

УДК 637.52.04/07

**И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, О.Я. Алексеевна****ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЯСА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПОСОЛОЧНОЙ СМЕСИ**

Приведены результаты исследований функционально-технологических свойств мясного сырья в зависимости от уровня замены хлорида натрия солезаменителями и их вида. В качестве солезаменителей изучены хлорид кальция, хлорид калия, в том числе в комбинации, уровень замены солезаменителей составил 20–50 и 100 %. Количество добавляемой посолочной смеси 3 % к массе сырья. Установлены зависимости pH, ВСС и растворимости белков мышечной ткани, согласно которых стабилизирующее влияние на функциональные свойства оказывает посолочная смесь, в которой 30 % хлорида натрия заменено на композицию «хлорид калия + хлорид кальция», что соответствует снижению содержания натрия на 30 %.

Посолочная смесь, натрий, поваренная соль, функционально-технологические свойства мясного сырья, растворимость саркоплазматических и миофибриллярных белков.

**Введение**

Одним из важных и жизненно необходимых для организма нутриентов является натрий, однако его чрезмерное потребление сопряжено с высоким риском развития гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний и инсультов. В соответствии с рекомендациями Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), риск развития этих заболеваний может быть существенно снижен при потреблении менее чем 87 ммоль, или 2 300 мг, натрия в день [1]. Основным источником натрия в рационе современного человека – хлорид натрия, или поваренная соль, которая содержит около 40 % натрия и 60 % хлора. Рекомендуемая норма потребления натрия соответствует суточному потреблению 5 г поваренной соли (NaCl).

Фактическое потребление натрия существенно превышает рекомендуемую норму и по отдельным странам и регионам мира характеризуется следующими данными: в США – 140–160 ммоль Na/день (8,2–9,4 г NaCl/день), в Великобритании 161 ммоль Na/день (9,4 г NaCl/день), в азиатских странах уровень потребления натрия выше и составляет более чем 206 ммоль Na/день (12,0 г NaCl/ день) [1, 2]. По другим данным, содержание натрия в рационе европейцев изменяется в пределах от 3,5 до 5 г/день, что соответствует потреблению 9–12 г NaCl, мужчины потребляют в среднем 9,9 г NaCl в день, женщины – 6,8 г/день [3].

Эти данные позволили оценивать высокий уровень потребления натрия в рационе питания современного человека как проблему мирового уровня. Мировая ассоциация WASH (World Action on Salt and Health, 2005 г.) своей основной миссией рассматривает улучшение здоровья населения мира за счет постепенного сокращения потребления поваренной соли (<http://www.worldactiononsalt.com/>).

Основное количество натрия (около 75 %) поступает в организм человека с продуктами питания промышленного производства, при этом вклад отдельных продуктов неоднозначен, зависит от культуры, традиций питания и структуры рациона. В европейских странах наибольшее количество соли поступает с хлебо-булочными и зерновыми продуктами, такими как хлеб, кексы, зерновые завтраки, бисквиты (около 35–50 %), мясом и мясными про-

дуктами (около 20 %), рыбой и птицей (около 15 %), тогда как в азиатских странах, например в Японии, основным источником натрия является пища с добавлением соевого соуса (40–42 %). Увеличение продуктов быстрого приготовления (fast food), особенно пиццы, способствует увеличению потребления натрия [4]. По данным Henderson с соавторами, структура поступления натрия с продуктами питания характеризуется следующими данными: с зерновыми – 35 %, мясом и мясными продуктами – 26 %, овощами – 11 %, молочными продуктами – 8 %, прочими продуктами – 20 % [5].

Промышленная переработка сырья приводит к существенному повышению натрия в пищевых продуктах. Так, в различных видах мяса содержание натрия составляет 63–77 мг, тогда как в мясных продуктах оно возрастает от минимального уровня в 311 мг до максимального 1 030 мг [6].

Следует отметить, что мясные продукты характеризуются достаточно высоким содержанием хлорида натрия, которое может изменяться в широких пределах и составлять от 1,2 до 6 % и даже 12 % в зависимости от вида продукта. Максимальное содержание хлорида натрия характерно для изделий, в технологии которых не применяются высокие температуры с длительным сроком годности, например, сыровяленные и сырокопченые.

