

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов

Сергей В. Шахов¹ s_shahov@mail.ru
Игорь Н. Сухарев¹ i.suxarev@yandex.ru
Сергей Ю. Шубкин¹ shubkin.92@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В последние годы возрос интерес исследователей к копченым изделиям, в первую очередь, как к источнику белковой пищи. При этом весьма актуальна задача разработки всё новых видов оригинальных копченых продуктов. Одним из перспективных направлений в этой области является расширение ассортимента продукта, путем изменения и улучшения их вкуса, аромата и продолжительности хранения при помощи копчения продукта копильными ароматизаторами. Поэтому для решения задач, связанных с обеспечением высокой эффективности копчения необходима разработка способа обеспечивающей проникновение копильных частиц внутрь продукта, путем устранения лимитирующих факторов на их пути. Представленный способ для получения копченой мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов полностью отвечает современным течениям развития пищевой промышленности. Данная установка позволяет при проведении копчения варьировать следующие технологические параметры процесса: температуру, скорость и расход дымовоздушной смеси и паров пряно-копильных ароматизаторов; оптическую плотность копильной смеси; относительная влажность копильной смеси; температура пиролиза опилок в дымогенераторе и концентрацию копильной смеси в копильной камере. Копильные ароматизаторы в виде пара и дымовоздушная смесь подаются непосредственно на продукт под действием избыточного давления. В результате чего происходит улучшение качества и продолжительность хранения продукта за счет более глубокого проникновения копильных компонентов, очищенных от канцерогенных веществ, вглубь продукта при этом продукт сохраняет сочность, что очень важно для вкусовых характеристик.

Ключевые слова: копчение, давление, испарительный бачок, пряно-копильные ароматизаторы, мускусная утка

Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances

Sergey V. Shakhov¹ s_shahov@mail.ru
Igor N. Sukharev¹ i.suxarev@yandex.ru
Sergey Y. Shubkin¹ shubkin.92@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. In recent years interest of researchers in smoked products, first of all, as to a source of proteinaceous food has increased. At the same time the problem of development all of new types of original smoked products is very actual. One of the perspective directions in this area is expansion of the range of a product, by change and improvement of their taste, aroma and duration of storage by means of smoking of a product by smoking fragrances. Therefore development of a way providing penetration the smoking of particles in a product, by elimination of the limiting factors on their way is necessary for the solution of the tasks connected with ensuring high efficiency of smoking. Presents way for receiving a smoked musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances completely answers the modern trends of development of the food industry. This installation allows to vary the following technological parameters of process when carrying out smoking: temperature, speed and consumption of air-flue mix and vapors spicy smoking fragrances; optical density of smoking mix; relative humidity of smoking mix; temperature of pyrolysis of sawdust in a smoke generator and concentration of smoking mix in a smoking chamber. Smoking fragrances in the form of steam and air-flue mix move directly on a product under the influence of excessive pressure. Therefore there is an improvement of quality and duration of storage of a product due to deeper penetration the smoking of the components cleared of carcinogenic substances deep into of a product at the same time a product keeps juiciness that is very important for flavoring characteristics.

Keywords: smoking, pressure, vaporizing tank, spicy smoking fragrances, musky duck

Введение

Копчение – это вид тепловой обработки продуктов, придающий аромат и оказывающий консервирующее действие [1, 4]. Повышение эффективности процесса копчения связано с интенсификацией процесса дымообразования,

что позволяет поддерживать концентрацию дымовоздушной смеси в копильной камере на максимально возможном при текущих внешних условиях уровне и сократить этап процесса копчения, связанный с насыщением пищевого продукта копильными компонентами.

Для цитирования

Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 46–1. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-46-1

For citation

Shahov S.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu. Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 46–1. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-46-1

Интенсивность копчения пищевых продуктов зависит от движущей силы осаждения и осуществляется под действием броуновского движения, тяжести, центробежной и радиометрической сил, давления или разряжения, наложения электростатического поля высокого напряжения и т. п. Кроме того, существенное влияние на процесс оказывают величина напряжения на коронирующих электродах, размер частиц копильных компонентов, скорость движения среды в копильной камере, температура генерации среды, продолжительность обработки и свойства продукта [1, 5].

