ГОСТ Р ИСО 21807-2012 на приборе Lab Master – Aw (фирма NOVASINA, Швейцария), формольнотитруемый азот (ФТА) – методом формольного титрования по ГОСТ 7636-85, буферность – титриметрическим методом согласно ГОСТ 19182-2014 и содержание азота летучих оснований (АЛО) – методом отгонки на автоанализаторе «Kieltec», модель 1003 (фирма «Тесатор», Швеция). Кислотное число (КЧ) определяли титриметрическим методом согласно ГОСТ 7636-85. Газовый состав модифицированной среды устанавливали при помощи газоанализатора Gasespace advance GS-3 фирмы «Systech».

Результаты и обсуждение

В процессе исследования органолептических характеристик образцов соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью была установлена взаимосвязь приемлемости продукта в зависимости от значений активности воды и массовой доли воды при заданной солености (рис. 1).

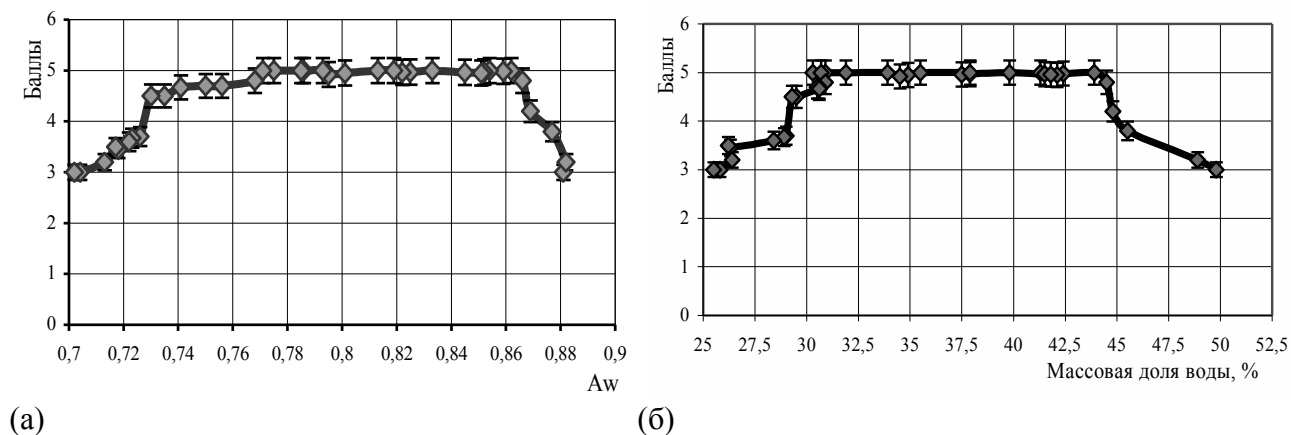


Рис. 1. Диапазон показателей A_w (а) и массовая доля воды (б) во взаимосвязи с положительной органолептической характеристикой продукта (диапазон – доверительные интервалы)
 Fig. 1. Range of A_w indices (а) and mass fraction of water (б) in correlation with the positive organoleptic characteristics of the product (range – confidence interval)

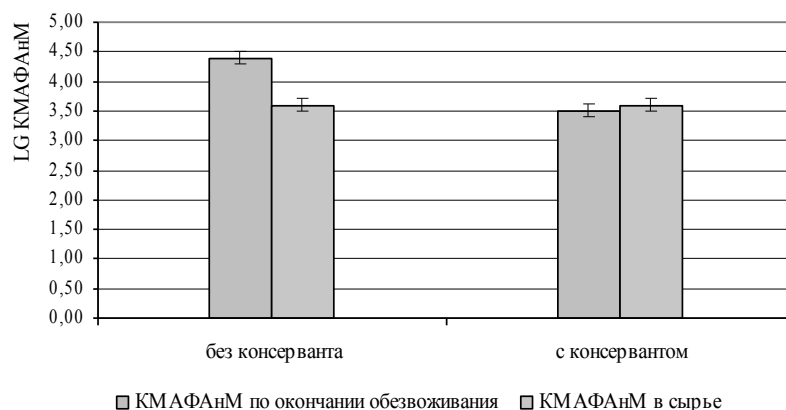


Рис. 2. Изменение КМАФАнМ в процессе обезвоживания фаршевых полуфабрикатов
 Fig. 2. Change in the total microbial contamination during the process of dehydration of minced semi-finished products

По окончании обезвоживания и на протяжении 4 мес. хранения образцы с активностью воды на уровне $0,730 \div 0,865$ и массовой долей воды $29,0 \div 44,0$ % имели самые высокие баллы (рис. 1). Исходя из вышеприведенной характеристики образцов в дальнейшем для получения соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью высокого органолептического качества рекомендовано изготовление продукции в данных диапазонах активности воды и влажности. В процессе обезвоживания фаршевых полуфабрикатов наблюдали за изменением общего микробного числа (КМАФАнМ) (рис. 2).

