

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

*На правах рукописи*

**Семикопенко Наталья Ивановна**

**ОГЛУШЕНИЕ БРОЙЛЕРОВ В РЕГУЛИРУЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ:  
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ УБОЯ И РАЗДЕЛКИ,  
ОСОБЕННОСТИ АВТОЛИЗА, ФУНКЦИОНАЛЬНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Специальность: 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных  
продуктов и холодильных производств»**

**Научный руководитель:  
Заслуженный деятель науки РФ,  
почетный работник ВПО РФ,  
доктор технических наук, профессор  
Л.В. Антипова**

**Воронеж – 2015**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. Обзор источников литературы .....	11
1.1. Российский и мировой рынок мяса птицы .....	12
1.2. Оглушение птицы: принципы, подходы, методы.....	20
1.3. Влияние газового оглушения на качество мяса птицы.....	47
ГЛАВА 2. Объекты, условия и методы исследований.....	61
2.1. Объекты исследований.....	61
2.2. Схема экспериментальных исследований.....	62
2.3. Условия проведения экспериментальных исследований .....	64
2.3.1. Описание установки для оглушения птицы электрическим током.....	65
2.3.2. Описание установки для оглушения птицы в регулируемой газовой среде .....	67
2.4. Методы исследований .....	72
2.4.1. Общие методы исследований.....	72
2.4.2. Специальные методы исследований.....	84
ГЛАВА 3. Изучение основных свойств мяса птицы в зависимости от способа оглушения .....	93
3.1. Описание технологического процесса убоя и разделки птицы .....	93
3.2. Влияние состава газовой смеси на качество убоя .....	100
3.3. Масс-метрический анализ птицепродуктов .....	102
3.4. Изучение общего химического состава и фракционного состава белков мяса птицы .....	106
3.5. Исследование биологической ценности мяса птицы после газового оглушения .....	109
ГЛАВА 4. Влияние автолиза на микроструктурные и качественные характеристики мяса бройлеров .....	113
4.1. Микроструктурная характеристика мяса бройлеров при оглушении в регулируемой газовой среде, в процессе автолиза .....	113
4.2. Биохимические превращения мяса бройлеров при газовом оглушении .	121
4.3. Исследование особенностей автолитических изменений мяса при оглушении бройлеров в газовой среде.....	125
4.4. Микробиологические и качественные характеристики мяса бройлеров.	127

ГЛАВА 5. Функционально-технологические свойства мяса птицы .....	132
5.1. Функционально-технологические свойства мяса бройлеров при хранении .....	133
5.2. Оценка ароматов .....	137
5.3. Определение цветности мяса бройлеров .....	143
ГЛАВА 6. Свойства крови птиц и разработка рациональных путей ее использования в расширении ассортимента и наращивании объемов птицепродуктов .....	149
6.1. Микробиологические показатели крови цыплят-бройлеров в условиях производства (Ракитное 2) .....	151
6.2. Обоснование выбора факторов и подбор условий эмульгирования крови с эффектом осветления .....	158
6.3. Технология производства эмульсий с использованием крови бройлеров .....	178
ВЫВОДЫ .....	181
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	183
Приложение 1. Производство мяса птицы во всех категориях хозяйств, тыс. т. убойной массы .....	198
Приложение 2. Рейтинг птицеводческих хозяйств по производству мяса бройлеров, тонн живой массы .....	200
Приложение 3. Требования / руководящие принципы для силы тока, используемого при оглушении птицы, в государствах-членах Евросоюза, в соответствии с требованиями Директивы 93/119/ЕС .....	201
Приложение 4. Схема и описание системы газового оглушения птицы CAS-1000 .....	202
Приложение 5. Схема и описание системы электрического оглушения птицы НДП-4,5F .....	204
Приложение 6. Акт дегустации вареного мяса цыплят-бройлеров .....	205
Приложение 7. Расчет экономической эффективности применения технологии оглушения птицы в регулируемой газовой среде .....	206
Приложение 8. Справка о достижении экономического эффекта при внедрении оборудования для оглушения птицы в газовой атмосфере .....	210
Приложение 9. Технологическая инструкция по оглушению птицы в газовой атмосфере, ее убою и переработке .....	211
Приложение 10. Дипломы, сертификаты .....	227

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность работы

Производство мяса птицы наращивает объемы в России и за рубежом благодаря наличию и постоянному совершенствованию технического обеспечения на всех этапах технологического процесса [46]. Доля мяса птицы (в убойной массе), выпускаемого в России, увеличилась с 18% в 1990 г. до 42% в 2013 г. [15].

По прогнозу ФАО на 2011-2025 гг. ежегодный пророст мяса птицы составит 3,1%. К 2020 году в число крупнейших экспортеров мяса птицы войдет Бразилия, занявшая лидирующую позицию, а следом за ней – США, Китай, Европейский союз и Россия, расположившаяся на пятой строке рейтинга. Задачи увеличения роста производства мяса птицы возможно достичь только при условии освоения инновационных разработок и новых методов переработки, ведущих к расширению ассортимента продукции. Стратегическое развитие России должно преследовать основную цель – повышение конкурентоспособности и рентабельности отрасли [78, 139].

Производство мяса птицы и ее переработка включают ряд взаимосвязанных этапов, предназначенных для превращения сельскохозяйственной птицы в готовые для кулинарной обработки тушки, отделенные части тушек или различные виды бескостных мясных продуктов. Приемлемость мышечной ткани птиц в качестве пищевого продукта в значительной степени зависит от химических, физических и структурных изменений, которые происходят в мышцах в процессе автолитических превращений. При производстве мяса птицы события, которые имеют место непосредственно до и после смерти птицы, существенно влияют на качество мяса [61].

Оглушение птицы – одна из важнейших операций перед убоем, где в большинстве случаев зарубежной и отечественной практики применяется

электрический ток определенных параметров. Альтернативным способом оглушения выступает регулируемая газовая среда, применяемая в значительной доле предприятий Европы. В соответствии с Директивой Совета ЕС 93/119 от 1993 года о защите животных во время убоя птица, поступающая на убой, должна быть: а) размещена в помещении предубойного содержания, б) изолирована и в) оглушена перед убоем [35]. Применяя новые технологии в гуманном оглушении птицы, мировые игроки получают практическую выгоду, так как решают большинство технологических проблем в процессе переработки птицы, автоматизировав подачу птицы на конвейер переработки и сам процесс оглушения и, конечно, получают мясо высочайшего качества [99].

Достоинства технологии оглушения в контролируемой газовой среде хорошо иллюстрируются на примере норвежской птицефабрики компании Nortura в Ракестаде, которая производит 45% мяса птицы в стране, обеспечивая поставки на национальный рынок 90% индюшатины и 100% мяса утки. В результате внедрения газового способа оглушения компания Nortura получила значительную экономическую выгоду за счет уменьшения затрат на персонал и улучшения качества мяса: отсутствовали кровоподтеки, что исключило дополнительную обработку, существенно улучшились цвет и вкус мяса (оно было более нежным). За счет более интенсивного обескровливания тушка и печень имели лучший товарный вид. При этом мировой опыт свидетельствует о целесообразности двух основных вариантов использования газовой среды: одноступенчатое оглушение инертным экологически безопасным азотом (составляющая атмосферного воздуха) с добавлением аргона; двухступенчатое оглушение углекислым газом.

Российским производителям европейские компании предлагают к освоению газовое оглушение птицы, и оно уже начинает распространяться на отечественных предприятиях. При этом для российской птицеперерабатывающей промышленности оглушение углекислым газом, вероятно, более предпочтительно. Оно осуществляется газовой смесью с содержанием  $\text{CO}_2$  30% объема газовой смеси, а затем – 70%. Весь

двухступенчатый процесс занимает около 2,5 мин, расход диоксида углерода – порядка 10–12 г на одну голову [88].

В России оглушение птицы в газовой атмосфере до 2013 года не применялось. Технология эта и в Европе нашла свое применение лишь недавно, а в нашей стране не изучена вовсе, и в связи с этим представляет большой научный и практический интерес.

