Оригинальная статья / Original article

https://doi.org/10.21869/2223-1528-2022-12-3-169-183

CC BY 4.0

# Оценка качества мяса курицы измерением pH и электропроводности его водного экстракта

**С. Д. Пожидаева[1] ✉, К. Ф. Янкив[1], Т. А. Задубровская[1], Ю. А. Миргород[1]**

[1] Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru

## Резюме

***Цель*** *– исследовать возможность оценки качества охлажденного мяса курицы простыми методами для выявления нарушений условий хранения и замены процесса охлаждения (при температуре от 0 до 4°С), в процессе которого цвет, вкус, запах, сочность сохраняются, но сокращается срок хранения на замораживание (температурный режим от –12°С до –18°С), сопровождающееся потерей вкуса мяса, изменением запаха, ухудшением структуры.*

***Методы:*** *аналитические электрохимические методы измерения pH и удельной электропроводности водного экстракта мяса в комплексе с органолептическим контролем и оценкой внешнего вида.*

***Результаты.*** *Исследовано влияние длительности нахождения охлажденного мяса в неблагоприятных для хранения условиях (26±1°С) на pH и электропроводность его водного экстракта. Установлено, что незначительное нарушение условий хранения и пребывания мяса курицы в таких условиях не сказывается на величине pH, его значение остаётся в диапазоне, характерном для качественного мяса. Выход за указанный интервал значений pH наблюдается только через сутки пребывания мяса при повышенных температурах.*

*В работе оценена возможность использования аналитических электрохимических методов для выявления замены охлаждения мяса замораживанием, проводимым с целью увеличения срока хранения охлажденного мяса.*

***Заключение.*** *Проведенные исследования показали, что для определения нарушений условий хранения охлажденного мяса курицы в течение трех часов при комнатной температуре использование измерения pH экстракта и его электропроводности неэффективно ввиду протекания процессов начального гниения и ослизнения в том же диапазоне pH и электропроводности. В целом использовать выбранные электрохимические методы анализа для контроля нарушения условий хранения малоэффективно без органолептического контроля.*

***Ключевые слова:*** *мясо курицы; водородный показатель; электропроводность; качество мяса; текстура; режим хранения.*

© Пожидаева С. Д., Янкив К. Ф., Задубровская Т. А., Миргород Ю. А., 2022

***Финансирование:*** *Работа выполнена в рамках работы над инженерной задачей ООО «ТК Мираторг» (Брянская область) профстажировки.РФ.*

***Конфликт интересов:*** *Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.*

***Для цитирования:*** Оценка качества мяса курицы измерением pH и электропроводности его водного экстракта / С. Д. Пожидаева, К. Ф. Янкив, Т. А. Задубровская, Ю. А. Миргород // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2022. Т. 12, № 3. С. 169–183. https://doi.org/10.21869/2223-1528-2022-12-3-169-183

*Поступила в редакцию 26.06.2022* *Подписана в печать 22.08.2022* *Опубликована 28.09.2022*

# About the Possibility of Using Electrochemical Analytical Methods for Control of Vlolations of the Conditions and Shelf Life of Chicken Meat

**Svetlana D. Pozhidaeva[1] ✉, Karina F. Yankiv[1], Tatiana A. Zadubrovskaya[1] Yuriy A. Mirgorod[1]**

[1] Southwest State University
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru

## Abstract

***Purpose*** *to investigate the possibility of assessing the quality of chilled chicken meat by simple methods to identify violations of storage conditions. Assessment of the possibility of replacing the cooling process (temperature from - 0 to 4°C), during which the color, taste, smell, juiciness are preserved, but the shelf life is reduced, by freezing (temperature regime from -12 to – 18°C), accompanied by loss of meat taste, odor change, deterioration of the structure.*

***Methods:*** *analytical electrochemical methods for measuring the pH and electrical conductivity of an aqueous extract of meat in combination with organoleptic control and evaluation of appearance.*

***Results.*** *The effect of the duration of the chilled meat in unfavorable storage conditions (26±1°C) on the pH and electrical conductivity of its aqueous extract is investigated. It was found that a slight violation of storage conditions and the presence of chicken meat in such conditions does not affect the pH value, its value remains in the range characteristic of high-quality meat. The output of the specified range of pH values is observed only after a day of meat at elevated temperatures.*

*In the paper the possibility of using analytical electrochemical methods to identify the replacement of meat cooling by freezing, carried out in order to increase the shelf life of chilled meat is evaluated.*

***Conclusion.*** *The conducted studies have shown that in order to determine violations of the storage conditions of chilled chicken meat for three hours at room temperature, the use of pH measurement of the extract and its electrical conductivity is not effective, due to the processes of initial rotting and sliming in the same range of pH and electrical conductivity. In general, it is ineffective to use the selected electrochemical methods of analysis to control violations of storage conditions without organoleptic control.*

***Keywords:*** *chicken meat; hydrogen index; meat quality; texture; storage; storage mode.*

***Funding:*** *The work was carried out as part of the work on the engineering task of LLC "TK Miratorg" (Bryansk region) professional training.RF.*

