На правах рукописи

КРОВОПУСКОВ ДЕНИС ЕВГЕНЬЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УСКОРЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Специальность 05.18.04 - технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всеросскийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В. М. Горбатова Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В. М. Горбатова Россельхозакадемии)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Семенова Анастасия Артурована

Официальные оппоненты:
Шипулин Валентин Иванович доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой технологии мяса и консервирования, Северо-Кавказский федеральный университет
Краснова Ирина Станиславовна кандидат технических наук, старший научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории « Мембранные процессы битехнологии и пищевой промышленности» ФГБУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств

Ведущая организация: ФГПУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия

Защита диссертации «24» декабря 2013 года в 11-30 часов на заседании диссертационного совета ДМ 006.021.01 при Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук по адресу: 109316, Москва, ул. Талалихина, д. 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии.

Автореферат разослан « 22 » ноября 2013 г.

Ученый серкретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук А.Н. Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В последние годы производство сырокопченых колбас в России характеризуется устойчивой тенденцией к увеличению их доли в общем объеме отечественной мясной продукции. При этом, несмотря на импорт аналогичных продуктов, потребность российского рынка в сырокопченых колбасах остается неудовлетворенной на 15-20%. В условиях Таможенного союза и Единого экономического пространства перед мясоперерабатывающими предприятиятиями стоит задача не только по увеличению объемов выпуска сырокопченых колбас, но и повышению их конкурентоспособности.

Научным основам формирования потребительских характеристик сырокопченых колбас посвящены труды многих российских и зарубежных ученых - Рогова И.А., Хорольского В.В., Алексахиной В.А., Слепых Г.М., Косого В.Д., Жаринова А.И., Крыловой В.В., Лавровой Л.П., Костенко Ю.Г., Михайловой М.М., Лихоносовой Н.Д., Вагина В.В., Беловой В.Ю., Анисимовой И.Г., Коршуновой Т.Н., Leistner L., Mueller A., Hammes W.R., Niederauer Th. и др., показавших роль целенаправленного инокулирования микроорганизмов с необходимым комплексом технологических свойств в обеспечении качества и безопасности этой продукции. Однако до недавнего времени перед исследователями не ставились задачи по созданию методологических основ экспресс-оценки стартовых культур, позволяющие промышленным предприятиям в максимально короткие сроки и с наименьшими производственными издержками провести их выбор для российского ассортимента колбас. Потребность в лабораторных и тестовых испытаниях возникла с увеличением объемов и ассортимента вырабатываемых колбас, а также вследствие быстрого роста коммерческих предложений стартовых культур, главным образом, поступаемых по импорту.

Сегодня предприятия, выпускающие сырокопченые колбасы, осуществляют подбор стартовых культур путем опытно-промышленных выработок, что является длительным, высоко затратным, недостаточно информативным и не всегда однозначно результативным способом их тестирования. Неоднозначность получаемых в производственных условиях результатов, прежде всего, определяется сложностью формирования качества сырокопченых колбас как биотехнологического процесса, многочисленные составляющие которого находятся под воздействием огромного числа факторов.

Таким образом, несмотря на длительную практику промышленного применения стартовых культур при изготовлении сырокопченых колбас, их правильный выбор для достижения высоких потребительских характеристик этой продукции все же остается проблемным в условиях предприятий. В связи с этим разработка метода ускоренного тестирования, повышение

объективности и эффективности оценки стартовых культур на основе применения модельных систем является актуальной научно-практической задачей.

Цели и задачи исследований. Целью настоящей диссертационной работы являлась разработка методики ускоренного тестирования стартовых культур для производства сырокопченых колбас, позволяющей оптимизировать процедуру и повысить объективность выбора стартовых культур при производстве сырокопченых колбас. В соответствии с поставленной целью было предусмотрено решение следующих задач:

- на основе литературных и экспериментальных данных провести выбор модельной мясной системы, условий и аппаратурного оформления для ускоренного тестирования стартовых культур;
- протестировать на модельной мясной системе стартовые культуры, известные по длительной технологической практике применения, и оценить полученные результаты;
- разработать алгоритм оценки результатов тестирования и методику ускоренного тестирования стартовых культур;
- на примере оценки технологических свойств новых стартовых культур отечественного производства провести апробацию разработанной методики по результатам опытно-промышленной выработок сырокопченых колбас с использованием протестированных культур;
- разработать проект нормативного документа (СТО) на методику ускоренного тестирования стартовых культур и определить показатели экономической эффективности ее внедрения.

Научная новизна. Предложен и обоснован состав модельной мясной системы, соответствующий по физико-химическим характеристикам – белок 13%, жир 32%, влага 51%, поваренная соль 3%, активность воды 0,96 - фаршу российского ассортимента сырокопченых колбас.

По результатам ускоренного тестирования на модельной мясной системе разработан алгоритм оценки стартовых культур, позволяющий по совокупности анализируемых критериев – продолжительность ферментации до достижения pH 5,0 или 5,3, минимальный уровень значения pH, достигнутый при ферментации модельной мясной системы ($pH_{min} \geq 4,9$ или $pH_{min} < 4,9$) – классифицировать их по технологическим свойствам на 4 группы. Установлены функциональные зависимости величины pH от продолжительности ферментации для каждой группы культур.

Показаны широкие возможности проведения научных исследований стартовых культур с использованием модельной мясной системы по изучению кислото-, цвето- и ароматообразования. На примере мультисенсорного исследования сырокопченых колбас установлено, что под действием коптильного дыма концентрация ароматообразующих веществ повышается в 3-10 раз, что позволяет рекомендовать оценку

технологических свойств стартовых культур на модельной мясной системе в качестве объективного инструмента научных и тестовых исследований, исключающих воздействие неконтролируемых факторов.

