

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЯСА ДЛИННЕЙШЕЙ МЫШЦЫ СВИНИНЫ С ПРИЗНАКАМИ PSE В ПРОЦЕССЕ АВТОЛИЗА

О. В. Шкабров, Е. А. Трилинская, И. И. Андреева, Л. Ю. Харкевич

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. На мясоперерабатывающие предприятия Республики Беларусь около 50 % мяса поступает с отклонениями в ходе автолитических процессов. Цель работы – актуализация данных по динамике изменения основных физико-химических показателей качества в мясе с отклонениями в ходе автолитических процессов для рационального использования мяса при его переработке.

Материалы и методы. В настоящем исследовании были использованы образцы NOR-мяса (мясо с нормальным ходом автолиза) и PSE-мяса (бледное, мягкое, эксудативное) из длиннейшей мышцы (musculus longissimus dorsi) свинины. Пробы отбирали в условиях мясоперерабатывающего предприятия и измеряли pH, удельную электропроводность (УЭ) мышечной ткани в водной вытяжке, влагосвязывающую (ВСС) и влагоудерживающую (ВУС) способность.

Результаты. Величина ВСС и ВУС PSE-мяса значительно ниже, чем у NOR-мяса. В первые двое суток хранения PSE-мяса величина pH снижается, затем возрастает, достигая максимума на восьмые сутки – 5,38 для PSE-мяса в сравнении с 6,1 для NOR-мяса. После убоя УЭ PSE-мяса на 315 $\mu\text{S}/\text{cm}$ выше, чем NOR-мяса, на вторые сутки данная величина снижается у PSE-мяса на 2,4 у NOR-мяса на 8,8. При последующем хранении УЭ повышается до максимальных значений 1461 $\mu\text{S}/\text{cm}$ для NOR-мяса и 1538 $\mu\text{S}/\text{cm}$ PSE-мяса на восьмые сутки.

Выводы. Результаты исследования показали, что изменения основных физико-химических показателей качества мяса с признаками PSE- и NOR-мяса имеют аналогичные кинетические зависимости. Скорость этих изменений для мяса с аномальным ходом автолиза значительно ниже, чем для мяса NOR. Однако накопление низкомолекулярных соединений уже в первые сутки исследований гораздо выше у мяса с отклонениями в автолитических превращениях, что говорит о более интенсивном процессе гликолиза.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *величина pH; удельная электропроводность; влагоудерживающая способность; влагосвязывающая способность; аномальный ход автолиза; PSE-мясо; NOR-мясо; дистрофия.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шкабров, О. В. Оценка качества мяса длиннейшей мышцы свинины с признаками PSE в процессе автолиза / О. В. Шкабров, Е. А. Трилинская, И. И. Андреева, Л. Ю. Харкевич // Вестник МГУП. – 2020. – № 2(29). – С. 56–63.

ESTIMATION OF THE QUALITY OF THE LONGISSIMUS PORK MUSCLE (MUSCULUS LONGISSIMUS DORSI) WITH SIGNS OF PSE DURING AUTOLYSIS

O. V. Shkabrov, E. A. Trilinskaya, I. I. Andreeva, L. Yu. Kharkevich

Mogilev State University of Food Technologies, Mogilev, Belarus

ABSTRACT

Introduction. About 50 % of meat arrives at meat processing enterprises of the Republic of Belarus with deviations occurred during autolytic processes. The purpose of this work is to update data on the dynamics of changes in the main physical and chemical quality indicators in meat with deviations in autolytic processes for the rational use of meat during its processing.

Materials and methods. In the present study, NOR pork meat (meat with normal autolysis) and PSE pork meat (pale, soft, exudative) from the longissimus muscle (musculus longissimus dorsi) were used. Samples were taken at the meat processing plant and measurements were made on pH, electrical conductivity (EC) of muscle tissue in water extract, water-binding capacity (WBC) and water-holding capacity (WHC).