***Conflict of interest:*** *The authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.*

***For citation:*** Pozhidaeva S. D., Yankiv K. F., Zadubrovskaya T. A. About the Possibility of Using Electrochemical Analytical Methods for Control of VIolations of the Conditions and Shelf Life of Chicken Meat. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2022; 12(3): 169–183. (In Russ.) https://doi.org/10.21869/2223-1528-2022-12-3-169-183

*Received 26.06.2022* *Accepted 22.08.2022* *Published 28.09.2022*

***

## Введение

Мясо курицы, по утверждению диетологов, является оптимальным источником белка и аминокислот в рационе питания людей, чему способствует ряд факторов [1; 2]. Во-первых, входящие в состав жира триглицериды представлены стеариновой, пальмитиновой, олеиновой, линолевой, миристиновой, лауриновой кислотами, усваиваются на 93%. Во-вторых, мясо характеризуется низким содержанием летучих жиров (не превышает 0,1–0,23%) [2]. В-третьих, оно на 50–70% состоит из воды, а по содержанию минеральных веществ и витаминов и по ценности приравнивается к морепродуктам.

Доступные лабораторные методы анализа качества мяса основываются на измерении свойств животной ткани и использовании различных методов определения массовой доли влаги (гравиметрия или центрифугирование) [3].

Из литературы [3] известно, что pH экстракта качественного мяса курицы лежит в диапазоне 5,5–6,5. Это значение устанавливается через 24 ч хранения при 4°C за счёт прекращения к этому моменту анаэробных процессов распада гликогена и накопления молочной кислоты. Именно в этом диапазоне происходит образование азотсодержащих соединений, влияющих на вкус мяса [4]. Отклонения от указанного диапазона используются в аналитическом контроле. Зависимость pH от соблюдения техник убоя лежит в основе определения пороков сырья [5], а также позволяет выявлять соблюдение рациона питания и условий содержания птицы (болезни, травмы, стрессы)[1] [4; 7].

Вследствие протекающих биохимических и окислительных процессов с участием белков, жиров, аминокислот [6] в мясе изменение внешних характеристик непосредственно сопровождается изменением pH его водного экстракта. Рост бактерий влияет на соотношение кислотно-щелочного баланса, поэтому pH напрямую влияет на его состояние, вкусовые качества, цветовые характеристики, сочность, нежность, влагоудерживающие способности.

[1] Определение pH мяса и мясопродуктов. URL: http://techpharm.ru/ animals3_ vet3-95?ysclid=l4x22qsc3b941109674) (дата обращения: 22.05.2022).

Анализ литературы показал наличие зависимости от pH вкусовых качеств мяса [6], текстуры и цвета, наличия или отсутствия запаха, способности удерживать влагу [2; 5; 6].

Измерения pH мяса на практике проводят путем погружения электродов в гомогенизированную массу [7], использованием прокалывающего электрода, адаптированного для проведения измерений в твердых продуктах питания [8], колориметрически в аппарате Михаэлиса в компораторе Вальполя, ионометрически [9], потенциометрически [10].

Проводимые по теме исследования затрагивают, главным образом, контроль физико-химических характеристик через 24 часа после убоя куриц. Вместе с тем соблюдение санитарных правил, последующее хранение и обработка продукта вносит немалую лепту в процессы при хранении мяса. Гидролитический распад жира, инициируемый свободным кислородом, светом и повышенной температурой, а также его интенсивность являются основными в определении срока хранения мяса [6; 11; 14–16], именно поэтому охлаждение мяса является одним из способов сохранения качества продукта. Но не стоит забывать, что, несмотря на понижение температуры и гибель большинства микроорганизмов на поверхности и в толще мяса [12; 17], оно не становится стерильным: стафилококки сохраняют жизнеспособность и продолжают размножаться в течение 30 дней при –20°С, кишечная палочка начинает появляться только спустя 6 месяцев в аналогичных условиях.

Порчу мяса, в частности загар и гниение, можно определить аналитическими методами. Ферментативные процессы при загаре [9; 10; 16] под действием тканевых ферментов: автолиз, распад гликогена, миоглобина, серосодержащих аминокислот, сопровождающиеся накоплением углекислоты и сероводорода (кислых продуктов), – уменьшают pH и сопровождаются появлением кислого запаха.

Обсеменение спорами бактерий и другими микроорганизмами возможно как при жизни птицы, так и при нарушении правила санитарных норм, в том числе нарушении температурных режимов хранения мяса. Под действием гнилостных бактерий разложение белков и жиров с образованием этилендиамина, метилмеркаптана, таурина, диметиламина, триметиламина, пептонов и аминокислот [13] (ГОСТ 21237-75. Мясо. Методы бактериологического анализа), сопровождается ростом pH и появлением неприятного запаха за счёт образующихся при распаде диаминов, кадаверина и путресцина:

Лизин $\xrightarrow{\text{декарбоксилаза}}$ $H_2N(CH_2)_5NH_2$ (кадаверин) (pK 10.25, 9.13 [15])

Орнитин $\xrightarrow{\text{декарбоксилаза}}$ $H_2N(CH_2)_4NH_2$ (путресцин) (pK 10,8 [16])

Вместе с тем проводимые по теме исследования затрагивают главным образом, изменения физико-химических характеристик мяса через 24 часа после

убоя птицы. Оценка возможности применения аналитических методов контроля для выявления нарушений условий хранения (температуры, длительности хранения, многократной заморозки) для недопущения продажи размороженного мяса под видом охлажденного, путём выявления связи между нарушениями условий хранения и качеством мяса измерением электрохимических свойств экстракта мяса курицы проводится в данной работе.

