

**Влияние различных видов регуляторов кислотности на функционально-технологические свойства мясного сырья**

*Кишенько И. И., Сербова М.И., Стращенко С. В., Топчий О.А.*  
*Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина*  
[irinanuht@ukr.net](mailto:irinanuht@ukr.net)

**Influence of different types of regulators of acidity on functional-technological properties of meat raw material.**

**АННОТАЦИЯ.**

Статья посвящена изучению влияния различных регуляторов кислотности на физико-химические, структурно-механические и микроструктурные характеристики охлажденной свинины. Установлено эффективное влияние на данные свойства мясного сырья именно комплекса фосфатных препаратов, содержащего дифосфаты натрия и триполифосфат натрия.

**Ключевые слова:** регуляторов кислотности, фосфатные смеси, мясное сырье.

**ANNOTATION.**

The article is devoted the study of influence of different regulators of acidity on physical and chemical, structural-mechanical and microstructure descriptions of frappe pork. The effective is set influence on these properties of meat raw material exactly of complex of phosphatic preparations, containing difosfaty sodium and tripolifosfat sodium.

**Keywords:** regulatorsof acidity, phosphaticmixtures, meatrawmaterial.

Достаточно давно, когда во многих странах мира фосфаты не были разрешены к использованию при производстве мясных изделий, эффект парного мяса использовался преимущественно при получении мясного сырья для вареных колбас. Сейчас, когда использование фосфатов является обычной практикой, этот метод используется только отдельными производителями, поэтому можно с полной уверенностью утверждать, что без использования фосфатов нельзя приготовить высококачественные мясные продукты, к вкусу которых привык потребитель. Исключения составляют продукты для детского и лечебно-профилактического питания, для которых запрещено или ограничено использование фосфатов. Учитывая негативное влияние фосфатов на здоровье человека, как альтернативу им, рядом ученых, в последние годы, была показана возможность использования в мясных продуктах цитратов натрия [1].

Под термином «фосфаты» в технологии мясопродуктов рассматривают группу неорганических солей пятивалентного фосфора разрешенных к

использованию в пищевых продуктах органами санитарного надзора и соответствующие определенным требованиям токсикологической безопасности. К этой группе соединений относятся ортофосфаты, ди-, три- и полифосфаты калия, натрия, кальция и магния.

Содержание  $P_2O_5$  соответствует количеству пентоксида фосфора в фосфате и выражается в процентах. Этот показатель отражает действительное содержание фосфата без связанной с ним минеральной части, будь то натрий, калий или кальций. Даже несмотря на то, что для мясных продуктов при использовании предпочтение отдается смесям различных фосфатов, данные о содержании  $P_2O_5$  в данной смеси не несут какой-либо информации о функциональности этой смеси. Поскольку содержание  $P_2O_5$  указывает на общее процентное содержание пентоксида в смеси различных фосфатов, по нему нельзя судить о процентном содержании каждого типа фосфатов, присутствующих в смеси. Функциональность смеси в мясном продукте определяется только правильным сочетанием различных фосфатов и не связано с содержанием  $P_2O_5$ . [2]

Целью наших исследований было создание многофункциональных смесей для посола цельномышечных ветчинных изделий, для различных уровней инъектирования, которые бы объединяли лучшие из существующих ингредиентов и обеспечивали оптимальный баланс между функциональностью, экономичностью и качеством. В связи с этим нами было изучено свойства различных регуляторов кислотности с целью их дальнейшего использования в составе рассолов для инъектирования мясного сырья.

Влияние фосфатов на функционально технологические свойства мясного сырья многоплановое. Они «нейтрализуют» поясничные сшивки между актином и миозином, образовавшиеся в процессе посмертного окоченения, и способствуют диссоциации актомиозинового комплекса на отдельные волокна. Фосфаты ослабляют электростатическое взаимодействие в актомиозиновом комплексе. Эта функция фосфатов известна как «специфическое влияние» на белки мышечной ткани, поскольку фосфаты сильно увеличивают растворимость мышечных белков. Разделение актина и миозина происходит в результате связывания положительно заряженных ионов  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  отрицательно заряженными фосфат-ионами, что приводит к увеличению водосвязывающей способности белков актина и миозина. Ионы  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  играют решающую роль в процессах сокращения и расслабления мышц, будучи присутствующими в момент образования связи между актином и миозином при проскальзывании миозина по направлению к центру волокон актина. Фосфаты также связывают катионы поливалентных металлов, стабилизируют естественный цвет мясного сырья, и предотвращают окисление жиров. Они также способны связывать в хелатные комплексы ионы тяжелых металлов и таким образом замедлять процесс окисления, так как ионы тяжелых металлов является прооксидантами. Фосфаты эффективно эмульгируют жиры и стабилизируют получение эмульсии за счет увеличения растворимости мышечных белков [1,2].