Каждый из известных типов копчения имеет свои достоинства и недостатки. В качестве основных критериев для их сравнительной оценки можно рассматривать энергетическую эффективность, продолжительность процесса, и, конечно же, качественные показатели готовой продукции, включающие в себя органолептическую оценку, а также содержание канцерогенных веществ.

Исторически сложилось, что пищевые продукты, коптили при атмосферном давлении в течение длительных периодов времени.

Одним из направлений интенсификации процесса насыщения ароматом дыма и улучшения диффузионных процессов является использование повышенного давления [2, 6].

Таким образом, существует необходимость в технике для копчения, которая работает при давлении больше чем атмосферное. Кроме того, существует необходимость в технике, которая коптит продукты под давлением с отдельными регуляторами температуры, давления и концентрации дыма без разрушения компонентов устройства [3, 7].

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, позволяет:

- повысить качественные показатели готовой продукции за счет получения концентрированной смеси, состоящей из паров пряно-копильных ароматизаторов и традиционной дымовоздушной смеси с заданными свойствами, которые обеспечивают контроль и регулирование процесса;

- увеличить эффективности использования копильного оборудования за счет применения избыточного давления, которое контролируется приборами на определенном заданном уровне препятствуя образованию на поверхности слоя копильных компонентов, мешающих проникновению фенолов во внутренние поры продукта, что обеспечивает увеличение скорости диффузионных процессов.

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением

избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, предусматривает обработку продукта копильным дымом под действием избыточного давления, величину которого регулируют датчиком давления, температуру стабилизируют в зонах дымогенерации и в испарительном бачке, путем воздействия на величину мощности, подаваемой к теплопередающим элементам, температура дымовоздушной смеси в копильной камере стабилизируют путем смешивания копильного дыма с парами пряно-копильных ароматизаторов, новым является то, что возникающие колебания концентрации дымовоздушной смеси и паров пряно-копильных ароматизаторов, получаемые после смешивания, регулируются за счет датчиков концентрации и датчиков расхода, которые подают сигнал на исполнительный механизм, удерживая концентрацию смеси в заданном диапазоне, при этом расположенный на обратном трубопроводе датчик расхода определяет текущее значение количества копильных веществ, осевших на продукт за время копчения, позволяя определить конечное завершение процесса копчения.

На рисунке 1 представлена схема, реализующая предлагаемый способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов.

Схема, реализующая предлагаемый способ автоматического управления, включает: установку для получения копченой мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, которая содержит копильную камеру 1, сверху которой располагается пульт управления 4, с кнопками включения/выключения приборов, также камера снабжена клапаном сброса давления 5, который соединен с обратным трубопроводом 10, внутри камеры располагается нагревательный элемент 6 с возможностью регулирования температурных режимов и подвесная рама 7 с крючками 28 для подвешивания продукта, также предусмотрена дверца со смотровым окном 11, предназначенная для загрузки и выгрузки продукта, а также для технического обслуживания, сзади камеры располагается выходной патрубок 8 с заслонкой 27 и вентилятором 9, для ускорения удаления дымовоздушной смеси.

Сбоку к копильной камере 1 подводится входной патрубок 18 с заслонкой 19 и с железными жалюзи 17, соединяющей копильную камеру с нагнетающим соплом 20 и эжектором 21.

Трубопровод 25 снабжен заслонкой 26, соединяющей дымогенератор 2 с камерой смешивания 22 через фильтр 24 и насос 23.