## Материалы и методы

В процессе работы исследовалась зависимость продолжительности и условий хранения мяса курицы с электрохимическими показателями (pH и удельной электропроводностью) с целью выявления потенциальной возможности использования этих параметров в качестве индикаторов нарушения условий хранения мяса. Оценку последних проводили в комплексе с контролем изменения вкусовых характеристик и внешнего вида образца.

Методика работы включала оценку внешнего вида образца мяса курицы со всех сторон на наличие или отсутствие дефектов в виде трупных пятен, синяков, разрывов кожи и туши, загара, гипостаз для исключения возможности влияния техники убоя и болезни птицы на изучаемые характеристики; определение цвета, степени и интенсивности пигментации, текстуры мяса курицы, в частности эластичности, твердости, сочности, жилистости, упругости.

Проведение анализа физико-химических свойств начинали с отбора проб и приготовления водного экстракта согласно методикам ГОСТ 7269-2015. «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести» и ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (pH)».

Для определения pH мяса промытые дистиллированной водой электроды прибора погружали в 15 мл полученной вытяжки. Измерение полученного фильтрата проводили не менее трех раз за одинаковые промежутки времени и при одной и той же температуре для каждого образца на pH-метре/иономере Мультитест ИПЛ-101, обычная точность которого составляет ±0,02 единиц pH, а погрешность в измерении ЭДС ±1 мВ. Измерения удельной электропроводности фильтрата проводились с помощью Мультитеста КСЛ-101 с погрешностью ±2,0 мСм/м.

## Результаты и их обсуждение

Оценку влияния условий хранения проводили на образцах охлажденного мяса куриной грудки различных производителей (1 – Орловской, 2 – Белгородской, 3 – Липецкой областей) с органолептическим характеристиками, представленными в таблице 1. Выбор мяса курицы в качестве объекта исследования обусловлен высоким содержанием белка в мышечной ткани и его биохимическим составом [18].

У исходного мясного сырья были проанализированы качественные и количественные показатели: органолептические (состояние поверхности, цвет, запах, консистенция) (табл. 1) и физико-химические, используемые в аналитическом контроле (табл. 2).

**Таблица 1.** Исходные данные образцов мяса курицы

**Table 1.** Initial data of chicken meat samples

| Образец | Дата | | | Внешний вид | | | Наличие дефектов | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | производства | срока хранения | анализа | цвет | текстура | запах | пятна | разрывы | загар |
| 1 | 07.03.22 | 14.03.22 | 13.03.22 | бледно-розовый | рыхлая, влажная | слабокислый | - | - | - |
| 2 | 17.04.22 | 24.04.22 | 20.04.22 | бежевый | приятная, упругая, немного липкая | запах мяса | - | - | - |
| 3 | 09.05.22 | 17.05.22 | 12.05.22 | бежево-серый цвет | | запах мяса | - | - | - |

**Таблица 2.** Характеристики образцов мяса перед испытаниями

**Table 2.** Characteristics of meat samples before testing

| Образец | Ценность 100 г мяса* | | Потенциометрические характеристики | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | пищевая (белок/жир) | энергетическая, ккал/ кДж | pH | концентрация ионов | ЭДС, мВ |
| 1 | 17 / 9 | 150 /628 | 5,551 | 0,337 | -64,9 |
| | | | 5,561 | 0,273 | -69,9 |
| | | | 5,507 | 0,258 | -70,7 |
| 2 | 19 / 9 | 157 / 660 | 6,053 | 0,884 | -40,9 |
| | | | 6,011 | 0,974 | -38,5 |
| | | | 6,056 | 0,975 | -37,5 |
| 3 | 19 /10 | 170 / 710 | 5,996 | 0,986 | -38,0 |
| | | | 5,999 | 1,100 | -35,6 |
| | | | 5,983 | 1,250 | -32,5 |

* Данные представлены производителями (на этикетках).

Различие в начальном значении pH может быть связано с образованием молочной кислоты при распаде мышечного гликогена, запасы которого различны и определяются разными условиями убоя и хранения. Тем не менее все образцы

удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 51478-99.

Для всех образцов условия хранения охлажденного мяса (–2…+2°С) были намеренно нарушены путем переноса в помещение с температурой (26±1°С) и естественным освещением. Недостаточное охлаждение туш и последующее хранение их в помещении со сравнительно высокой температурой (18...25°С) сопровождается развитием на поверхности слизеобразующих микроорганизмов и ослизнением [5, 12], во время которого pH выходит за нижнюю границу рекомендуемого диапазона pH = 5,5…6,5. Результаты приведены на рисунке 1.

