УДК 637.5.034

И.В. Иванов, Г.В. Гуринович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАКУУМ-ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ ЧИПСОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

На рынке пищевых продуктов все большее распространение получают изделия мясной гастрономии – снэки, от английского слова snack, или «легкая закуска». Расширение ассортимента снэковой продукции, среди которой для потребителя наиболее известными являются чипсы, происходит за счет изделий из гидробионтов и сырья животного происхождения. Перспективным сырьем для изготовления мясных чипсов является мясо птицы.

Одной из стадий технологического процесса при производстве чипсов является сушка, скорость и способ выполнения которой влияет на качество, безопасность изделий, а также энергозатраты при изготовлении.

В работе представлены результаты исследований вакуум-инфракрасной сушки мяса птицы, направленных на разработку технологии чипсов с улучшенными потребительскими свойствами.

Мясо птицы, чипсы, вакуум-инфракрасная сушка, кривые сушки, активность воды.

Введение

В настоящее время продукты для быстрого и легкого утоления голода – снэки занимают все более прочное положение на российском рынке. Так, если в 2001 г. потребление снеков составляло 600 г на человека в год, то уже в 2011 г. 1,5 кг [1, 2]. Этому способствовали изменение стиля жизни современного человека, испытывающего дефицит времени на ведение домашнего хозяйства и приготовление пищи, а также изменение в культуре потребления различных продуктов с постепенным переходом к использованию готовых к употреблению закусок. Увеличение объемов потребления этой продукции сопровождается расширением ее ассортимента, в том числе за счет продуктов из гидробионтов и мяса.

Следует сказать, что мясные закусочные продукты широко распространены в Америке, Австралии, Европе, Азии, где они имеют давнюю культуру производства и потребления и изготавливаются не только в промышленных, но и домашних условиях. К ним, в первую очередь, следует отнести джерки, которые считаются национальным продуктом Америки, технология изготовления и качество которого регламентируются стандартом. Этот продукт с большими традициями изготавливают, как правило, из говядины, подвергаемой процессам посола и сушки. К группе сухих закусочных продуктов, изготавливаемых в других странах, относятся также билтонг, пастирма, пеммикан, никку, со ган, ро ган, тасайо и другие [10]. К мясным закусочным продуктам, представленным на российском рынке, относятся чипсы, мясные ломтики, строганина, карпаччо и другие.

Все эти продукты классифицируются как стабильные в хранении при температуре окружающей среды и безопасные с точки зрения развития патогенных микроорганизмов. Они содержат повышенное количество белка, что обусловлено особенностями технологии изготовления, удобны в использовании, так как имеют малую массу, не требуют предварительной подготовки, не связаны с определенным временем и местом потребления.

Показателем, определяющим стабильность свойств продукта при хранении и срок его годности, является, прежде всего, активность воды (a_w). Известно, что большинство микроорганизмов не могут расти при a_w менее 0,91, наиболее устойчивые в условиях снижения доступной влаги *S. aureus* могут расти при a_w ниже 0,86 [10]. В этой связи минимизация количества доступной влаги и снижение активности воды до значений 0,85 и ниже имеют решающее значение в технологии сухих и полусухих мясных продуктов для контроля роста микроорганизмов, в том числе токсигенных. В современных условиях производства и внедрения систем организации контроля качества, ориентированных на снижение микробных рисков, именно a_w следует принимать как объективный показатель, позволяющий контролировать процесс сушки и степень готовности сухих продуктов, а значение показателя следует устанавливать, опираясь на имеющиеся данные и рекомендации.

Так, в соответствии со стандартом департамента сельского хозяйства Америки (USDA) значение активности воды (a_w) для джерок в герметичной упаковке должно быть не более 0,80, для продукта, упакованного в обычных условиях, не исключающих контакт с кислородом воздуха, критическое значение показателя a_w составляет ≤ 0,70. В ряде стран, в частности США, для классификации сухих продуктов используется показатель отношение «влага:белок», значение которого в целом для мясных продуктов изменяется в пределах 3,7:1. Для сухих продуктов типа джерок рекомендовано 0,75:1, для полусухих колбас – 1,9:1, для полусухих колбас с pH менее 5 он может сотавлять 3,1:1 [10, 13]. Для билтонга, сушка которого выполняется при температуре окружающей среды, рекомендуемое значение активности воды составляет 0,60–0,65, что объясняется необходимостью предупреждения роста плесеней, способных медленно расти при значении a_w – 0,62 [7, 8]. Для продуктов с высоким значением активной кислотности (pH), обусловленной образованием продуктов метаболизма стартовых культур микроорганизмов или регуляторов кислотности, микробная стабильность достигается при более высоких значениях активности воды. Имеются данные, согласно которым использование уксусной или лимонной кислоты, соевого соуса, поваренной соли в сочетании с вакуумной упаковкой сухих продуктов способствует улучшению санитарного состояния изделий при хранении, приводя к отмиранию микроорганизмов [14].