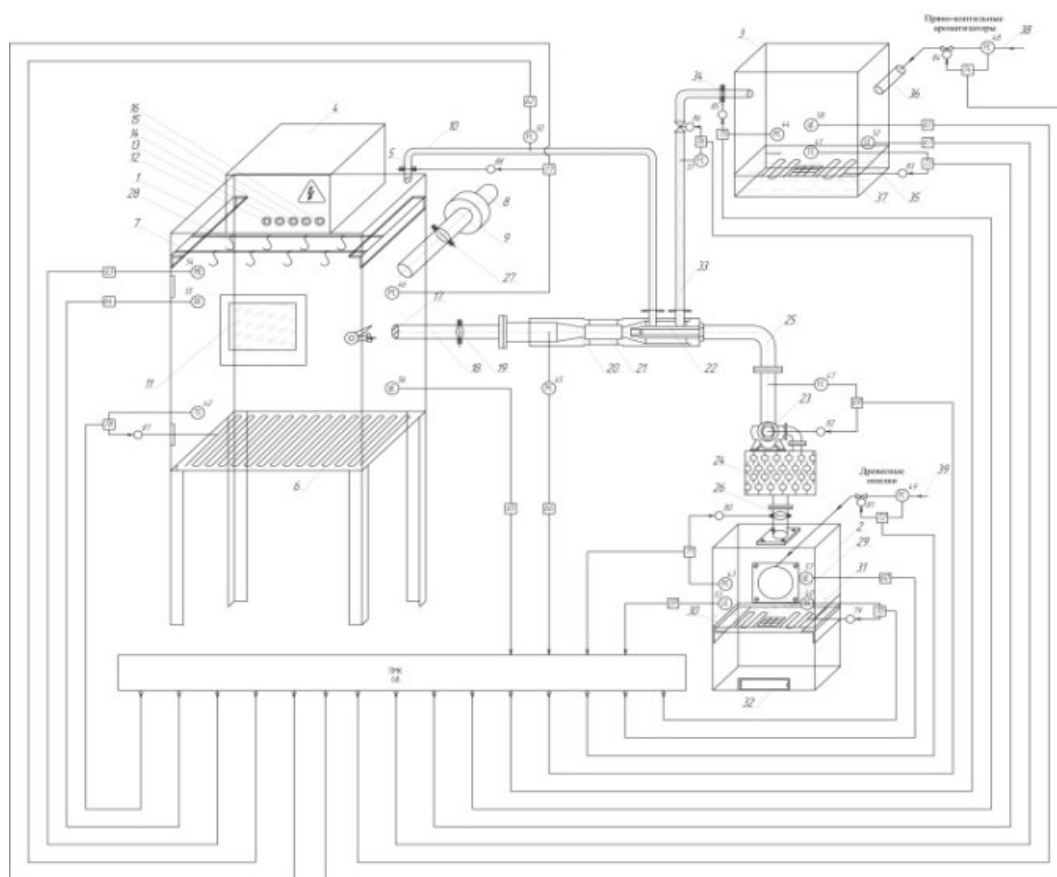


Рисунок 1. Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов

Figure 1. Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy копильных fragrances

Дымогенератор 2 снабжен нагревательным элементом 31, над которым располагается перфорированный лист 30, на который насыпаются опилки, снизу предусмотрено поддувало 32 для удаления золы, опилки подаются через специальный люк 29.

Камера смешивания 22, посредством трубопровода 33 с заслонкой 34 соединена с испарительным бачком 3, сбоку которого расположено заливное отверстие 36 для подачи пряно-копильных ароматизаторов 35 вовнутрь бачка, где располагается нагревательный элемент 37.

