7. Ghasemzadeh H. R., Humburg D. Using fan nozzles with adjustable spray angle on long rods // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2016. Vol. 18. P. 80-92.

8. Methods and applications of new technologies used for reducing of chemical usage and controlling of pests (a review) / M. A. Ebrahimi, M. H. Khoshtaghazal, S. Minaei, B. Jamshidi // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 144-154.

9. Resource-saving method of chemical treatment of tilled crops / I. B. Borisenko, A. S. Ovchinnikov, M. V. Meznikova, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, A. F. Rogachev, E. I. Ulybina // *Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019. V. 341. 012092.

10. Strip-till technology – a method for uniformity in the emergence and plant growth of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) in different environmental conditions of Northern Poland / I. Jaskulska, L. Gałęzewski, M. Piekarczyk, D. Jaskulski // *Italian Journal of Agronomy*. 2018. № 13 (3). P. 194-199.

11. The ways to reduce chemical fertilizer input and increase fertilizer use efficiency in Maize in Northeast China / M. Hua [et al.] // *Scientia Agricultura Sinica*. 2018. № 51(14). P. 2758-2770.

Author's information

Borisenko Ivan Borisovich - Honored inventor of the Russian Federation, Dr. of Technical Sciences, Senior Research Scientist of the Department "Farming and Agrochemistry" of FSBEI HE Volgograd SAU. (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Chief Researcher, Professor, tel. +7 (8442) 41-12-48. E-mail: borisenivan@yandex.ru

Skripkin Dmitry Vladimirovich, researcher of "Research Institute for Advanced Innovation and Research in the Agroindustrial Complex" of the FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Candidate of Technical Sciences, tel. +7(8442) 41-15-10. E-mail: umka525@mail.ru

Meznikova Marina Viktorovna, Senior Researcher of "Research Institute for Advanced Innovations and Research in the Agroindustrial Complex" of the of the FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Candidate of Technical Sciences, tel. +7 (8442) 41-12-48.

Bobrikov Dmitry Vladimirovich, Graduate student of the department "Farming and agrochemistry" FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, 26 Universitetsky Avenue)

Информация об авторах

Борисенко Иван Борисович, Заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник кафедры «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), главный научный сотрудник, Профессор, тел. +7 (8442) 41-12-48. E-mail: borisenivan@yandex.ru

Скрипкин Дмитрий Владимирович, научный сотрудник «НИИ перспективных инноваций и исследований в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), кандидат технических наук, тел. +7(8442) 41-15-10. E-mail: umka525@mail.ru

Мезникова Марина Викторовна, старший научный сотрудник «НИИ перспективных инноваций и исследований в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), кандидат технических наук тел. +7 (8442) 41-12-48.

Бобриков Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры "Земледелие и агрохимия" ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-34

STUDY OF THE EFFECT OF CARBON DIOXIDE ON REDUCING MOISTURE LOSS DURING COLD STORAGE OF SMOKED FISH

E.N. Neverov, I.A. Korotkiy, P.S. Korotkih,
O.A. Neverova, L.A. Proskuryakova

Kemerovo State University, Kemerovo

Received 23.06.2021

Submitted 25.08.2021

Abstract

Introduction. When storing smoked fish, there is a loss of mass, the so-called «shrinkage» or «shrinkage», which occurs due to the loss of moisture in the product, which leads to significant weight losses of fish and fish products during trade. **Object.** The purpose of this work is to study the effect of carbon

dioxide on the shrinkage of smoked fish and to develop a technical solution for the implementation of the technology with the use of CO₂ in the fish trade. As the studied samples, we use mackerel, flounder and crucian carp. **Materials and methods.** To conduct experimental studies, a refrigerator for storing and trading smoked fish in a carbon dioxide environment was developed. The developed refrigerating chamber with the installed measuring complex allows you to control the shrinkage of cold-smoked fish during its storage. **Results and conclusions.** The studies were carried out in two versions: storing fish in a chamber under traditional conditions and with the addition of carbon dioxide (CO₂) to the refrigerator. The use of a carbon dioxide gas environment during the storage of smoked fish leads to an increase in the moisture-retaining ability of fish compared to the traditional method of storage. In the proposed method of storage in a cold gas environment with CO₂, the shrinkage of fish is reduced. Carbon dioxide penetrating into the tissues of the product is capable of hydration with the formation of carbon dioxide, bicarbonates and carbonate ions. The latter bind water molecules well in the hydrate shell due to positive hydration, which slows down the processes of hydrolysis and oxidation of lipids inside the subcutaneous layer and preserves the moisture-retaining ability of tissues. Thus, the use of carbon dioxide in the storage of smoked fish reduces weight loss and does not affect the appearance of the fish. There are no signs of spoilage and discoloration of the fish. The gas environment carbon dioxide does not affect the taste qualities of smoked fish meat, which is also of great importance.