Практическая значимость работы. Разработаны методические указания и проект стандарта организации (СТО 00419779-002-2013 «Метод ускоренного тестирования технологических свойств стартовых культур»), обеспечивающий повышение объективности оценки и сокращение производственных затрат при испытаниях. Стандарт организации предназначен для широкого круга специалистов мясоперерабатывающих предприятий, производственныхлабораторий и научно-исследовательских центров, занимающихся разработкой нового ассортимента сырокопченых колбас, а также для подготовки студентов профильных ВУЗов.

Результаты ускоренного тестирования стартовых культур использованы при разработке проекта нового межгосударственного стандарта «Колбасы сырокопченые. Технические условия».

Апробация работы. Основные результаты выполненных исследований были доложены на научно-практической конференции «Теория и практика кооперации» посвященная 100-летию Российского университета кооперации, 28-29 июня 2012 г., Тамбовская область, г. Мичуринск; научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой перерабатывающей промышленности», 16 октября 2012 г., Московская обл., Ленинский р-н., г. Видное.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части с обсуждение результатов исследований, вывод, список литературы, содержащего 113 источников, в том числе 29 зарубежных авторов. Работа изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 12 таблиц, 45 рисунков и 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы и определены основные направления исследований диссертационной работы.

В первой главе приведен аналитический обзор научно-технических публикаций, посвященным научным основам технологии сырокопченых колбас, рассмотрены вопросы классификации сырокопченых колбас в разных странах и особенности российского ассортимента этой продукции. Показана роль стартовых культур, их влияние на микрофлору мясного сырья и динамику снижения pH, а также необходимость разработки методических подходов для определения технологической пригодности стартовой культуры. На основе приведенных научных данных, их анализа и обобщения, сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе представлена организация эксперимента, объекты и

методы исследования, общая схема проведения исследований (рис.1).

Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Методы исследования: 1 - массовая доля белка; 2 - массовая доля жира; 3 - массовая доля влаги; 4 - массовая доля хлористого натрия; 5 - активность воды; 6 - pH; 7 - массовая доля нитрита натрия; 8 - микроструктурные исследования; 9 - сенсорные исследования; 10 - органолептические исследования.

На первом этапе решалась задача по разработке методики ускоренного тестирования стартовых культур. На основе результатов изучения физико-химических показателей фарша россуйских сырокопченых колбас была предложена и обоснована модельная мясная система, выбраны условия проведения тестирования и разработано аппаратурное оформление для автоматического контроля изменения pH модельной мясной системы. Затем было проведено ускоренное тестирование стартовых культур импортного производства, зарекомендовавших себя при многолетнем использовании в мясной промышленности как культуры традиционной и быстрой ферментации. На основе анализа и оценки полученных результатов разработаны алгоритм оценки результатов тестирования и критерии отнесения тестируемых культур к культарам традиционной или быстрой ферментации, с умеренным или выраженным кислотообразованием.

На втором этапе исследований была проведена апробация методики ускоренного тестирования и ее аппаратурного оформления на новых стартовых культурах отечественного производства, не имевших на момент проведения их оценки отработанной практики промышленного использования. Для подтверждения полученных результатов ускоренного тестирования новых стартовых культур была проведена опытно-промышленная выработка, в ходе которой изучали изменение показателей качества опытных образцов сырокопченых колбас. По сопоставлению результатов ускоренного тестирования и опытно-промышленной выработки оценивали адекватность разработанной методики.

На заключительном этапе исследований были разработаны методические указания и проект стандарта организации, проведен расчет экономической эффективности методики ускоренного тестирования стартовых культур в сравнении и опытно-промышленными выработками.

Объектами исследования являлись: 12 стартовых культур импортного производства и 6 культур отечественного производства (табл. 1); фарш сырокопченых колбас по ГОСТ 16131-86; модельные мясные системы с инокулированными стартовыми культурами; сырокопченые колбасы с тестируемыми культурами, отобранные на разных стадиях технологического процесса их изготовления. Для опытно-промышленных выработок была выбрана рецептура сырокопченой колбасы типа «Брауншвейгской».

В третьей главе описаны этапы разработки методики ускоренного тестирования стартовых культур. В результате исследований была предложена модельная мясная система и условия тестирования, более

простые и легко контролируемые для получения сопоставимых результатов, чем при опытно-промышленных выработках, что позволило сократить время, необходимое для исследований до 40-60 часов против 30-40 дней.

Таблица 1 - Стартовые культуры, использованные при исследовании

№ образ-ца	Состав технологической микрофлоры	Общее кол-во технологической микрофлоры	Характеристика скорости ферментации
I-1	*P. pentosaceus, St. carnosus*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	Импортные культуры традиционной ферментации
I-2	*St. carnosus, St. xylosus*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-3	*St. carnosus, L. sakei*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-4	*P. pentosaceus, St. xylosus*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-5	*St. carnosus ssp St. carnosus*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-6	*St.carnosus, St. xylosus, L. sakei*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	Импортные культуры быстрой ферментации
I-7	*St. carnosus, L. sakei*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-8	*St.carnosus, St.xylosus, L.curvatus, L. lactis*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-9	*L. sakei, St. carnosus,St. xylos*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-10	*L. sakei, St. carnosus, St. xylosus*	$1,0x10^9$ КОЕ/г	
I-11	*St. carnosus ssp St. carnosus*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
I-12	*L. sakei, St. carnosus, St. xylosus, P. pentosaceus*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
II-1	*St. carnosus, L. sakei*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	Культуры, требовавшие производственной оценки технологических свойств
II-2	*St. carnosus, L. plantarum, P. acidilastici*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
II-3	*St. carnosus, L. curvatus*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
II-4	*L. curvatus, L. casei, P. acidilactici, P. pentosaceus*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
II-5	*M. caseoliticus, L. plantarum*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	
II-6	*St. carnosus*	$1,0x10^{10}$ КОЕ/г	

Модельная мясная система была подобрана по ингредиентному составу и физико-химическим показателям, максимально приближенной к фаршу российского ассортимента сырокопченых колбас «Брауншвейгской», «Столичной», «Сервелата» и «Советской», с использованием говядины высшего сорта, свинины нежирная и шпика (в соотношении 9:5:6), 3% нитритной соли, 0,35% глюкозы, 0,075% аскорбиновой кислоты, 0,01% черного перца и 0,003% мускатного ореха к массе мясного сырья.