Повышенное содержание соли в мясных продуктах объясняется теми функциями, которые она выполняет в процессе производства и хранения изделий. Хлорид натрия способствует растворению миофибриллярных белков, оказывающих решающее влияние на консистенцию и текстуру мясных продуктов, связывание воды и жира мышечными белками. Поваренная соль совместно с жировым компонентом оказывает решающее влияние на формирование сенсорных свойств мясных изделий, в том числе выраженного аромата и вкуса солености. Доказано, что в мясных продуктах с повышенным содержанием жира увеличение уровня соли более ощутимо, чем в маложирных. Соль обладает бактериостатическим эффектом, регулируя срок годности мясных продуктов.

Поэтому при снижении количества добавляемого в мясные продукты хлорида натрия необходимо

учитывать сопутствующие аспекты, связанные с возможным снижением функциональных свойств мясных систем и устойчивостью мясных продуктов к развитию микроорганизмов, в том числе патогенных. Следует отметить, что для многих продуктов уменьшение количества поваренной соли не оказывает критического влияния на безопасность. В эту группу входят замороженные продукты, продукты, подвергнутые стерилизации, кислые продукты ( $pH < 3,8$ ) и продукты с низкой активностью воды.

Существующие тенденции в области производства продуктов питания с пониженным содержанием натрия могут быть реализованы различными способами, включая уменьшение количества добавляемой поваренной соли; частичной заменой поваренной соли на другие соли; заменой части соли на бесхлоридные соли, например, фосфаты; использованием ароматизаторов, усилителей вкуса; добавлением трав, специй, пряностей, комбинированием названных приемов [7, 8]. Использование специальной обработки мясного сырья также может способствовать снижению количества добавляемой соли при обеспечении высокой водосвязывающей способности и микробиальной стабильности, например, обработка высоким давлением, тумблирование, герметичная упаковка.

Наиболее часто для частичной замены поваренной соли в технологии мясных продуктов, включая ферментированные, используют хлориды калия, кальция, реже хлорид магния, аммония. Хлорид кальция в комбинации с лактатом калия и ацетатом натрия применяют для усиления антимикробного действия смесей с пониженным содержанием хлорида натрия для ферментированных продуктов [6, 9, 10]. Уменьшение количества хлорида натрия в составе посолочных смесей в технологии ферментированных продуктов является положительным фактором для ускорения процессов ферментации под действием стартовых культур микроорганизмов. При использовании посолочных смесей с пониженным содержанием хлорида натрия в технологии эмульгированных необходимо учитывать их влияние на формирование функционально-технологических свойств мясного сырья. То есть в технологии разных групп мясных продуктов необходимо учитывать сопутствующие эффекты посолочных смесей.

**Целью** исследования являлось оценка влияния состава посолочных смесей на изменение гидрофильных свойств мясного сырья в процессе посола, что важно в технологии как ферментированных, так и эмульгированных продуктов.

#### **Объект и методы исследования**

В работе исследованы посолочные смеси следующих составов:

- хлорид натрия (К);
- хлорид натрия: хлорид калия (А);
- хлорид натрия: хлорид кальция (Б);
- хлорид натрия: смесь «хлорид калия + хлорид кальция» в соотношении 1:1 (В).

В каждой из смеси количество солезаменителя составляло 20, 30, 40, 50 и 100 % от общего количе-

ства компонентов. Уровень введения посолочных смесей составил 3 % к массе сырья. Количество натрия в составе посолочной смеси уменьшается относительно образца К на 20, 30, 40, 50 и 100 %.

**Объект** исследования – измельченная размороженная созревшая говядина I сорта традиционного характера автолиза с  $pH (5,53 \pm 0,3)$  со сроком хранения 3 месяца при температуре  $-12^\circ C$ . Для объективной оценки влияния состава посолочной смеси на изменение исследуемых показателей сырье выдерживали в посоле 48 часов при температуре  $0-4^\circ C$ . Массовую долю влаги определяли методом высушивания по ГОСТ 9793-74,  $pH$  – потенциометрическим методом с использованием  $pH$ -метра 150-М, водосвязывающую способность (ВСС) – методом прессования на фильтровальной бумаге. Растворимость белков мышечной ткани определяли путем последовательной экстракции водо- и солерастворимых белков фосфатным буфером.

#### **Результаты и их обсуждение**

Важная роль в формировании функционально-технологических свойств мясного сырья принадлежит белкам мышечной ткани, растворимость, набухаемость, гелеобразующая и эмульгирующая способности которых влияют на формирование консистенции как одной из основных потребительских характеристик мясных продуктов. Стабильность функциональных свойств белков зависит от температуры, электростатического взаимодействия между белками, ионной силы и  $pH$ , которые могут значительно изменяться в зависимости от концентрации посолочной смеси, ее состава, условий посола.

Это определило необходимость изучения влияния изучаемых посолочных смесей на  $pH$  мясного сырья в динамике (рис. 1).