Key words: smoked fish, storage, «shrinkage», carbon dioxide.

Citation. Neverov E. N., Korotkiy I. A., Korotkih P. S., Neverova O. A., Proskuryakova L. A. Study of the effect of carbon dioxide on reducing moisture loss during cold storage of smoked fish. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3 (63). 327-337 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-34.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 641.664

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА СНИЖЕНИЕ ПОТЕРИ ВЛАГИ ПРИ ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ КОПЧЕНОЙ РЫБЫ

Е. Н. Неверов, доктор технических наук, профессор

И. А. Короткий, доктор технических наук, профессор

П. С. Коротких, аспирант

О. А. Неверова, доктор технических наук, профессор

Л. А. Проскурякова, доктор технических наук, профессор

¹ ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Дата поступления в редакцию 23.06.2021

Дата принятия к печати 25.08.2021

Актуальность. При хранении копченой рыбы происходит потеря массы, так называемая «усадка» или «усушка», которая возникает из-за потери влаги в продукте, что приводит к существенным потерям массы рыбы и рыбной продукции при торговле. **Объект.** Целью данной работы является исследование влияния диоксида углерода на усушку копченой рыбы и разработка технического решения реализации технологии с применением CO₂ при торговле рыбой. В качестве исследуемых образцов используем скумбрию, камбалу и карася. **Материалы и методы.** Для проведения экспериментальных исследований была разработана холодильная камера для хранения и торговли копченой рыбой в среде диоксида углерода. Разработанная холодильная камера с установленным измерительным комплексом позволяет контролировать усушку рыбы холодного копчения при ее хранении. **Результаты и выводы.** Исследования проведены в двух вариантах: хранение рыбы в камере при традиционных условиях и с добавлением в холодильную камеру диоксида углерода (CO₂). При хранении копченой рыбы использование газовой среды на основе углекислого газа позволяет повысить влагоудерживающую способность продукта по сравнению с традиционными способами хранения рыбы. При использовании в торговых сетях разработанной технологии хранения рыбы в газовой среде CO₂ усушка рыбы

значительно снижается, проникающий газообразный диоксид углерода в ткани рыбы вызывает гидратацию с получением уголекислоты, гидрокарбонатов и карбонат-ионов. В свою очередь, карбонат-ионы образуют связь молекулы воды в гидратной оболочке посредством положительной гидратации, это позволяет замедлить процессы гидролиза и окисления липидов в подкожном слое и обеспечить влагоудерживающую способность тканей рыбы, что в итоге приводит к снижению потери влаги готового продукта. Таким образом, применение диоксида углерода при хранении копченой рыбы снижает потери массы и не ухудшает ее внешнего вида. При этом каких-либо показателей изменения качества рыбы, а также изменения цвета рыбы нет. Применение газообразной среды CO₂ не оказывает влияния на вкусовые характеристики мяса копченой рыбы, что также имеет большое значение.

Ключевые слова: копченая рыба, хранение рыбы копченой, холодильное хранение рыбы, диоксид углерода.

Цитирование. Неверов Е. Н., Короткий И. А., Коротких П. С., Неверова О. А., Проскурякова Л. А. Исследование влияния диоксида углерода на снижение потери влаги при холодильном хранении копченой рыбы. *Известия НВ АУК*. 2021. 3 (63). 327-337. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-34.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Большое количество различных видов пищевых продуктов является, как правило, скоропортящимися. Для длительного сохранения качества пищевых продуктов их размещают в холодильных камерах, где поддерживают нормируемую температуру, позволяющую предотвратить развитие микроорганизмов. Но существует ряд проблем при хранении определенных видов товаров. Так, при хранении копченой рыбы происходит потеря массы, так называемая «усадка» или «усушка», которая возникает из-за потери влаги в продукте, что приводит к существенным потерям массы рыбы и рыбной продукции при торговле [1, 2, 10].

