

Аспекты инверсии основных физико-химических показателей консервов в процессе хранения

Крылова Валентина Борисовна, д.т.н., проф.
Густова Татьяна Владимировна, к.т.н., доц.

Актуальность темы

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная 21 января 2020 г. Указом Президента РФ за №20, в долгосрочной перспективе определяет основные направления обеспечения населения безопасной, качественной и доступной пищевой продукцией; предусматривает возможные риски, в том числе вызванные неблагоприятными климатическими изменениями, снижением конкурентоспособности отечественной продукции и пути их минимизации. Трансформация традиционных принципов переработки сельскохозяйственного сырья и пробелы управления пост-технологическими характеристиками пищевых продуктов требуют дополнительного контроля качества и безопасности готовой продукции с сохранением аутентичности продукции. Производители страдают из-за недостаточности информационного поля и подходов принятия решений в ситуациях выходящих из-под контроля.

Мясные и мясосодержащие консервы являются сложной замкнутой системой с длительным сроком годности, сохраняющие качество и безопасность в нормируемых температурно-влажностных условиях. Большое внимание уделяется процессам производства, влияющим на формирование безопасности и качества готовой продукции, и практически упускается на стадии ее хранения. Сложность и многогранность оценки процессов, протекающих в процессе хранения консервов, обуславливают ряд задач и подтверждают актуальность выполнения исследований по обоснованию и соответствующим корректировкам сроков годности продукции, хранившейся в ненормированных условиях.

Проведенные ранее исследования позволили определить предельные значения отдельных показателей продукции и установить коэффициент «старения» равный 4,0 при аггравированной температуре хранения. Однако, результаты исследований мясных и мясосодержащих консервов различных ассортиментных групп в процессе хранения, характеризующие деструктивные изменения нутриентного состава консервов, полученные нами, позволяют усомниться в объективности выбора в качестве основных регламентируемых показателей при обосновании сроков годности величины перекисного числа и содержания amino-аммиачного азота, выбранные в качестве объективных критериев оценки качества мясной продукции в процессе хранения.

Цель: На основе результатов физико-химических, биохимических, сенсорных показателей качества и микробиологической стабильности в процессе хранения консервов в разных условиях окружающей среды формализовать критериальность и объективность исследуемых показателей.

Объектами исследований являлись: консервы мясные и мясосодержащие, изготовленные в условиях производственных предприятий и в лабораторных условиях Центра и хранившихся в условиях, соответствующих и выходящих за рамки нормированных значений.

Методы

При проведении исследований использовали стандартные и общепринятые физико-химические, биохимические, сенсорные, микробиологические, хроматографические, микроструктурные и др. методы исследования мясных и мясосодержащих консервов.

Основные результаты

Несмотря на то, что консервы обладают высокой степенью стабильности при хранении, качество консервов деградирует вследствие процессов абюогенного характера, т.е. реакционная способность системы сохраняется. Сложность и неоднозначность влияния дегеративных процессов на состояние продукта затрудняет разработку методов оценки сохранности консервов. В таблице представлена матрица соотношения укрупненных показателей качества и основных дегеративных механизмов (Рис.1), каждый из которых реализует комплекс воздействия на ряд характеристик продукта.

Оценка сохранности продукта и является возможностью контроля каждого из этих воздействий.

Перекиси это первичные продукты окисления жиров кислородом, а в консервах – остаточным кислородом, т.к. система продукта замкнутая. Перекиси крайне нестойки, легко вступают во вторичные реакции, продуктами которых являются альдегиды, кетоны и низкомолекулярные жирные кислоты. Начальная стадия перекисного окисления жиров не приводит к изменению органолептических показателей. Однако перекисные соединения токсичны для человека, а гидропероксиды являются инициаторами дальнейшего окисления. По величине перекисного числа можно судить лишь о начавшихся и продолжающихся окислительных процессах. Перегрупуировку электронов в системе может характеризовать величина окислительно-восстановительного потенциала (Eh) (Рис.2). При изучении консервов в процессе хранения после воздействия на них отрицательных температур, отмечены незначительные изменения pH мясной системы. Интересна динамика значений Eh, характеризующая нестабильность изучаемой системы. Так, через 3 месяца хранения отмечено снижение величины Eh на 6 ед. в консервах после 7 суток замороженного хранения (Рис.2а). Дальнейшее хранение привело к смещению значения показателя в сторону окислительных реакций. Через 3 месяца хранения консервов после 30 суток замороженной выдержки (Рис.2б) имело место увеличение величины Eh на 3 ед., с 3-х до 8-ми месяцев хранения отмечено смещение реакций в восстановительную сторону, а после 8 месяцев - в окислительную. Такая динамика значений показателя Eh может свидетельствовать о зависимости степени разрушающего воздействия на продукт длительности процесса замораживания.