Results. Water-binding capacity (WBC) and water-holding capacity (WHC) of PSE meat was found to be

significantly lower than those of NOR meat. During the first two days of PSE meat storage, the pH value decreases, then increases, reaching its maximum level in the eighth day – 5.38 compared to 6.1 for NOR meat. After slaughter, electrical conductivity of PSE meat is 315 $\mu\text{S} / \text{cm}$ higher than that of NOR meat; in the second day this value decreases for PSE meat by 2.4; and for NOR meat by 8.8. During subsequent storage, electrical conductivity increases to a maximum value of 1461 $\mu\text{S} / \text{cm}$ for NOR meat and 1538 $\mu\text{S} / \text{cm}$ of PSE meat in the eighth day.

Conclusions. The results of the study showed that changes in the main physicochemical parameters of the quality of meat with signs of PSE and NOR-meat have similar kinetic relationships. The rate of these changes for meat with an abnormal course of autolysis is much lower than that for NOR meat. However, the accumulation of low-molecular-weight compounds already in the first days of the research is much higher in meat with deviations in autolytic transformations, thus indicating a more intense process of glycolysis.

KEY WORDS: *pH value; specific electrical conductivity; water-holding capacity; water-binding capacity; abnormal course of autolysis; PSE meat; NOR meat; dystrophy.*

FOR CITATION: Shkabrov O. V., Trilinskaya E. A., Andreeva I. I., Kharkevich L. Yu. Estimation of the quality of the longissimus pork muscle (musculus longissimus dorsi) with signs of pse during autolysis. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. – 2020. – No. 2(29). – P. 56–63 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Исходя из результатов скрининга мясного сырья по величине pH, проведенного на мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь, существенная часть мяса поступает на переработку и хранение с аномальным ходом автолиза [1]. Такое мясо имеет признаки деструктивных изменений в мышечной ткани (миопатия), а также отклонения в развитии изменений показателей качества органолептических и технологических процессов.

Согласно литературным данным порок PSE характерен для значительной части туш свиней, а потемнение мышечной ткани встречается реже. Однако скрининг мясного сырья противоречит имеющейся информации о качестве мяса. Признаки PSE и DFD (dark-темное, firm-твердое, dry-сухое) наблюдаются в наиболее ценных частях свиной туши: тазобедренной, лопаточной частях и длиннейшей мышце спины. Кроме того, за рубежом начали классифицировать свинину в зависимости от качества мяса по обновленной шкале Кауфманна, в которой отмечается наличие и других дефектов, таких как RSE (красное, мягкое, экссудативное), RFN (красноватое, твердое, неэкссудативное) и PFN (бледное, твердое, неэкссудативное) [2]. Причины возникновения таких аномалий в ходе автолиза и технологические свойства данного вида сырья изучены недостаточно. Неоднозначно стоит вопрос об оптимальном сроке созревания мяса и динамике изменения основных физико-химических показателей в процессе автолиза. Большинство исследований, отражающих ход автолитических процессов, выполнено только в первые 48–50 часов после убоя, в то время как, исходя из гистологических исследований, процесс созревания мяса еще не окончен, мясо пригодно для хранения и использования в дальнейшей переработке [3]. Исследования же, проведенные в течение всего срока низкотемпературного хранения, имеют некоторые отличия в показателях качества [4]. Интенсивная селекция свиней для увеличения мясности ведется постоянно и оказывает большое влияние на качество мясного сырья [5].

Переработчики свинины PSE имеют колоссальные убытки, вызванные большими потерями при хранении и переработке, а также количеством брака готовой продукции. Только потери при холодильном хранении такой свинины в 3–5 раз превышают значения, установленные нормативными показателями. Зачастую от одного животноводческого хозяйства может поступать только свинина с признаками PSE. В этом случае ее переработка требует использования растительных и животных белков, каррагинана, камедей, щелочных фосфатов и прочих компонентов, что делает невозможным для переработчиков выпуск продукции в соответствии с государственными стандартами, а продукция, произведенная в соответствии с техническими условиями, зачастую не заслуживает доверия потребителей [6–10].