Индивидуальные фосфаты не могут одновременно эффективно выполнять все перечисленные функции, поэтому на практике все время используют комбинацию различных фосфатов. Из всех перечисленных фосфатов только триполифосфат натрия используют как самостоятельный препарат.

Одним из критериев эффективного использования фосфатов в производстве мясных продуктов, является их способность к растворению в ледяной воде, которая особенно важна при приготовлении рассолов. Поэтому нами было исследовано растворимость орто-, ди-, три-и полифосфатов калия и натрия [1].

### Состав и свойства индивидуальных фосфатов

Таблица 1

Наименование фосфата	Формула	Мол.масса	рН1%- гораствор а	Раствори- мость/100м л
ортофосфатнатрия1- замещенный	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	119,98	4,5	85,2
ортофосфатнатрия2- замещенный	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	141,96	9,1	9,3
ортофосфатнатрия3- замещенный	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	163,94	11,9	11
ортофосфаткалия1- замещенный	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	136,09	4,5	22,7
ортофосфаткалия2- замещенный	$\text{K}_2\text{HPO}_4$	174,18	8,9	159,7
ортофосфаткалия3- замещен	$\text{K}_3\text{PO}_4$	212,27	11,8	98,8
дигидрофосфатнатрия	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	221,94	4,1	13
пирофосфат натрия	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	265,90	10,2	6,2
дигидропирофосфат	$\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	254,16		
пирофосфаткалия	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$	330,34	10,3	184,8
триполифосфат натрия	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	367,86	9,7	14,6
триполифосфаткалия	$\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	448,41	9,9	200
полифосфат натрия	$(\text{NaPO}_3)_4$	n* 101,96	6,6	157
полифосфаткалия	$(\text{KPO}_3)_4$	n* 118,01	5,5	0,1

Из таблицы 1 ясно, что натриевые формы солей фосфорных кислот значительно уступают калиевым солям по растворимости. Однако следует учитывать ряд особенностей калиевых фосфатов. Из-за большой молекулярной массы калиевых фосфатов требуется на 10-20% больше чем аналогичных натриевых фосфатах для достижения одинаковой концентрации фосфат-ионов в рассолах, которые отвечают за функциональность фосфатов. В тоже время если в растворе содержится большое количества  $\text{P}_2\text{O}_5$ , то при хранении раствора в холодных условиях будут образовываться кристаллы

фосфатов, которые не могут раствориться снова. Концентрация  $P_2O_5$  не в рассоле не может превышать 27%.

Калиевые или смешанные калиево-натриевые фосфаты незаменимы при приготовлении заливочных рассолов (тузлуков) и посолочных смесей с высоким содержанием поваренной соли. В остальных случаях комбинация натриевых солей фосфорных кислот не уступает калиевым солям.

Важное значение имеют свойства фосфатов регулировать уровень pH мясной системы, чем больше буферная сила растворов фосфорной соли или комбинации солей, тем меньшее количество этого фосфата требуется для достижения требуемой величины pH в продукте. Размер буферной емкости определяется из кривых титрования 1% - ых растворов фосфатов раствором соляной кислоты. Нами были рассчитаны величины буферной емкости из кривых титрования двух-замещенного ортофосфата натрия, пирофосфата натрия и триполифосфата натрия раствором соляной кислоты (рис 1). Ортофосфат натрия имеет наибольшую буферную емкость, но не используется при производстве мясопродуктов по причине неприятного, характерного вкуса. Наименьшую буферную емкость имеет триполифосфат натрия [3,4,5].