### **Цель и задачи исследований**

Цель работы – научное обоснование параметров газовой смеси и условий оглушения бройлеров в регулируемой газовой среде на основе анализа закономерностей изменения физико-химических и функционально-технологических свойств мяса для увеличения объемов производства высококачественных продуктов.

В рамках поставленной цели решались следующие **задачи**:

- провести информационно-патентный поиск по теме диссертации с обоснованием выбора объектов, сформулировать цели и задачи диссертационного исследования;
- установить закономерности влияния соотношения газов в смеси для двухступенчатого оглушения на качество убоя бройлеров;
- провести сравнительный масс-метрический анализ птицепродуктов при убое и разделке;
- выявить особенности биополимерного состава мяса бройлеров в зависимости от способа оглушения;
- определить пищевую и биологическую ценность мяса бройлеров при оглушении в регулируемой газовой среде;
- установить характер и глубину автолитических превращений в формировании качественных характеристик и хранимости мяса бройлеров;
- определить функционально-технологические свойства мяса бройлеров при различных способах оглушения на разных стадиях автолиза;

- провести комплексное исследование свойств крови при переработке бройлеров с использованием газового оглушения в увеличении доли высококачественных пищевых полупродуктов;
- обосновать и реализовать условия использования крови бройлеров для получения осветленных эмульсий;
- рассчитать экономическую эффективность, составить практические рекомендации производству по использованию газового оглушения при переработке бройлеров с повышенной долей высококачественного мяса, провести промышленную апробацию.

#### **Научные положения, выносимые на защиту:**

- обоснование режимов и условий оглушения бройлеров для стабилизации качества и повышения выхода продуктов убоя и разделки;
- результаты исследования особенностей автолиза и его влияние на хранимость и функционально-технологические свойства;
- возможности использования крови бройлеров для получения осветленных эмульсий.

#### **Научная новизна работы:**

- проведено информационно-патентное исследование опыта использования оглушения животных и птиц в регулируемой газовой среде;
- в производственных условиях установлены зависимости качества убоя бройлеров от соотношения газов в смеси для оглушения;
- экспериментально обосновано увеличение выхода высококачественного мяса (на примере филе грудки и филе бедра) при реализации данной технологии оглушения, определены характер и глубина биохимических превращений мяса, закономерностей их влияния на функционально-технологические свойства, хранимость и биологическую ценность;

– доказаны преимущества газового оглушения бройлеров в сравнении с электрическим: переваримость увеличивается на 25% в среднем, бульон, вареное и сырое мясо имеет более приятный и выраженный аромат;

– проанализированы микробиологические, функционально-технологические свойства крови бройлеров в составе обоснованно подобранных рецептурно-компонентных решений осветленных эмульсий для адекватной замены основного сырья фаршевых систем в пределах 15-20%.

### **Практическая значимость.**

Разработана и утверждена «Технологическая инструкция по оглушению, убою и переработке птицы» применительно к производственным условиям предприятия ППЗ и ГПП (Ракитное-2) МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм».

Проведены серийные испытания разработанных режимов в реальном производстве.

Опытно-промышленная апробация технологии в условиях птицеперерабатывающего предприятия МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм» показала возможность увеличения сроков годности и качественных показателей убоя – выход крови больше на 0,3%, количество остаточного пера на тушках меньше на 24%. Кроме того, дополнительно можно получить до 2,3 тыс. тонн мяса (или 389 млн. руб. выручки) только за счет увеличенного выхода филе грудки.

Произведен расчет экономической эффективности, которая составляет 1822 руб. на 1 тонну продукции за счет увеличения выхода и повышения качества продуктов убоя и разделки. Реальный экономический эффект внедрения установки газового оглушения, согласно данным предприятия (Приложение 8), составил 15,6 млн. в месяц (в среднем за 16 месяцев работы).

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс при подготовке специалистов по направлению «Промышленная экология и

биотехнологии» по профилю «Технология мяса и мясных продуктов» при чтении лекций.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертация соответствует пунктам 1 и 4 паспорта специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств».

### **Апробация результатов исследований**

Результаты работы доложены на Международной научно-технической конференции «Адаптация ведущих технологических процессов к пищевым машинным технологиям» (Воронеж, 2012), LI отчетной научной конференции за 2012 год (Воронеж, 2013), LII отчетной научной конференции за 2013 год (Воронеж, 2014), XVIII Международной научно-производственной конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий» (Белгород, 2014), Международной научно-технической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2014), III Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 2015).

Признание в научной общественности и отраслевом уровне подтверждается многочисленными дипломами и сертификатами, полученными на всероссийских выставках и конкурсах (Приложение 10).

### **Публикации**

Основные результаты диссертационной работы изложены в 10 научных публикациях, включая 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 5 статей по материалам докладов на всероссийских и международных конференциях, 2 тезиса доклада.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, шести глав, выводов, списка литературы российских и зарубежных источников из 146 наименований и 10 приложений. Основное содержание работы изложено на 244 страницах, содержит 64 рисунка и 49 таблиц.

Работа выполнялась в рамках Прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (НИР №3017) базовой части государственного задания №2014/22 в сфере научной деятельности.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

В сфере реальной экономики одно из ведущих мест принадлежит пищевой и перерабатывающей промышленности. Именно в этом секторе производится продукция, которая согласно доктрине продовольственной безопасности, влияет на национальную безопасность страны. В свою очередь, одним из самых крупных сегментов продовольственного рынка как по емкости, так и по числу участников является мясная.

Мясо и мясные продукты – это основной источник белков животного происхождения в рационе питания человека. Они относятся к социально значимым продуктам, а объемы их производства следует считать важнейшим критерием обеспечения продовольственной безопасности [35].

Мясное сырье представляет собой многокомпонентную, многофункциональную и биологически активную систему. Технологическая обработка с привлечением различных физических, химических, ферментных и микробиологических процессов, механических воздействий и их сочетаний позволяет осуществлять направленную модификацию состояния, структуры и свойств исходного мясного сырья, в результате чего появляется возможность получать из него широкий ассортимент продукции с разнообразными органолептическими характеристиками и другими заданными показателями пищевой и биологической ценности [63].

Мясо птицы – наиболее важный пищевой продукт, популярность которого связана, с одной стороны, с его доступностью для потребителя, а с другой стороны, с высоким коэффициентом оборачиваемости и наиболее оптимальным уровнем рентабельности в сравнении с другими видами мяса.

## 1.1. Российский и мировой рынок мяса птицы

Птицеводство в России до 1965 г. не играло существенной роли в продовольственном обеспечении населения страны. Оно было сосредоточено в многочисленных колхозных и совхозных мелких фермах с напольным содержанием птицы и носило сезонный характер. Объемы производства продукции были невелики. По душевому потреблению яиц и мяса птицы Россия сильно отставала от развитых стран. В 1965 г. на душу населения приходилось 3,0 кг мяса птицы в год.

Акцент на развитие промышленного птицеводства был сделан с учетом мировой практики и научных достижений. Важнейшим преимуществом отрасли должна была стать быстрая окупаемость вложений, связанная со скороспелостью птицы и другими факторами.

В результате реализации различных проектов производство мяса птицы во всех категориях хозяйств увеличилось за 1965–1990 гг. почти в 3 раза, в убойной массе – в 5 раз. Максимальный прирост мяса птицы наблюдался в 1980–1985 гг. – 517 тыс. т или 44,5% (рисунок 1.1). К 1990 г. было построено и реконструировано 350 птицефабрик яичного направления и 166 – мясного.

В 1990 г. российское птицеводство не уступало по производственно-экономическим показателям птицеводству других стран, где эта отрасль была очень хорошо развита. По производству яиц на душу населения Россия занимала первое место в мире, по мясу птицы – четвертое.

Совершенствование производства в большинстве случаев требовало обязательного обновления технической базы, приобретения нового высокопроизводительного оборудования. Коэффициент комплексной механизации и автоматизации технологических процессов к 1990 г. был доведен до 90%.