Таким образом, специфические для мяса биохимические процессы, протекающие в мышечной ткани, а также значительные различия в его свойствах диктуют необходимость их выявления в производственных условиях с последующей сортировкой сырья по группам для определения наиболее рационального варианта технологической переработки такого мяса [2, 5, 11, 12]. Основным путем преодоления отрицательных последствий является систематическая оценка физико-химических показателей качества мышечной ткани и актуализации информации, дающей наиболее полное представление о качестве свинины.

Цель исследования – получение новых данных по динамике изменения основных физико-химических показателей качества в мясе с отклонениями в ходе автолитических процессов, а также с нормальным ходом автолиза, для рационального использования мяса при его переработке.

Научная задача исследования – оценка качества мяса в процессе автолиза и исследования технологических свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованиям подвергалась свинина, отобранная в производственных условиях ОАО «Могилевский мясокомбинат» через 24 часа после убоя из охлажденных полутуш путем прямого измерения величины рН в толще мышц. В качестве опытных образцов использовали образцы длиннейшей мышцы спины (*musculus longissimus*) свиней с признаками NOR и PSE. Отбор проб и подготовку к исследованию проводили общепринятыми методами [13].

Влагосвязывающую способность определяли методом прессования по Грау и Хамму в модификации Воловинской [14]. Влагоудерживающую способность определяли по ранее опубликованному методу [14].

Величину рН определяли потенциометрическим методом по [15]. Определение рН проводили в водной вытяжке, приготовленной в соотношении 1:10.

Определение электропроводности мышечной ткани проводили в водной вытяжке, приготовленной в соотношении 1:10. Измерение удельной электропроводности проводили на кондуктометре Orion Star A112 с ячейкой Orion 011050MD.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе анаэробного распада гликогена в мясе после убоя происходит накопление молочной кислоты и смещение рН в кислую сторону. В результате чего возрастает устойчивость мяса к действию гнилостных микроорганизмов; снижаются растворимость миофибриллярных белков, уровень их гидратации, величина водосвязывающей способности; происходит набухание коллагена соединительной ткани, повышается активность катепсинов, вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза, разрушается бикарбонатная система ткани с выделением диоксида углерода, создаются условия для интенсификации реакций цветообразования в молекуле миоглобина вследствие перехода двухвалентного железа в трехвалентное, изменяется вкус мяса, активизируется процесс окисления липидов [13, 16].

Одними из наиболее важных физико-химических характеристик мясного сырья являются его ВУС и ВСС, величина которых в значительной степени влияет на качество мясных продуктов, поэтому считали необходимым исследовать динамику изменения данных показателей на протяжении всего срока низкотемпературного хранения.

Результаты измерений технологических свойств мяса (ВУС) в исследуемых образцах представлены в табл. 1. Результаты исследования ВСС исследуемых образцов мяса представлены на рис. 1.

Из данных, представленных на рис. 1, видно, что минимальное значение ВСС в первые сутки хранения имеет PSE-мясо (43,54 %), что на 12,91 % ниже, чем у NOR-мяса.

На вторые сутки низкотемпературного хранения у всех образцов мышечной ткани значе-

ние ВСС падает, так как на данном этапе мясо находится в стадии посмертного окоченения [2]. Скорость снижения значения ВСС для NOR-мяса длиннейшей мышцы спины составляет 3,15 %/сут. ВСС на вторые сутки хранения PSE-мяса снизилась на 0,24 %. На третьи сутки ВСС образцов начинает повышаться и продолжает монотонно возрастать вплоть до окончания эксперимента. На седьмые и восьмые сутки хранения влагосвязывающая способность мяса практически не изменяется и составляет для NOR-мяса длиннейшей мышцы спины 64,7 %. У PSE-мяса на восьмые сутки хранения величина ВСС достигла максимального значения 51,2 %, что на 17,15 % ниже, чем у мяса NOR. С динамикой изменения ВУС и ВСС в течение всего срока низкотемпературного хранения не все однозначно в сравнении с уже имеющимися исследованиями. Одни исследователи наблюдают монотонный рост либо падение данных показателей в зависимости от качества мяса и хода автолиза, другие отмечают экстремум на 3–4 сутки хранения [4, 17].