При хранении копченой рыбы коэффициент «усадки» в среднем для разных видов рыбы может составлять: вобла – 26,7 %, лещ – 20,0 %, каспийская сельдь – 21,4 % от массы готовой соленой рыбы. Разность в размере потерь массы рыбы в процессе копчения очень сильно зависит от размера навески рыбы в подаваемой партии. При засолке масса соленой воблы возрастает в среднем на 11,8 %, леща – около 13,1 %, а сельди каспийской – на 9,4 %. Снижение массы рыбы при сушке происходит в процентном соотношении в среднем: воблы – 10,4 %, леща – 7,6, а каспийской сельди – 11,6 % (от общей массы соленой рыбы). 40 % от общей потери массы приходится на мясо, а остальные 60 % – на несъедобные части (голова, субпродукты, кожа, кости, плавники). В мясе соленой рыбы находятся бромированные вещества, определяемые как фенолы, массой от 6 до 14 мг на 100 г сухого вещества. В процессе копчения объем фенолов в мясе копченой рыбы возрастает до 2-3 раз. Между степенью копчения рыбы, определяемой органолептически, и содержанием фенолов в мясе существует соответствие. Мясо обычной копченой рыбы обладает 20-35 мг, а слегка копченой – 20 мг фенола и меньше на 100 г сухого вещества. Во время копчения происходит частичное расщепление белков мяса рыбы, что свидетельствует об увеличении количества небелкового и аминокислотного азота в рыбе после копчения (в 1,5-1,8 раза) [5, 9, 10, 14].

В соответствии со стандартами гигиены, трехдневный период хранения рыбы горячего копчения в настоящее время является обязательным, но срок хранения такой рыбы без изменения качества гораздо больше. Если рыба горячего копчения произведе-

на в соответствии с требованиями технических условий, то срок ее реализации будет увеличен. Также на продолжительность хранения рыбы в охлажденном состоянии в торговой сети, транспортных средствах и бытовых холодильниках существенно влияет температура хранения, которая лежит в диапазоне от минус 2 до 2 °С [3, 6, 7, 11].

Кроме того, для увеличения сроков хранения копченую рыбу подвергают замораживанию до минус 30 °С и при данной температуре производят ее транспортировку, хранение, и реализация производится в течение 30 суток. Перед реализацией для сохранения качества рыбы обязательно производят медленное оттаивание с температурой среды, не превышающей 8 °С. Также при хранении копченой рыбы относительная влажность воздуха должна находиться в пределах 70–80 %, увеличение относительной влажности до 90 % (допускается при хранении замороженной рыбы), что снижает потерю массы рыбы, которая связана с испарением влаги в виде естественной убыли [4, 15].

Во время хранения копченой рыбы необходимо регулярно производить контроль чистоты воздуха в холодильных камерах, рыба при загрузке в камеру должна проходить контроль на предмет заражения плесенью, т.к. данный продукт очень сильно подвержен этому. Еще один немаловажный процесс, который часто встречается при длительном хранении копченой рыбы, это окисление жира, который в итоге ухудшает вкус и запах, а также приводит к существенным потерям продукта за счет усушки [11].

При хранении копченой рыбы способов борьбы с усушкой, реализуемых на практике, не так и много, в большинстве случаев используют различные виды упаковки: полиэтиленовый пакет, вакуумную упаковку, повышают до предельных значений влажность в камерах. Но эти методы не обеспечивают существенного снижения усушки продукта, а приводят к удорожанию реализуемой рыбы и сложности реализации на практике [9, 13, 16].

Материалы и методы. Целью данной работы является исследование влияния диоксида углерода на усушку копченой рыбы и разработка технического решения реализации технологии с применением CO_2 при торговле рыбой.

В городе Кемерово были проведены маркетинговые исследования в торговых точках с копченой рыбой. Наибольшим спросом пользуется и соответственно реализуется в торговых точках рыба следующих видов: скумбрия, камбала, карась, горбуша, кета, мойва, щука и др.

В качестве исследуемых образцов используем скумбрию, камбалу и карася.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана холодильная камера для хранения и торговли копченой рыбой в среде диоксида углерода. Схема холодильной камеры представлена на рисунке 1.

Холодильная камера представляет собой теплоизолированный объем (8). Внутренний объем холодильной камеры имеет секцию обшивки, которая выполнена из нержавеющей стали, а наружная изготовлена из листового алюминия. В пространстве между обшивками размещен теплоизоляционный материал с низким коэффициентом теплопроводности. В верхней части холодильной камеры установлена дверь (9). Рыба укладывается в специальный решетчатый ящик (5), установленный на профильных уголках. Холодильная камера установлена на станине (10).

Подача диоксида углерода происходит непосредственно в контейнер (12) с помощью привода из бункера (15) в виде прессованных цилиндров (таблеток) (13). Механическая заслонка перемещается по роликам при помощи шагового двигателя. В камере установлен измеритель концентрации углекислого газа модели DT – 802 (6), в момент падения концентрации CO_2 подается сигнал на приборную панель (14), после чего происходит открытие заслонки (11) и таблетка с прессованным диоксидом углерода

подается по желобу (16) непосредственно в контейнер (12), размещенный в камере хранения. Время сублимации диоксида углерода зависит от загрузки камеры и температуры, поддерживаемой в охлаждаемом объеме [8, 12].