Схема также включает линию 38 для подачи пряно-копильных ароматизаторов в испарительный бачок 3, линию 39 для подачи опилок в дымогенератор 2, датчики температуры 40–42 соответственно древесных опилок в дымогенераторе 2, пряно-копильных ароматизаторов в испарительном бачке 3 и комбинированной копильной смеси в копильной камере 1, датчики давления 43–46 соответственно в дымогенераторе 2, в испарительном бачке 3, в нагнетающем сопле 20, в копильной камере 1, датчики расхода 47–51 соответственно расположены в трубопроводе 25 для удаления дымовоздушной смеси

из дымогенератора 2, на линии 38 для подачи пряно-копильных ароматизаторов, на линии 39 для подачи древесных опилок в дымогенератор 2, в обратном трубопроводе 10, в трубопроводе 33 для удаления паров пряно-копильных ароматизаторов из испарительного бачка 3, датчики уровня 52, 53 соответственно пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3 и древесных опилок в дымогенераторе 2, датчик влажности 54, расположенный в копильной камере 1, датчик плотности 55, расположенный также в копильной камере 1, датчики концентрации 56–58 соответственно расположенных в копильной камере 1, в дымогенераторе 2 и в испарительном бачке 3, вторичные приборы 59–67, программируемый технологический контролер (ПМК) 68, локальные регуляторы 69–78, исполнительные механизмы 79–88.

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов осуществляется следующим образом.

Управление ведётся в супервизорном режиме. При этом стабилизация значений технологических

параметров производится локальными регуляторами, задание которым устанавливает программируемый микроконтроллер. Это позволяет существенно повысить надёжность работы системы управления, т. к. в случае возникновения сбоя в программе или аппаратного отказа самого контроллера локальные регуляторы будут продолжать работать с последними установленными настройками. Применение микроконтроллера позволяет производить анализ поведения объектов управления и выбирать оптимальные настроечные параметры регуляторов исходя из определённых критериев, таких как минимизация затрат энергоресурсов, скорость регулирования (время переходных процессов в системе) и др.

Предварительно подготовленный продукт нанизывают на крючки 28, расположенные на подвесной раме 7 в коптильной камере 1, затем камеру закрывают дверцей со смотровым окном 11 и при помощи пульта управления 4 включают нагревательный элемент 6 и вентилятор 9 на выходном патрубке 8 для удаления свободной и поверхностной влаги из продукта, достигая нужного значения при помощи датчика 55, измеряющего влагу и дающий сигнал на вторичный прибор 63, затем доводят температуру внутри камеры до 120–180 °С в течение 20 минут, при помощи нагревательного элемента 6 и датчика 42 измеряющего и контролирующего температуру на заданном уровне внутри коптильной камеры 1.

Локальный регулятор 78 стабилизирует температуру воздуха в коптильной камере 1, воздействуя на исполнительный механизм 87, изменяющий силу тока, подаваемую на нагревательный элемент 6.

Датчик 55 измеряет плотность смешенной дымовоздушной смеси в коптильной камере 1, подавая сигнал на вторичный прибор 64.

Затем по линии 39 в дымогенератор 2 подаются опилки, расход которых стабилизируется с помощью датчика расхода 49 и локального регулятора 72 путем воздействия на исполнительный механизм 81. Опилки подаются на перфорированный лист 30 с отверстиями и закрывают заслонку 26 на трубопроводе 25, после чего включают нагревательный элемент 30 и доводят температуру до 290–300 °С, при помощи датчика 40, который измеряет и контролирует температуру внутри дымогенератора 2 на заданном уровне.

Локальный регулятор 70 стабилизирует температуру пиролиза опилок в дымогенераторе 2, воздействуя на исполнительный механизм 79, изменяющий силу тока, подаваемую на нагревательный элемент 31.

Датчик 53 измеряет уровень опилок, подаваемых в дымогенератор 2 по линии 39 подавая сигнал на вторичный прибор 59.

Датчик 43 измеряет давление в дымогенераторе 2 подавая сигнал на локальный регулятор 71, который регулирует давление внутри при помощи исполнительного механизма 80.

При помощи датчика 57 измеряют концентрацию дымовоздушной смеси в дымогенераторе 2, подавая сигнал на вторичный прибор 60.