Для проведения ускоренного тестирования стартовых культур был предложен разработанный автором совместно со специалистами ГНУ ВНИИМП программно-аппаратурный комплекс (рис. 2) для реализации автоматического контроля pH и температуры в процессе ферментации, состоящий из pH-метра с встроенной картой памяти, персонального компьютера и программного обеспечения ITRCOM, позволяющего задать корректировку настроек запуска и остановки измерений. Для автоматизированного измерения pH и температуры контейнер с модельной мясной системой и pH-метр помещали в термостат. Для каждой тестируемой культуры проводили по 3-5 параллельных тестирования при температуре воздуха 24 ^{o}C в течение не менее 40 часов. С помощью программного обеспечения ITRCOM задавали корректировку настроек запуска и остановки измерений с интервалом в 1 час. По завершению термостатирования результаты автоматического контроля pH и температуры выводили на дисплей персонального компьютера. Полученные данные об изменении pH и температуры с помощью программного обеспечения сохраняли в архиве и обрабатывали статистически и математически.

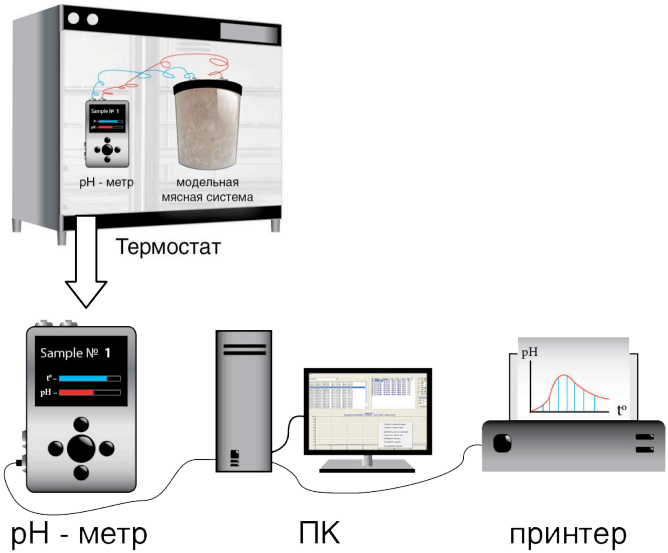


Рисунок 2 - Принципиальная схема программно-аппаратурного комплекса для контроля pH и температуры при ферментации

С целью установления критериев оценки результатов измерений, получаемых на модельной мясной системе, были проведены тестовые

испытания 5 культур традиционной ферментации и 7 культур быстрой ферментации.

Анализ графиков автоматизированного изменения pH модельной мясной системы (рис.3) показал, что все стартовые культуры традиционной ферментации снижали pH до значения 5,0-5,3 не менее, чем за 35 часов ферментации. Полученные зависимости значений pH от продолжительности ферментации были математически обработаны с помощью программных средств пакета Exel. Результаты аппроксимации показали, что функциональная зависимость имела полиноминальный характер и описывалась многочленом третьей степени. Величина достоверности аппроксимации (R^2) составила 0,98-0,99.

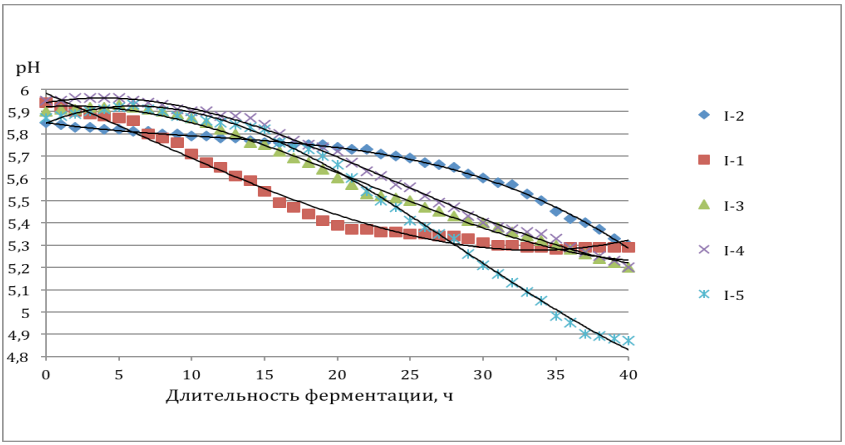


Рисунок 3 - Результаты автоматизированного измерения pH в модельной мясной системе со стартовыми культурами для традиционной ферментации

Из графиков автоматизированного изменения pH в модельной мясной системе с культурами быстрой ферментации (рис. 4) было установлено, что pH снижалось до 5,0 в течение 18-31 часа в зависимости от тестируемой культуры.

Математическая обработка экспериментальных данных также позволила установить полиноминальный характер зависимости значений pH от продолжительности процесса и для культур быстрой ферментации (полином третьей степени, R^2 = 0,98-0,99).