Совершенствование инструментов господдержки позволило изменить тенденцию развития отечественного птицеводства – с 1998 г. отрасль вышла на положительную динамику роста (таблица 1.1).

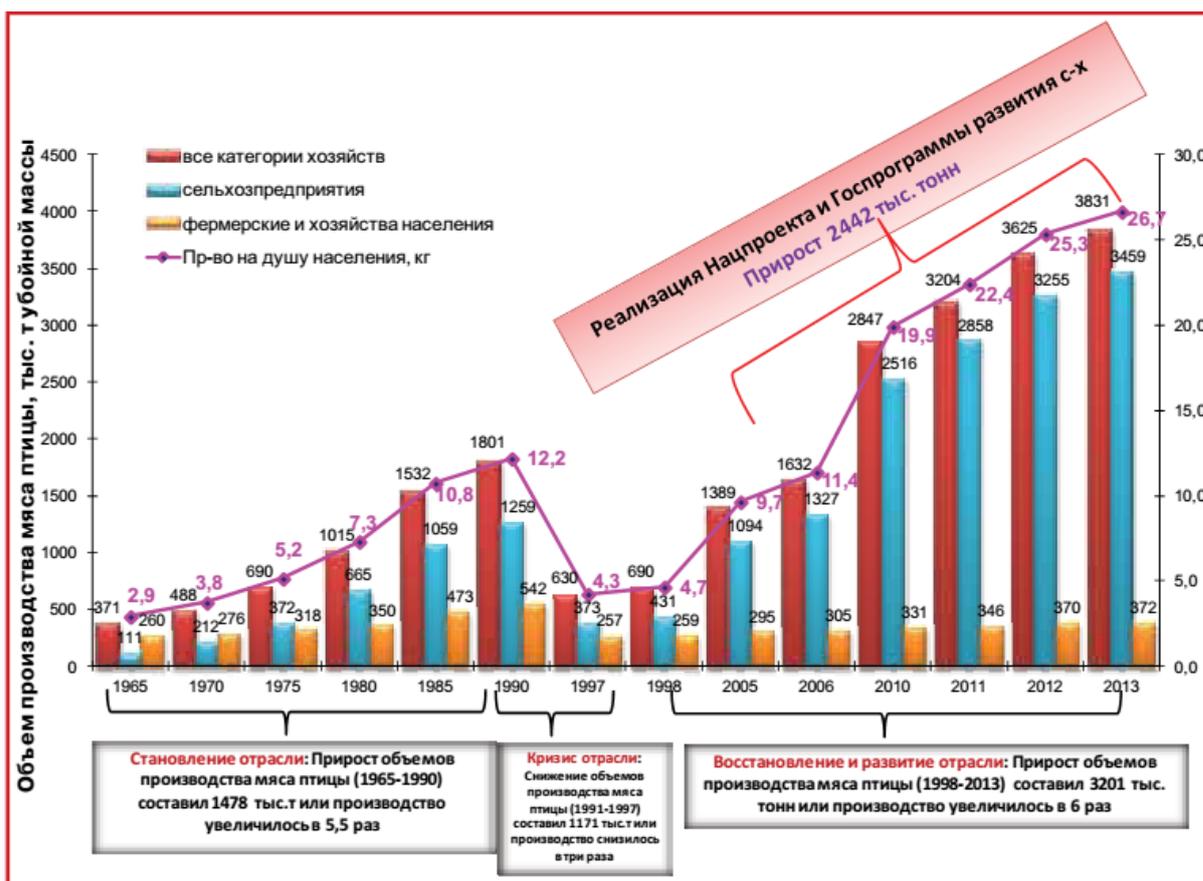


Рисунок 1.1 – Производство мяса птицы в 1965 – 2013 гг. [15]

Таблица 1.1 – Производство мяса птицы (тыс. тонн живой массы на убой) по формам хозяйствования [15].

Годы	тыс. тонн	Хозяйства всех категорий				Структура, %	
		% к предыдущему году	% к 1990 г.	в том числе		сельхозорганизации	крестьянско-фермерские и личные подсобные хозяйства
				сельхозорганизации	крестьянско-фермерские и личные подсобные хозяйства		
1	2	3	4	5	6	7	8
1990	2 580,1	-	100,0	1 846,6	733,5	71,6	28,4
1991	2 556,2	99,1	99,1	1 763,1	793,1	69,0	31,0
1992	1 985,3	77,7	76,9	1 360,4	622,5	68,5	31,4
1993	1 862,2	93,8	72,2	1 323,4	538,8	71,1	28,9
1994	1 514,0	81,3	58,7	1 090,1	423,9	72,0	28,0
1995	1 248,3	82,5	48,4	859,8	388,5	68,9	31,1
1996	977,9	78,3	37,9	636,3	341,6	65,1	34,9

1	2	3	4	5	6	7	8
1997	953,0	97,5	36,9	612,8	340,2	64,3	35,7
1998	1 029,5	108,0	39,9	686,6	342,9	66,7	33,3
1999	1 121,4	108,9	43,5	762,4	359,0	68,0	32,0
2000	1 148,5	102,4	44,5	794,2	354,3	69,2	30,8
2001	1 323,2	115,2	51,3	951,0	372,2	71,9	28,1
2002	1 425,1	107,7	55,2	1 044,4	380,8	73,3	26,7
2003	1 532,0	107,5	59,4	1 154,7	377,3	75,4	24,6
2004	1 731,8	113,0	67,1	1 349,0	382,7	77,9	22,1
2005	1 995,2	115,2	77,3	1 614,5	380,7	80,9	19,1
2006	2 305,5	115,6	89,4	1 911,8	393,6	82,9	17,1
2007	2 688,7	116,6	104,2	2 268,6	420,1	84,4	15,6
2008	3 048,7	113,4	118,2	2 661,3	387,4	87,3	12,7
2009	3 505,3	115,0	135,9	3 090,3	415,0	88,2	11,8
2010	3 900,1	111,3	151,2	3 471,9	428,3	89,0	11,0
2011	4 352,5	111,6	168,7	3 909,1	443,3	89,8	10,2
2012	4 881,1	112,3	189,5	4 423,6	464,5	90,5	9,5
2013	5 141,4	105,7	201,0	4 647,9	493,2	90,4	9,6

Историческим событием для развития отрасли стала разработка приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (2006–2007 гг.), в рамках которого на развитие птицеводства были выделены значительные средства из госбюджета. На следующем этапе была разработана и принята целевая программа «Развитие птицеводства в 2010–2012 гг. и на период до 2020 г.». Уровень 1990 г. был в 2013 г. превышен в 2,1 раза, при этом в сельскохозяйственных организациях – в 2,7 раза.

Высокие темпы наращивания производства мяса птицы повлияли на изменение структуры производства в стране мяса разных видов животных (рисунок 1.2). Доля мяса птицы (в убойной массе) увеличилась с 18% в 1990г. до 42% в 2013г.

В результате изменения аграрной политики и увеличения бюджетного финансирования отрасли, поголовье птицы возросло. Размещение поголовья влияло на объемы производства мяса птицы в регионах. Так, в Белгородской, Брянской, Кемеровской, Челябинской, Пензенской, Архангельской, Томской, Липецкой областях и в Адыгее объем производства мяса птицы вырос от двух до пяти раз (Приложение 1). Безусловный лидер – Белгородская область.

Рейтинг птицеводческих хозяйств по производству мяса бройлеров приведен в Приложении 2. [15].