Интенсификация деструктивных процессов, выражающихся в расщеплении водородных связей и освобождения дополнительных положительных зарядов, после 15 месяцев хранения при температуре плюс 25°C отразилась на динамике значений Eh. Полученная динамика величины Eh консервов удостоверяет неравновесность изучаемой мясной системы при 40°C хранения (Рис.2 в,г).

Известно, что изменения белков носят разнонаправленный характер. В процессе хранения постепенно гидролизуются белковые вещества продукта, в результате чего увеличивается содержание в консервах небелковых азотистых веществ и азота летучих оснований. Процесс стерилизации интенсифицирует необратимые реакции декарбоксилирования и дезаминирования, в результате которых образуются диоксид углерода, биогенные амины, аммиак. Но так как начальное содержание продуктов распада аминокислот в мясе может быть различным, их абсолютное количество после нагрева нельзя использовать для суждения о качественных изменениях продукта.

Накопление ААА может быть характерным признаком дегерации белковой составляющей консервов в процессе хранения. Но объективное объяснение волнообразной динамики изменения величины amino-аммиачного азота с резкими пиками падения и подъема представляется затруднительным (Рис.3). Такая динамика носит частные случаи выявления. Количественная оценка деструкции белка по данному показателю весьма вариабельна.

Интересным и наглядным представляется соотношение между фракциями пептидного и остаточного азота консервов. Например, при хранении консервов в нерегулируемых зимних температурно-влажностных параметрах, период после 4 недель хранения характеризуется более глубоким распадом остаточного азота консервов, включая протекающие процессы декарбоксилирования и дезаминирования аминокислот (Рис.4). В условиях нерегулируемых летних температурно-влажностных параметрах показано, что содержание небелковой фракции азота имело тенденцию к росту за счет накопления пептидной фракции азота, рост которой составил 27,6% (Рис.5).