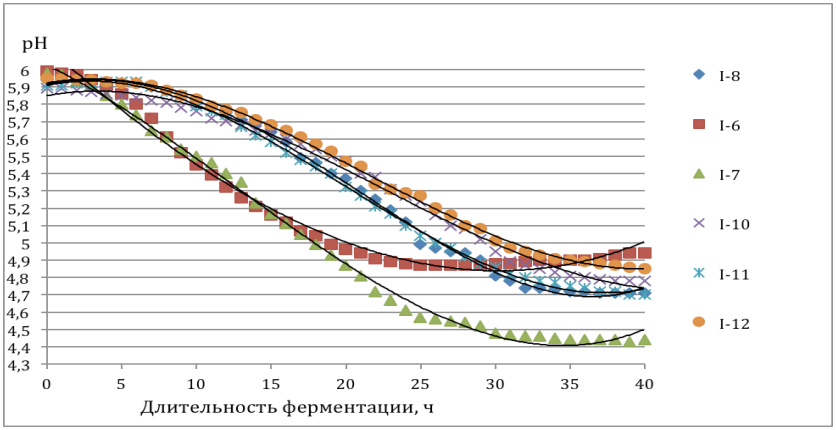
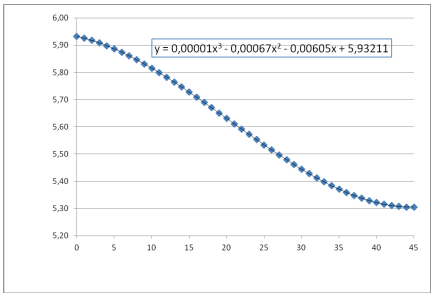
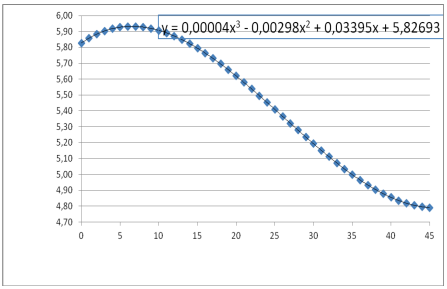


Рисунок 4 - Результаты автоматизированного измерения pH в модельной мясной системе со стартовыми культурами для быстрой ферментации

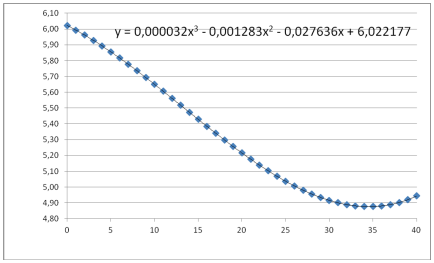
По результатам математической обработки были выделены 4 группы стартовых культур, отличавшихся по технологическим свойствам, а именно: продолжительностью ферментации до достижения pH 5,0 или 5,3, минимальным уровнем значения pH, достигаемым при ферментации модельной мясной системы ($pH_{min} \geq 4,9$ или $pH_{min} < 4,9$). Для описания этих групп были предложены 4 полинома:



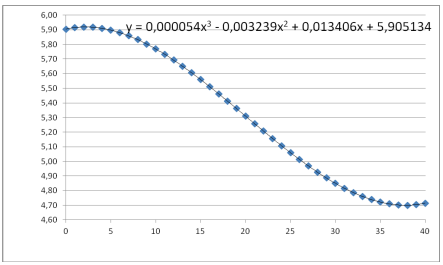
- для культур традиционной ферментации с умеренным кислотообразованием



- для культур традиционной ферментации с выраженным кислотообразованием



- для культур быстрой ферментации с умеренным кислотообразованием



- для культур быстрой ферментации с выраженным кислотообразованием

По полученным результатам был разработан алгоритм оценки и интерпретации данных автоматизированного тестирования стартовых культур (рис.5).

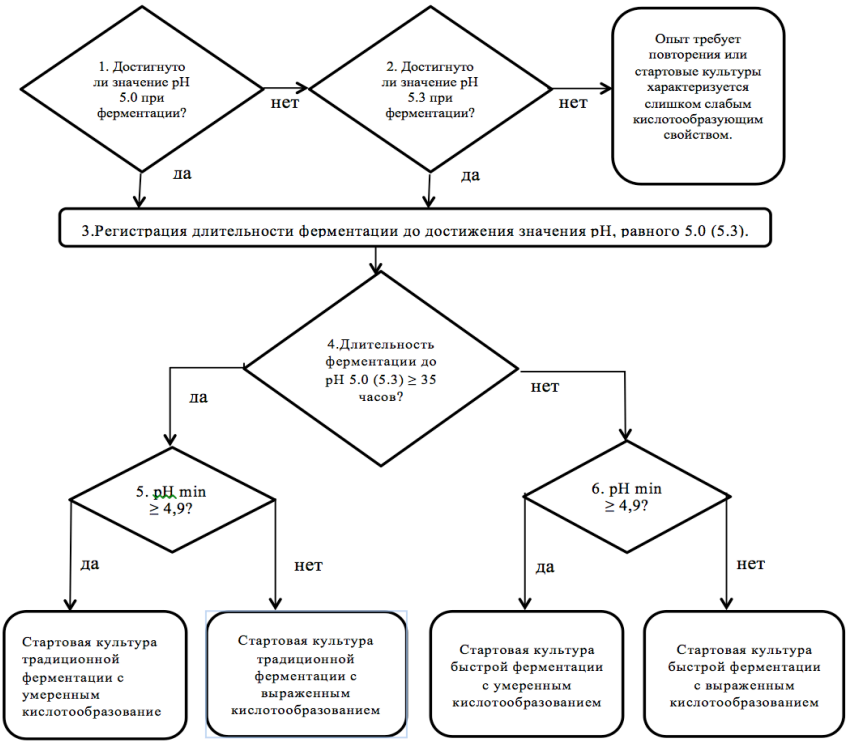


Рисунок 5 - Алгоритм оценки результатов измерения pH

В четвертой главе изложены и обсуждены результаты апробации методики ускоренного тестирования технологических свойств стартовых культур. Апробацию методики проводили в два этапа (на модельной системе путем опытно-промышленных выработок) на стартовых культурах отечественного производства, из которых две стартовые культуры (II-1 и II-6) были заявлены изготовителем как культуры для традиционной ферментации.