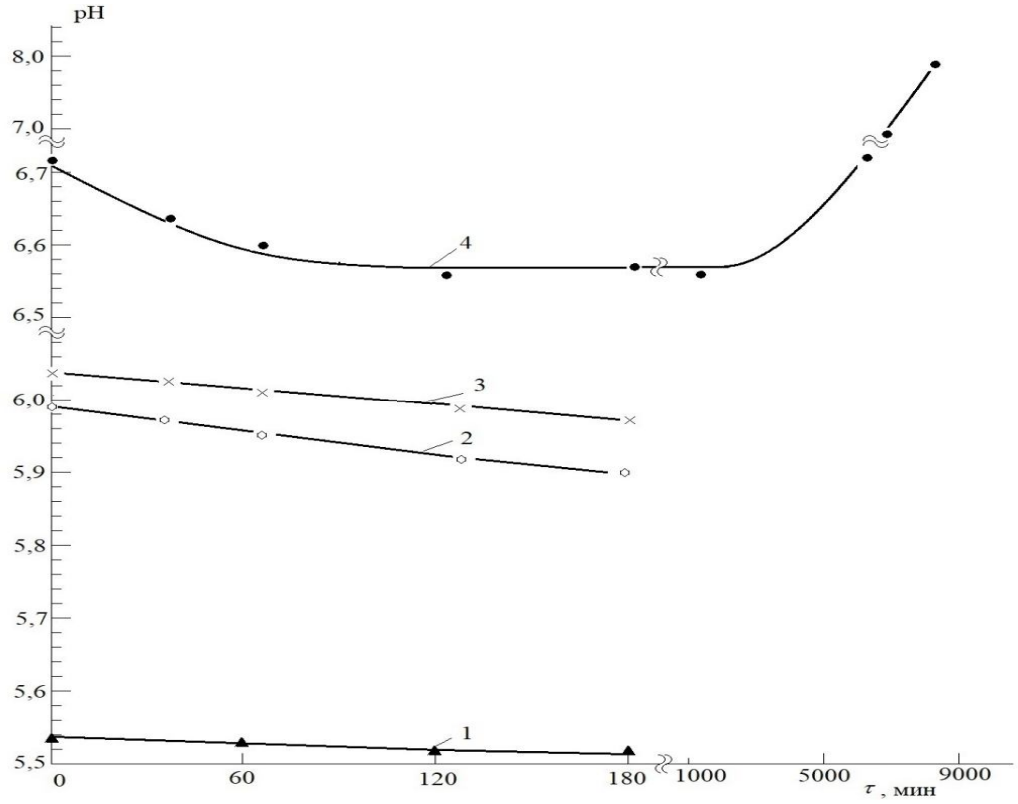


**Рис. 1.** Влияние длительности нахождения охлажденного мяса в неблагоприятных для хранения условиях (26±1°С) на pH его экстракта: 1 – образец 1; 2 – образец 2; 3 – образец 3; 4 – образец 1 после дополнительной заморозки в течение 48 часов

**Fig. 1.** The effect of the duration of the cooled meat in unfavorable storage conditions (26±1°C) on the pH of its extract: 1 – sample 1; 2 – sample 2; 3 – sample 3; 4 – sample 1 after additional freezing for 48 hours

Как видно из рисунка 1, в течение 3 часов пребывания при температурах, отличающихся от условий хранения, происходит незначительное уменьшение pH (кривые 1–3). И хотя измеренные значения входят в диапазон качественного мяса по ГОСТ (pH = 5,5…6,5), в данном случае уменьшение pH происходит за счёт накопления кислых продуктов в количестве 0,7…0,98 моль/(кг водного экстракта), которое возможно при образовании и

развитии микрофлоры на поверхности и в глубине мяса. Молочнокислые бактерии, дрожжи, микрококки при благоприятной для них температуре активно проявляют свою деятельность, делая среду более кислой. Пребывание мяса в течение 3 часов в нарушенных условиях хранения ослизнением не сопровождалось, но о порче мяса свидетельствует появление запаха и визуальные изменения образцов мяса (табл. 3).

**Таблица 3.** Изменения внешнего вида образцов мяса при отклонении условий хранения мяса с (–2…+2°С) до 26±1°С

**Table 3.** Changes in the appearance of meat samples when meat storage conditions deviate from (–2…+2°C) to 26±1°C

| Образец | Длительность пребывания при температуре (26±1°С) | | |
|---|---|---|---|
| | 60 | 120 | 180 |
| 1 | Мясо стало менее липким, более рыхлым, потемнело, приобрело более сильный неприятный запах | розовое, с неприятным запахом, суховатое | сухое с твердой корочкой, темно-розового цвета с затхлым запахом |
| 2 | Мясо потемнело, стало более сухим, пахнет меньше, текстура более упругая | мясо стало темнее, сухим, без запаха, еще более упругое по текстуре | мясо стало темнее, сухим, появился кислый запах |
| 3 | Слегка потемнело, стало более сухим, запах стал сильнее, немного кислый, текстура стала тверже | мясо стало еще немного темнее, более твердым и сухим, запах стал более кислым | |

Различие между измеренными значениями pH и качеством мяса курицы, выявленные при несоблюдении условий хранения, свидетельствуют о том, что на данном этапе экспертизы качества мяса курицы полагаться только на аналитические методы без органолептического контроля не рекомендуется.