Снижение активности воды происходит в основном в период сушки, которая является наиболее эффективным и практичным способом консервирования и хранения мясных продуктов, в том числе в странах с жарким климатом [9]. Сушка сопровождается процессами тепло- и массопереноса, интенсивность и глубина которых оказывают существенное влияние на химический состав, структуру, физические и органолептические свойства изделий. Сушка может выполняться при относительно низкой температуре в течение длительного времени или при повышенной температуре и кратковременном воздействии.

Анализ режимов сушки сухих закусочных неферментированных продуктов малых размеров позволил установить минимальное значение температуры процесса, равное 49 °С. При такой температуре нормативное значение массовой доли влаги достигается максимально через 20 ч обработки. При температуре сушки свыше 77 °С длительность обработки сокращается минимально до 3 ч [4, 5, 6]. Вместе с тем следует принимать в расчет, что высокая температура греющего агента и большая продолжительность сушки способствуют развитию окислительных процессов, потере витаминов и биологически активных веществ.

Сокращению продолжительности сушки способствует выполнение ее в вакууме или комбинированный нагрев. В технологии обезвоженных продуктов используют сублимационную сушку. При сублимационной сушке мясо и мясопродукты в условиях вакуума подвергаются предварительному быстрому замораживанию до температуры –30 °С, после чего их сушат при низкой температуре (не выше –15...–20 °С) в условиях вакуума с последующей досушкой при температуре +40…+60 °С [3].

Вместе с тем обоснование режимов сушки следует рассматривать не только с точки зрения интенсификации процесса и сохранения биологической ценности продукции, но и возможности роста микроорганизмов, сохранивших жизнеспособность при ускоренном обезвоживании. Поэтому вариантами технологической схемы сухих продуктов являются предварительная обработка сырья при повышенной влажности греющей среды, обеспечивающая пастеризующий эффект, или иной способ подготовки сырья перед сушкой для улучшения его санитарного состояния. Так, B. Timothy с соавторами выделяют четыре основных фактора, определяющих эффективность и продолжительность сушки. К ним относятся низкое pH сырья, способ размещения продукта при сушке (вертикальный, горизонтальный), чередование циклов замораживания-оттаивания сырья, предварительная ферментативная обработка или тендеризация сырья [12]. Утверждается, что гарантированную безопасность сухих продуктов при умеренной продолжительности обработки обеспечивает комбинированная двухстадийная тепловая обработка, на первой стадии которой выполняется предварительная варка для обеспечения пастеризующего эффекта и далее сушка. Это согласуется с ранними стандартами USDA на изготовление джерок, которые рекомендовали предварительный нагрев сырья перед сушкой до температуры в центре не ниже 71 °С [9]. Согласно данным Anna C.S. Porto-Fett с соавторами, предварительное маринование сырья позволяет снизить продолжительность сухого нагрева при температуре 82 °С с 3 до 2,5 ч при гарантированном уничтожении патогенных микроорганизмов *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium* и *Listeria monocytogenes* и исключении их роста в продукте при хранении [11].

Вместе с тем предварительный нагрев приводит к формированию органолептических характеристик продукта, отличных от традиционных для сухих продуктов. В этой связи более предпочтительной следует считать технологию, включающую сушку продукта с последующей упаковкой его в условиях вакуума, которая обеспечивает гарантированную микробную стабильность и традиционные органолептические свойства. Установлено, что наиболее толерантные к снижению активности воды патогенные *S. aureus* утрачивают способность к росту и размножению в анаэробных условиях при a_w – 0,88, тогда как в аэробных – при a_w менее 0,80 [14].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что технологии сухих закусочных продуктов весьма разнообразны, а поиск новых решений, направленных на оптимизацию их производства, остается актуальным.

Собственные исследования направлены на разработку технологии чипсов из мяса птицы, сушка которых выполняется в условиях вакуума под действием инфракрасного нагрева.

Объект и методы исследования

Перспективным сырьем для изготовления мясных чипсов является мясо птицы, которое отличается низким содержанием межмышечного жира, повышенным содержанием белков, основную долю которых составляют мышечные белки. В исследованиях использовано охлажденное филе грудки цыпленка-бройлера 0...+4 °С. Массовая доля влаги в исходном сырье составляет (71,8±0,74) %, количество связанной влаги – 86 % от общего влагосодержания.