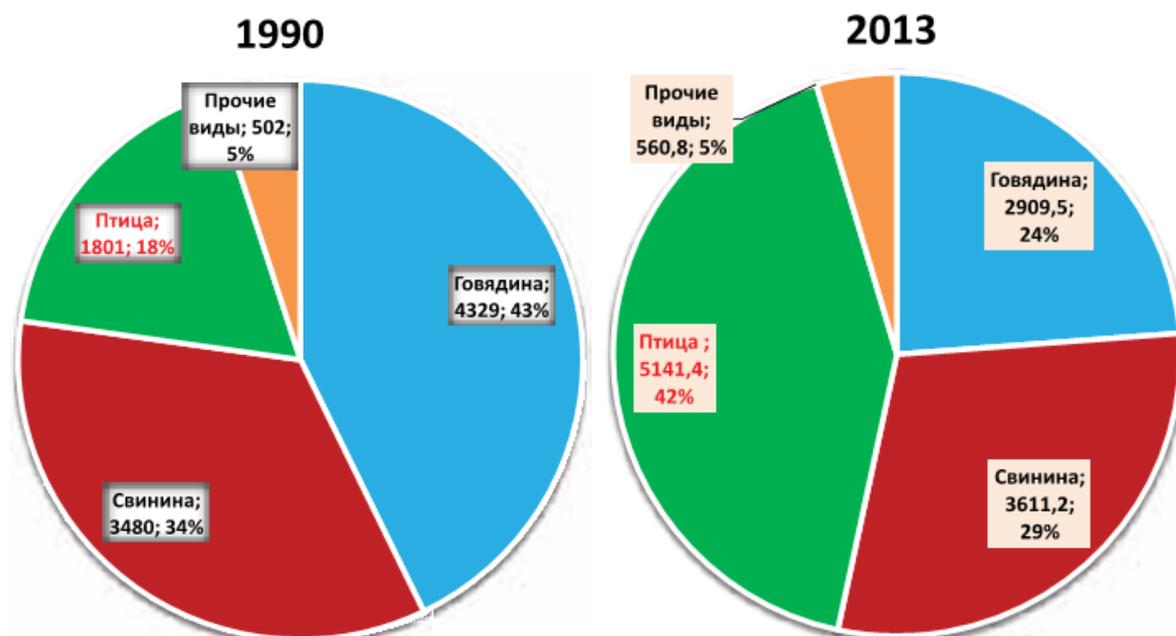


Рисунок 1.2 – Структура отечественного производства мяса разных видов животных [18]

Производство мяса птицы в убойной массе в 2013 году составило 3813 тыс. тонн, что превышает уровень 2012 г. на 188 тыс. т (5,2%). Производство на душу населения достигло 26 кг при рациональной норме 30 кг (рисунок 1.3) [18].

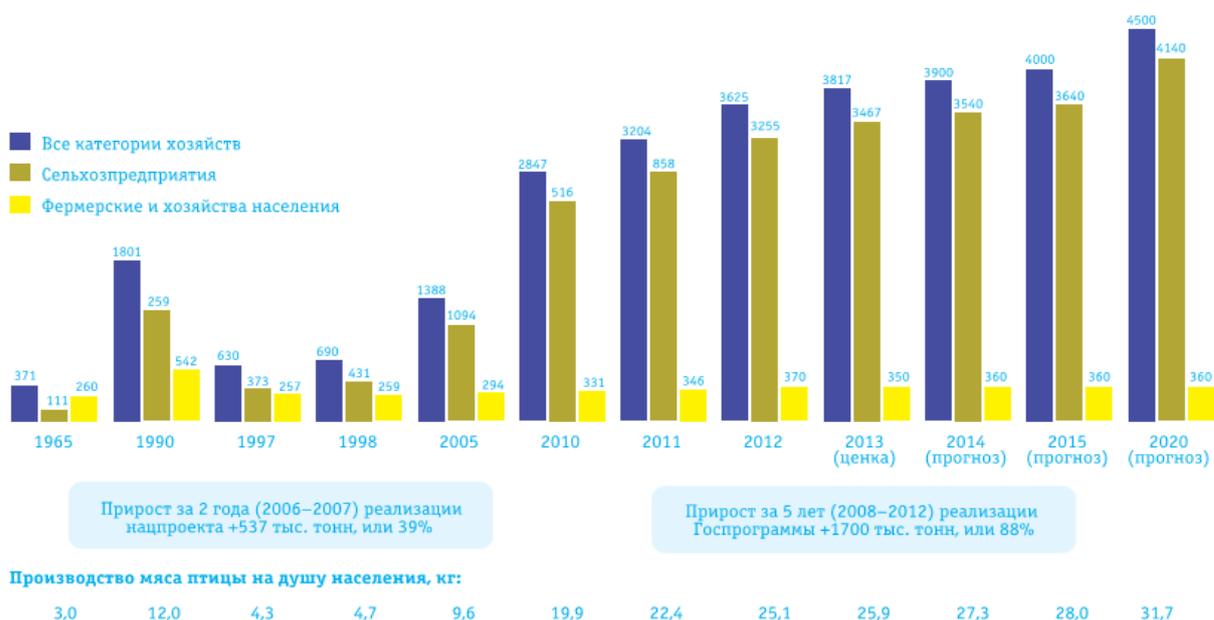


Рисунок 1.3 – Отечественное производство мяса птицы, тыс. тонн убойной массы [1]

Структура мирового производства мяса выглядит следующим образом: на свинину приходится 37,1%, на мясо птицы – 34,2%, доля говядины составляет 22,4%, баранины – 4,5%. В структуре российского производства преобладает птица – 42%, затем следует свинина – 33% и говядина – 22%, потребление которой с каждым годом снижается.

По итогам 2013 года уровень потребления мяса в мире увеличился на 3% и достиг 236,4 млн. тонн. В период с 2008 по 2013 год птица стала движущей силой для роста мирового спроса на мясо: увеличение объемов продаж составило 18%.

В ближайшие несколько лет потребление мяса птицы, прежде всего курицы, значительно возрастет (в силу его стоимости, удобства использования и медицинских рекомендаций), что отчасти компенсирует снижение по говядине и баранине. Потребление мяса птицы увеличится как относительно от общего потребления мяса, так и в абсолютных значениях. По прогнозам мясо птицы вытеснит свинину уже к 2020 году [1, 140].

По итогам 2013 года производство мяса птицы в мире составило 106 млн. тонн. Из них 20,111 млн. тонн принадлежат США, 18,517 – Китаю, 11,500 млн. тонн – Бразилии. Показатель Евросоюза достигнет 12,738 млн. тонн, увеличившись за год на 188 тыс. К 2020 году в число крупнейших экспортеров мяса птицы войдет Бразилия, занявшая лидирующую позицию, а следом за ней – США, Китай, Европейский союз и Россия [78].

К 2050 году производство мяса в мире вырастет до 505,4 млн. тонн. По прогнозу европейских аналитиков, в 2015 году суммарное производство мяса в мире составит 310,7 млн. тонн, в том числе 115 млн. тонн свинины, 110,5 млн. тонн мяса птицы, 66 млн. тонн говядины и 13,4 млн. тонн баранины и козлятины.

Главным драйвером развития глобального производства станет рост населения планеты с 7,28 млрд человек в 2015 году до 9,3 млрд в 2050-м.

Неизбежный рост мясных ресурсов распределится неравномерно по разным отраслям животноводства. Самый большой рывок совершит производство мяса птицы – в 2050 году оно вырастет до 220,4 млн. тонн. Производство свинины к этому времени составит 174,1 млн. тонн, мяса КРС – 88,8 млн. тонн, баранины и козлятины – 17,3 млн. тонн (таблица 2.1).

Таблица 1.2 – Динамика (прогноз) мирового производства мяса, млн.тонн [39]

Годы	Мясо всех видов	говядина	свинина	птица	баранина и козлятина	прочее	Население мира
2010	296,107	67,776	109,370	99,050	13,459	6,452	6842,923
2015	310,656	65,951	115,090	110,513	13,434	5,667	7284,296
2020	337,341	69,089	123,740	124,961	13,974	5,577	7656,528
2030	398,342	76,090	143,606	158,236	15,058	5,353	8321,380
2040	456,759	82,811	160,842	191,756	16,258	5,091	8874,041
2050	505,438	88,794	174,183	220,358	17,260	4,842	9306,128
Прирост 2010г. к 2050г., %	70,7	31,0	59,3	122,5	28,2	-24,9	36,0
Прирост 2010г. к 2050г., млн.т	209,331	21,018	64,813	121,308	3,801	-1,609	2463,205
Потребление в 2050 году на чел./год, кг	54,31	9,54	18,72	23,68	1,85	0,52	

В 2014 году уровень самообеспеченности России по мясу увеличился до 82%. Чиновники ждут дальнейшего роста, прежде всего за счет продолжения субсидирования инвестпроектов. Среди утвержденных Минсельхозом в 2014 году инвестпроектов 151 – в мясном птицеводстве, 98 – в свиноводстве и 39 – в яичном птицеводстве. Новые проекты по мясному птицеводству привлекли 57 млрд руб. с увеличением производственной мощности около 400 тыс. тонн.