Тестирование на модельной системе показало, что новые стартовые культур снижали pH до значения 5,3 более, чем за 35 часов ферментации. Результаты сравнительного математического анализа графиков автоматизированного изменения pH подтвердили, что все шесть культур относились к культурам традиционной ферментации (табл. 2). За эталонные зависимости принимались полиномы, полученные для описания технологических свойств культур разных групп. В качестве критерия сравнения использовали коэффициент вариации, характеризующий меру рассеивания множества фактических значений функции, полученной для каждой культуры в течение одинакового промежутка наблюдений (45 часов), от совокупности значений каждой из четырех предложенных эталонных фукнций за тот же период времени.

Таблица 2 – Значения коэффициента вариации, полученные по результатам сравнительного математического анализа

Культура / Эталон (полином) для культуры:	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6
традиционной ферментации с умеренным кислотообразованием	**0,51**	1,19	**0,65**	**0,62**	**0,72**	**0,54**
традиционной ферментации с выраженным кислотообразованием	1,97	**0,74**	2,11	2,17	2,22	2,11
быстрой ферментации с умеренным кислотообразованием	3,06	2,45	3,45	3,45	3,33	3,15
быстрой ферментации с выраженным кислотообразованием	3,38	2,35	3,68	3,25	3,63	3,46

Соответственно, с минимальными значениями величин коэффициента вариации, стартовые культуры II-1, II-3, II-4, II-5 и II-6 были классифицированы как культуры традиционной ферментации с умеренным кислотообразованием, а II-2 - как культура традиционной ферментации, отличавшаяся более выраженными кислотообразующими свойствами.

В целях максимально объективного сравнения вырабатывали 8 образцов сырокопченой колбасы. Образцы с импортными культурами для

ускоренной ферментации I-6 и I-7 были приняты за контрольные (рис. 8), а с новыми культурами являлись опытными образцами (рис. 9). В процессе ферментации в климокамере ежедневно проводили замеры величины pH батонов. Результаты наблюдения за динамикой снижения pH в образцах сырокопченых колбас подтвердили выводы, сделанные при тестировании на модельной системе, что подтверждало адекватность разработанной методики ускоренного тестирования. В контрольных образцах уже на 2-е сутки ферментации pH фарша в батонах снизилось до значений ниже 5,0. Анализ динамики снижения pH в опытных образцах сырокопченых колбас с новыми стартовыми культурами II-1, II-2, II-3, II-4 и II-5 показал, что значение pH, равное 5,3, достигалось не раньше, чем на 3-и сутки ферментации. А в образце со стартовой культурой II-6 – лишь на 4-е сутки ферментации в климокамере. За 5 суток ферментации pH в опытных образцах не достигло значений ниже 5,0, в то время как в образцах колбас с импортными культурами I-6 и I-7 для ускоренной ферментации значение pH было 4,6 и 4,5, соответственно.

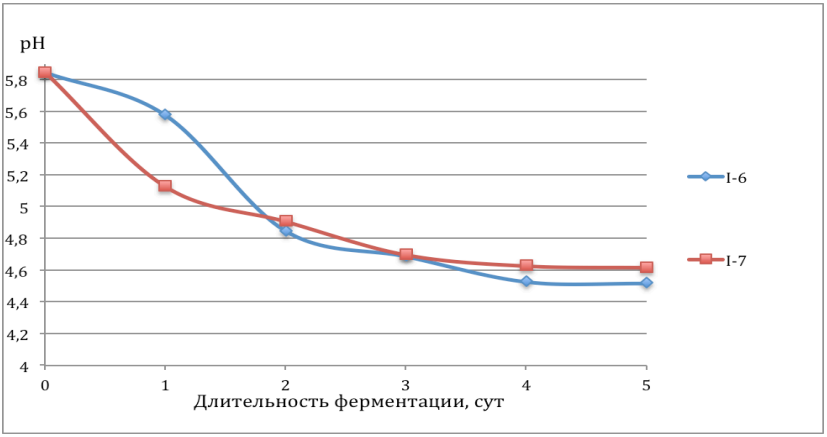


Рисунок 6 - Результаты снижения pH в контрольных образцах со стартовыми культурами быстрой ферментации

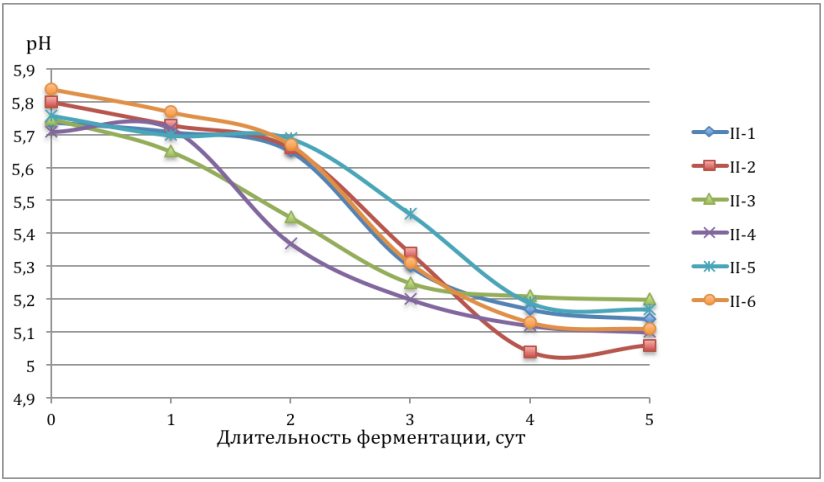


Рисунок 7 - Результаты снижения pH в опытных образцах с тестируемыми культурами (традиционная ферментация)

Об интенсификации процесса производства сырокопченых колбас судят, как правило, не только по динамике снижения pH при ферментации, но и по улучшению влагоотдачи при сушке. Результаты по определению динамики снижения массовой доли влаги и активности воды в опытных образцах сырокопченых колбас (рис. 10 и 11) показали, что со всеми культурами процесс сушки протекал достаточно ровно. Этот факт также подтверждал выводы, сделанные при изучении снижения pH, в отношении аналогичности технологических свойств новых культур.