В испарительный бачок 3 через заливное отверстие 36 по линии 38 подаются пряно-копильные ароматизаторы 35, расход которых стабилизируется при помощи датчика расхода 48 и локальный регулятор 74 при помощи исполнительного механизма 84, и включают нагревательный элемент 37 при закрытой заслонке 34 на трубопроводе 33 для повышения давления внутри бачка до 198 кПа, при помощи датчика 44 измеряют давление внутри испарительного бачка 3 и доводят до температуры 110–120 °С, которую измеряют с помощью датчика 41.

Локальный регулятор 73 стабилизирует температуру пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3, воздействуя на исполнительный механизм 83, изменяющий силу тока, подаваемого на нагревательный элемент 37.

Датчик 52 измеряет уровень пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3, подавая сигнал на вторичный прибор 67.

Локальный регулятор 75 стабилизирует давление на уровне 198 кПа в испарительном бачке 3, воздействуя на исполнительный механизм 85.

При помощи датчика 58 измеряют концентрацию паров пряно-копильных ароматизаторов в испарительном бачке 3, подавая сигнал на вторичный прибор 61.

После достижения заданной влажности, измеряемой в коптильной камере 1 датчиком 54, подается сигнал на вторичный прибор 63 и на ПМК 68, и выключается нагревательный элемент 6 и вентилятор 9, затем закрывается заслонка 27 на выходном патрубке 8, а заслонки 34 и 26 на трубопроводах 33 и 25 соответственно открываются и включается насос 23.

Из дымогенератора 2 дымовоздушная смесь отсасывается через фильтр 24, насосом 23, в котором одновременно происходит ее охлаждение и очистка от канцерогенных компонентов, после этого дымовоздушная смесь нагнетается в эжектор под давлением, проходя через камеру смешивания 22, где дымовоздушная смесь смешивается с парами пряно-копильных ароматизаторов, после чего вся смесь с большой скоростью проходит через нагнетающее сопло 20, в котором расположен датчик измерения давления 45, который подает сигнал на вторичный прибор 66,

затем вся смесь попадает в трубопровод 18 с открытой заслонкой 19 и с регулируемыми железными жалюзи 17, позволяющими регулировать направление копильной смеси, которая начинает пронизывать поры продукта снаружи, ослабляя силы взаимодействия между молекулами в местах попадания. Давление в местах столкновений оказывается выше давления окружающей среды, и чем выше скорость испарения, тем выше разница давления на границе раздела фаз и в среде, при этом увеличивается общее давление среды в копильной камере до 198 кПа.

При достижении большего давления чем 198 кПа в копильной камере 1, предусмотрен клапан сброса давления 5, который установлен в обратном трубопроводе 10, связывающем копильную камеру 1 с камерой смешивания 22.

Отношение концентрации паров пряно-копильных ароматизаторов и дымовоздушной смеси в копильной камере 1 должно быть в пределах 30:70 для более равномерного прокапчивание продукта, для этого на трубопроводах 33 и 25 установлены датчики расхода 51 и 47 соответственно.

Локальный регулятор 69 стабилизирует объем подачи дымовоздушной смеси в камеру смешивания 22, воздействуя на исполнительный механизм 82, изменяющий объем пропускания насоса 23.

Локальный регулятор 76, стабилизирует объем подачи паров пряно-копильных ароматизаторов в камеру смешивания 22, воздействуя на исполнительный механизм 86.

Датчик расхода 50, расположенный на обратном патрубке 10, измеряет объем смеси, выбрасываемой через клапан сброса давления 5, и затем поступающей в камеру смешивания 22, подавая сигнал на вторичный прибор 62.

Процесс копчения продолжается в течение 20 минут, после чего перекрываются заслонки 26 и 34 и отключаются нагревательные элементы 37 и 31 и насос 23, затем открывается заслонка 27 и включается вентилятор 9 для протягивания копильной камеры 1 от отработанной копильной смеси на выходном патрубке 8, после чего открывается дверца со смотровым окном 11 и продукт снимается с крючков 28.