Табл. 1 Изменение ВУС мяса с нормальным ходом развития автолиза мяса и мяса с признаками PSE (длиннейшая мышца спины) в зависимости от срока хранения

Table 1. Changes in the water-holding (WHC) capacity of meat with a normal course of development of autolysis of meat and meat with signs of PSE (musculus longissimus dorsi) depending on storage time

Показатели	Срок хранения мяса, сут						
	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е	7-е	8-е
ВУС, % NOR-мясо	44,5±0,5	44,5±0,2	46±0,3	46,2±0,3	48,2±0,5	48,4±0,4	48,4±0,3
ВУС, % PSE-мясо	35,3±0,3	35,3±0,3	35,7±0,2	36,2±0,2	36,4±0,3	37±0,2	37±0,15

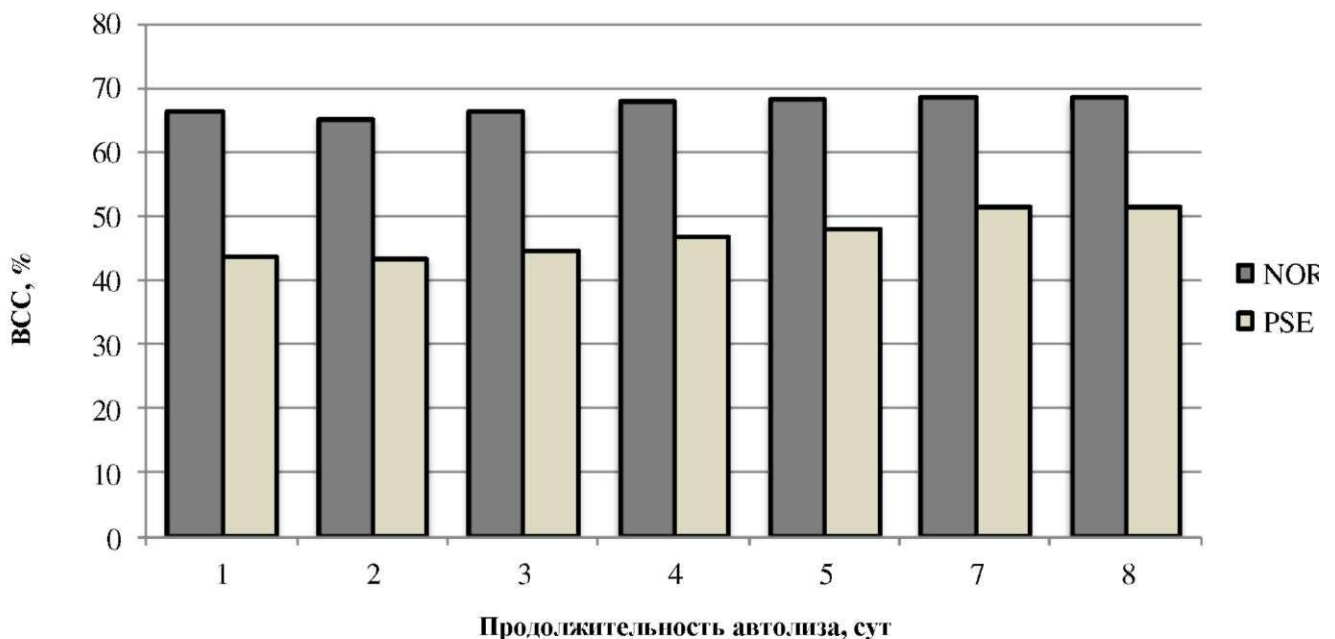


Рис. 1. Изменение величины ВСС мяса с признаками PSE- и NOR-мяса (длиннейшая мышца спины)

Fig. 1. Changes in water-binding (WBC) of meat with signs of PSE and NOR meat (musculus longissimus dorsi)

С целью прослеживания динамики изменения величины рН у мяса с отклонениями в развитии автолиза в сравнении с NOR-мясом были проведены исследования по определению

величины рН отобранных образцов мышечной ткани в процессе хранения при температуре 0...4 °С и относительной влажности воздуха 85 %. Результаты исследований представлены на рис. 2.