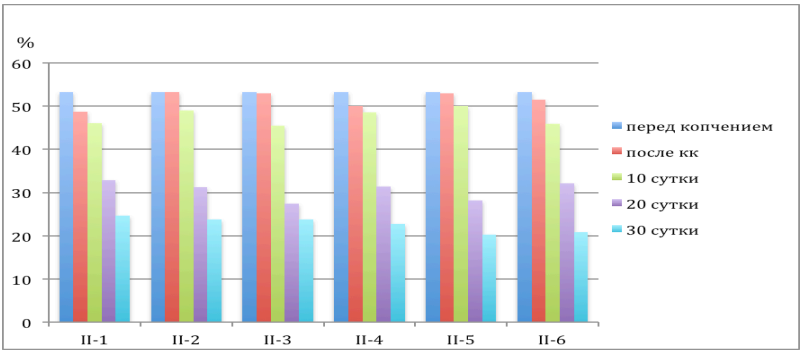


Рисунок 8 - Динамика изменения массовой доли влаги в опытных образцах колбас, изготовленных с куль турами II-1, II-2, II-3, II-4, II-5 и II-6

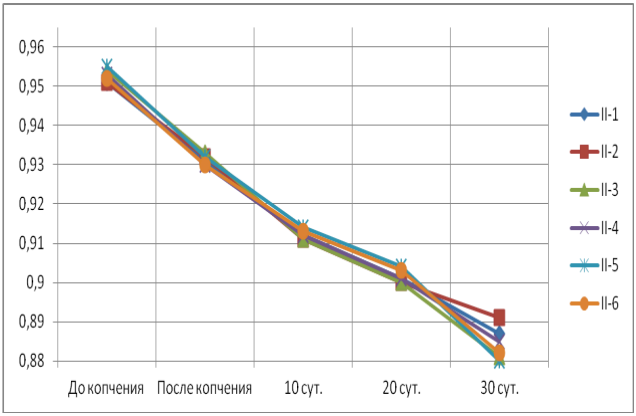
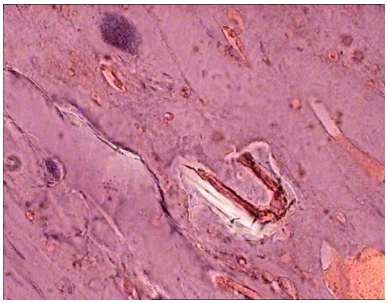
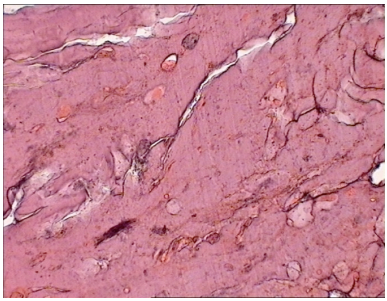


Рисунок 9 - Динамика изменения активности воды в опытных образцах колбас, изготовленных с куль турами II-1, II-2, II-3, II-4, II-5 и II-6

Аналогичное подтверждение ранее сделанных выводов о технологических свойствах стартовых культур было получено при микроструктурных исследованиях. Процессы структурообразования более активно протекали в контрольном образце со стартовой культурой I-7 (рис. 12). В опытном образце с культурой II-4 (рис. 13) структура уплотнялась к последнему сроку сушки, в основном, за счет потери влаги. Однако, необходимая степень взаимосвязи структурных элементов фарша, обусловленная воздействием ферментных систем молочнокислых микроорганизмов в процессе климитизации не достигалась.



а)



б)

Рисунок 10 - Микроструктура сырокопченой колбасы, выработанной со стартовой культурой I-7: а) после осадки, б) готовая продукция

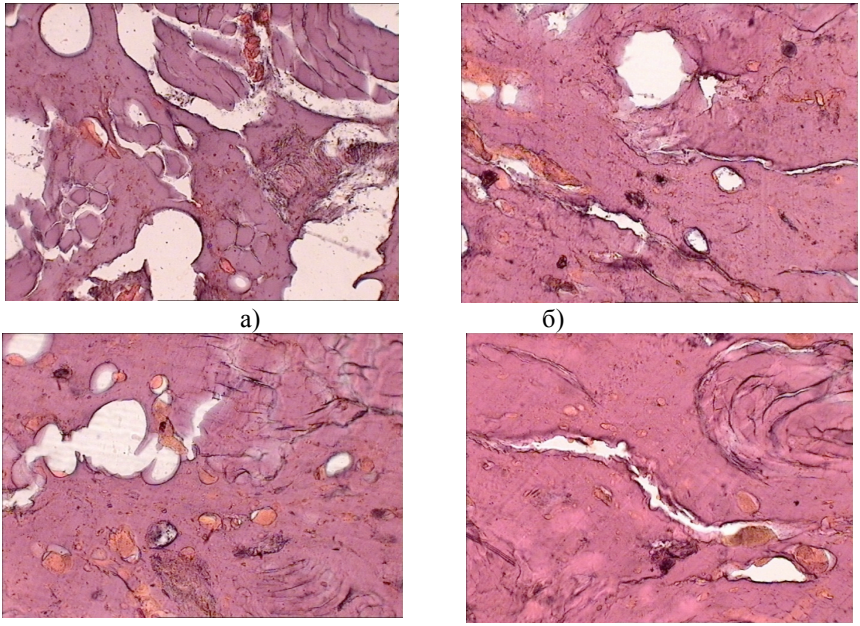


Рисунок 11 - Микроструктура сырокопченой колбасы, выработанной со стартовой культур II-4:
а) после осадки, б) после копчения,
в) в процессе сушки, г) готовая продукция