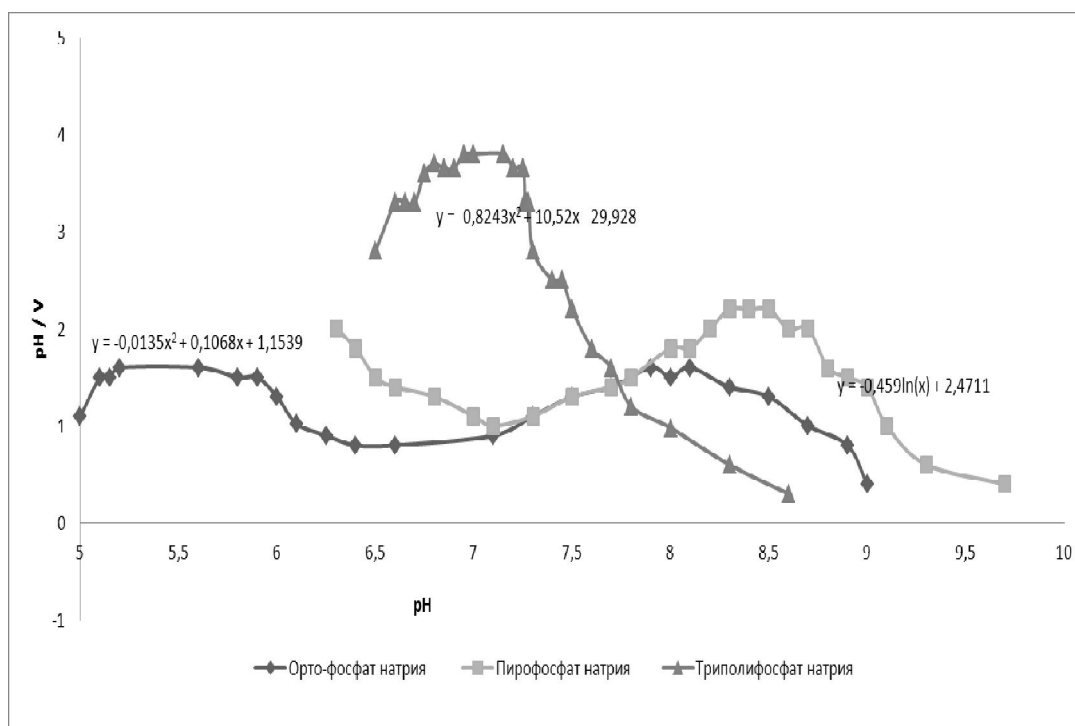


Рис.1

Из приведенных выше литературных данных видно, что выбор состава фосфатной композиции определяется их способностью влиять на функционально-технологические свойства мясного сырья. Учитывая тот факт, что оптимального эффекта действия фосфатов на мясное сырье можно достичь только при использовании нескольких солей одновременно, а также то, что практически все фосфаты, а также смеси фосфатов, используемые в мясоперерабатывающей отрасли, являются щелочными, и то, что для

изготовления рассолов для ветчин обычно используют смеси фосфатов, рН которых лежит в интервале 7,3-9,3, а также анализируя имеющуюся информацию в литературе, сети Интернет и проведенные собственные исследования, мы остановиться на трех композиционных смесях пищевых фосфатов. Первая смесь представляет собой дигидрофосфат натрия, пирофосфат натрия, триполифосфат натрия пяти замещенный с рН 7,7. Вторая смесь - гранулированная форма дифосфатов натрия и триполифосфата натрия, предназначенная для приготовления рассолов для инъектирования с рН 8,7. Третья смесь - с высокой буферной емкостью и высоким собственным значением рН на основе смесей дифосфатов натрия и триполифосфата натрия с рН 9,5.

Нами было исследовано влияние выбранных композиций фосфатов на изменение функционально технологических характеристик мышечной ткани свинины, а именно ее физико-химических, структурно-механических и микроструктурных характеристик. Результаты влияния регуляторов кислотности на физико-химические показатели длиннейшей мышцы спины представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что добавление щелочных фосфатов до слегка кисловатого мяса приводит к повышению рН мясного сырья. Происходит дальнейшее отдаление от изоэлектрической точки белков, результатом чего является увеличение ВСС белка, поскольку более сильное электростатическое отталкивание приводит к образованию более широких зазоров между актином и миозином, что дает возможность связаться большему количеству дополнительной воды.