Как видно из данных, представленных на рис. 2, величина рН мяса в процессе хранения изменяется. Так, минимальное значение величины рН на начальном этапе свойственно мясу PSE (рН=5,24), что в 1,1 раза ниже соответствующей величины рН для мяса NOR (рН=5,98).

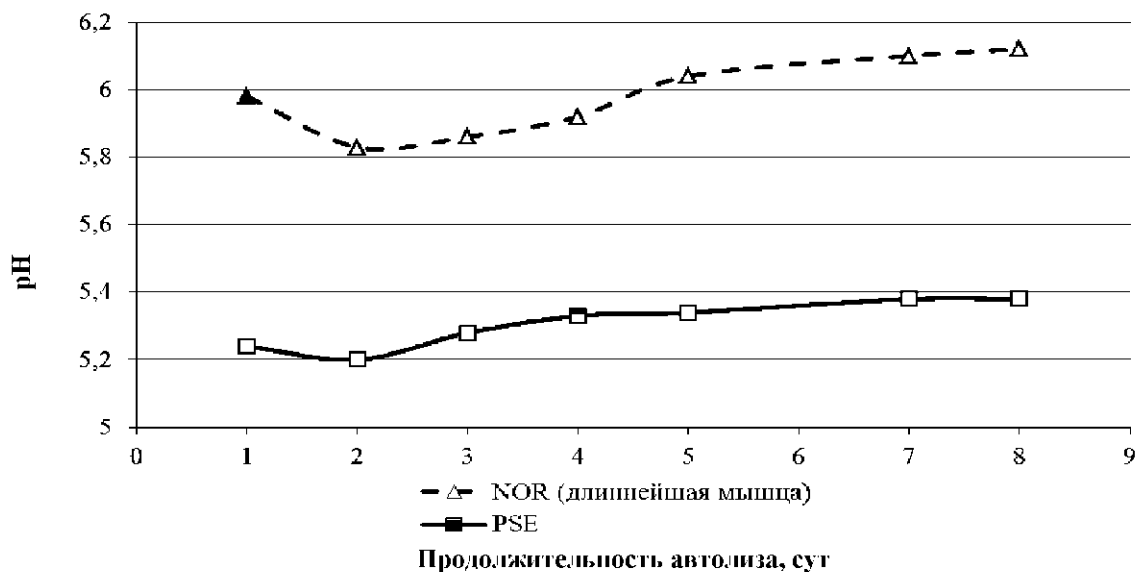


Рис. 2. Изменение величины рН сырья в процессе автолиза

Fig. 2. Change in pH in raw materials during autolysis

На вторые сутки хранения у всех исследуемых образцов происходит снижение величины рН, причем наибольшая скорость снижения величины рН свойственна NOR-мясу и составляет 0,15 рН/сут. Скорость снижения величины рН у мяса с технологическими пороками PSE значительно ниже и равна 0,04 рН/сут, что объясняется более интенсивным прижизненным распадом гликогена [7]. Как видно из рисунка 2, у исследуемых образцов на вторые сутки хранения наблюдается дальнейшее снижение величины рН. Это объясняется тем, что мясо переходит в стадию посмертного окоченения.

По мере разрешения посмертного окоченения на третьи сутки низкотемпературного хранения наблюдается монотонный рост величины рН, достигая максимума на восьмые сутки хранения, и составляет 6,1 для NOR-мяса и 5,38 для PSE-мяса, что выше, чем в первые сутки. Исследования, проведенные российскими учеными, показали иную динамику изменения величины рН [4]. По результатам их исследований наблюдалось постоянное снижение данного показателя. В то время как у украинских исследователей значение величины рН снизилось в течение первых 12 часов, а затем монотонно возрастало, не достигая стадии парного мяса [17].

