

**В. В. ЕВЛАШ**, д-р техн. наук, проф., Харьковский государственный университет питания и торговли;

**А. В. НЕМИРИЧ**, канд. техн. наук, доц., Национальный университет пищевых технологий, Киев

**А. Е. МАКСИМЕНКО**, ассистент, ЛНАУ, Луганск

**О. Ю. ГРИЦЕНКО**, аспирант, Харьковский государственный университет питания и торговли

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ СУШЕНОГО МЯСА ГОВЯДИНЫ ПРИ СТП-СУШКЕ**

Проведены исследования формирования пористости сушеного мяса говядины при СТП-сушке и ее влияние на коэффициент водопоглощения и влагоудерживающую способность.

**Ключевые слова:** пористость, сушка, мясо, водопоглощение, качество.

**Введение.** Продление срока хранения пищевых продуктов путем консервирования применяется для сушки мяса, рыбы, овощей, фруктов, ягод, специй, лекарственного сырья, а также крови, яичного меланжа и т.д. Однако, только физические способы обезвоживания позволяют исключить использование консервантов и пищевых добавок [1]. Сушеное сырье характеризуется определенными свойствами, которые возможно использовать в различных технологиях. Поэтому формирование технологических свойств сушеного сырья является актуальной задачей. Использование сушеного мяса в технологиях пищевых продуктов позволит интенсифицировать технологические процессы производства и придать продукту требуемые технологические свойства. Это является актуальным для предприятий питания различных типов, особенно типа «бистро».

В литературе описано много технологий сушки мясного сырья. Для обезвоживания мясного сырья в основном применяют три способа сушки: конвективную, кондуктивную и сублимационную. Наиболее часто в промышленности применяется конвективная сушка. Температура воздуха, поступающего в сушилку 110°- 125°С. Недостатками данного метода является длительность процесса (до влагосодержания 7% 5-6 часов), высокие энергозатраты и низкое качество конечного продукта, вследствие необратимых изменений капиллярно-пористой структуры [2]. Известен промышленный способ сушки мяса микроволновой СВЧ-энергией [3]. Однако при всех технологических преимуществах СВЧ – сушки и неплохих качественных показателях готового продукта этот метод недоступен из-за высокой стоимости конечного продукта и отсутствия отечественных СВЧ-установок. Наиболее прогрессивным методом обезвоживания биологических объектов является сублимационная сушка под вакуумом, поскольку позволяет защитить материал от химических, физических и энзимных процессов при максимальном сохранении структуры ткани. Сухой продукт легко обводняется. Продолжительность сушки 18-24 ч в зависимости от аппарата, на котором производится сушка [4]. Следует подчеркнуть, что при всех положительных характеристиках вакуумной сублимационной сушки, как наиболее щадящего метода сушки биологических объектов, этот метод является очень дорогостоящим за счет сложной аппаратуры и длительности процесса. Поэтому для промышленной переработки мяса экономически невыгоден.

В процессе сушки из мяса в первую очередь удаляется свободная вода (вода макрокапилляров), а затем – микрокапилляров, осмотическая и адсорбционная. При нагревании продукта в процессе сушки до определенной температуры происходит

тепловая денатурация белков, что снижает их гидрофильность. Для снижения нежелательных изменений для каждого вида изделий подбирают соответствующие наиболее благоприятные способы и режимы сушки. Во всех случаях режим сушки должен быть согласован с требованиями к качеству продукции. Каждый вид сушки обеспечивает получение продукта с разными свойствами. Сушка методом сублимации предварительно вареного мяса в виде фарша теряет смысл, особенно учитывая ее высокую стоимость. Поэтому метод сублимационной сушки пригоден в первую очередь для получения сырого высушенного мяса. Мясо конвективной сушки имеет очень жесткую консистенцию, и восстанавливается варкой в течении 30-40 минут, то есть размягчение элементов мяса происходит за счет гидролиза. Из сказанного ясно, что применение в производстве пищевых продуктов мяса конвективной сушки целесообразно только в смеси с полуфабрикатами, требующими продолжительной варки.

Таким образом, важным моментом является выбор способа и оптимального режима сушки для обеспечения минимальных затрат теплоты, энергии при максимальном сохранении технологических свойств продуктов.

Учеными Харьковского государственного университета питания и торговли разработан способ сушки со смешанным теплоподводом, который позволяет получить продукт по основным показателям качества, не уступающий сублимированному при существенном сокращении продолжительности процесса [5].

Вследствие особенностей протекания процесса СТП – сушки продолжительность сокращается с 5-6 часов (конвективная сушка) до 1,5, продукт получается высокопористым и с низким влагосодержанием, это обуславливает быстрое восстановление и высокие регидратационные показатели.