В 2015 году страна нарастит производство мяса птицы на 200 тыс. тонн. Согласно прогнозу, объем производства достигнет 4,2 млн. тонн, в том числе 3,84 млн. тонн будет выпущено в сельхозорганизациях.

По информации Росстата [39], в 2014 году производство мяса птицы в стране оказалось на уровне 4,04 млн. тонн, в том числе 3,68 млн. тонн пришлось на сельхозорганизации. Прирост по отношению к 2013-му (3,87 млн. тонн мяса птицы) составил 223 тыс. тонн. Его обеспечили девять российских регионов: Курская область (+47,7 тыс. тонн), Мордовия (+36,7 тыс. тонн), Республика Марий Эл (+36,3 тыс. тонн), Челябинская (+30,3 тыс. тонн), Брянская (+19 тыс. тонн), Волгоградская (+16,4 тыс. тонн), Пензенская (+15,9 тыс. тонн) и Ленинградская области (+11,3 тыс. тонн), а также Башкирия (+8,8 тыс. тонн).

В 2015 году, по данным Росптицесоюза [39], прирост производства мяса птицы в живой массе составит 317,4 тыс. тонн, в том числе 225,6 тыс. тонн мяса кур, 63,1 тыс. тонн индейки и 8,7 тыс. тонн мяса утки.

Прирост по производству мяса бройлеров, по расчетам экспертов, обеспечат восемь предприятий. Так, «Брянский бройлер» (входит в ГК «Мираторг») в 2015 году выпустит 143 тыс. тонн в живой массе (+80,5 тыс. тонн), птицефабрика «Акашевская» (Республика Марий Эл) – 211,3 тыс. тонн (+41,6 тыс. тонн), птицефабрика «Чамзинская» (Мордовия) – 80 тыс. тонн (+22,1 тыс. тонн). На «Птицеводческий комплекс «АК Барс» (Татарстан) придется 71 тыс. тонн (+21,2 тыс. тонн), «Уральскую мясную компанию» (Челябинская область) – 50 тыс. тонн (+19 тыс. тонн), птицефабрику «Рефтинская» (Свердловская область) – 70 тыс. тонн (+12,7 тыс. тонн). Кроме того, свой вклад внесет Новосибирская птицефабрика – 55 тыс. тонн (+12,3 тыс. тонн) и компания «Белгранкорм» (Белгородская область) – 188,3 тыс. тонн (+9 тыс. тонн).

В 2012 году птица составляла 45% структуры использования сырья ведущими мясоперерабатывающими предприятиями, свинина – 35%, говядина – 20%. К 2017 году доля птицы увеличится до 60%, тогда как доли свинины и говядины уменьшатся до 25 и 15% соответственно (рисунок 1.4).

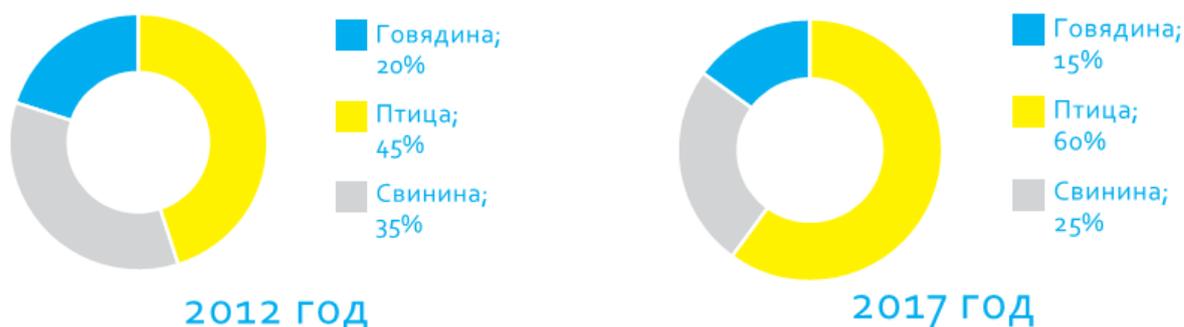


Рисунок 1.4 – Структура использования сырья ведущими мясоперерабатывающими предприятиями [39]

По прогнозам в 2015 году птица должна составить 45% от общероссийского потребления мяса, свинина – 35%, говядина – 20%. К 2020 году доля свинины не изменится, зато потребление птицы увеличится до 50%, а говядины – снизится до 15% (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Динамика (прогноз) структуры потребления мяса [39]

На сегодняшний день изменение курса валют и сокращение спроса способствуют вытеснению импорта с рынка, которое ранее обеспечивалось только приростом собственного производства. По прогнозу совокупный объем импорта мяса в 2015 году не превысит 500 тыс. тонн. Для сравнения: в 2014 году импорт мясной продукции составил около 1 млн. тонн, в 2013-м – 2,2 млн. тонн.

По мнению аналитиков, в 2016 году период интенсивного импортозамещения и высокой доходности производства мяса сменится этапом

усиления конкуренции и снижения доходов. Конкуренция высоко- и низкоэффективных производителей вытеснит последних с рынка, и с 2018 года на поле сражения за потребителя останутся только самые дальновидные производители [39, 138].

Таким образом, прогнозы развития мясного рынка говорят о необходимости совершенствования техники и технологии, нацеленных на высокоэффективные процессы, позволяющие реализовывать большие объемы перерабатываемого сырья.

## **1.2. Оглушение птицы: принципы, подходы, методы**

Главная цель в птицеводстве на современном этапе – произвести продукцию эффективно, с наименьшими затратами и отличным качеством. В связи с этим большое внимание должно уделяться разработке путей повышения качества мяса [2]. Мощность мясо- и птицеперерабатывающих предприятий растет с каждым годом и ставит перед производителями ряд технологических задач по автоматизации процессов, включая транспортировку все большего поголовья сельскохозяйственной птицы и животных от фермы до убой. Процесс доставки и оглушения не должен наносить вред животным и птице, так как от этого напрямую зависит качество мяса. Но главным фактором, стимулирующим переход мясо- и птицеперерабатывающей промышленности на Западе к гуманному обращению к животным и птице, явилось пристальное внимание общественности к этому вопросу [80, 141].

Демагогия вокруг вопроса нравственности самого процесса убой животных и птицы привела к тому, что мнение мировой общественности и потребителей уже сформировалось и подкрепленное научными исследованиями многих мировых ведущих ученых напрямую влияет на законы в развитых странах и формирует новые требования к производителю. Общественность и представители мировой науки рассматривают сферу оглушения и убой

сельскохозяйственных животных и птицы как проблемную с социальной и правовой точек зрения. Их основная задача – инициировать усовершенствование технологий транспортировки животных и птицы на убой, внедрить технологии гуманного оглушения и убоя, что могло бы значительно повысить благополучие животных, а также облегчить работу человека и сделать ее более безопасной.

После продолжительных обсуждений, а также основываясь на научных данных, многие страны и организации признали незаконным промышленный убой животных без их предварительного оглушения.

Мировые общественные организации оказывают давление на производителей с требованием запретить технологические процедуры, вызывающие у птицы и животных страдания и физическую боль.