Проведение повторной заморозки с целью предотвращения порчи образца 1 в течение 24 часов к желаемому результату не привело: на практике зафиксирован рост pH с 5,57 до 6,71, что является предположительно начальной стадией гниения, сопровождающейся появлением и ростом на поверхности мяса гнилостных микробов, обусловливающих распад мышечной, соединительной и жировой тканей. Стадия характеризуется pH 6,4...6,6 и выше [19].

Зависимость pH от времени пребывания этого образца на воздухе при комнатной температуре (26±1°С) (рис. 1, кривая 4) уже не подчиняется прямолинейной зависимости, как в случае кривых 1–3, что можно рассматривать как

проявление более сложного механизма порчи мяса. Об этом свидетельствует и правая ветвь кривой, характеризующаяся резким увеличением pH образца. Предположительно по истечении 1620 минут хранения образца мяса при комнатной температуре в системе начинают преобладать продукты щелочного характера за счёт гниения мяса.

Проводимые при этом параллельно измерения удельной электропроводности вытяжки (рис. 2) показали резкое её увеличение, что хорошо согласуется с данными, полученными при разработке экспресс-метода оценки функционально-технологических свойств мясного сырья (свинины) на основе изучения удельной электропроводности [20]. Мышечная ткань с целостной мембраной и жидкостью внутри клетки имеет низкое значение удельной электропроводности, а разрушение мембран за счёт биохимических процессов и прекращение энергетических превращений при отсутствии гликолиза ведет к росту электропроводности.

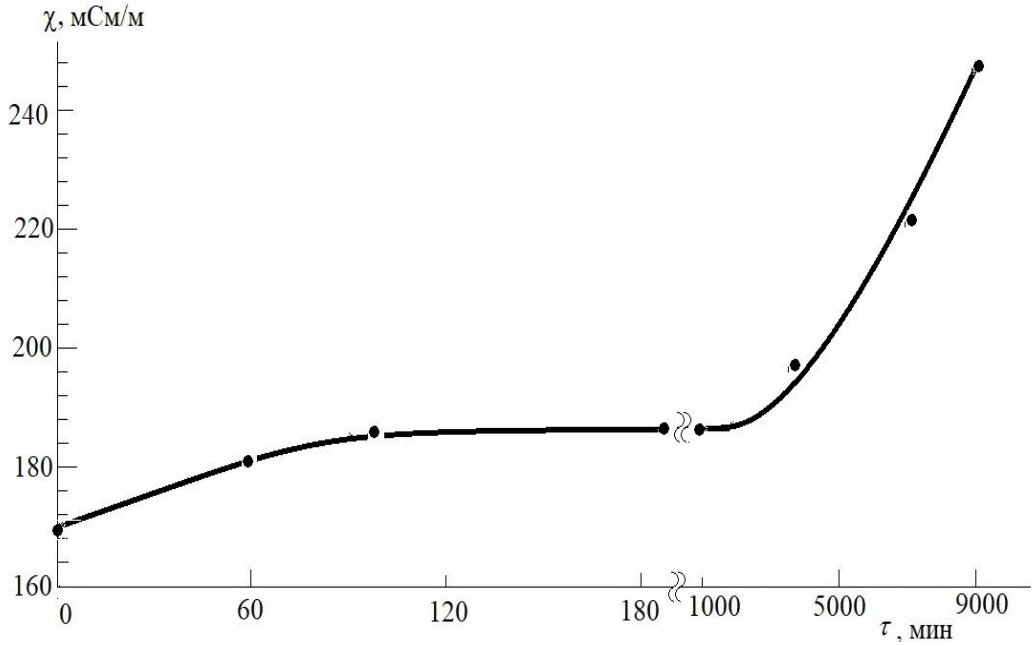


**Рис. 2.** Изменение электропроводности водного экстракта образца 1 охлажденного мяса курицы после дополнительной в течение 24 часов заморозки при T= (–18±1)°C в зависимости от времени выдерживания в неблагоприятных для хранения условиях (26±1)°C

**Fig. 2.** Change in the electrical conductivity of the aqueous extract of the sample 1 of chilled chicken meat after an additional 24 hours locks depending at T= (-18±1)°C on the holding time in unfavorable storage conditions (26±1)°C

На следующем этапе охлажденное мясо образца 1 подвергли длительной заморозке, имитируя попытку сохранения подпорченного мяса путем замораживания, измеряя pH после выдерживания в морозильной камере при температуре –18°C в течение 1, 2, 3, 8 суток (рис. 3).