Хранение более восьми суток не было целесообразным, так как во всех исследуемых образцах мяса количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов превышало допустимое (1×10^3 КОЕ/г).

Величина удельной электропроводности напрямую связана с концентрацией ионов в растворе, с их природой и подвижностью [18], поэтому с целью определения степени и скорости деструкции высокомолекулярных компонентов в мышечной ткани считали целесообразным проведение исследований по определению удельной электропроводности водной вытяжки исследуемого сырья. Результаты измерений представлены на рис. 3.

Уже на начальном этапе исследований было обнаружено, что в водной вытяжке длиннейшей мышцы спины значение удельной электропроводности для PSE-мяса на 315 $\mu\text{S}/\text{cm}$ выше, чем у NOR-мяса. Это свидетельствует о более глубоком распаде высокомолекулярных

компонентов мясного сырья и означает, что в образцах мяса с пороками качества концентрация свободных ионов в водных вытяжках этих образцов изначально значительно выше.

На вторые сутки хранения величина удельной электропроводности во всех исследуемых образцах снижается. У PSE-мяса – на 2,4 % (с 1446 $\mu\text{S}/\text{cm}$ до 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$), и у мяса NOR – на 8,8 % (с 1131 $\mu\text{S}/\text{cm}$ до 1031 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Такое изменение указывает на уменьшение количества заряженных частиц и изменение их подвижности как следствие образования комплексов между белками мышечной ткани на стадии посмертного окоченения. На третьи сутки хранения у всех исследуемых образцов мясного сырья величина удельной электропроводности снова монотонно возрастала и на восьмые сутки хранения для NOR-мяса достигла максимального значения и составила 1461 $\mu\text{S}/\text{cm}$, что на 3,3 % выше первоначального. Величина удельной электропроводности в последний день исследований для PSE-мяса снизилась на 0,78 % и составила 1518 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Уменьшение величины удельной электропроводности в последние сутки хранения можно объяснить увеличением концентрации свободных ионов в PSE-мясе и уменьшением их подвижности.

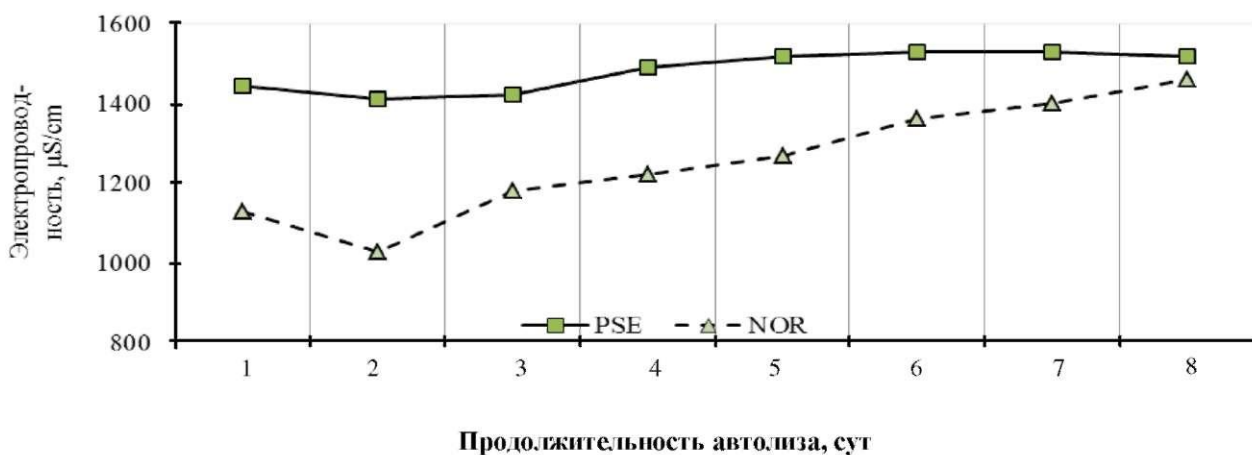


Рис. 3. Изменение электропроводности мяса в длиннейшей мышце в ходе автолиза

Fig. 3. Change in the electrical conductivity of meat in the longissimus muscle during autolysis