Термодатчик (4) регулирует интенсивность охлаждения и поддержание определенной температуры в охлаждаемом объеме. Если термодатчик (4) фиксирует температуру ниже установленной, то подает сигнал на контроллер (7) и компрессор (3) отключается.

В данной установке применяется фреоновая (R404a) схема. К основным элементам относят: поршневой компрессор (3), испаритель (1), конденсатор (2), дроссельный элемент.

Рисунок 1 – Холодильная камера для хранения и торговли рыбой

Figure 1 – Refrigerator for storing and trading fish

В измерительный комплекс входят следующие элементы: весы лабораторные (m-er 123 acf «sensomatic» tft) с погрешностью измерения $\pm 0,05$ гр., измеритель концентрации углекислого газа в воздухе DT-802 с погрешностью гр. ± 75 ppm, регистратор температуры и влажности DT-172, точность измерения температуры в диапазоне $-10 \dots 40$ °C составляет ± 1 °C, а измерения влажности в диапазоне $60 \dots 80$ % RH составляет $\pm 3,5$ % RH.

Разработанная холодильная камера с установленным измерительным комплексом позволяет контролировать усушку рыбы холодного копчения при ее хранении.

Результаты и обсуждение. Исследования проведены в двух вариантах: хранение рыбы в камере при традиционных условиях и с добавлением в холодильную камеру диоксида углерода (CO₂) [13].

Первая серия экспериментов была проведена без подачи диоксида углерода в камеру.

Перед началом проведения эксперимента холодильная камера выводится на стационарный режим работы, который поддерживается в течение всего периода хранения копченой рыбы. Температура в камере составила 2±2 °С, относительная влажность – на уровне 70 %.

В холодильную камеру загружается рыба холодного копчения 3-х видов (скупбрия, карась, камбала). Перед началом эксперимента масса рыбы составила: скупбрия – 333±0,1 г, карась – 154±0,1 г, камбала – 242±0,1 г.

В таблице 1 представлены изменения массы рыбы в течение десяти суток хранения.

Таблица 1 – Изменение массы рыбы в течение десяти суток хранения

Table 1 – Change in fish weight during ten days of storage

Продолжительность хранения рыбы холодного копчения, (сут.) / Duration cold smoked fish storage, (day)	Масса рыбы (г) / Fish mass (g)		
	Скупбрия / Mackerel	Карась / Carp	Камбала / Flounder
1	333±0.1	154±0.1	242±0.1
2	329±0.1	151±0.1	235±0.1
3	326±0.1	149±0.1	224±0.1
4	326±0.1	145±0.1	217±0.1
5	325±0.1	144±0.1	209±0.1
6	319±0.1	140±0.1	200±0.1
7	317±0.1	138±0.1	191±0.1
8	315±0.1	136±0.1	183±0.1
9	313±0.1	134±0.1	175±0.1
10	311±0.1	131±0.1	166±0.1

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что потеря массы скупбрии в первые сутки хранения составила 4 грамма (1,2 %), а на третьи сутки снизилась на 3 грамма и общая потеря рыбы составила 2,1 %, после чего до пятых суток существенных изменений не происходило, на шестые сутки вес скупбрии составил 319 г, что составило 4,2 %, в течение последующих четырех суток масса скупбрии уменьшалась каждый день в среднем на 3 грамма. Таким образом, в течение десяти суток скупбрия потеряла 22 грамма, или около 6,6 %.

Во время первых суток хранения потери массы скупбрии наиболее существенны, что можно связать с максимальной разностью температур воздуха в холодильной камере и рыбой, также существенное влияние оказывает то, что мономолекулярный слой более прочно адсорбируется на поверхности рыбы, это так называемая свободная вода. Увеличение влаги на поверхностных слоях продукта приводит соответственно к увеличению усушки. На конечном этапе хранения рыбы происходит снижение интенсивности потери массы, что связано с потерей влаги уже от внутренних слоев рыбы и потерей связанной воды [11].

Карась в течение первых двух суток терял по 3 грамма каждый день, порядка 1,9 %, на третьи сутки потеря массы составила 4 грамма (2,5 %), на четвертые сутки значительных потерь не возникло, начиная с шестых суток и до окончания процесса хранения потеря в массе карася стабильно составила 2 грамма каждый день. Таким образом, общая масса потери составила 23 г за весь период это около 15 %.