Подготовка сырья заключалась в его нарезке на пластинки размером (60×5) мм. Сушку выполняли на экспериментальной установке (авторы А.Н. Расщепкин, В.А. Ермолаев, кафедра теплохладотехники КемТИППа). Установка включает вакуумную камеру с инфракрасными лампами КГТ 220-1000 мощностью 1 кВт, расположенными в ее верхней и нижней части на расстоянии 70 мм от высушиваемого продукта. Давление в камере ниже атмосферного поддерживается вакуумным насосом, для конденсации влаги, выделяемой из продукта, служит холодильная установка. Регулирование параметров работы установки осуществляется с помощью компьютера и специальной программы «Мультиметр». Продукт размещали на сетчатом поддоне равномерным одинарным слоем и устанавливали между инфракрасными лампами. Измерение температуры воздуха осуществляли термопарой ХК (хромель-копель) по ГОСТ 12977.

Для высушиваемого продукта контролировали активность воды (a_w) с использованием анализатора АВК 4, массовую долю остаточной влаги – арбитражным методом по ГОСТ 9793, органолептические

характеристики – методом вербальной оценки показателей с использованием ГОСТ Р ИСО 5492-2005.

Обсуждение результатов исследования

На первом этапе исследований по результатам определения динамики физико-химических и органолептических показателей высушенного образца устанавливали рациональную температуру вакуум-инфракрасной сушки мяса птицы, глубина вакуума обусловлена техническими характеристиками сушильной установки и составляла во всех случаях 10 кПа (табл. 1). Контроль физико-химических и органолептических показателей высушиваемых образцов проводили через 30 мин обработки, повторность опытов трехкратная.

Согласно полученным данным, текущие значения влажности образцов, определенные как отношение массы влаги к массе исследуемого образца, существенно зависят от температуры греющей среды. Наиболее равномерно сушка мяса птицы происходила при температуре 60 °С с относительным уменьшением массовой доли влаги в каждый из измеряемых периодов времени на 40 %. Значение активности воды, свойственное сухим продуктам (a_w < 0,8), достигалось через 90 мин сушки. Следует сказать, что значение массовой доли влаги, предусмотренное проектом национального стандарта на продукты из мяса птицы сыровяленые (45 %), достигалось через 60 мин сушки. Консистенция конечного высушенного продукта характеризовалась как достаточно упругая, при приложении механической нагрузки образец сохранял форму, не крошился.

Таблица 1

Влияние режимов вакуум-инфракрасной сушки на физико-химические показатели сухого продукта

Параметры сушки			Физико-химические показатели высушенных образцов	
продолжительность, мин	температура воздуха, °С	глубина вакуума, кПа	активность воды	массовая доля влаги, %
30	60	10	0,9866	58,09±0,8
60			0,9221	36,03±0,5
90			0,8011	22,53±0,9
30	70		0,9803	48,74±0,7
60			0,8837	15,31±1,1
30	80		0,9645	40,53±0,5
60			0,8212	10,85±1,3

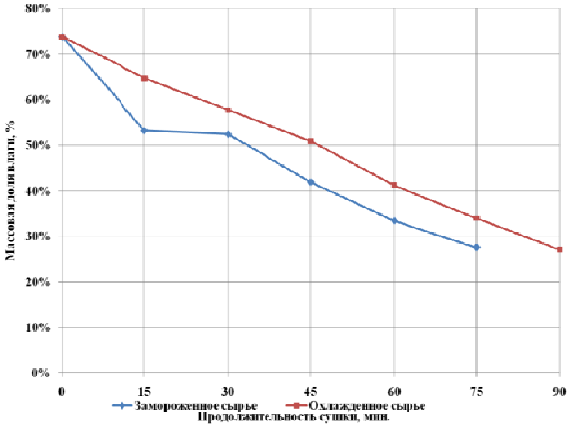
При температуре сушки 70 °С в условиях вакуума скорость испарения влаги из материала существенно возрастала. Через 60 мин обработки остаточное количество влаги в высушенном сырье составило (15,31±1,1) % против (36,03±0,5) %, установленного для образца аналогичного периода сушки при 60 °С. Быстрое удаление влаги макро- и микрокапилляров и большей части адсорбционной влаги повлияло на органолептические свойства высушенного образца. Неравномерность испарения влаги привела к чрезмерному уплотнению верхнего слоя, что придало твердость и одновременно хрупкость консистенции, при приложении механического усилия структура образца разрушалась с образованием крошки. Показатель активности воды оказался выше рекомендуемого значения и составил 0,8837, что согласуется с наличием уплотненного поверхностного слоя, затрудняющего внешний влагоперенос при постоянном значении температуры греющей среды и глубины вакуума.