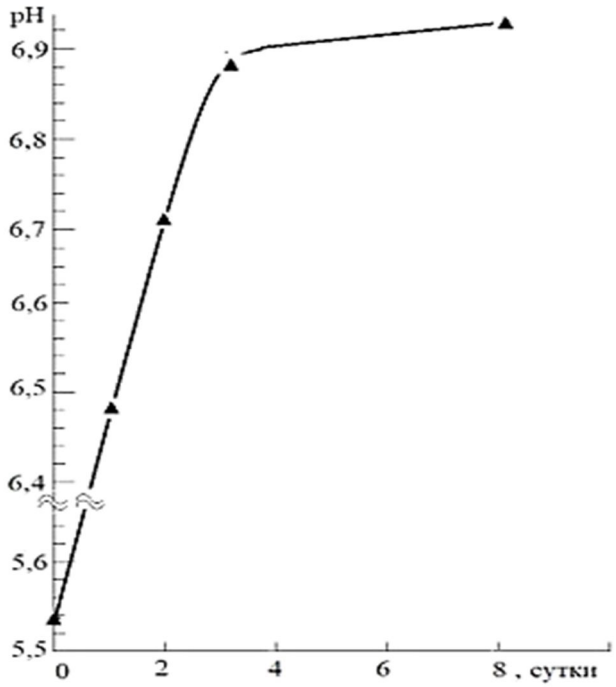


**Рис. 3.** Влияние длительности нахождения охлажденного мяса курицы в условиях дополнительной заморозки при T= (–18±1)°C на pH его экстракта

**Fig. 3.** The effect of the duration of the cooled chicken meat under additional freezing conditions at T= -18±1°C on the pH of its extract

Заморозка охлажденного мяса со сроком годности, приближающимся к его окончанию, на качестве мяса сказывается неблагоприятно. Повреждение структуры тканей кристаллами льда [7; 14; 17] способствует созданию благоприятной среды для размножения бактерий, приводящих к гниению мяса, защелачивая среду, поэтому сохранить качество мяса курицы путем замораживания подпорченного мяса не удастся.

## Выводы

1. Определить нарушения условий хранения охлажденного мяса курицы при пребывании при недопустимых условиях хранения в течение 3 часов при температуре (26±1°)C путем измерения pH водного экстракта не удается. Происходящие при этом процессы начального гниения и ослизнения протекают в диапазоне pH, характерном для качественного мяса. Отклонения от рекомендуемого диапазона pH начинаются после пребывания свыше 24 часов в указанных условиях.

2. Заморозка охлажденного мяса при температуре (–18±1)°C в течение 2 суток с целью повышения сроков его хранения неэффективна для сохранения качества мяса. Установлен рост pH экстракта за счёт процессов гниения. Нарушение условий может быть выявлено измерением pH водного экстракта образца мяса и за счёт роста pH вне приемлемого диапазона.

3. Рост удельной электропроводности водного экстракта наблюдается при серьёзном нарушении условий хранения (после суточного пребывания образца вне условий хранения) и не может быть самостоятельно использовано для оценки условий хранения. Поэтому использовать выбранные электрохимические методы анализа для контроля нарушения условий хранения малоэффективно без органолептического контроля.

## Список литературы

1. Нестерова С. И., Балыкова Л. Н. Анализ производства и потребления мяса в Российской Федерации // Вестник Самарского муниципального института управления. 2019. № 1. С. 75–82.

2. Сравнительный анализ жирнокислотного состава полуфабрикатов из мяса бройлеров и коагулированного меланжа / И. Л. Стефанова, И. М. Сорокина, О. А. Шестакова [и др.] // Птица и птицепродукты. 2020. № 2. С. 57–59. https://doi.org/10.30975/2073-4999-2020-22-2-57-59.

3. Мельченко Г. Г., Юнникова Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ / Кемеров. техн. ин-т пищевой промышленности. Кемерово, 2005. 104 с.

4. Дорохин Н. А. Качественные характеристики мяса цыплят-бройлеров и факторы, влияющие на них: обзор // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5(13). С. 59–64.

5. Влияние электроактивированной воды на свойства мяса с аномальным автолизом / Е. И. Першина, О. С. Прибытова, С. Л. Тихонов, Л. С. Кудряшов // Мясная индустрия. 2014. № 2. С. 36–39.

6. Лисицын А. Б., Туниева Е. К., Горбунова Н.А. Окисление липидов: механизм, динамика, ингибирование // Всё о мясе. 2015. № 1. С. 10–15.

7. Донец П., Покинтелица Н. И. Исследование влияния степени механической обработки на структурно-механические и физико-химические свойства мясного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 47, № 4. С. 40–45.

8. Сравнение различных методов измерения pH в мясе / O. Mäki-Petäys, H. Korkeala, T. Alanko, O. Sorvettula // Acta Vet Scand. 1991. 32(1). P. 123–129.

9. Жансолтанова А. А., Койгельдинова А. С. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса птицы птицефабрики «Восток Бройлер // Молодой ученый. 2018. № 4 (190). С. 78–80.