Их деятельность на местных уровнях значительно влияет на производителей, поскольку она способна всколыхнуть целый ряд проблем, связанных с потребителями. А потребитель, в свою очередь, всегда может заставить производителей считаться с собственным мнением, просто изменив свои предпочтения и расходы на покупку определенных мясных продуктов. Организации по защите благополучия животных могут проводить кампании и лоббировать определенные законы и поправки к ним с целью повышения уровня информированности общества и политических кругов относительно проблем, связанных с плохими условиями перевозки животных, их содержания в предубойных помещениях, несовершенными методами оглушения (или убоем без предварительного оглушения) и недостаточным контролем над методами убоя.

Так, образовательные программы, осуществляемые организацией РЕТА (организация по защите благополучия животных) учат людей использовать гуманные методы убоя животных, принимать компетентные решения относительно проблем, связанных с их благополучием, и соотносить собственную деятельность с требованиями глобальных стандартов, а также пищевыми и культурными тенденциями. Они также содействуют выделению

ресурсов на эффективное проведение в жизнь существующего законодательства и его усовершенствование.

Стресс, пережитый животными во время перевозки и непосредственно во время убоя, может не только причинить им страдания, но и сказаться на качестве мяса. В результате в мышечной ткани резко сокращаются запасы гликогена, необходимого для поддержания нормальной кислотности мяса. Темное на разрезе мясо – показатель стресса, травм, болезни или утомленности животного перед убоем [80, 144].

Все рассуждения о правах животных и жалости к ним, непосредственно самим потребителем мясных продуктов, подталкивают производителей на поиск и применение альтернативных технологий убоя птицы. Общественные перемены, которые произошли во всем мире, и более глубокое понимание проблем, связанных со страданием и благополучием животных, требуют новых идей и нового восприятия того, что называется передовой практикой.

Во многих странах уже предприняты определенные шаги по контролю над процессом забоя таким образом, чтобы уменьшить потенциальные возможности причинения животному страха, боли и стресса. Применяемые инновации решают большинство технологических проблем в процессе убоя, автоматизируют процесс подачи птицы и животных на убой, сам процесс оглушения. Соответствуя ожиданиям потребителя в гуманном обращении с птицей и животными, производители, которые применяют инновации, получают все выгоды от модернизации своих предприятий [86, 146].

Большинство крупных западноевропейских птицеперерабатывающих предприятий, некоторые американские, а с недавних пор и российские, применяют или запланировали переход на новую систему оглушения птицы смесью газов в контролируемой атмосфере.

Из материалов World's Poultry Science Journal: «Наиболее важные показатели качества мяса птицы – это внешний вид и текстура. Внешний вид – критический показатель для потребителя при выборе как мяса птицы, так и готового продукта. Текстура – это наиболее важный фактор, определяющий

внешний вид мяса, влияющий на потребительское предпочтение. Внешний вид продукта определяется цветом кожи, цветом мяса, цветом готового продукта и дефектами, такими как синяки и кровоподтеки. Следовательно, производителю необходимо выпускать продукт высокого качества во избежание снижения цены на него. Исторически нежность мяса была напрямую ассоциирована с качеством птицы (порода, пол и возраст). Однако современная индустрия производит высокооднородную молодую птицу, в связи с чем большинство проблем качества сегодня связано с текстурой мяса и результатами ошибок при переработке или ранней обвалке (снятия мяса с кости). Хотя такие показатели, как сочность или вкус, также важны, они наиболее зависят от качества приготовления готовой продукции, и легко корректируют ошибки переработки, если таковые есть. Понимая большинство критических факторов, влияющих на цвет и нежность мяса птицы, можно производить однородный качественный продукт» [88].

Оглушение – первый шаг при «гуманном» убое, предусматривающем забой птицы в бессознательном состоянии. Для этого было разработано несколько методов. Наиболее приемлемый и один из самых простых – электрическим током. При навешивании за ноги головы птиц входят в контакт с солевым раствором (концентрацией NaCl примерно 1%) или обычной водой, в котором электроды расположены так, что ток проходит через птицу на конвейер навешивания, выполняющий функцию земли. Соответствующий разряд оглушает приблизительно на 60-90 с, в течение которых птица не способна самостоятельно стоять или двигаться. Это является способом оценки эффективности оглушения. Сразу после контакта ноги птицы разведены, крылья напряжены, а шея выгнута. Через несколько секунд после момента контакта мышцы расслабляются и тело становится почти мягким. Кроме гуманности, при таком убое имеются и другие преимущества: обездвиживание упрощает работу оборудования для убоя, происходит более полное обескровливание, лучше снимается оперение. Недооглушение может привести

к дефектам тушек, например, к неполному обескровливанию, в то время как чрезмерное воздействие тока может вызывать такие пороки качества, как переломы ключиц и кровоизлияния из разорванных артерий и капилляров [96].

Традиции отдельных религиозных культур требуют, чтобы птица была во время убоя в сознании, поэтому в случаях кошерного и в большинстве случаев халяльного убоя птица не оглушается.

Условия электрооглушения различны в разных странах. Хотя нет законов, в соответствии с которыми оглушение домашней птицы перед убоем обязательно, фактически вся птица, предназначенная для розничной торговли, оглушается по причинам гуманности, эффективности производства и качества. Птица в течение 10-12 с получает разряд силой тока 10-20 мА. В результате птица оказывается обездвиженной на достаточно длительное время для того, чтобы успеть перерезать ей кровеносные сосуды и провести обескровливание.

В большинстве европейских стран закон требует оглушения бройлеров при более жестких условиях: 90 мА в течение 4-6 с. Это должно обеспечить гуманную обработку и гарантию того, что птица не очнется до окончания процесса. По существу, при таких параметрах оглушения птица умирает от электрошока и остановки сердца, прекращающих приток крови к мозгу. Таким образом, в обоих случаях смерть наступает из-за прекращения поступления крови к мозгу, только в первом случае это происходит вследствие обескровливания, а во втором – в результате остановки кровотока. Помимо указанных выше особенностей, использование более жестких условий оглушения приводит к увеличению случаев кровоизлияния и перелома костей [95].

В европейских странах в целях замены электрооглушения с использованием электрошока были разработаны другие методы оглушения. Одним из промышленных методов является выдержка птиц в атмосфере газа, вызывающего анестезию или кислородное голодание. Для этого может использоваться диоксид углерода – анестезирующий газ, который быстро приводит к потере сознания [91]. Аргон и азот – инертные газы, которые

вытесняют воздух и вызывают бессознательное состояние в результате отсутствия кислорода [113, 114].

Существуют несколько методов оглушения птицы с помощью газа, предусматривающих различные смеси газов и их концентрации. Основных систем однофазного оглушения – две. В первой из них используется смесь углекислого газа (от 10 до 40%) и воздуха (от 60 до 90%), которая воздействует в течение непродолжительного времени (от 30 до 45 с), при этом оглушает, но не умерщвляет птицу до механического убоя. Другие системы, использующие смеси аргона (от 55 до 70%), азота (от 0 до 15%) и углекислого газа (30%), действуют дольше (от 2 до 3 мин) и приводят к тому, что птица поступает на убой уже мертвой. Таким образом, система с использованием углекислоты наиболее близка к электрооглушению с небольшой силой тока, и подобно ей, отличается обратимостью процесса оглушения, в то время как аргоновая система схожа по воздействию с методами, использующими электрошок. Тем не менее обе системы оглушения птиц газом уменьшают повреждение тушек по сравнению с методами, использующими высокое напряжение [88]. Следует отметить, что оглушенные газом птицы пассивно висят на подвесках конвейера, движущегося к установке убоя. В этом случае оборудование не нужно каждый раз регулировать для захвата птицы, как это происходит с «окоченевшей» птицей после жесткого электрического оглушения.

В соответствии с отчетом Генерального директората по здравоохранению и защите прав потребителей Европейской Комиссии по состоянию на декабрь 2012 года 19% европейских предприятий по убою бройлеров используют у себя газовое оглушение, 81% – электрическое, предприятий по убою кур, использующих газовое оглушение насчитано лишь 7%, предприятий по убою родительских стад с газовым оглушением – 37%. Кроме того, 24% европейских производств по убою индеек также используют газовое оглушение [115].