Согласно полученным данным, в процессе посола измельченной говядины хлоридом натрия (образец К) происходит увеличение  $pH$  с 5,72 до 5,79 через 48 часов. Увеличение концентрации хлорида калия, хлорида кальция и их композиции в составе посолочных смесей с 20 % (А1, Б1, В1) до 100 % (А5, Б5, В5) приводит к снижению активной кислотности сырья через 24 часа посола в образцах на 0,01, 0,46, 0,11 и 0,3, 0,5, 0,35 ед. соответственно. Аналогичная зависимость наблюдается в последующие 48 часов посола. То есть при замене хлорида натрия на солезаменители наблюдается общая тенденция к снижению величины  $pH$  относительно контрольного образца в течение исследуемого периода посола, при этом максимальное снижение активной кислотности установлено в образцах с хлоридом кальция.

Активная кислотность среды оказывает непосредственное влияние на величину электрического заряда, и как следствие, гидрофильные свойства мышечных белков. При условии изменения состава посолочной смеси важно учитывать соотношение анионов и катионов, оказывающих влияние на ионную силу и связанную с ней растворимость мышечных белков.

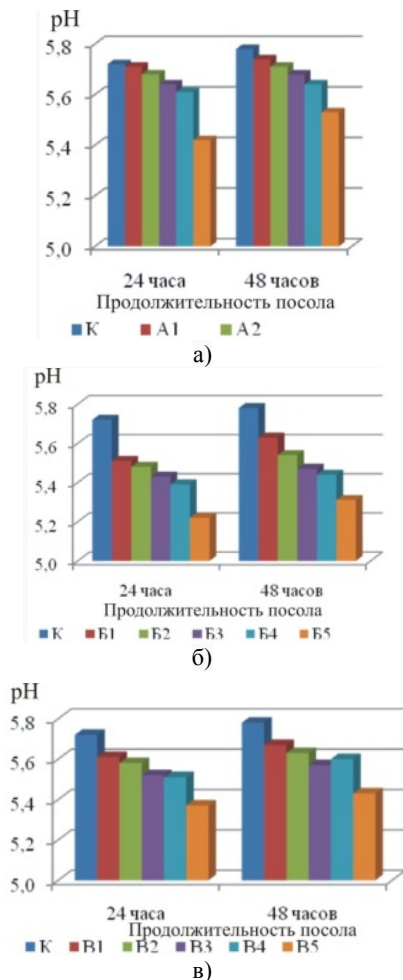


Рис. 1. Влияние состава посолочной смеси на динамику pH мясного сырья при посоле

В механизме активизации функциональных свойств мышечных белков в первую очередь участвуют анионы хлора, количество которых зависит от вида используемой соли. Так в хлориде натрия, хлориде калия и хлориде кальция оно составляет соответственно, 61, 47 и 73 %. По эффективности влияния на гидрофильные свойства белка катионы располагаются в следующем порядке:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Li}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$  [11].

Принимая во внимание вышеизложенное, устанавливали зависимость растворимости миофибриллярных и саркоплазматических белков мышечной ткани применительно к изучаемым составам посолочных смесей.

Согласно полученным данным (рис. 2), через 24 часа посола хлоридом натрия (К) количество растворенных миофибриллярных белков составило 3,6 мг/мл, что на 19,3 % больше, чем в несоленом сырье (3,017 мг/мл), что согласуется с известными данными и объясняется уменьшением электростатического взаимодействия между молекулами белка, и как следствие, увеличением их экстрагируемости.

Несомненный интерес представляют результаты изучения влияния смесей с различным содержанием катионов кальция на растворимость миофибриллярных белков, т.к. их роль в формировании функциональных характеристик белков мяса неоднозначна. При концентрациях близких к 0,001 М происходят

конформационные изменения белковых макромолекул, агрегирование и выпадение в осадок миозина, что, естественно, приводит к снижению их растворимости, и как следствие, уменьшению водоудерживающей и водосвязывающей способности мяса, в то время как увеличение концентрации ионов кальция до 0,1М приводит к повышению растворимости белковых систем.