Полученные данные об изменении величины удельной электропроводности свидетельствуют о том, что в мясе с признаками PSE дистрофии накопление низкомолекулярных заряженных веществ происходит более интенсивно, чем в NOR-мясе. Можно отметить, что скорость образования низкомолекулярных соединений в мясе с нормальным течением автолиза значительно выше, чем в PSE-мясе, что противоречит микроструктурным изменениям в исследуемых образцах [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из полученных данных, несмотря на существенную разницу в исходных значениях, кинетика изменений основных физико-химических показателей мяса PSE и NOR имеют сходный характер. На вторые сутки низкотемпературного хранения на стадии посмертного окоченения наблюдается снижение значений всех исследуемых показателей. По мере разрешения окоченения отмечается рост данных показателей для обоих образцов в течение всего срока низкотемпературного хранения. Следует отметить, что процесс гликолиза PSE-мяса протекает более плавно, чем у мяса с классическим ходом автолиза. Особенно это заметно в течение первых трех суток. Так, скорость изменения величины pH на вторые сутки исследований составляет 0,15 pH/сут для NOR-мяса и 0,04 pH/сут для мяса с признаками PSE. Скорость снижения значения ВСС мяса с нормальным ходом автолиза составила 3,15 %/сутки, для PSE-мяса – 0,24 %/сутки.

Согласно полученным результатам исследований по определению удельной электропроводности мышечной ткани можно сделать вывод, что в процессе хранения рассад высокомолекулярных соединений в мясе с технологическими пороками происходит гораздо интенсивнее, чем в мясе с нормальным ходом развития автолиза. Уже в первые сутки исследований значение удельной электропроводности для PSE-мяса на 315 $\mu\text{S}/\text{cm}$ выше, чем у NOR-мяса.