При обезвоживании соленого полуфабриката, не имеющего в своем составе консерванта, произошло увеличение уровня микробиологической обсемененности примерно на один логарифмический порядок (рис. 2). Присутствие консерванта стабилизировало начальную микробиологическую обсемененность сырья.

В процессе хранения заметно влияние активности воды независимо от других барьерных факторов на уровень общей микробной обсемененности. Наблюдается довольно тесная взаимосвязь между усредненными значениями показателей активности воды и общего микробного числа при температуре $+22 \div +25$ °C через 40 сут. хранения (рис. 3).

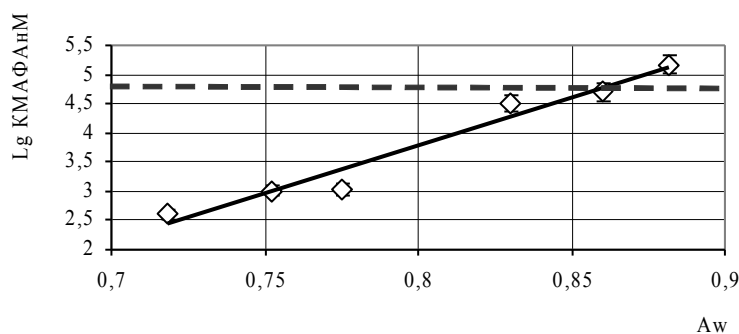


Рис. 3. Взаимосвязь показателей A_w и КМАФАнМ образцов
 Fig. 3. Relationship between A_w and total microbial contamination indices of samples

Таким образом, применение консерванта целесообразно при изготовлении соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью на основе ликвидных пищевых отходов. Это позволяет стабилизировать уровень микробиологической обсемененности в процессе обезвоживания и, следовательно, снизить риск порчи или чрезмерного роста микроорганизмов на этапе выхода готовой продукции. Однако в процессе хранения при положительной температуре активность воды является наиболее эффективным фактором предотвращения микробиологической порчи.

Наблюдение за изменением состава газовой среды в процессе хранения показало снижение уровня углекислого газа в пустых пакетах и пакетах с образцами. Более значительное снижение содержания углекислого газа в пакетах с образцами, вероятно, объясняется его взаимодействием с самим продуктом: происходят изменения содержания углекислого газа в пустых пакетах и в пакетах с образцами, имеющими активность воды на уровне $0,80 \div 0,88$ (рис. 4).

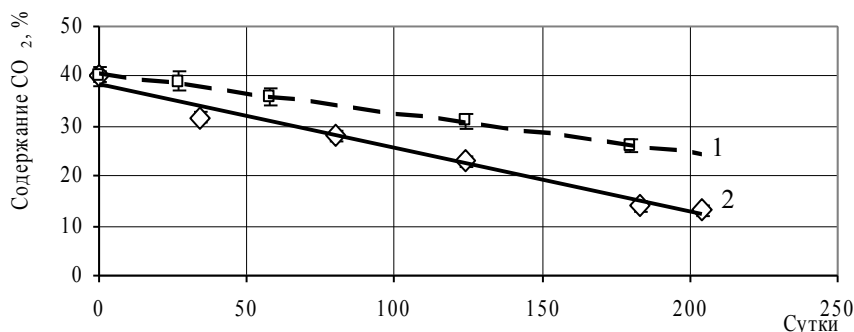


Рис. 4. Динамика изменения содержания CO_2 : 1 – в пустых пакетах, 2 – в пакетах с продуктом
 Fig. 4. Dynamics of changes in CO_2 content: 1 – in empty packets, 2 – in packets with the product

Появление небольших количеств кислорода ($0,03 \div 0,06$ %) отмечалось через один месяц хранения и достигло уровня $1,5 \div 1,8$ % в конце периода хранения. Содержание кислорода в пакетах с образцами на протяжении всего срока было выше, чем в пустых пакетах, что связано с наличием остаточного кислорода в фаршевых изделиях. В процессе хранения готовой продукции выражена динамика изменения кислотного числа с активностью воды $0,80 \div 0,82$ (рис. 5).