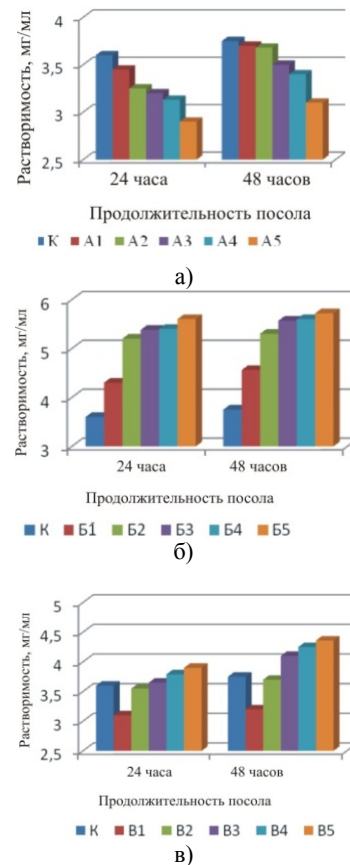


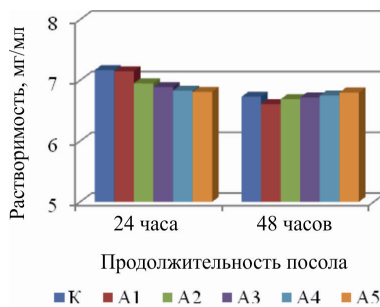
Рис. 2. Влияние состава посолочной смеси на растворимость миофибриллярных белков

Установлено, что в сырье, обработанном смесью с частичной заменой хлорида натрия на хлорид кальция, растворимость миофибриллярных белков выше, чем в сырье, обработанном только хлоридом натрия. С увеличением уровня замены хлорида натрия (B1, B2, B3, B4, B5) увеличение растворимости составило 19,4, 44,4, 49,4, 50,0 и 55,5 % соответственно. Аналогичная тенденция сохраняется в последующие 48 часов посола. Повышение растворимости белков увеличением концентрации ионов кальция в системе, расчетное значение которых изменяется от 0,002 М (образец B1) до 0,09 М (образец B5).

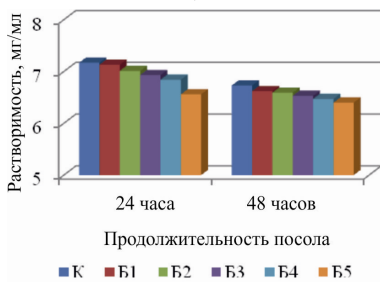
При замене хлорида натрия на композицию «хлорид калия+хлорид кальция» получены следующие зависимости растворимости миофибриллярных белков: при минимальном уровне замены (20 %, образец B1) она снижается, а при более высоких уровнях замены, вплоть до полной (образцы B3, B4, B5) – повышается. Полученные экспериментальные данные, скорее всего, являются результатом действия ионов кальция. Расчетным путем установлено,

что содержание ионов кальция в посолочной смеси В1 составляет 0,0009 М, что максимально близко к критической концентрации.

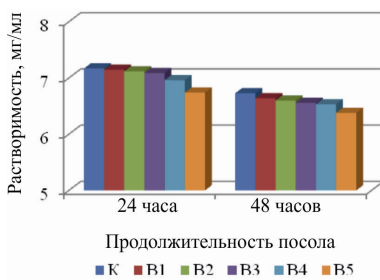
При любом уровне замены хлорида натрия на хлорид калия наблюдается снижение растворимости миофибриллярных белков, тем большее, чем больше уровень замены. Так при минимальном уровне снижение растворимости составляет 4,16 %, при максимальном – 19,4 %. Аналогичное действие хлорид калия оказывает в том числе на белковые препараты растительного происхождения [4]. Это свидетельствует о неадекватности замены хлорида натрия на хлорид калия в технологии эмульгированных продуктов, для которых потерю растворимости необходимо будет компенсировать другими добавками.



а)



б)



в)

Рис. 3. Влияние состава посолочной смеси на растворимость саркоплазматических белков

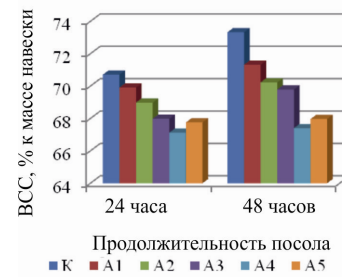
Саркоплазматические белки, хотя и не оказывают существенного влияния на функциональные свойства мяса, но в совокупности с миофибриллярными участвуют в формировании характеристик готовых продуктов.

Установлено, что замена хлорида натрия на хлорид кальция (рис. 3а), хлорид калия (рис. 3б) или их композицию (рис. 3в) приводит к снижению растворимости саркоплазматических белков, с увеличением уровня замены степень растворимости снижает-

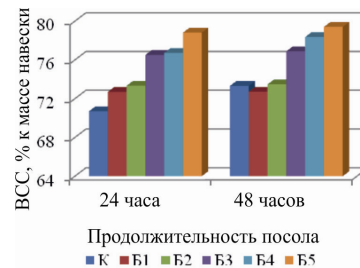
ся. Вместе с тем абсолютные значения показателя позволяют говорить о том, что изменения растворимости незначительны.