#### Влияние посола с регуляторами кислотности на физико-химические показатели длиннейшей мышцы спины свинины

Таблица 2

п/п	Регулятор кислотности, используемые присолении образцов мышечной ткани	рН мяса после посола	Содержание общеглофосфора, %	ВСС, %
1.	Безрегулятора кислотности (контроль)	6,12±0,05	0,13±0,02	62,6±0,47
2.	Фосфаты пищевые (E450i, E450iii, E451i)	6,23±0,03	0,21±0,03	64,21±0,45
3.	Фосфаты пищевые (E450i, E450iii, E 451i, E452i)	6,39±0,04	0,25±0,01	68,23±0,56
4.	Фосфаты пищевые (E450iii, E 451i)	6,51±0,04	0,027±0,03	69,8±0,38

5.	Цитрат натрия (E331)	6,15±0,03	0,16±0,01	63,40±0,82
----	----------------------	-----------	-----------	------------

Результаты исследования рН показали, что больше всего его увеличение наблюдается в образцах, инъецированных рассолом смесей дифосфатов натрия и триполифосфата натрия (E450iii, E 451i), которые в свою очередь имели высокие значения рН 1% раствора - рН 9,5. При структурно - механических исследованиях (рис.2) было установлено, что наиболее высокое значение предельного напряжения разрушения имели контрольный образец и образец, инъецированный с добавлением цитрата натрия, в то же время наблюдалось улучшение структурно - механических свойств образца, содержащего смесь дифосфатов натрия и триполифосфата натрия.

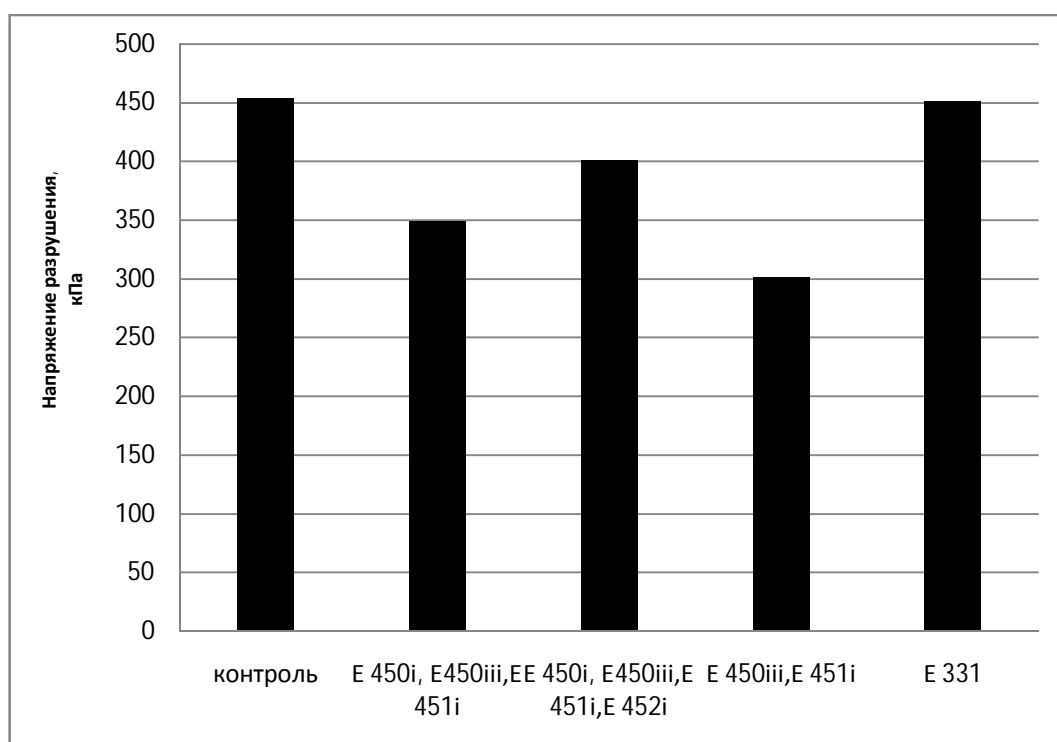


Рис. 2 Влияние фосфатов и цитрата натрия на напряжение разрушения мяса

Для выбора качественного состава композиции стабилизаторов для инъецирования мясного сырья большое значение имеет подбор регулятора кислотности по степени его влияния на набухание мышечных волокон в процессе посола.

В связи с этим, были проведены микроструктурные исследования образцов мышечной ткани свинины посоленной с добавлением выбранных регуляторов кислотности. Добавление фосфатов, в виде солей фосфорной кислоты, увеличивает ионную силу раствора в мясе, что приводит к увеличению степени набухания мышечных волокон и активации белка. Повышенное содержание активированного набухшего белка способствует

связыванию дополнительной воды мясным продуктом и эмульгированию жира.