В результате исследований кинетики насыщения фенолами мускусной утки при различном уровне давления с использованием экспериментальной установки, были получены кривые, представленные на рисунках 2 и 3. Концентрация фенолов определялась в пробах внутренних частей продукта, что позволяет оценить качество проникновения копильных компонентов через толщу продукта.

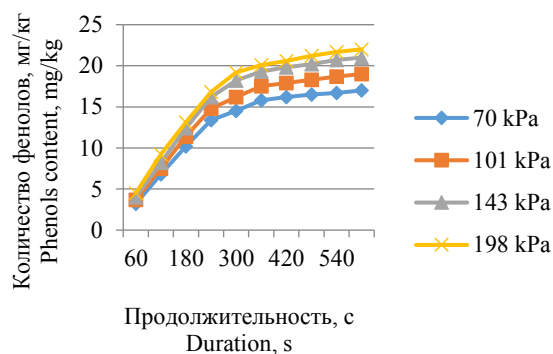


Рисунок 2. Зависимости содержания фенолов от времени процесса копчения при различном уровне давления

Figure 2. Dependences of content of phenols on time of process of smoking at various level of pressure

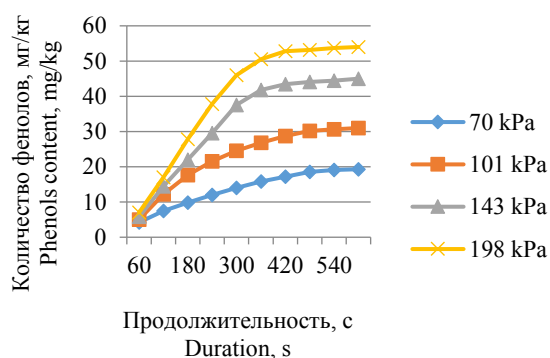


Рисунок 3. Зависимости содержания фенолов от времени процесса копчения при различных значениях уровня давления с использованием пряно копильных ароматизаторов

Figure 3. Dependences of content of phenols on time of process of smoking at various values of level of pressure with use of fragrances

Проанализировав представленные кривые зависимости (рисунок 2) можно сделать вывод, что интенсификация процесса копчения насыщения фенолами возрастает при повышении давления. При давлении ниже 100 кПа на поверхности продукта образуется слой копильных компонентов, препятствующий попаданию фенолов во внутренние поры продукта, что снижает скорость осаждения и концентрацию фенолов в продукте. При использовании пряно-копильных ароматизаторов (рисунок 3) происходит увеличение содержания фенолов в пробах продукта, но при этом также наблюдается определяющее влияние уровня давления на накопление фенолов в продукте. То есть давление обеспечивает основную функцию (движущую силу) – фильтрования копильных компонентов через поры продукта для обеспечения насыщения его ароматом дыма, а пряно копильные ароматизаторы, подаваемые также под давлением, способствуют осаждению копильных компонентов на внутренние поры продукта тем самым обеспечивая прокапчивание продукта и равномерное распределение фенолов по всему объему.

Построенные на основе результатов проведенных экспериментов кривые, позволяют определить как основные параметры ведения процесса копчения с применением пряно-копильных ароматизаторов подаваемых под давлением влияют на его интенсивность, а также оптимальные интервалы регулирования входных факторов для статистического анализа.