У камбалы в первые сутки потеря массы составила 7 граммов, это порядка 2,9 %, что значительно больше, чем у других видов копченой рыбы, в последующие дни вес камбалы уменьшался каждый день на 9 граммов (3,7 %). Общая потеря массы камбалы в течение всего времени хранения составила 76 граммов, что в процентах за 10 суток хранения составило около 31 %, что весьма существенно. Причиной такой существенной потери массы копченой камбалы и скумбрии является их высокая жирность и количество влаги, которой в тканях мяса данных видов рыбы больше, чем у карася, также данное явление можно связать с тем, что морская вода, находящаяся в мясе рыбы (йодированная вода) из-за наличия солей испаряется гораздо интенсивней, а так же камбала была потрошённой, что привело к увеличению поверхности тепло- и влагообмена, причем не только с внешней поверхности, но и с внутренней поверхности рыбы.

Значительно на потерю влаги рыбы оказывает ее жирность, жирные рыбы содержат меньше влаги, чем тощие. Таким образом, карась относится к менее жирной рыбе и соответственно потери его массы в процессе хранения снижаются по сравнению с другими видами исследуемых рыб.

Следующая группа исследований по хранению копченой рыбы проведена с использованием диоксида углерода. Принцип работы холодильной камеры для хранения и торговли рыбой представлен на рисунке 1.

Рыба, используемая в исследованиях, таких же видов, что и в предыдущей группе исследований, но в этот раз в камеру помещается диоксид углерода и датчик для контроля концентрации CO_2 .

Перед началом эксперимента холодильная камера была выведена на стационарный режим работы, который характеризуется постоянной влажностью 70 % и температурой 2 ± 2 °C, а также концентрацией диоксида углерода, в случае когда концентрация CO_2 падает, прессованный диоксид углерода автоматически подаётся через жёлоб из бункера в контейнер (12).

Масса рыбы холодного копчения перед загрузкой в камеру для хранения составила: скумбрия – $351 \pm 0,1$ г., карась – $163 \pm 0,1$ г., камбала – $143 \pm 0,1$ г.

В таблице 2 показано снижение массы рыбы в течение 10 суток хранения с поддержанием в холодильной камере газовой углекислотной среды.

Таблица 2 – Изменение массы рыбы в течение 10 суток хранения с поддержанием в холодильной камере газовой углекислотной среды

Table 2 – The change in the mass of fish during 10 days of storage with the maintenance of a carbon dioxide gas environment in the refrigerator

Продолжительность хранения рыбы холодного копчения, (сут.) / Duration cold smoked fish storage, (day)	Масса рыбы (г) / Fish mass (g)		
	Скумбрия Mackerel	Карась Carp	Камбала Flounder
1	$351 \pm 0,1$	$163 \pm 0,1$	$143 \pm 0,1$
2	$341 \pm 0,1$	$159 \pm 0,1$	$137 \pm 0,1$
3	$341 \pm 0,1$	$157 \pm 0,1$	$134 \pm 0,1$
4	$340,5 \pm 0,1$	$155 \pm 0,1$	$130 \pm 0,1$
5	$340 \pm 0,1$	$153 \pm 0,1$	$128 \pm 0,1$
6	$339 \pm 0,1$	$152 \pm 0,1$	$123 \pm 0,1$
7	$338 \pm 0,1$	$151 \pm 0,1$	$119 \pm 0,1$
8	$339 \pm 0,1$	$148 \pm 0,1$	$115 \pm 0,1$
9	$335 \pm 0,1$	$145 \pm 0,1$	$112 \pm 0,1$
10	$334 \pm 0,1$	$143 \pm 0,1$	$108 \pm 0,1$

Анализ полученных данных (таблица 2) показывает, что потеря массы скумбрии в первые сутки составила 10 граммов (2,8 %), в последующие восемь суток масса рыбы уменьшалась в среднем по 1 грамму в сутки, а на девятые сутки потеря массы составила 4 грамма и далее опять около 1 грамма. Таким образом, в течение десяти суток хранения скумбрия холодного копчения потеряла 17 граммов, что составляет 4,8 %.

Карась же в свою очередь в течение всего эксперимента (10 суток) терял от 1 до 4 граммов ($0,6 \div 2,4$ %) каждые сутки и потеря массы на десятые сутки составила 20 граммов, или 12 %.

У камбалы в первые сутки потеря массы составила 6 граммов (4,2 %). Далее темп потери влаги был снижен, на вторые и третьи сутки усушка составила 4 грамма, а на четвертые сутки – 2 грамма. Затем на пятые сутки произошло увеличение потери массы рыбы и составило 5 граммов, после чего потеря влаги стабилизировалась и составляла не более 4 граммов (2,5 %). Общая потеря массы камбалы холодного копчения в течение всего периода хранения составила 35 граммов (24,4 %). Причина такой потери влаги описана выше, но применение CO_2 позволяет уменьшить потери влаги с поверхности рыбы.