Результаты исследований показали, что цитрат натрия и различные виды фосфатов оказывают влияние на набухание мышечных волокон в разной степени.

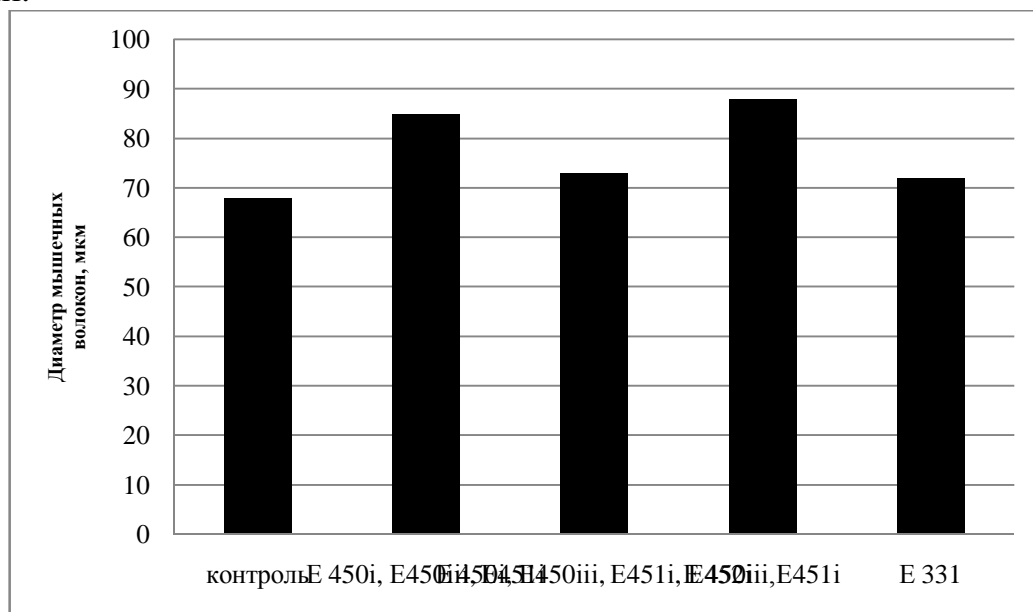


Рис. 3. Влияние фосфатов и цитрата натрия на диаметр мышечных волокон

Так, наибольшее влияние на набухание мышечной ткани, которое оценивали по диаметру мышечных волокон (рис.3), оказал комплекс фосфатных препарат, содержащий смеси дифосфатов натрия и триполифосфата натрия.

Результаты микроскопических и структурно-механических исследований образцов мышечной ткани, подлежащих солению с различными регуляторами кислотности, согласуются с данными физико-химических исследований, показателем рН, содержанием общего фосфора и влаги (табл.2).

Выводы. Таким образом, на основании результатов исследований по изучению влияния различных видов фосфатов и цитрата натрия на функционально технологические характеристики охлажденной свинины, можно сделать вывод, об эффективности влияния на данные свойства мясного сырья именно комплекса фосфатных препаратов, содержащего дифосфаты натрия и триполифосфат натрия

## Литература

1. Мюллер В.Д. Посол и копчение // Мясо и колбаса. Значение в питании человека: Труды федерального центра по исследованию мяса. Кульмбах. Гемании. 1989.

2. Фейнер Г. мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации / Г. Фейнер. - Пер. с англ. Н.В. Магды, науч. ред. проф., чл.-корр. Международной академии информатизации при ООН В. Поселков, к.т.н. Т.И. Проселков. - СПб: Профессия, 2010. - 720 с.

3. Зимон А.Д. , Лещенко А.Д. Коллоидная химия. - М.: Химия, 1995. - 326 с.

4. Нечаев А.П. Пищевые ингредиенты // Пищевые ингредиенты (сырье и добавки). - 1999. - № 1. - С. 4-7.

5. Сарафанова Л.А., Кострова И.Е. Применение пищевых добавок. - СПб.: Гиорд, 1997. - 46 с.

<b>83</b>	Влияние различных видов регуляторов кислотности на функционально-технологические свойства мясного сырья	Технологии XXI века в легкой промышленности - (Технологии XXI века в пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности)  Электронное научное издание Углич 2012	4	Сербова М.И. Стращенко С.В. Топчий О.А.
-----------	---	--	---	---