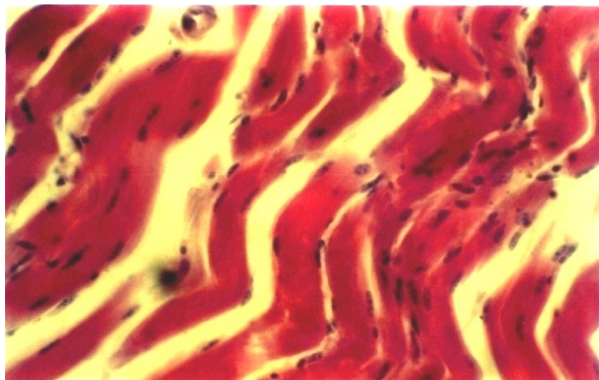


Рисунок 4. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 12 час

Figure 4. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 12th hour

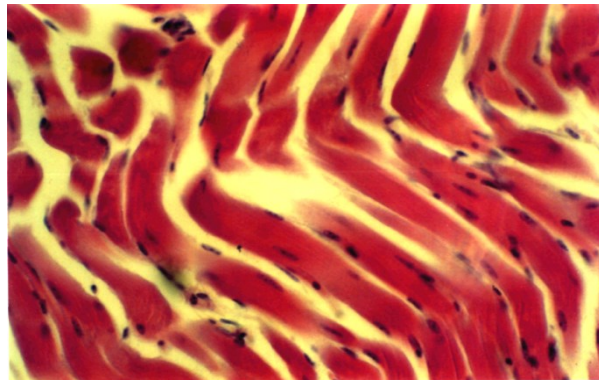


Рисунок 5. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 24 час

Figure 5. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 24th hour

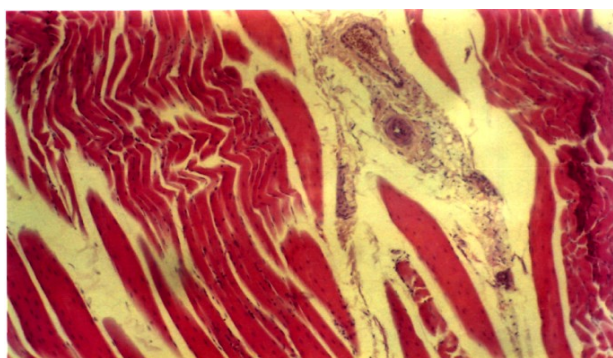


Рисунок 6. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 36 час

Figure 6. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 36th hour

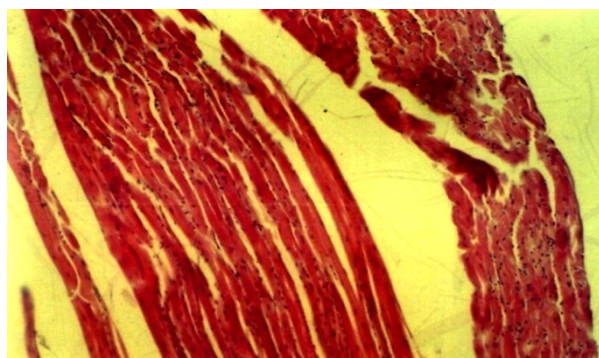


Рисунок 7. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 48 час

Figure 7. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 48th hour

Заключение

Исследования позволяют сделать вывод о возможности значительного увеличения сроков хранения, а, следовательно, о возможности использования мяса мускусной утки копченого под действием избыточного давления с применением пряно-копильных ароматизаторов в производстве продуктов питания.

Предлагаемый способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов имеет следующие преимущества:

- обеспечивает повышение производительности оборудования, благодаря согласованной работы дымогенератора, испарительного бака и копильной камеры;

Представленные данные на рисунках 4–7 проведенного гистоморфологического исследования копченого мяса мускусной утки в процессе хранения через 12, 24, 36, 48 часов свидетельствуют, что структурные изменения, наблюдаемые в мышечной ткани, протекают с незначительной скоростью.

- снижение удельных энергозатрат за счет поддержания наиболее рациональных условий протекания процесс копчения;

- позволяет получить готовый продукт стабильно высокого качества за счет получения дыма и паров пряно-копильных ароматизаторов с заданными свойствами концентрации;

- сократить затраты на электроэнергию и, следовательно, позволяет снизить себестоимость продукции.

- повысить скорость приготовления копченых пищевых продуктов;

- уменьшить количество дымовоздушных выбросов и, следовательно, обеспечить защиту окружающей среды;

- увеличить срок хранения готовой продукции;

- повысить органолептические показатели готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 EFSA (European Food Safety Authority): Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food // The EFSA Journal 2008. № 724. С. 1–114.