10. Житенко П. В., Боровков М. Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства: справочник. М.: Агропромиздат, 2001. 335 с.

11. Хардина Е. В., Краснова О. А. Оптимизация сроков хранения охлаждённой свинины за счёт использования природных антиоксидантов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2(58). С. 37–44.

12. Лисицын А. Б., Семенова А. А., Цинпаев М. А. Основные факторы повышения стойкости мясных продуктов к микробиологической порче // Все о мясе. 2007. № 3. С. 16–23.

13. Кисленко В. Н., Дячук Т. И. Пищевая микробиология: микробиологическая безопасность сырья и продуктов животного и растительного происхождения. М.: ИНФРА-М, 2020. 257 с.

14. Березовский Ю. М., Королев И. А., Саранцев Т. А. Анализ и совершенствование подходов определения доли вымороженной воды в мясе // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 4. С. 20–28.

15. Уажанова Р. У., Тютебаева К. Е. Анализ микробиологических показателей белого и красного мяса цыплят после обработки дозами УФ-излучения // Вестник Алматинского технологического университета. 2022. № 2. С. 102–108. https://doi.org/ 10.48184/ 2304-568X-2022-1-102-108.

16. Использование газохроматографического метода для контроля качества мяса курицы / М. Х. Хамракулова, Д. К. Абсарова, И. Э. у. Хошимов [и др.] // Universum: технические науки. 2019. № 12 (69), ч. 2. С. 47–50.

17. Текстурные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки / М. М. Момчилова, Г. И. Живанович, Д. Г. Йорданов [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 4(70). С. 194–200. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-194-200.

18. Биохимический состав грудной мышцы цыплят-бройлеров при применении фульвиокислоты / Ю. В. Аржанкова, Т. И. Скопцова, А. Ю. Васина, Р. М. Ибрагимова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 2–6.

19. Чебакова Г. В. Данилова И. А. Товароведение, технология и экспертиза пищевых продуктов животного происхождения. М.: КолосС, 2011. 312 с.

20. Сусь Е. Б. Разработка экспресс-метода оценки функционально-технологических свойств мясного сырья на основе изучения удельной электропроводности: автореф. дис. … канд. техн. наук. М., 2013. 27 с.

## References

1. Nesterova S. I., Balykova L. N. Analiz proizvodstva i potrebleniya myasa v Rossiiskoi Federatsii [Analysis of meat production and consumption in the Russian Federation]. *Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya = Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management*, 2019, no. 1, pp. 75–82.

2. Melchenko G. G., Yunnikova N. V. Analiticheskaya khimiya i fiziko-khimicheskie metody analiza. Kolichestvennyi khimicheskii analiz [Analytical chemistry and physico-

chemical methods of analysis. Quantitative chemical analysis: studies. Stipend]. Kemerovo, Kemerov. tekh. in-t pishchevoi promyshlennosti, 2005. 104 p.

3. Dorokhin N. A. Kachestvennye kharakteristiki myasa tsyplyat-broilerov i faktory, vliyayushchie na nikh: obzor [Qualitative characteristics of broiler chicken meat and factors influencing them: review]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = Agricultural Journal*, 2020, no. 5(13), pp. 59–64.

4. Pershina E. I., Pribytkova O. S., Tikhonov S. L., Kudryashov L. S. Vliyanie elektroaktivirovannoi vody na svoistva myasa s anomal'nym avtolizom [The effect of electroactivated water on the properties of meat with abnormal autolysis]. *Myasnaya industriya = Meat industry*, 2014, no. 2, pp. 36–39.

5. Lisitsyn A. B., Tunieva E. K., Gorbunova N. A. Okislenie lipidov: mekhanizm, dinamika, ingibirovanie [Lipid oxidation: mechanism, dynamics, inhibition]. *Vse o myase = All about meat*, 2015, no. 1, pp. 10–15.

6. Donets P., Pokintelitsa N. I. Issledovanie vliyaniya stepeni mekhanicheskoi obrabotki na strukturno-mekhanicheskie i fiziko-khimicheskie svoistva myasnogo syr'ya [Investigation of the influence of the degree of mechanical processing on the structural, mechanical and physico-chemical properties of meat raw materials]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Technique and technology of food production*, 2017, vol. 47, no. 4, pp. 40–45.

7. Mäki-Petäys O., Korkeala H., Alanko T., Sorvettula O. Comparison of different pH measurement methods in meat. *Acta Vet Scand*, 1991, vol. 32(1), pp. 123–129.

8. Stefanova I. L., Sorokina I. M., Shestakova O. A., eds. Sravnitel'nyi analiz zhirnokislotnogo sostava polufabrikatov iz myasa broilerov i koagulirovannogo melanzha [Comparative analysis of the fatty acid composition of semi-finished products from broiler meat and coagulated mélange]. *Ptitsa i ptitseprodukty = Poultry and poultry products*, 2020, no. 2, pp. 57–59. https://doi.org/10.30975/2073-4999-2020-22-2-57-59.