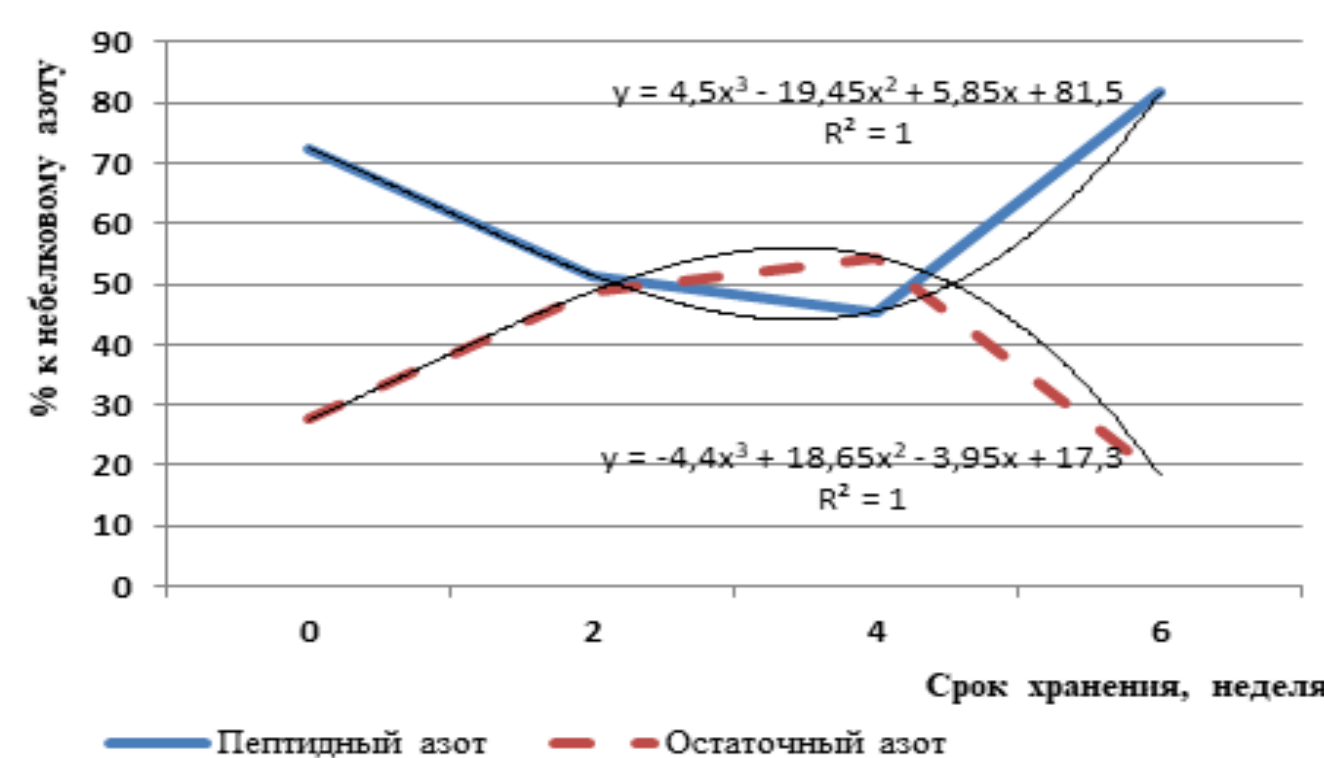


Рисунок 4 – Динамика пептидной и остаточной фракций небелкового азота консервов, хранившихся в нерегулируемых зимних условиях

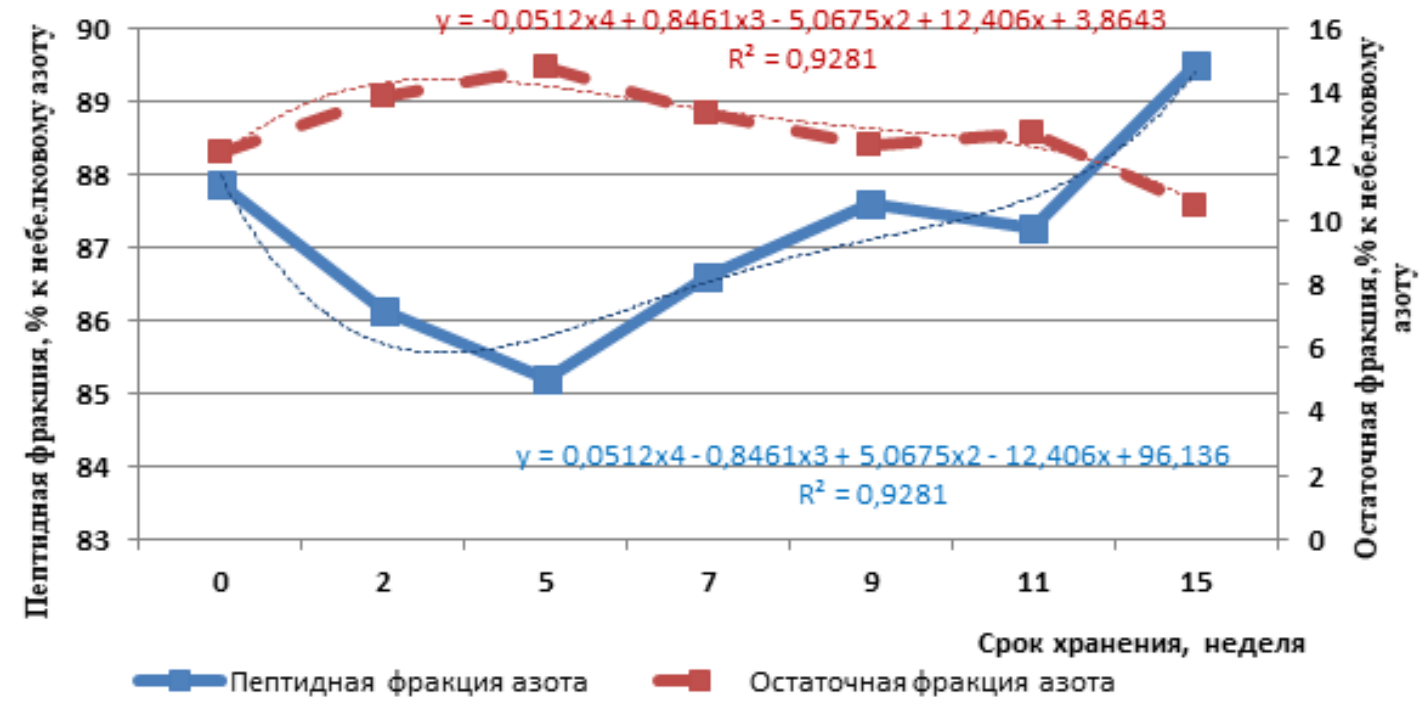


Рисунок 5 – Динамика пептидной и остаточной фракций небелкового азота консервов, хранившихся в нерегулируемых летних условиях