Динамика изменений основных физико-химических показателей имеет некоторые противоречия с результатами исследований, опубликованными ранее другими авторами. Следовательно, необходимо проводить дальнейшие исследования автолитических процессов и аномалий, происходящих в мясе на протяжении всего срока низкотемпературного хранения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Харкевич, Л. Ю. Скрининг мясного сырья на наличие прижизненных пороков качества на мясоперерабатывающих предприятиях Беларуси / Л. Ю. Харкевич, О. В. Шкабров // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XIII Междунар. науч. конф. студ. и аспирантов, Могилев, 23–24 апр., 2020 г. / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2020. – С. 261–262.
- 2 Лисицын, А. Б. Теория и практика переработки мяса / А. Б. Лисицын, Н. Н. Липатов, Л. С. Кудряшов и др. – 2-е изд. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 308 с.
- 3 Шкабров, О. В. Исследование органолептических и микроструктурных показателей свинины с технологическими пороками в процессе автолиза / О. В. Шкабров, И. М. Чернуха, И. И. Андреева, Е. Д. Борисова, В. Д. Резниченко // Вестник МГУП – 2018. – № 2(25). – С. 99–103.
- 4 Сложенкина, М. И. Биологическая и пищевая ценность мышечной ткани в зависимости от качественных дефектов свинины / М. И. Сложенкина, И. Ф. Горлов, В. А. Бараников, Н. И. Момолова, С. А. Суркова, В. В. Лодьянов, А. В. Куликовский // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 4(4). – С. 37–44.
- 5 Горлов, И. Ф. Способы повышения эффективности производства свинины и улучшения её качества: рекомендации / И. Ф. Горлов, В. И. Водяников, А. И. Сивков [и др.]. – Москва: Вестник РАСХН, 2005. – 25 с.
- 6 Семёнова, А. А. Рациональное использование свинины в производстве мясopодуKтов / А. А. Семёнова, И. Л. Лебедева, В. В. Насонова, Л. А. Веретов // Все о мясе. – 2007. – № 4. – С. 45–47.
- 7 Poznyakovskiy, V. M. About the quality of meat with PSE and DFD properties / V. M. Poznyakovskiy, I. F. Gorlov, S. L. Tikhonov, V. G. Shelepov // Foods and Raw Materials. – 2015. – № 3. – P. 104–110. doi:10.12737/11244.
- 8 Bazhov, G. M., Krysh-top, E. A., and Baranikov, F. I., Tehnologicheskaya karakteristika svininy s porokami PSE i DFD (Technological characteristics of pork with PSE and DFD defects), Scientific Journal KubGAU, 2013, no. 9. – P. 35.
- 9 Bulychev, I. N. Pishchevye ingredienty dlya ispol'zovaniya myasnogo syr'ya s priznakami PSE i DFD (Food ingredients for the use of raw meat with PSE and DFD signs) // Myasnaya industriya (Meat Industry). – 2010. – № 5. – pp. 52–53.
- 10 Горлов, И. Ф. Прогнозирование продуктивности в свиноводстве методами корреляционно-регрессионного анализа / И. Ф. Горлов, О. П. Шахбазова, В. В. Губорева // Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства: мат. междунар. науч.-практ. конф. – п. Персиановский, 2015. – С. 34–38.
- 11 Лапшина, А. А. Способ сортировки мяса на группы качества PSE, DFD и NORM / А. А. Лапшина, С. Л. Тихонов, Е. И. Першина, С. Л. Кудряшов // Мясная индустрия. – 2012. – № 8. – С. 24–27.
- 12 Ряднов, А. А. Теоретическое и практическое обоснование использования селенорганических препаратов и рост-стимулирующих средств при производстве свинины: монография / А. А. Ряднов, И. Ф. Горлов, Т. А. Ряднова. – Волгоград, 2012. – 332 с.
- 13 Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб: ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91). – Введ. 01.01.2001. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 4 с.
- 14 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов – М.: Колос, 2001. – 376 с.
- 15 Ежкова, Г. О. Современные методы анализа мяса и мясopодуKтов: учебное пособие / Г. О. Ежкова, А. Б. Маргулис, В. Я. Пономарев. – Казань: КНИТУ, 2013. – 156 с.
- 16 Алексеев, А. Л. Аминокислотный состав мышечной ткани различных отрубов туш свиней / А. Л. Алексеев, В. А. Бараников, О. Р. Барило. // Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства: мат. междунар. науч.-практ. конф. – п. Персиановский, 2015. – С. 3–6.
- 17 Савинок О. Н. Изучение свойств свинины NOR и PSE в ходе созревания / О.Н. Савинок, А.С. Михайлов // Харчова наука і технологія – 2013. – № 2(23). – С. 59–62.
- 18 Поляченко, О. Г. Физическая и коллоидная химия. Практикум: учеб. пособие для студентов химических и технологических специальностей / О. Г. Поляченко, Л. Д. Поляченко. – Минск: БГТУ, 2006. – 380 с.

Поступила в редакцию 10.06.2020 г.

ОБ АВТОРАХ:

Шкабров Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент, декан химико-технологического факультета, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: olegshk@tut.by.

Трилинская Евгения Анатольевна, кандидат химических наук, доцент, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: e.trilinskaja@mail.ru.

Андреева Ирина Игнатьевна, кандидат технических наук, доцент, Могилевский государственный университет продовольствия.

Харкевич Лидия Юрьевна, аспирант кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: lхаркевич@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Oleg. V. Shkabrov, PhD (Engineering), Associate Professor, Dean of the Chemico-Technological Faculty, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: olegshk@tut.by.

Evgeniya. A. Trilinskaya, PhD (Chemistry), Associate Professor, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: e.trilinskaja@mail.ru.

Irina. I. Andreeva, PhD (Engineering), Associate Professor, Mogilev State University of Food Technologies.

Lidiya. Yu. Kharkevich, post-graduate student of the Department of Technology of Food Processing and Meat Products, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: lхаркевич@mail.ru.