2 Simon, R., Palme, S., Anklaam, E. и др. Method validation for determination of the 15 European-priority polycyclic aromatic hydrocarbons in primary smoke condensates by gas chromatography/mass spectrometry: Interlaboratory study // Journal of AOAC International, 2008. Т. 89. № 3, С. 772–781.

3 Bouvrette, P., Hrapovic, S., Male, K. B. и др. Analysis of the 16 Environmental Protection Agency priority polycyclic aromatic hydrocarbons by high performance liquid chromatography-oxidized diamond film electrodes // Journal of Chromatography. 2006. А 1103 (2), 248–256.

4 Шокина Ю.В., Обухов А.Ю., Кирилюк О.А. Комплексный подход к применению копильных сред-получаемых с использованием ИК-дымогенератор // Рыбпром. 2010. № 3. С. 98–102.

5 Салаватуллина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. СПб.: ГИОРД, 2005. 248 с.

6 Шахов С.В., Мальцева О.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Анализ процесса дымообразования // Материалы международной научно-практической конференции Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК. 2015., Воронеж, С. 404–406.

7 Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю., Мальцева О.В., Ракитянский А. А. Установка с внутренней подачей дыма для получения копченых экструдированных продуктов // Мясная индустрия. 2015. № 5. С. 44–46.

8 Соловьева А.А., Зинина О.В. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру сырокопченых колбас из мяса птицы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2016. Т. 4. № 4. С. 45–53.

REFERENCES

1 EFSA (European Food Safety Authority): Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. The EFSA Journal. 2008. No.724. pp. 1–114.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Шахов д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s_shahov@mail.ru

Игорь Н. Сухарев аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, i.suxarev@yandex.ru

Сергей Ю. Шубкин аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shubkin.92@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

2 Simon, R., Palme, S., Anklaam, E. et al. Method validation for determination of the 15 European-priority polycyclic aromatic hydrocarbons in primary smoke condensates by gas chromatography/mass spectrometry: Interlaboratory study. Journal of AOAC International, 2008. vol. 89. no. 3, pp. 772–781.

3 Bouvrette, P., Hrapovic, S., Male, K. B. et al. Analysis of the 16 Environmental Protection Agency priority polycyclic aromatic hydrocarbons by high performance liquid chromatography-oxidized diamond film electrodes. Journal of Chromatography. 2006. А 1103 (2), 248–256.

4 Shokina Yu.V., Obukhov A.Yu., Kirilyuk O.A. An integrated approach to the use of smoke replacement using the IR-smoke generator. Rybprom [Ryb-prom]. 2010. no. 3. pp. 98–102. (in Russian).

5 Salavatulina R.M. Ratsional'noe ispol'zovanie syr'ya v kolbasnom proizvodstve. [Rational use of raw materials in the production of sausages.]. St. Petersburg, GIORД, 2005. 248 p. (in Russian).

6 Shakhov S.V., Mal'tseva O.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu. Analysis of the process of smoke generation. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii APK [Materials of international scientific-practical conference System analysis and simulation of quality management processes in innovative development of agriculture]. 2015. Voronezh, pp. 404–406. (in Russian).

7 Shakhov S.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu., Mal'tseva O.V., Rakityanskii A. A. Installation with internal flow of smoke to obtain a smoked extruded products. Myasnaya industriya [The meat industry]. 2015. no. 5. pp. 44–46. (in Russian).

8 Solov'eva A.A., Zinina O.V. Effect of biotechnological processing on the microstructure of smoked sausages from poultry meat. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the South Ural state University]. 2016. vol. 4. no. 4. pp. 45–53. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey V. Shakhov doctor of technical sciences, professor, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s_shahov@mail.ru

Igor N. Sukharev graduate student, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, i.suxarev@yandex.ru

Sergey Y. Shubkin graduate student, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shubkin.92@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.10.2017

ACCEPTED 5.15.2017