В предлагаемом способе усушка копченой рыбы проходит более равномерно и менее интенсивно, даже для рыбы с высокой жирностью и влагосодержанием. При этом процесс холодильного хранения копченой рыбы реализуется путем воздействия на продукт холодной газовой среды диоксида углерода. В данном случае при хранении рыбы происходит вытеснение кислорода из камеры хранения сублимирующим диоксидом углерода. В этих условиях, образуется газовая среда с высокой концентрацией CO_2 . При хранении копченой рыбы в данной среде с низкой концентрацией кислорода и высокой CO_2 позволяет использовать антисептические свойства диоксида углерода, который поддерживает в животных тканях метаболизм веществ на достаточно низком уровне, что обеспечивает снижение развития патогенной микрофлоры и, тем самым, увеличивает срок хранения пищевого продукта более чем в два раза.

При хранении копченой рыбы использование газовой среды на основе углекислого газа позволяет повысить влагоудерживающую способность продукта относительно традиционных способов хранения рыбы. При использовании в торговых сетях разработанной технологии хранения рыбы в газовой среде CO_2 усушка рыбы значительно снижается, проникающий газообразный диоксид углерода в ткани рыбы вызывает гидратацию с получением углекислоты, гидрокарбонатов и карбонат-ионов. В свою очередь карбонат-ионы образуют связь молекулы воды в гидратной оболочке по средствам положительной гидратации, это позволяет замедлить процессы гидролиза и окисления липидов в подкожном слое и обеспечить влагоудерживающую способность тканей рыбы, что в итоге приводит к снижению потери влаги готового продукта.

Выводы. Таким образом, применение диоксида углерода при хранении копченой рыбы снижает потери массы и не ухудшает ее внешнего вида. При этом каких-либо показателей изменения качества рыбы, а также изменений цвета рыбы нет. Применение газообразной среды CO_2 не оказывает влияния на вкусовые характеристики мяса копченой рыбы, что также имеет большое значение.

Библиографический список

1. Влияние ультразвукового воздействия на интенсивность процесса посола рыбного сырья / В. В. Садовой [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10. С. 212-217.
2. Использование пленок, обогащенных антоциановым пигментом, в качестве индикатора свежести рыбного фарша / Н. Ю. Чеснокова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 2. С. 349–362.

3. Неверов Е. Н. Анализ способов охлаждения неразделанной рыбы диоксидом углерода // Вестник Международной академии холода. 2018. № 2. С. 55-60.
4. Неверов Е. Н., Коротких П. С., Салищева О. В. Методы совершенствования технологии хранения сушено-вяленой рыбы // Вестник КрасГАУ. 2019. № 3. С. 175-181.
5. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on microbiological properties of cold-smoked trout / J. Dordević [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 85 (1). 012084.
6. Effect of supercritical CO₂ plant extract and berry press cakes on stability and consumer acceptance of frozen Baltic herring (*Clupea harengus membras*) mince / A. Damerau [et al.] // Food Chemistry. 2020. V. 332. # 127385.
7. Kuwahara Yu. T., Ohno S. Recycling salmon meat by decontamination under mild conditions using high-pressure carbon dioxide // Waste Management. 2021. V. 124. P. 102-109.
8. Li P., Mei J., Xie J. Chitosan-sodium alginate bioactive coatings containing ϵ -polylysine combined with high CO₂ modified atmosphere packaging inhibit myofibril oxidation and degradation of farmed pufferfish (*Takifugu obscurus*) during cold storage // LWT. 2021. V. 140. № 110652.
9. Mireles Dewitt C. A., Oliveira A. C. M. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products // *Foods*. 2016. V. 5 (3). Art. no. 48. Pp. 1-27.
10. Mohan C. O. A., Ravishankar C. N. Active and intelligent packaging systems-application in seafood // World Journal of Aquaculture Research and Development. 2019. Vol. 1. № 1. P. 010-016.
11. Nguyen T.-B., Nguyen T.-H., Chung W.-Y. Battery-free and noninvasive estimation of food pH and CO₂ concentration for food monitoring based on pressure measurement // *Sensors* (Switzerland). 2020. V. 20 (20). No. 5853. P. 1-12.
12. Rode T. M., Rotabakk B. T. Extending shelf life of desalted cod by high pressure processing // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2021. V. 69. № 102476.
13. Studying the sublimation of carbon dioxide / E. N. Neverov, I. A. Korotkiy, E. V. Korotkaya, A. N. Rashchepkin // *Periodico Tche Quimica*. 2021. V. 18. №37. P. 1-12.
14. Szabo E. A., Cahill M. E. Nisin and ALTA(TM) 2341 inhibit the growth of *Listeria monocytogenes* on smoked salmon packaged under vacuum or 100% CO₂ // *Letters in Applied Microbiology*. 2019. V. 28 (5). P. 373-377.
15. The design of the device for the solid carbon dioxide production / E. N. Neverov, I. A. Korotkiy, A. N. Rashchepkin, M. I. Ibragimov, A. N. Grinyuk // *IOP: Materials Science and Engineering*, 2020.
16. Zand N., Mohammadi A. S., Eshaghi M. R. Effect of modified atmosphere packaging and multi-layer flexible films on sensory evaluation of smoked kutum fish (*Rutilus frisii kutum*) // *Der Pharma Chemica*. 2016. V. 8 (19). P. 600-607.