		Распад соединений		Процессы синтеза соединений
		гидролитический	негидролитический	
Безопасность	Мутагенность	-	-	-Образование алкилиминопроводных -Образование N-нитрозаминов
	Токсичность	-	Растворение металлов упаковки низкомолекулярными жирными кислотами	-
Биологическая ценность	Сбалансированность состава	Гидролиз ди- и триглицеридов	Распад аминокислот	Взаимодействие аминокислот с олигосахаридами (образование меланоидинов) и альдегидами (образование Шиффовых оснований)
	Усвояемость	Гидролиз белка и полипептидов	-	Образование комплексов белка с продуктами окисления липидов
Органолептические характеристики	Вкус и запах	Гидролиз белка до полипептидов и аминокислот. Накопление низкомолекулярных жирных кислот	Накопление продуктов распада аминокислот	Образование меланоидиновых пигментов
	Цвет	-	-	Образование меланоидиновых пигментов
	Консистенция	Разрушение структуры при гидролизе соединительных белков	-	Полимеризация гидроперекисей жирных кислот

Рисунок 1 – Матрица соотношения системы характеристик с системой дегеративных процессов стерилизованных консервов

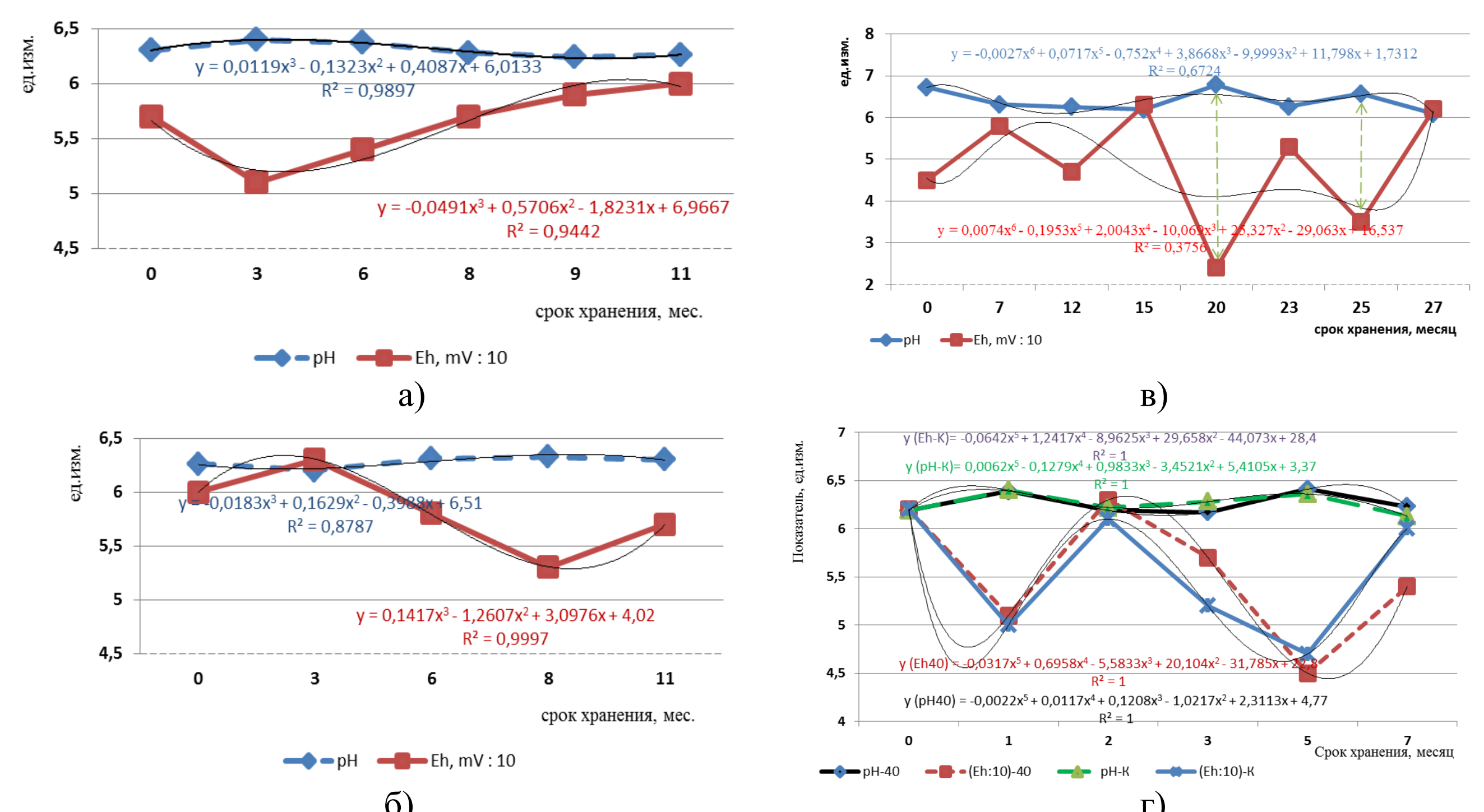


Рисунок 2 – Динамика значений pH и окислительно-восстановительного потенциала (Eh): а) после 7 суток замораживания и последующего хранения при 37°C; б) после 30 суток замораживания и последующего хранения при 37°C; в) в процессе хранения при 25°C; г) в процессе хранения при 40°C

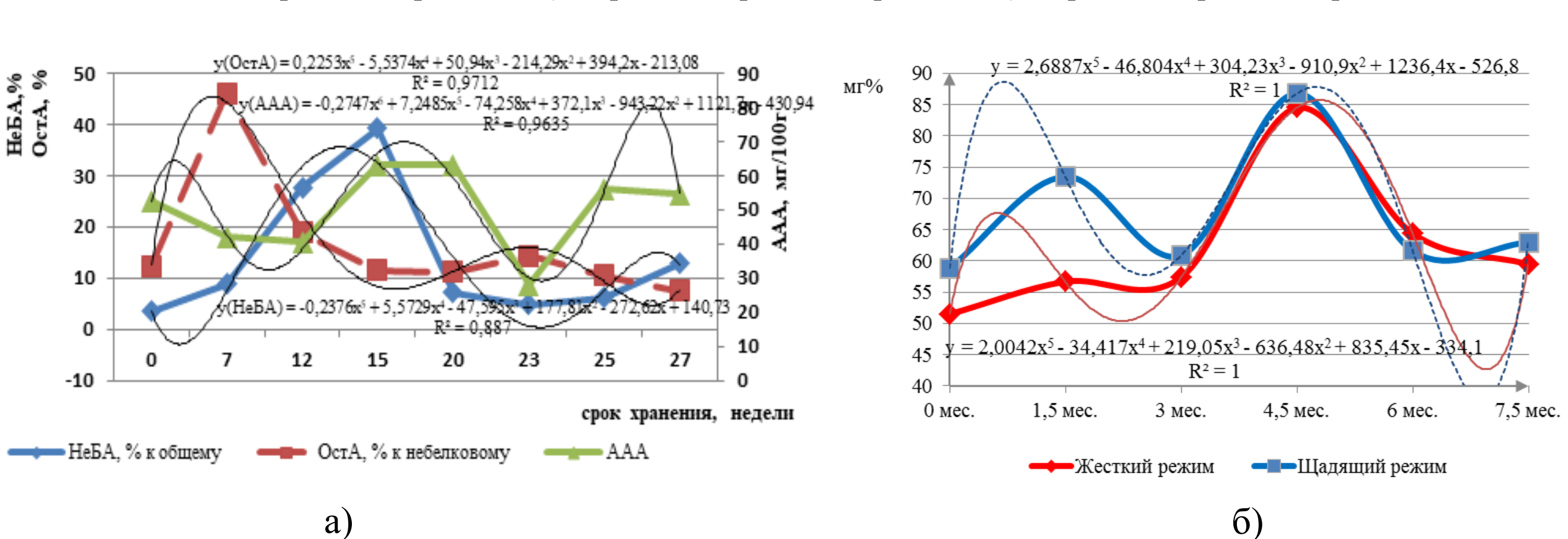


Рисунок 3 – Динамика значений показателей фракций азота консервов: а) в процессе хранения при 25°C; б) в процессе хранения при 37°C; в) в процессе хранения при 40°C



КОНСЕРВЫ МЯСНЫЕ И МЯСОСОДЕРЖАЩИЕ СТЕРИЛИЗОВАННЫЕ
Общие положения, организация и порядок проведения ускоренных испытаний по обоснованию срока годности

Наименование показателя	Значение показателя для групп консервов			
	мясных		мясосодержащие	
	кусовые	прочие	кусовые	прочие
Eh, отклонения от фона, %	15	20	20	20
Фракция белкового азота, % к общему азоту, не менее	93,0		90,0	
Фракция небелкового азота, % к общему азоту, не более	8,0	10,0	12,0	12,0
Фракция остаточного азота, % к небелковому азоту, не более	10,0	12,0	15,0	15,0