**Целью работы.** Целью работы является формирование капиллярно-пористой структуры сушеного мяса, полученного СТП-сушкой.

**Методика экспериментов.** Подготовка образцов сушеного мяса осуществлялась следующим образом: грудную или лопаточную части говядины отваривали на пару до достижения температуры внутри куска мяса  $72 \pm 2^\circ\text{C}$ , измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 5...6 мм и высушивали в СТП-сушилке при температуре  $70^\circ\text{C}$  в течение 80 мин до влажности 7%. Контрольный образец, подготовленный таким же способом высушивали в конвективной сушилке при той же температуре и до такой же конечной влажности. Для исследования распределения пор по радиусам использовали тензометрический метод анализа.

**Обсуждение результатов.** Анализ изотерм сорбции-десорбции проводили по методу проф. Потапова. Аппроксимирующая функция изотерм сорбции-десорбции имеет вид [6]

$$\varphi = \frac{w^n}{A_1 + A_2 w^n}, \quad (1)$$

где  $A$  и  $n$  – коэффициенты, определяемые по экспериментальным данным, которые связаны с параметрами дифференциальной функции распределения пор (ДФРП) по радиусам следующими соотношениями

$$m_R = \left( \frac{A_2}{0,433} \right)^{1,247}, \quad (2)$$

$$\sigma_R = - \frac{\ln(6,12A_1)}{0,625} \left( \frac{n - 0,957}{0,223} \right)^{-0,6}. \quad (3)$$

Исходя из проведенного регрессионного анализа изотерм, были найдены параметры логарифмически нормального распределения (4) капилляров по радиусам –  $m_R$ ,  $\sigma_R$ .

$$f_{\Pi}^*(R^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_R R^*} \exp\left\{-\left[\ln(R^*) - m_R\right]^2 / 2\sigma_R^2\right\}, \quad (4)$$

$R^*$  - безразмерный радиус капилляров

$$R^* = (R - d_0) / d_0. \quad (5)$$

$d_0$  - диаметр молекулы воды ( $d_0 = 0,3$  нм)

Затем по формулам 6 и 7 рассчитан средний и наиболее вероятный радиус капилляров (рис.1).

$$\bar{R} = d_0 \left[1 + \exp(m_R + \sigma_R^2 / 2)\right], \quad (6)$$

Наиболее вероятный радиус капилляров  $R_m$

$$R_m = d_0 \left[1 + \exp(m_R - \sigma_R^2)\right] \quad (7)$$

Ширина ДФРП (параметр  $\sigma_R$ ) определяет характер формы изотерм в области полимолекулярной адсорбции, а наиболее вероятный радиус капилляров (параметр  $m_R$ ) влияет на характер изотерм в области максимального гигроскопического влагосодержания и определяет емкость влажного тела по связанной влаге. На рис. 2 приведены экспериментальные изотермы сорбции- десорбции, а на рис. 3 построенные ДФРП по уравнению (4).

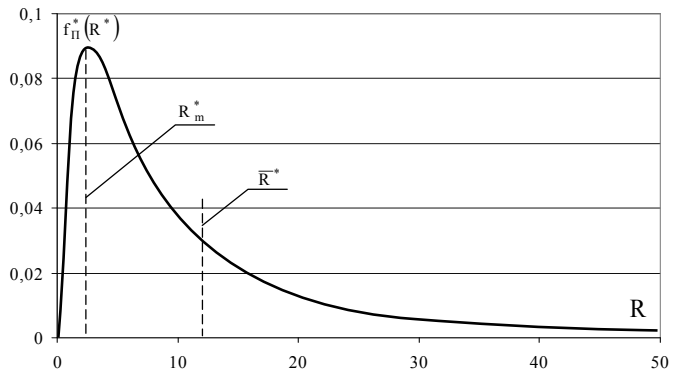


Рис.1 - Логарифмически нормальное распределение капилляров сушеного мяса по радиусам