В последнее время в связи с повышенным интересом к проблеме гуманного обращения с животными привлек внимание еще один метод оглушения – фиксированное оглушение [105]. Этот метод предусматривает

неподвижную фиксацию головы, и выстрел в мозг металлической иглой или зондом, вызывающий немедленное и необратимое бессознательное состояние. Степень гуманности этого метода и его влияние на конечное качество тушек птицы в настоящее время исследуются [65].

Очень важно понять сам процесс оглушения, что стало возможным благодаря нейро-физиологическим исследованиям. Оценивание большего числа параметров, помимо общего эпилептиформного приступа и обезболивания может способствовать повышению гуманности процесса оглушения и системы убоя в целом. Электроэнцефалограммы и нейромедиаторы выдают измерения, которые были использованы для оценки влияния длительности электрического оглушения только головы на благополучие животных. Понимание физиологических механизмов, лежащих в основе воздействия электрического оглушения, может помочь выяснить влияние некоторых условий на эффективность оглушения и убоя. Стресс перед убоем увеличивает некоторые нейромедиаторы, которые могут повлиять на рефлексы после оглушения и потерю сознания.

Электрооглушение только головы способствует выбросу глутамата и аспартата, что увеличивает продолжительность бессознательного состояния. Закалывание после оглушения должно производиться как можно быстрее при использовании электрооглушения только головы, прежде чем реагирование мозга будет утрачено. Считается, что остановка сердца при оглушении имеет преимущества для благополучия животных: 1) это приводит к быстрой потере функции мозга, 2) гарантирует, что животное не очнется и 3) не зависит от работника, совершающего точный прокол.

Главный вопрос, который заслуживает особого внимания, это насколько оглушение действительно приводит животное в бессознательное и бесчувственное состояние. Несмотря на то, что, как правило, считается, что это так и происходит, последние данные экспериментов ставят под сомнение это предположение [105].

Проанализируем имеющийся опыт оглушения животных и птицы.

## Оглушение птицы механическим путем

Механический способ оглушения – первый разработанный метод обездвижения животных и птицы перед убоем.

Для птиц механическое оглушение используется чаще на фермах по выращиванию для умерщвления больных или раненых птиц, в промышленных объемах оно может применимо только для крупных птиц, таких как уток, гусей и индеек. Инструмент для механического оглушения (рисунок 1.6) имеет сравнительно высокую скорость срабатывания затвора и предназначен для осуществления мощного удара в голову, при этом птица погибает.



Рисунок 1.6 – Пневматический пистолет Accles and Shelvoke CASH Poultry Killer

Но необходим определенный опыт работы для того, чтобы свести к минимуму боль и стресс птицы, обеспечить безопасность человека, выполняющего данную операцию и, главное, – обеспечить точное позиционирование инструмента.

В промышленном производстве подобный способ оглушения с помощью пневматического пистолета не применяется в связи с наличием сильных судорог, а также в связи с требованиями законодательства об убое, сопровождающемся обязательным кровотечением или переломом шеи.

Существует также способ оглушения птицы методом «проникающего удара». Он основан на введении в череп иглы, сквозь которую подающийся под давлением воздух «ударяет» в мозг, в результате чего птица теряет сознание. Известно, что удаление ингибирующих воздействий в верхних центрах головного мозга раньше, чем в спинной мозг прекратится подача кислорода, приводит к конвульсиям и повышению спинномозговых рефлексов [105]. Поэтому такой способ оглушения мало того, что признан негуманным, но и не является хорошим способом обездвижения.

Недавно для бройлеров был разработан метод оглушения с помощью проникающей двойной иглы, при котором давление воздуха через одну иглу подается в головной мозг, а через вторую направляется в спинной мозг. Этот вариант предотвращает судороги. В сравнении с предыдущим описанным методом оглушения, метод двойной иглы снижает количество судорог на 13%.

В целях усовершенствования метода для его практического применения был преобразован коммерческий воздушный пистолет (air tacker). Поршень из первоначального дизайна был заменен на две иглы, которые проникают сквозь кожу в череп под углом  $15^\circ$  в каудальном направлении. У обеих игл – небольшие отверстия, которые позволяют воздуху проникать в разных направлениях. Позацией оглушения считается пересечение двух воображаемых линий, проведенных от уха с одной стороны к внутреннему углу глаза с другой. Курок начинает впрыскивать сжатый атмосферный воздух, когда иглы проникают в череп, а продолжительность впрыскивания воздуха контролируется автоматически. Давление воздуха составляет 8 бар, а подача воздуха – до 3 бар в течение 1,5 с. В таком пневматическом пистолете с иглами сжатый атмосферный воздух, вводимый через иглу в переднюю часть головы птицы, повреждает верхние отделы головного мозга, что обеспечивает бессознательное состояние, в то время как другая игла повреждает верхнюю часть спинного мозга, что предотвращает пост-оглушительные судороги [145].

## Оглушение птицы электрическим током

При оглушении электрическим током в организме птицы происходят функционально-морфологические изменения, глубина которых зависит от напряжения и силы тока, частоты импульсов тока, путей прохождения тока через птицу (по всему телу или только в области головы). При достаточно сильном воздействии электрического тока эти изменения вызывают электрошок с полным прекращением болевых двигательных реакций организма, который, как показывают электроэнцефалографические исследования, наступает в результате полного паралича эпилептической формы.

Электрический ток воздействует не только на центральную нервную систему, он вызывает изменения функции сердечно-сосудистой системы, пищеварительной и других систем. Воздействие электрического тока на сердечно-сосудистую систему проявляется в угнетении работы сердца, а в некоторых случаях приводит к полному подавлению его деятельности. Тушки птицы, убитой при полной остановке сердца, не только плохо обескровливаются, но на них возникают кровоизлияния, особенно в области крыльев, что в соответствии с действующим стандартом на мясо требует отнесения таких тушек к промпереработанному мясу.

В общем случае глубина воздействия электрического тока на организм тушек определяется видом электрической энергии или частотой электрического тока, способом прохождения тока через тело птицы, мощностью подводимой энергии или напряжением тока и продолжительностью его воздействия.

Для проверки эффективности оглушения птицу средней массы пропускают через установку. Продолжительность процесса занимает 1,0-1,5 минут. Если птица выходит из состояния оглушения менее чем за 1 минуту, то напряжение увеличивают, если она остается оглушенной более 1,5 минут, то напряжение уменьшают [2].

В соответствии с Директивой 93/119/ЕС «Сила и продолжительность использования электрического тока определяется компетентным органом для

того, чтобы гарантировать немедленное приведение животного в бессознательное состояние, в котором оно должно оставаться до наступления смерти» [38].

На этом основании каждая европейская страна разработала для себя определенные нормативы требуемой силы электрического тока: от 100 мА (Австрия, Нидерланды) до 240 мА (Латвия). Однако абсолютное большинство стран приняло для себя норматив силы тока в 120 мА (Приложение 3) [115].

На данный момент существует несколько способов электрического оглушения птицы.

### **Электрическое оглушение в ванне с водой**

Как правило, птицу подвешивают за ноги на навески, и электрическое оглушение осуществляется методом погружения головы и шеи птицы в электрифицированную ванну с водой (рисунок 1.7), в которой электрический ток проходит по всему телу, при этом рекомендуется минимальный ток 120 мА (50 Гц) в расчете на одну голову, чтобы вызвать потерю сознания и остановку сердца. Как в мозге, так и в сердце нейронные взаимодействия интегрированы и упорядочены. Расстройство начинается с прямой стимуляции электрическим током, а сердце при этом фибриллирует или останавливается. Остановка сердца приводит к потере давления и недостатку кислорода в мозге и влияет на характеристики общего эпилептиформного поражения.