Известно, что модельные системы позволяют получить требуемые данные о характере протекания того или иного процесса или характере эффектов от внесения в модельную систему тех или иных компонентов, не подменяя, а дополняя и расширяя возможности других методов. Модельная система, подобная реальной системе, должна обеспечивать удобство осуществлений наблюдений, измерений, интерпретации результатов. Одно из таких преимуществ исследования технологических свойств стартовых культур на модельных системах состоит в том, что модельная система позволяет изучать формирование качественных характеристик без нарушения целостности объекта и в стандартных условиях. В табл. 3 приведены результаты оценки влияния стартовых культур на цветообразование модельной мясной системе в течение трех суток при тех же условиях термостатирования. Как видно из фотографий, в модельной мясной системе со стартовыми культурами традиционной ферментации цветообразование проходило полностью на третьи сутки. Сопоставление результатов наблюдения цветообразования модельной мясной системы и

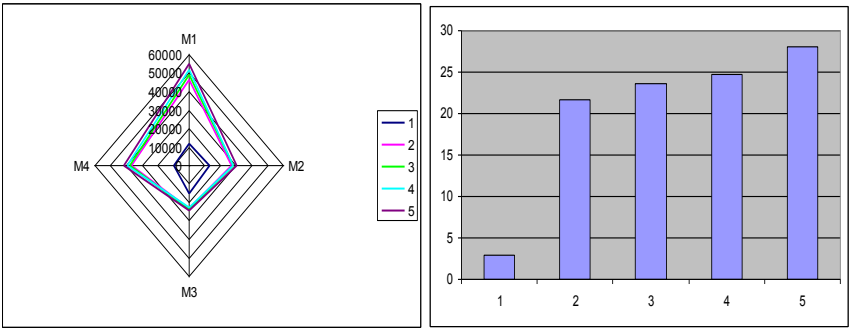
определения массовой доли нитрита натрия показало, что содержание нитрита натрия уже на вторые сутки ферментации было ниже нормативного во всех образцах и составляло 0,002%. На 3-и сутки уровень остаточного содержания нитрита натрия в модельной системе снизился до 0,001% и ниже со всеми стартовыми культурами, что подтверждало протекание всех основных биохимических процессов, характерных для ферментации фарша в оболочке, и в модельной системе. Это также свидетельствовало о возможности использования модельной системы в целях анализа причин снижения качества или брака сырокопченых колбас, связанных с дефектами цвета.

Таблица 3 - Формирование цвета в модельной мясной системе

Стартовая культура	1-е сутки	2-е сутки	3-и сутки
II-1			
	Фарш окрашен неравномерно. Основной объем фарша серого цвета, окрашивание в красный цвет наблюдается в отдельных крупных зонах	Фарш окрашен более равномерно. Основной объем фарша красного цвета, сохраняются отдельные зоны серого цвета	Фарш красного цвета, равномерно окрашенный по всему объему.
II-4			
	Фарш окрашен неравномерно. Основной объем фарша серого цвета, красный цвет наблюдается в отдельных зонах	Фарш красного цвета, равномерно окрашенный по всему объему	Фарш красного цвета, равномерно окрашенный по всему объему

Использование предложенной модельной мясной системы также позволило выявить ее преимущества при оценке ароматобразующих свойств в стартовых культур.

Оценку проводили органолептическими и инструментальными методами. Изучение формирования аромата в опытно-промышленных выработках сырокопченых колбас со стартовыми культурами показало, что в процессе копчения аромат образцов в значительной мере формировался под действием ароматических веществ коптильного дыма, что затрудняло восприятие аромата ферментации дегустаторами (рис. 13).



а) б)

Рисунок 12 – Типичная динамика формирования аромата сырокопченой колбасы (мультисенсорный профиль аромата (а); площади профилей аромата (б) на примере колбасы со стартовой культурой традиционной ферментации) в процессе изготовления:
1 - после осадки, 2 - после первого копчения, 3 - на 5-е сутки изготовления, 4 - на 18-е сутки изготовления, 5 - на 28 сутки изготовления:

После осадки сырых колбасных батонов наблюдалась достаточно слабая интенсивность аромата, после копчения интенсивность аромата возрастала в 3-10 раз и в дальнейшем в процессе последующей сушки она уже менялась не столь значительно. Полученные данные мультисенсорного анализа сырокопченых колбас свидетельствовали о том, что копчение производило значительный вклад в создание аромата продукта, что в свою очередь являлось фактором, затрудняющим оценку ароматобразующих свойств самих стартовых культур.

Однако при оценке аромата на модельной мясной системе, дегустаторы достаточно легко оценивали оттенки аромата, формировавшиеся при ферментации под действием внесенной микрофлоры (табл. 4). Причем, наиболее положительно дегустаторами воспринимались

образцы, которые, по результатам инструментальной оценки, характеризовались меньшими значениями площадей профиля аромата. Напротив, для образцов, в которых инструментально было зарегистрировано наличие запаха достаточно высокой интенсивности, дегустаторы отмечали выраженные посторонние, нежелательные нотами. Так, наибольшей площадью профиля аромата, а, следовательно, и интенсивностью аромата, характеризовалась модельная мясная система со стартовой культурой II-6. При этом, в газовой фазе этой модельной системы наблюдалось наиболее высокое содержание насыщенных и ненасыщенных альдегидов, кетонов и низкомолекулярных летучих жирных кислот по сравнению с модельными системами, содержащими другие стартовые культуры, что очевидно и влияло отрицательно на восприятие аромата дегустаторами как постороннего, землистого и гнилостного.

Таблица 4 – Сравнение результатов органолептической и инструментальной оценки аромата, полученных на модельной системе со стартовыми культурами

Описание органолептического восприятия аромата при продолжительности ферментации:			Площадь мультисенсорного профиля (S, (1/Ом)*10^8) образца на 3 сутки
1 сутки	2 суток	3 суток	
Стартовая культура II-1			
Запах, свойственный мясному фаршу	Запах ферментированного мяса, с незначительной кислинкой	Запах ферментированного мяса, с сыровато-кисловатыми нотами	4,23
Стартовая культура II-2			
Запах свойственный мясному фаршу	Запах ферментированного мяса, с незначительной кислинкой	Запах ферментированного мяса, с сыровато-кисловатыми нотами	4,23
Стартовая культура II-3			
Запах свойственный мясному фаршу со слабыми нотами гнилости	Запах ферментированного мяса, с сыровато-кисловатыми нотами	Запах ферментированного мяса с хорошо выраженной приятной кислинкой	2,69

Окоечание таблицы 4.