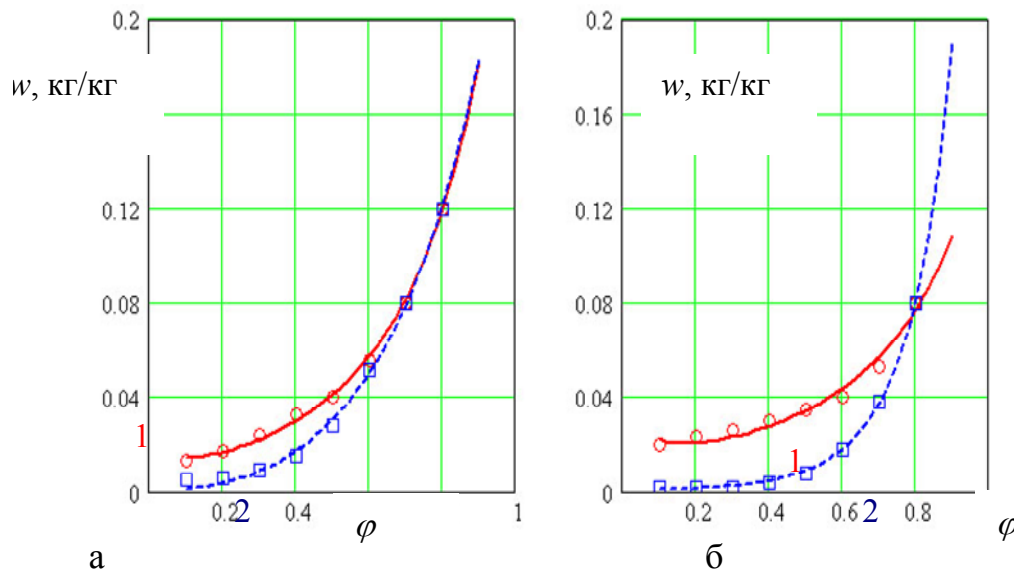


Рис.2 - Изотермы сорбции-десорбции сушеного мяса: а - контроль (конвективная сушка) б - СТП-сушка; 1- сорбция, 2- десорбция.

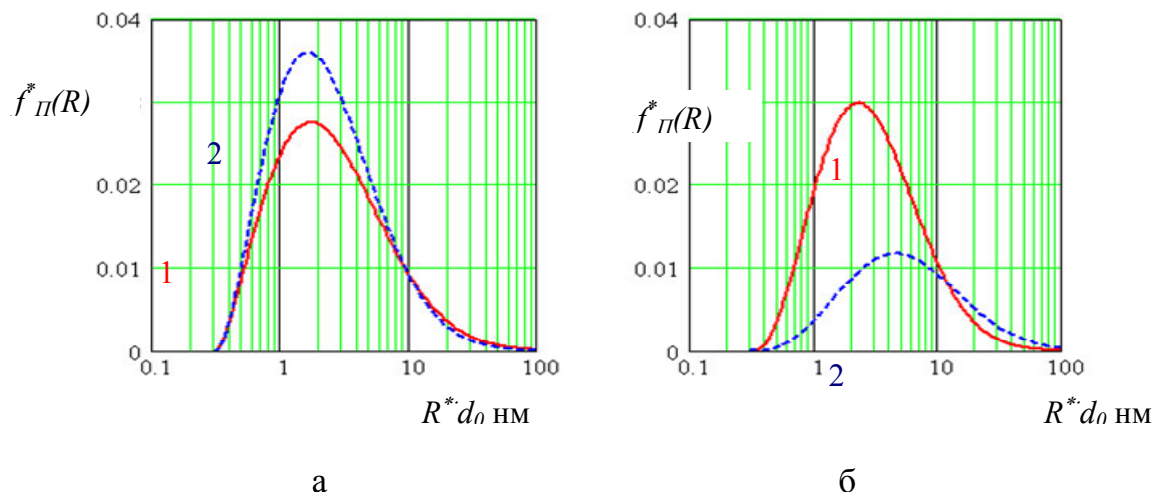


Рис. 3 – Дифференциальные функции распределения пор по радиусам сушеного мяса: а - контроль (конвективная сушка) б - СТП-сушка; 1- сорбция, 2- десорбция

В табл. 1 приведены параметры дифференциальной функции распределения пор для исследованных продуктов.

Таблица 1 – параметры дифференциальной функции распределения пор по радиусам для сушеного мяса

Сушеное мясо	Вид изотерм	$m_R$	$\sigma_R$	$R_m \cdot 10^9, \text{м}$	$\bar{R} \cdot 10^9, \text{м}$
Конвективной сушки (контроль)	сорбция	3.29	1.37	1.72	18.1
	десорбция	2.92	1.23	1.63	11.8
СТП-сушки	сорбция	3.18	1.33	2.26	12.2
	десорбция	4.05	1.16	4.52	35.1

Определен коэффициент водопоглощения и влагоудерживающая способность для мяса сушеного СТП-сушкой и конвективной сушкой в зависимости от вида и температуры среды для восстановления. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 – коэффициент водопоглощения и влагоудерживающая способность сушеного мяса в зависимости от вида и температуры среды для восстановления