Conclusions. Thus, the use of carbon dioxide in the storage of smoked fish reduces weight loss and does not affect the appearance of the fish. There are no signs of spoilage and discoloration of the fish. The gas environment carbon dioxide does not affect the taste qualities of smoked fish meat, which is also of great importance.

Reference

1. Influence of ultrasonic influence on the intensity of the salting process of fish raw materials / V. V. Sadovoy [et al.] // *Bulletin of KrasGAU*. 2020. No. 10. P. 212–217.
2. Use of films enriched with anthocyanin pigment as an indicator of freshness of fish mince / N. Yu. Chesnokova [et al.] // *Technics and technology of food production*. 2021. V. 51. No. 2. P. 349–362.
3. Neverov E. N. Analysis of methods for cooling uncut fish with carbon dioxide // *Bulletin of the International Academy of Cold*. 2018. No. 2. P. 55-60.
4. Neverov E.N., Korotkikh P. S., Salishcheva O. V. Methods for improving the storage technology of dried-dried fish // *Bulletin of KrasGAU*. 2019. No. 3. P. 175-181.

5. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on microbiological properties of cold-smoked trout / J. Dordević [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 85 (1). 012084.
6. Effect of supercritical CO₂ plant extract and berry press cakes on stability and consumer acceptance of frozen Baltic herring (*Clupea harengus membras*) mince / A. Damerau [et al.] // Food Chemistry. 2020. V. 332. # 127385.
7. Kuwahara Yu. T., Ohno S. Recycling salmon meat by decontamination under mild conditions using high-pressure carbon dioxide // Waste Management. 2021. V. 124. P. 102-109.
8. Li P., Mei J., Xie J. Chitosan-sodium alginate bioactive coatings containing ϵ -polylysine combined with high CO₂ modified atmosphere packaging inhibit myofibril oxidation and degradation of farmed pufferfish (*Takifugu obscurus*) during cold storage // LWT. 2021. V. 140. № 110652.
9. Mireles Dewitt C. A., Oliveira A. C. M. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products // *Foods*. 2016. V. 5 (3). Art. no. 48. Pp. 1-27.
10. Mohan C. O. A., Ravishankar C. N. Active and intelligent packaging systems-application in seafood // World Journal of Aquaculture Research and Development. 2019. Vol. 1. № 1. P. 010-016.
11. Nguyen T.-B., Nguyen T.-H., Chung W.-Y. Battery-free and noninvasive estimation of food pH and CO₂ concentration for food monitoring based on pressure measurement // *Sensors* (Switzerland). 2020. V. 20 (20). No. 5853. P. 1-12.
12. Rode T. M., Rotabakk B. T. Extending shelf life of desalted cod by high pressure processing // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2021. V. 69. № 102476.
13. Studying the sublimation of carbon dioxide / E. N. Neverov, I. A. Korotkiy, E. V. Korotkaya, A. N. Rashchepkin // *Periodico Tche Quimica*. 2021. V. 18. №37. P. 1-12.
14. Szabo E. A., Cahill M. E. Nisin and ALTA(TM) 2341 inhibit the growth of *Listeria monocytogenes* on smoked salmon packaged under vacuum or 100% CO₂ // *Letters in Applied Microbiology*. 2019. V. 28 (5). P. 373-377.
15. The design of the device for the solid carbon dioxide production / E. N. Neverov, I. A. Korotkiy, A. N. Rashchepkin, M. I. Ibragimov, A. N. Grinyuk // *IOP: Materials Science and Engineering*, 2020.
16. Zand N., Mohammadi A. S., Eshaghi M. R. Effect of modified atmosphere packaging and multi-layer flexible films on sensory evaluation of smoked kutum fish (*Rutilus frisii kutum*) // *Der Pharma Chemica*. 2016. V. 8 (19). P. 600-607.