9. Zhansoltanova A. A., Koigeldinova A. S. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa ptitsy ptitsefabriki "Vostok Broiler" [Veterinary and sanitary examination of poultry meat of the poultry farm "Vostok Broiler"]. *Molodoi uchenyi = Young scientist*, 2018, vol. 4 (190), pp. 78–80.

10. Zhitenko P. V., Borovkov M. F. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza produktov zhivotnovodstva [Veterinary and sanitary examination of animal products]. Moscow, Agropromizdat Publ., 2001. 335 p.

11. Hardina E. V., Krasnova O. A. Optimizatsiya srokov khraneniya okhlazhdennoi svininy za schet ispol'zovaniya prirodnykh antioksidantov [Optimization of the shelf life of chilled pork due to the use of natural antioxidants]. *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*, 2019, no. 2(58), pp. 37–44.

12. Lisitsyn A. B., Semenova A. A., Tsinpaev M. A. Osnovnye faktory povysheniya stoikosti myasnykh produktov k mikrobiologicheskoi porche [The main factors of increasing the resistance of meat products to microbiological spoilage]. *Vse o myase = All about meat*, 2007, no. 3, pp. 16–23.

13. Kislenko V. N., Dyachuk T. I. Pishchevaya mikrobiologiya: mikrobiologicheskaya bezopasnost' syr'ya i produktov zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Food microbiology: microbiological safety of raw materials and products of animal and vegetable origin]. Moscow, INFRA-M Publ., 2020. 257 p.

14. Berezovsky Yu. M., Korolev I. A., Sarantsev T. A. Analiz i sovershenstvovanie podkhodov opredeleniya doli vymorozhennoi vody v myase [Analysis and improvement of approaches for determining the proportion of frozen water in meat]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya = Storage and processing of agricultural raw materials*, 2018, no. 4, pp. 20–28.

15. Uazhanova R. U., Tyutebaeva K. E. Analiz mikrobiologicheskikh pokazatelei belogo i krasnogo myasa tsyplyat posle obrabotki dozami UF-izlucheniya [Analysis of microbiological parameters of white and red chicken meat after treatment with UV radiation doses]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Almaty Technological University*, 2022, no. 2, pp. 102–108. https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-102-108.

16. Khamrakulova M. H., Absarova D. K., Khoshimov I. E. U., eds. Ispol'zovanie gazokhromatograficheskogo metoda dlya kontrolya kachestva myasa kuritsy [The use of the gas chromatographic method for quality control of chicken meat]. *Universum: tekhnicheskie nauki = Universum: technical sciences*, 2019, no. 12 (69), pt. 2, pp. 47–50.

17. Momchilova M. M., Zhivanovich G. I., Yordanov D. G., eds. Teksturnye kharakteristiki okhlazhdennogo i zamorozhennogo myasa kuritsy i indeiki [Textural characteristics of chilled and frozen chicken and turkey meat]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2016, no. 4(70), pp. 194–200. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-194-200.

18. Arzhankova Yu. V., Skoptsova T. I., Vasina A. Yu., Ibragimova R. M. Biokhimicheskii sostav grudnoi myshtsy tsyplyat-broilerov pri primenenii ful'viokisloty [Biochemical composition of the pectoral muscle of broiler chickens when using fulvionic acid]. *Izvestiya Velikolukskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = News of the Velikiye Luki State Agricultural Academy*, 2019, no. 1, pp. 2–6.

19. Chebakova G. V., Danilova I. A. Tovarovedenie, tekhnologiya i ekspertiza pishchevykh produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya [Commodity science, technology and expertise of food products of animal origin]. Moscow, KolosS Publ., 2011. 312 p.

20. Sus E. B. Razrabotka ekspress-metoda otsenki funktsional'no-tekhnologicheskikh svoistv myasnogo syr'ya na osnove izucheniya udel'noi elektroprovodnosti. Avtoref. diss.

kand. tekhn. nauk [Development of an express method for evaluating the functional and technological properties of meat raw materials based on the study of specific electrical conductivity. Cand. eng. sci. abstract diss.]. URL: https://www.vniimp.ru/files/abstract/19.12.2013-1.pdf?ysclid=l4x3mmpe4p 200237303 (accesed 10.05.2022).

## Информация об авторах / Information about the Authors

**Пожидаева Светлана Дмитриевна,** кандидат химических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-5690-1102

**Svetlana D. Pozhidaeva,** Cand. of Sci. (Chemistry), Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-5690-1102

**Янкив Карина Феликсовна,** кандидат педагогических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: kari1508@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-6756-8130

**Karina F. Yankiv,** Cand. of Sci. (Pedagogical), Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: kari1508@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-6756-8130

**Задубровская Татьяна Алексеевна,** студент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: taniusha20013@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-7726-0183

**Tatiana A. Zadubrovskaya,** Student of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: taniusha20013@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-7726-0183

**Миргород Юрий Александрович**, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Регионального центра нанотехнологий, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: yu_mirgorod@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-0370-2465

**Yuriy A. Mirgorod**, Dr. of Sci. (Chemistry), Leading Researcher of the Regional Center of Nanotechnology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: yu_mirgorod@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-0370-2465