Вид среды для восстановления	Температура среды, °С	Коэффициент водопоглощения сушеного мяса		Влагоудерживающая способность сушеного мяса	
		СТП-сушки	конвективной сушки	СТП-сушки	конвективной сушки
Вода	16 ± 2	2,7±0,1	2,5±0,1	48,7 ± 4,1	41,6 ± 4,1
	32 ± 2	3,1±0,1	2,5±0,1	49,8 ± 4,5	41,8 ± 4,1
	48 ± 2	3,4±0,2	2,6±0,1	50,2 ± 4,6	42,3 ± 4,1
2,0% солевой раствор	16 ± 2	3,3 ± 0,1	2,7±0,1	48,8 ± 3,5	41,9 ± 4,1
	32 ± 2	3,7 ± 0,1	2,7±0,1	50,6 ± 5,1	42,2 ± 4,1
	48 ± 2	3,9 ± 0,1	2,9±0,1	52,7 ± 5,2	43,4 ± 4,1
2,5% солевой раствор	16 ± 2	3,6 ± 0,1	2,7±0,1	50,0 ± 5,0	42,0 ± 4,1
	32 ± 2	3,7±0,1	2,9±0,1	52,1± 4,7	43,6 ± 4,1
	48 ± 2	4,0 ± 0,2	3,0±0,1	53,0 ± 5,1	44,7 ± 4,1

Как видно, значения показателей регидратации в образцах сушеного мяса СТП-сушкой по сравнению с контролем увеличиваются. Повышение температуры воды до 48°C способствует увеличению значения коэффициента водопоглощения на 29% и влагоудерживающей способности на 9%, использование солевого раствора также приводит к повышению регидратационных свойств сушеного мяса.

**Выводы.** Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

– дифференциальная функция распределения пор сушеного мяса имеет принципиально отличный характер в зависимости от способа сушки: при конвективной сушке вследствие усадки при обезвоживании наблюдается значительное сужение капилляров ( $\bar{R}=11,8$  нм), в то время, как при СТП-сушке продукт имеет высокопористую структуру ( $\bar{R}=35,1$  нм), что обуславливает более высокий коэффициент восстановления сушеного мяса;

– сушеное мясо СТП-сушки хорошо увлажняется парами при сорбции, поскольку наиболее вероятный радиус капилляров при сорбции меньше, чем при десорбции  $R_m=4,52$ , в отличие от мяса конвективной сушки  $R_m=1,72$  нм. Это обуславливает большую влагоудерживающую способность сушеного мяса полученного СТП-сушкой.

**Список литературы:** 1. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов. Учебник. - Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. - 600с. 2. Семенов Г.В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко [Текст] / Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. - Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2002. - 112 с. 3. Сороко О.Л. Перспективы сушки пищевых продуктов / О. Л. Сороко, Т. П. Троицкая, А. А. Литвинчук и др. // Продукты длительного хранения. 2008. - №1. - С. 6-7. 4. Гуйго Э. И., Журавская Н. К., Каухчешвили Э. И. Сублимационная сушка в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 432 с. 5. Погужих Н. И. Научные основы теории и техники сушки пищевого сырья в массообменных модулях Специальность 05.18.12 – процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств. – Харьков, 2002. – 365 с. 6. Потанов В. А. Кинетика явлений переноса в процессе сушки. - Lap Lambert Academic Publishing, Германия, 2013 – 319 с.

*Поступила в редколлегию 20.01.2014*

УДК 664.871

**Формирование пористости сушеного мяса говядины при СТП-сушке/ Евлаш В. В., Немирич А. В., Максименко А. Е., Гриценко О. Ю.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.185-189. – Бібліогр.:6 назв. ISSN 2079-5459

Проведено дослідження по формуванню пористості сушеного м'яса яловичини при ЗТП-сушінні та її вплив на регідратаційні властивості.

**Ключові слова:** пористість, сушіння, м'ясо, водопоглинання, якість.

**Formation porosity of dried meat in stp- drying/ V. V. Evlash, A. V Nemirych, A. E Maksimenko, O. Gritsenko** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.185-189. Bibliogr.:6. ISSN 2079-5459

A study on the formation of porosity of dried meat beef in STP-drying are its effects on rehydration properties.

**Keywords:** porosity, dried, meat, water absorption, quality.

УДК 637.142.2

**Е. Д. КАЛИНИНА**, канд. техн. наук, доц., ЛНАУ, Луганск;

**А. В. КОВАЛЕНКО**, канд. техн. наук, с. н.с., ЛНАУ, Луганск

## **ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ МОЛОЧНЫХ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ СГУЩЕННЫХ КОНСЕРВОВ С САХАРОМ**

В работе приведены исследования эффективной вязкости, микробиологических показателей, показателей активности воды и осмотического давления, обосновывающие хранимоспособность молочных гидролизованных сгущенных консервов.

**Ключевые слова:** хранимоспособность, гидролизованное сгущенное молоко, эффективная вязкость, микробиологические показатели.

© Е. Д. КАЛИНИНА, А. В. КОВАЛЕНКО, 2014