Сушка сырья при температуре 80 °С приводила к более быстрому прогреву сырья и повышению температуры центральных слоев, следствием чего явилось уменьшение массовой доли влаги до (40,53±0,5) % уже в первые 30 мин сушки. Через 60 мин сушки относительное снижение влаги составило 73 %, это позволяет говорить о том, что скорость сушки при этой температуре оказалась выше в среднем в 1,5 раза, чем при 60 °С. Показатель активности воды для высушенного продукта составил 0,8212, массовая доля остаточной влаги – (10,85±1,3) %. При высокой эффективности испарения влаги консистенцию высушенного образца следует расценивать как неприемлемую, для ее описания применимы следующие характеристики: хрупкая, крошливая, чрезмерно сухая, трудно смачиваемая.

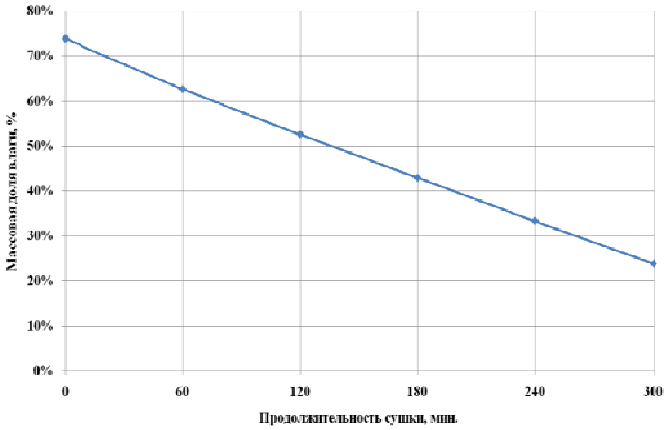
По совокупности полученные данные свидетельствуют о том, что при инфракрасном нагреве в условиях вакуума сушку мяса птицы, органолептические свойства которого соответствуют характеристике чипсов, следует вести при температуре 60 °С, продолжительность обработки – не менее 60 мин.

В последующем была изучена кинетика вауум-инфракрасной и конвективной сушки, выполняемой в условиях сухого нагрева в духовом шкафу при температуре 90 °С, принятой на основании анализа режимов температуры, которые обеспечивают необходимое санитарное состояние изделий.

На рис. 1 представлены кривые сушки филе птицы и значения показателей активности воды, полученные экспериментально в зависимости от условий обработки.



а



б

Рис. 1. Кривые вакуум-инфракрасной (а) и конвективной (б) сушки мяса птицы

Согласно представленным данным, кривая сушки мяса в птицы, нарезанного тонкими пластинами, в условиях вакуума и умеренной температуры нагрева имеет вид, несколько отличный от кривых, характерных для капиллярно-пористых коллоидных структур. На кривой сушки мяса в условиях вакуума и нагрева ИК-излучателем отсутствует участок с постоянной температурой, характерной для участка прогрева материала. В течение всего последующего периода сушки до нормативного значения активности воды она протекает с практически постоянной скоростью, равной (0,48–0,53) °С/мин. Это следует объяснять малой толщиной высушиваемого материала, а также низким содержанием соединительной ткани и малым диаметром мышечного волокна сырья и, как следствие, незначительной усадкой, что обеспечивает равномерность испарения влаги. При сушке мяса, предварительно замороженного перед нарезкой (–10 °С) постоянная скорость процесса наблюдается в первые 45 мин, при этом скорость сушки выше, чем в случае использования охлажденного сырья. В последующем скорость сушки падает, нормативное значение активности воды достигается через 75 мин сушки.

Данные, характеризующие кинетику сушки охлажденного и замороженного мяса птицы в условиях вакуума под действием инфракрасного нагрева, а также конвективного нагрева охлажденного мяса птицы, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние термического состояния мяса птицы и способа сушки на физико-химические показатели сырья

Вакуум-инфракрасная сушка					Конвективная сушка		
продолжительность, мин	массовая доля влаги, %		активность воды		продолжительность, мин	массовая доля влаги, %	активность воды
	А	В	А	В			
0	73,80±0,43	73,80±0,23	0,9903	0,9903	0	73,80±0,55	0,9903
15	64,72±0,65	53,25±0,66	0,9872	0,9852	60	62,56±0,84	0,9861
30	57,74±0,32	52,46±0,71	0,9869	0,9797	120	52,50±0,39	0,9716
45	50,95±0,87	41,93±0,51	0,9797	0,9151	180	42,84±0,65	0,9432
60	44,29±0,56	33,43±0,73	0,9233	0,8702	240	33,25±0,52	0,8615
75	37,78±0,85	27,57±0,39	0,8855	0,8000	300	23,75±0,45	0,8000
90	27,10±0,77	–	0,8000	–	–	–	–

Примечание. А – охлажденное сырье; Б – замороженное сырье.