Authors Information

Neverov Evgeniy Nikolayevich, Professor of the Department of Heating and Cooling Engineering of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (RF, 650043, Kemerovo, Krasnaya str., 6), Doctor of Technical Sciences, tel. 89235215385, e-mail: neverov42@mail.ru

Korotkiy Igor Alekseevich, Head of the Department of Heating and Cooling Engineering of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University», (RF, 650043, Kemerovo, Krasnaya st., 6), Doctor of Technical Sciences, tel. 7 (3842) 39-68-70, e-mail: krot69@mail.ru

Korotkih Pavel Sergeevich, Assistant of the Department of Heating and Cooling Engineering of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (RF, 650043, Kemerovo, Krasnaya st., 6), tel. 89059124022, e-mail: korotkix42@gmail.com

Neverova Olga Alexandrovna, Director of the Institute of Biology, Ecology and Natural Resources of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (RF, 650043, Kemerovo, Krasnaya str., 6), Doctor of Technical Sciences, tel. 8923600-73-67, e-mail: nev11@yandex.ru

Proskuryakova Larisa Alexandrovna, Professor of the Department of Psychology and General Pedagogy of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (RF, 650043, Kemerovo, Krasnaya str., 6), Doctor of Technical Sciences, tel. 8913079-90-42, e-mail: loral@yandex.ru

Информация об авторах

Неверов Евгений Николаевич, заведующий кафедрой техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (РФ, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6), доктор технических наук, тел. 89235215385, e-mail: neverov42@mail.ru

Короткий Игорь Алексеевич, заведующий кафедрой теплотехники ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (РФ, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6), доктор технических наук, тел. 7 (3842) 39-68-70, e-mail: krot69@mail.ru

Коротких Павел Сергеевич, ассистент кафедры теплотехники ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (РФ, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6), тел. 89059124022, e-mail: korotkix42@gmail.com

Неверова Ольга Александровна, директор института «Биологии, экологии и природных ресурсов» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (РФ, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6), доктор технических наук, тел. 8923600-73-67, e-mail: nev11@yandex.ru

Проскурякова Лариса Александровна, профессор кафедры «Психология и общая педагогика» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», (РФ, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6), доктор технических наук, тел. 8913079-90-42 e-mail: lora-al@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-35

SELECTION PROCEDURE FOR SUNFLOWER CLEANERS ON GRAIN CLEANING MACHINES

**D. A. Nekhoroshev, D. D. Nekhoroshev,
I.V Kuznetsov, N. D. Nekhoroshev**

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 29.04.2021

Submitted 20.08.2021

Summary

Harvesting of grain and industrial crops is carried out by combine harvesters equipped with threshing devices of beater and rotary type, which grind the grain mass, consisting of straw and ears. At the same time, a heap of grain threshed by a combine harvester includes grains of the main crop, as well as weed seeds and grain impurities, which affect the processing process, preparing grain for storage and obtaining seeds. Grain admixture contains damaged, broken, sprouted, shriveled, crushed, pest-eaten and unripe grains. The weed admixture is subdivided into mineral (lumps of soil and sand) and organic (ears, chaff, leaves, stems). Along with the above, it is necessary to highlight the harmful admixture, which is in the heap, dangerous to human and domestic animal health (seeds of poisonous plants). The presence of weeds in the grain heap is controlled by the standard. Grain that does not meet the standards cannot be used for food purposes and for harvesting seeds without preliminary cleaning. Sometimes the primary cleaning of the grain heap is also required in the case when the presence of trash impurities is less than established by the standard. The beginning of cleaning the threshed grain heap begins even in the process of harvesting on the screen of a combine harvester. Therefore, in fields not clogged with weeds, the correct technological adjustment of the threshing apparatus allows you to eliminate the presence of crushed and crushed grains, and the adjustment of the air flow of the fan will allow you to separate light organic impurities (chaff, awn, leaves). When harvesting fields clogged with weeds, it is not always possible to remove impurities and obtain grain of good quality; in such cases, grain cleaning machines are used to obtain grain of the appropriate standards.

Keywords: grain weight, a pile of grain, graincleaning machines, sieves, coefficient of friction, grating mill.

Citation. Nekhoroshev D.A., Nekhoroshev D.D., Kuznetsov I.V., Nekhoroshev N.D. Selection procedure for sunflower cleaners on grain cleaning machines. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3 (63) 337-343 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-35.

Auhor's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of tfis paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.