Гидролитическое расщепление липидов происходит активно до момента созревания, а затем замедляется [Артюхова и др., 2001]. По имеющимся данным можно косвенно судить о динамике процесса созревания исследуемых образцов формованной соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью (рис. 5). Существенное влияние на гидролиз жиров оказывает температура хранения. Разница в значениях кислотного числа для образцов, упакованных в полимерные пакеты с вакуумом и МГС, незначительна. Четкой корреляционной зависимости кислотного числа от активности воды не наблюдалось.

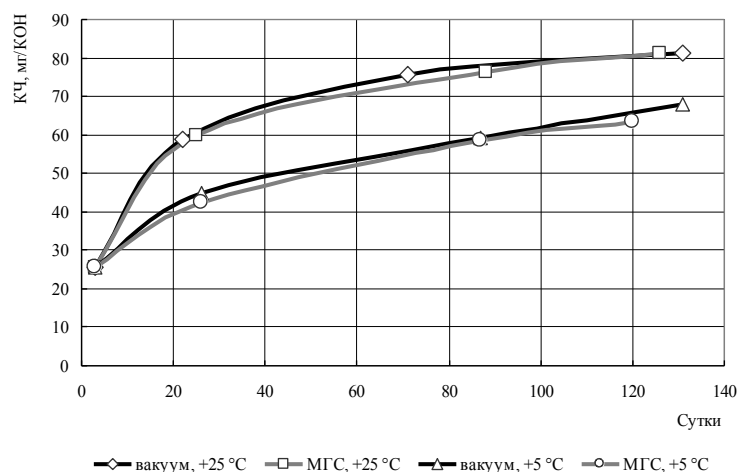


Рис. 5. Динамика изменения КЧ в процессе хранения образцов
 Fig. 5. Dynamics of changes in the acid number (AN) during the storage of samples

Поскольку упаковка готовой продукции в высокobarьерные полимерные пакеты с отсутствием кислорода практически исключает развитие окислительных процессов, рекомендуемый вид упаковки для продукции с промежуточной влажностью – использование вакуума или модифицированной газовой атмосферы без кислорода. Существенным фактором, снижающим гидролиз липидов, является пониженная температура хранения.

При хранении образцов происходило увеличение значений показателей азота летучих оснований, формольнотитруемого азота и буферности. Была установлена взаимосвязь данных показателей и активности воды готовой продукции. В процессе хранения готовой продукции наблюдается увеличение значений показателя азот летучих оснований (рис. 6).

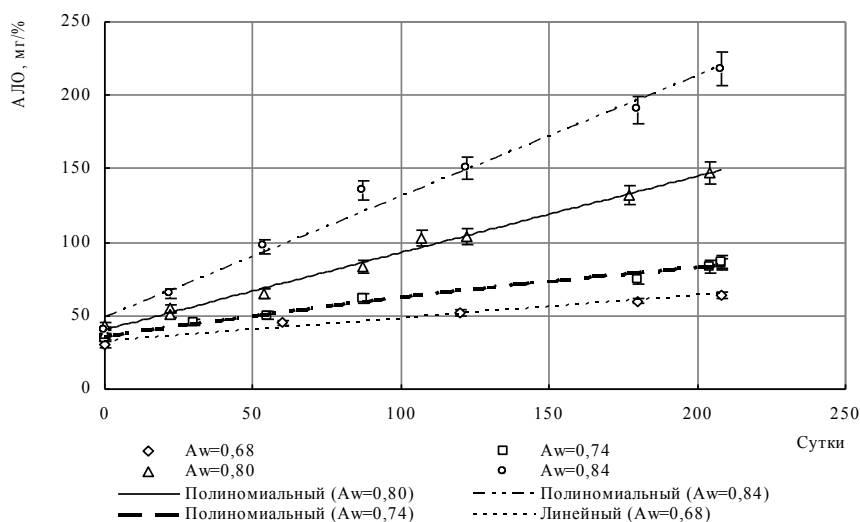


Рис. 6. Динамика изменения АЛО образцов при температуре + 25 °C
 Fig. 6. Dynamics of changes in samples of total VBN at a storage temperature + 25 °C

Величины активности воды оказывают существенное влияние на процесс созревания готовой продукции (азот аминных групп, буферность) при ее хранении в течение 204 суток (рис. 7).