Представленные экспериментальные данные позволяют говорить о положительном влиянии солезаменителей в составе посолочных смесей на растворимость мясного размороженного сырья, при этом наибольшей эффективностью характеризуются посолочные смеси с хлоридом кальция и композицией «хлорид кальция+хлорид калия» в соотношении 1:1.

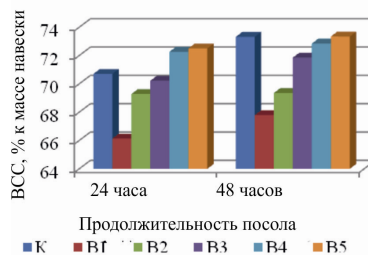
Установленные зависимости гидрофильных свойств мясного сырья оказывают непосредственное влияние на формирование технологических характеристик, в частности водосвязывающей способности.



а)



б)



в)

Рис. 4. Влияние состава посолочной смеси на ВСС мясного сырья

Установлено, что динамика изменения ВСС изучаемых опытных образцов в процессе посола (рис. 4) согласуется с результатами определения растворимости миофибриллярных белков.

По совокупности полученных экспериментальных данных можно говорить о том, что лучший стабилизирующий эффект на гидрофильные свойства мясного сырья оказывает посолочная смесь «хлорид калия+хлорид кальция», уровень замены хлорида натрия составляет 30 %, что подтверждается результатами органолептической оценки.



## Список литературы

1. World Health Organization. Reducing Salt Intake in Populations: report of a WHO Forum and Technical Meeting, 5–7 October 2006, Paris, France; WHO: Geneva, Switzerland, 2007.
2. Salt intakes around the world: implications for public health / I.J. Brown, I. Tzoulaki, V. Candeias, P. Elliott // *Int. J. Epidemiol.* – 200. – № 38. – P. 791–813.
3. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal.* – 1988. – № 297. – P. 319–329.
4. Liem, D.G. Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor / D.G. Liem, F. Miremadi and Russell S J. Keast // *Nutrients.* – 2011. – № 3. – P. 694–711.
5. National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19–64 years / L. Henderson, K. Irvin, J. Gregory et al. – Vol. 3: Vitamin and mineral intake and urinary analytes. – L.: TSO, 2003.
6. Desmond, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry / E. Desmond // *Meat Science.* – 2006. – № 74. – P. 188–196.
7. Lilic, S. Salt reduction in meat products – challenge for meat industry / S. Lilic, V. Matekalo-Sverak // *Tehnologija mesa.* – 2011. – № 52 (1). – P. 22–30.
8. Sofos, J.N. Use of phosphates in low-sodium meat products / J.N. Sofos // *Food Technol.* – 1986. – № 40 (9). – P. 52, 54–58, 60, 62, 64, 66, 68–69.
9. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico-chemical and sensory parameters / E. Zanardi, S. Ghidini, M. Conter & A. Ianieri // *Meat Science.* – 2010. – № 86. – P. 742–747.
10. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability / F. Devlieghere, L. Vermeiren, E. Bontenbal et al. // *International Journal of Food Science & Technology.* – 2009. – № 44 (2). – P. 337–341.
11. Baldwin, R.L. How Hofmeister ion interactions affect protein stability / R.L. Baldwin // *Biophysical Journal.* – 1996. – № 71 (4). – P. 2056–2063.

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.S. Patrakova, G.V. Gurinovich, O.Ya. Alekseevnina**

**STUDYING OF MEAT FUNCTIONAL PROPERTIES DEPENDING  
ON CURING MIXTURE COMPOSITION**

The results of researches on functional and technological properties of meat raw materials depending on the level of sodium chloride replacement by salt substitutes and their kind are given in the article. Calcium chloride, potassium chloride combinations have been studied as salt substitutes. The level of salt substitutes replacement was 20–50 % and 100 %. The amount of added curing mixture was 3 % to the mass of raw materials. Dependences of pH, water binding ability and the solubility of muscular tissue proteins have been established. The curing mixture has a stabilizing effect on the functional properties. In the curing mixture 30 % of sodium chloride are replaced with the «potassium chloride+calcium chloride» composition that corresponds to the reduction of sodium by 30 %.

Curing mixture, sodium, salt, functional and technological properties of meat raw materials, sarcoplasmic and myofibrillar proteins solubility.

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

Дата поступления: 27.12.2013