При конвективной сушке мяса птицы нормативное значение активности воды достигается лишь через 5 ч сушки.

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности сушки мяса птицы в условиях вакуума, который позволяет сократить продолжительность сушки в 3,3–3,5 раза, достигнуть показателя активности воды, гарантирующего микробиологическую стабильность продукта, органолептические показатели, свойственные сухим продуктам. Предварительно замораживание сырья способствует сокращению продолжительности сушки. Полученные данные имеют важное практическое значение для технологии продуктов из мяса птицы.

Список литературы

1. Никонорова, И. Обзор российского рынка снэков / И. Никонорова // Russian Food & Drinks Market. – 2011. – № 1. – С. 5.

2. Ромашкина, М. Мясное изобилие / М. Ромашкина // Витрина. Мир супермаркета. – 2007. – № 3. – С. 21–22.

3. Семенов, Г.В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко / Г.В. Семенов, Г.И. Касьянов. – Ростов н/Д: ИЦ «МарТ», 2002. – 112 с.

4. Buege, D. Lethality of commercial whole muscle beef jerky manufacturing processes against *Salmonella* serovars and *Escherichia coli* O157:H7 / D. R. Buege, G. Searls, S. C. Ingham // Journal of Food Protection. – 2006. – № 69. – P. 2091–2099.

5. Destruction of acid-adapted and non-adapted Listeria monocytogenes during drying and storage of beef jerky / M. Calicioglu, J.N. Sofos, J. Samelis et al. // Food Microbiology. – 2002. – № 19. – P. 545–559.

6. Harrison, J. Fate of Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, and Salmonella typhimurium during preparation and storage of beef jerky / J.A. Harrison, M.A. Harrison // Journal of Food Protection. – 2006. – № 59. – P.1336–1338.

7. Heinke, W. Isolation and identification of yeasts associated with intermediate moisture meats / W. Heinke, E. Laing, B.C.Viljoen // Food technology and biotechnology. – 2000. – Vol. 1, № 38. – P. 69–75.

8. Ignasi, V. Thin-layer drying characteristics of beef jerky / V. Ignaci, V. Meda, S. Panigrahi // North Central CSBE / ASABE inter sectional Meeting, Saskatoon. – 2006. – Oct. 5–7.

9. Improved meat drying in Asia and Pacific // FAO. Rome. – 2001.

10. Principles of Preservation of Shelf-Stable Dried Meat Products // FSRE Shelf-Stable. – 2005. – Nov. 15. – P. 156–170.

11. Porto-Fett, Anna C.S. Validation of a commercial process for Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on the Surface of Whole Muscle Beef Jerky / C.S. Porto-Fett Anna, E. Call Jeffrey, B. Luchansky John // Journal of Food Protection. – 2008. – Vol. 71, № 5. – P. 918–926.

12. Optimizing jerky drying time with minimal product impact / Timothy, J. Bowser, R. Scott Frazier, et al. // The Open Food Science Journal. – 2009. – Vol. 3. – P. 79–83.

13. Quick guide on processing jerky and Compliance guideline for meat and poultry jerky produced by small and very small plants. Update compliance guideline // USDA. – 2007. – April.

14. InghamSurvival of *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* on vacuum-packaged beef jerky and related products stored at 21 ^{o}C / I.C. Steven, G. Searls, S. Mohanan et al. // Journal of Food Protection. – 2006. – Vol. 69, № 9. – P. 2263–2267.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

I.V. Ivanov, G.V. Gurinovich

INVESTIGATION OF VACUUM-INFRARED DRYING OF POULTRY MEAT CHIPS

Products of meat gastronomy – snacks from the English word «snack» or «light snack» are becoming more and more common in the market of food products. Expansion of snack products assortment, among which chips are the most famous for consumers, is due to products from hydrobionts and raw materials of animal origin. A promising raw material for the production of meat chips is poultry meat.

One of the stages of the technological process for the production of chips is drying; the speed and a way of producing of which influence the quality and safety of products, as well as energy consumption during production.

The research results deals with vacuum-infrared drying of poultry meat aimed at the development of chips technology with improved consumer properties.

Poultry meat, chips, vacuum-infrared drying, drying curves, water activity.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
650056, Russia, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47.
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 06.07.2013