Независимо от вида упаковки и присутствия консервантов в образцах с более низкими значениями активности воды гидролитические процессы проходят менее интенсивно, что связано с различным содержанием свободной влаги. На протяжении всего периода хранения образцы, имеющие значения активности воды ниже 0,80, не превысили нормативных уровней общей микробной обсемененности. Динамика изменения общего микробного числа была

изучена в зависимости от присутствия консерванта и вида упаковки в процессе хранения формованной соленой продукции с активностью воды 0,80 при температуре +25 °С (рис. 8). На начальном этапе хранения присутствие консерванта повлияло на уровень общего микробного числа. Затем произошло снижение микробной обсемененности всех образцов, что связано с низкими значениями показателя «активность воды», являющегося барьерным фактором предотвращения роста микроорганизмов (рис. 8).

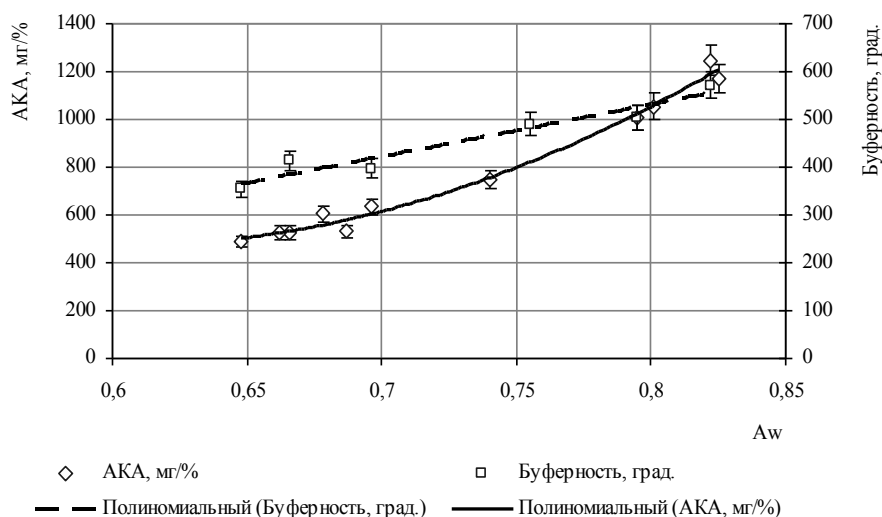


Рис. 7. Взаимосвязь показателей Aw с АКА и буферностью при температуре хранения +25°С
 Fig. 7. Correlation of Aw indices with nitrogen of amine groups and buffer index at a storage temperature +25°С

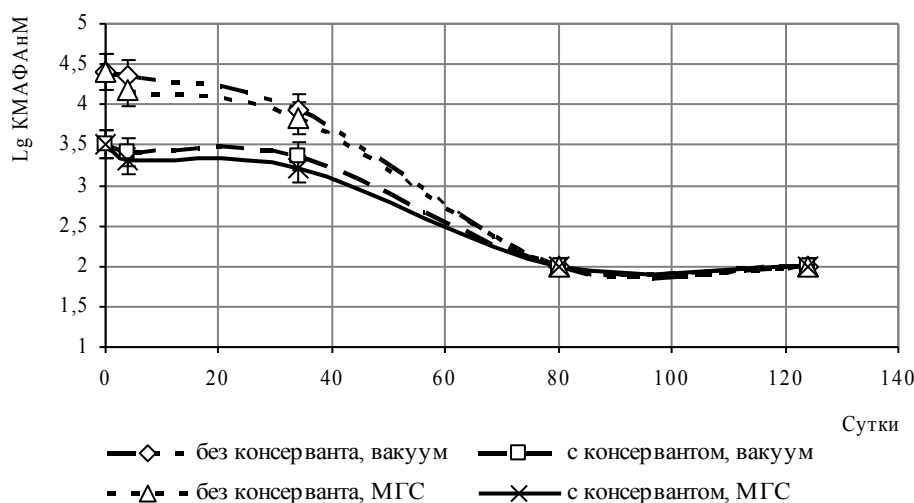


Рис. 8. Динамика изменения КМАФАнМ в процессе хранения образцов
 Fig. 8. Dynamics of changes in total microbial contamination during the samples storage

Использование модифицированной газовой среды оказало влияние на уровень общего микробного числа на начальном этапе хранения. Наиболее низкий уровень микробной обсемененности имели образцы, приготовленные с использованием консерванта и упакованные в МГС.