Описание органолептического восприятия аромата при продолжительности ферментации:			Площадь мульти-сенсорного профиля (S, (1/Ом)*10^8) образца на 3 сутки
1 сутки	2 суток	3 суток	
Стартовая культура II-4			
Запах, свойственный мясному фаршу	Запах ферменти-рованного мяса, сыровато-кисловатый	Запах ферментиро-ванного мяса, с хорошо выра-женной приятной кислинкой	2,95
Стартовая культура II-5			
Запах свойственный мясному фаршу, со слабыми нотами гнилости	Запах ферменти-рованного мяса, слегка кисловатый	Запах ферментиро-ванного мяса, с хорошо выра-женной приятной кислинкой	3,85
Стартовая культура II-6			
Запах сырого мяса с нотами гнилости (землистый или гниющих овощей)	Запах ферменти-рованного мяса с усилившимися нотами гнилости	Запах ферментиро-ванного мяса с гнилостью	4,85

Изучение формирования аромата с применением модельной мясной системы также может представляеть научный и практический интерес, как для исследователей, так и для специалистов, осуществляющих различные тестовые испытания. В связи с этим, при подготовке нормативной документации (проекта СТО) на методику ускоренного тестирования стартовых культур были предусмотрены и разработаны формы табличного оформления результатов оценки органолептических показателей на модельной мясной системе.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований по разработке методики ускоренного тестирования технологических свойств стартовых культур для сырокопченых колбас были достигнуты следующие результаты:

1) Показана целесообразность использования модельной мясной системы для изучения технологических свойств стартовых культур. Получены экспериментальные данные по физико-химическим показателям фарша традиционных сырокопченых колбас, обосновывающие выбор рецептурного состава модельной мясной системы. Предложены условия и аппаратурное оформление для реализации методики ускоренного тестирования стартовых культур, обеспечивающие объективность получаемых данных.

2) По результатам тестирования 12 стартовых культур, известных по длительной технологической практике применения, разработаны критерии классификации стартовых культур по технологическим свойствам на культуры быстрой и традиционной ферментации, с выраженным и умеренным кислотообразованием. Установлено, что зависимость pH от длительности ферментации с высокой достоверностью аппроксимации (R^2 = 0,98-0,99) для стартовых культур с различными технологическими свойствами описывается полиномом третьей степени. Показана возможность применения коэффициента вариации для сравнительного анализа результатов pH-метрии.

3) Предложен алгоритм оценки и интерпретации результатов автоматизированного измерения pH и разработана методика ускоренного тестирования стартовых культур, включающая рецептурный состав, подготовку модельной мясной системы, условия проведения оценки и оформление результатов.

4) Проведена апробация разработанной методики с использованием 6 новых стартовых культур, по результатам которой была дана объективная оценка их технологических характеристик на основе сравнения результатов ускоренного тестирования, полученных на модельной мясной системе, и данных опытно-промышленных выработок сырокопченых колбас. Результаты ускоренного тестирования были подтверждены для всех стартовых культур при изучении динамики снижения pH и изменения комплекса физико-химических и микроструктурных показателей. При апробации методики показаны дополнительные возможности изучения технологических свойств стартовых культур на примере исследования цвето- и ароматообразования в модельной системе.

5) Разработан проект стандарта СТО 00419779-002-2013 «Мясо и мясные продукты. Метод ускоренного тестирования технологических свойств стартовых культур» и оценен экономический эффект его внедрения,

который составил 289 тысяч рублей (в ценах 2012 года) для одного предприятия при тестировании не менее 20 культур в год. Результаты диссертационной работы использованы при подготовке проекта межгосударственного стандарта «Колбасы сырокопченые. Технические условия», разработанного взамен ГОСТ 16131-86.

Опубликованные работы по теме диссертации

Статья в периодических изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Семенова, А.А. Роль стартовых культур в производстве сырокопченых колбас / А.А. Семонова, В.В. Носонова, М.Ю. Минаев, Д.Е. Кровопусков, А.И. Рогатин // «Все о Мясе» Научно технический и производственный журнал.- 2012г.- №2.- С. 13
2. Семенова, А.А. Требования к стартовым культурам, применяемым в мясной промышленности / А.А. Семенова, М.Ю. Минаев, Д.Е. Кровопусков // «Все о мясе» Научно-технический и производственный журнал.- 2012 г.- №5.- С. 44

Публикации в сборниках научных трудов, специализированных журнал, материалах конференций:

3. Семенова, А.А. Изучение влияния стартовых культур на формирование микроструктуры сырокопченых колбас / А.А. Семенова, Т. Г. Кузнецова, Д.Е. Кровопусков // Научно-производсвтенный журнал «Вестник» Мичуринского филиала росийского университета кооперации .- 2013 г.- №3.- С. 16-20
4. Семенова, А.А. Новый метод ускоренного тестирования стартовых культур для сырокопченых колбас и его аппаратурное оформление / А.А. Семенова, А.Н. Захаров, Д.Е. Кровопусков // 15-ая международная научная конференция памяти В.М. Горбатова, «Мясная промышленность – приоритеты развития и функционирования».- ВНИИМП 2012.- том №2.- С. 212
5. Носонова, В.В. Исследования антогонистических свойств новых стартовых культур для сырокопченых колбас / В.В. Носонова, Д.Е. Кровопусков // Научные труды 6-ой кнференции молодых ученых «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности».- 2012г.- С. 224-227