На протяжении всего периода хранения образцы с активностью воды 0,80 и ниже, упакованные в вакуум и с использованием МГС, по уровням дрожжевых клеток и плесневых грибов не превысили нормативных значений. Температура хранения оказывает заметное влияние на микробиологическую стабильность образцов с активностью воды 0,82÷0,85, упакованных в условиях вакуума (рис. 9).

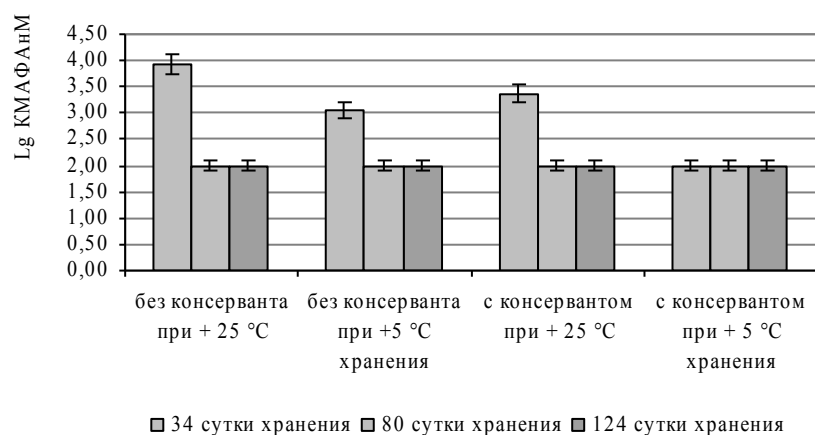


Рис. 9. Динамика изменения КМАФАнМ в процессе хранения образцов при двух температурных режимах +5 и +25 °С

Fig. 9. Dynamics of changes in total microbial contamination during the samples storage at two temperature regimes +5 and +25 °C

Пониженная температура хранения в сравнении с влиянием консерванта была более значимым барьерным фактором. Однако следует отметить, что на 124 сутки хранения произошло существенное изменение цвета образцов, хранившихся при +5 °С. Образцы стали тусклого светло-песочного цвета, в то время как образцы, хранившиеся при +25 °С, имели яркий насыщенный светло-коричневый цвет, что, вероятно, связано с различной скоростью гидролитических процессов.

Заключение

На основании дегустационных и физико-химических анализов установлено, что для получения соленой рыбной продукции с промежуточной влажностью высокого органолептического качества параметры готовых изделий должны находиться в диапазонах активности воды $0,730 \div 0,865$ и влажности $29,0 \div 44,0$ %.

Использование консерванта сорбата калия позволило стабилизировать уровень микробиологической обсемененности изделий только на этапе обезвоживания. В процессе хранения готовой продукции наиболее эффективным предотвращением микробиологической порчи явилось регулирование значений показателя «активность воды» при верхнем предельном уровне не более 0,865.

Различия в изменениях липидных веществ готовой продукции, упакованной в полимерные пакеты с вакуумом и модифицированной газовой средой (МГС), незначительны.

Список литературы

Артюхова С.А. [и др.]. Технология продуктов из гидробионтов / Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М. // под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. Москва: Колос, 2001. 496 с.

[Barbosa-Cánovas G.V.](#) [et al.]. Water activity in foods: fundamentals and applications / [Barbosa-Cánovas G.V.](#), Fontana A.J., Schmidt S.J., Labuza T.P. // Blackwell Publishing and Institute of Food Technologists, 2007. 405 p.

FDA, 2001. Pathogen growth & toxin formation as a result of inadequate drying. Chapter 14 // In Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance, 3 ed., p. 191–200. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC.

Jay J.M. Intrinsic and extrinsic parameters of foods that affect microbial growth // Modern Food Microbiology. – Fourth Edition. – NY: Chapman and Hall, 1992. P. 38–62.

Scott W.J. Water relations of food spoilage microorganisms // Advances in Food Research, 1957. Vol. 7. P. 83–127.