Рисунок 1.7 – Аппарат (ванна) высокочастотного электрооглушения

Рекомендуемый в ЕС минимальный ток для бройлеров в 120 мА повышает качество дефектов (кровоизлияния, переломы) тушек и мяса. Очевидно, что существует конфликт между гуманным аспектом и качеством мяса при электрооглушении в ванне с водой и/или процедурой убоя [105].

Сущность оглушения в ванне с водой состоит в том, что в воде находятся электроды, и электрическая цепь замыкается через ноги, находящиеся в металлических подвесках конвейера и голову птицы, проходящей сквозь ванну [144].

В наиболее распространенном методе электрического оглушения для птиц используется 50 Гц переменного тока с синусоидальной волной. В настоящее время могут быть предоставлены различные формы волны и частоты тока. Альтернативой синусоидальному переменному току является импульсный прямой и импульсный переменный ток (рисунок 1.8). Предполагается, что глубина и длительность бессознательного состояния, вызванного электрическим оглушением, определяется промежутком времени, в течение которого ток остается на минимальном уровне в каждом цикле.

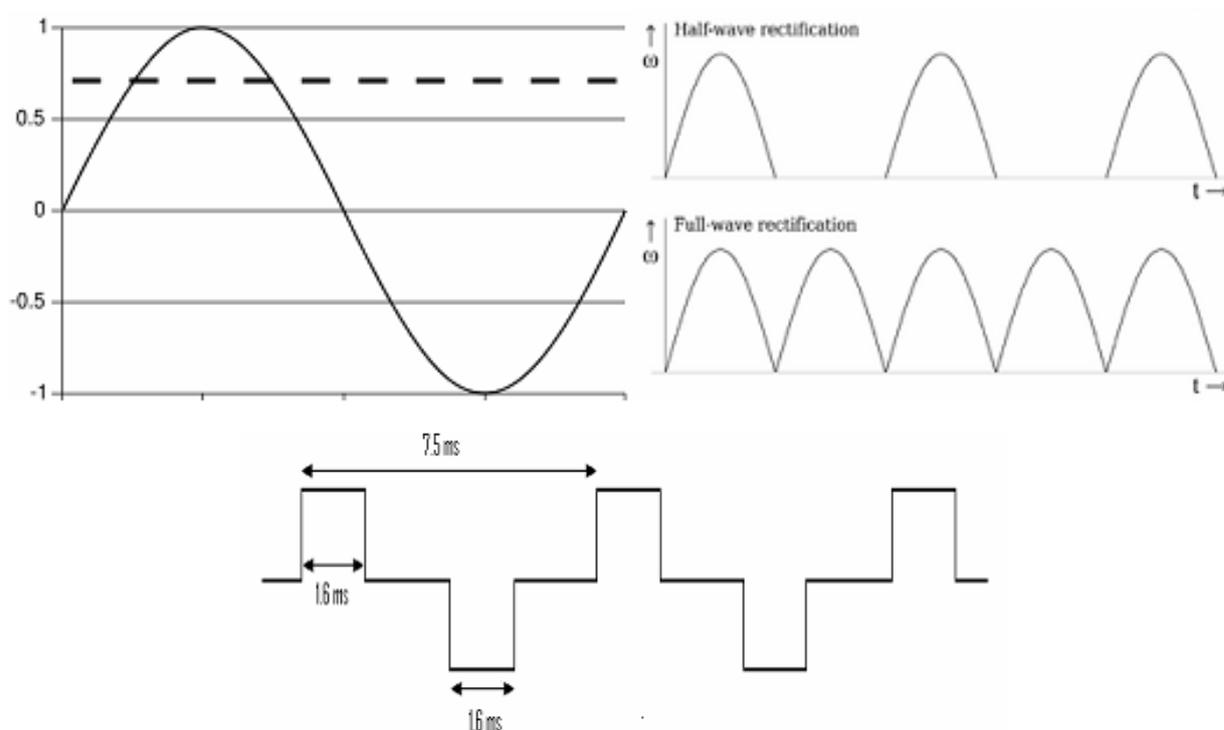


Рисунок 1.8 – Синусоидальные, импульсные и квадратные импульсные волны, используемые для оглушения птицы

В зависимости от частоты относительно формы волны и обездвигивания, можно вызвать сон, анестезию, оглушение. Стимуляция мозга с помощью 50-300 импульсов в секунду может вызвать быструю фазу сна. Анестезия может быть вызвана стимуляцией при 100 – 100 000 Гц и длительности 3 мс и 18 мА.

Спазмы, нарушение дыхания и сердечная аритмия вызываются более длительным и более высоким током. Нерегулярный с прямоугольными импульсами ток может уменьшить мышечные спазмы.

Для оглушения птицы используется ток различной частоты (таблица 1.3). Наиболее эффективный ток частотой от 50 до 200 Гц. Используя частоту ниже 25 Гц, трудно вызвать эпилептический приступ. При высокой частоте от 200 до 1600 Гц для того, чтобы вызвать эпилептический приступ, необходима большая сила тока. Следствием является то, что продолжительность самого приступа сокращается [105].

Таблица 1.3 – Минимальный необходимый ток (мА на одну голову птицы) при оглушении в ванне с водой

Частота (Гц)	бройлеры	индюки
<200 Гц	100	250
200-400 Гц	150	400
400-1500 Гц	200	400

Основным преимуществом высокочастотного электрического оглушения (более 50 Гц) является то, что такой ток проходит вдоль поверхности тела птиц. Это уменьшает число кровоизлияний, в основном в связи со снижением возможности повреждения птиц и, таким образом, качество мяса в сравнении с электрооглушением током промышленной (низкой) частоты лучше [144].

### **Электрическое оглушение только головы**

В Нидерландах разработаны две системы так называемого «сухого» электрического оглушения только головы птицы. Отличия этих методов состоит лишь в фиксации птицы на конвейере. В одном случае птица навешивается на подвесной конвейер, абсолютно аналогичный как при оглушении в ванне с водой, а для обнаружения головы и ее положения используется специальный механизм. Такая система имеет определенные недостатки в сравнении с другой в связи с неравномерностью забиваемого поголовья, что приводит к недостаточно полному (до упора) заполнению подвесок и связанному с этим неодинаковым положением головы перед оглушением.

Во втором случае птица тоже навешивается за ноги в подвески, но уже не так жестко (птица не давит всем своим весом на подвеску), поскольку при этом она помещается в специальный конус, который более точно фиксирует птицу перед оглушением (рисунок 1.9). Голова птицы непосредственно перед оглушением смачивается водой из форсунок для обеспечения наилучшей проводимости. Автомат в течение миллисекунд вычисляет сопротивление птицы, и рассчитывает силу тока, необходимую для подачи конкретно к данной голове для эффективного оглушения. Минимальная сила тока на одну голову – 240 мА, его частота – 50 Гц. Среднее время бессознательного состояния – около 100 секунд. Такая система вызывает мгновенную потерю сознания и гарантирует, что птицы не реагируют на боль. Фактически оглушение осуществляется электродами, которые автоматически воздействуют на голову птиц в течение 3 секунд. Electroды выполнены таким образом, что процесс постоянно контролируется автоматически.

Эксперты признали второй способ более эффективным и со стороны обездвижения птицы, и со стороны влияния на конечное качество мяса.



Рисунок 1.9 – Устройство электрооглушения только головы [115]

Оглушение только головы птицы воздействует индивидуально, что позволяет избежать проблему неравномерных токов. Обе системы включают в себя датчики обнаружения наличия / отсутствия птицы в подвесках, что позволяет наиболее эффективно использовать ее.

Система оглушения только головы подходит для осуществления убоя по стандарту Халяль, что обеспечивает значительные преимущества перед системой газового оглушения. Следует отметить, что в настоящее время обе системы оглушения только головы тестируются в производствах, широкого распространения пока не имеют [115].

### **Оглушение птицы при низком атмосферном давлении**

Новая технология оглушения LAPS предусматривает использование низкого атмосферного давления в системе (low atmospheric pressure system).

Низкое атмосферное давление достигается с помощью медленной, контролируемой декомпрессии, которая позволяет организму приспособиться к изменениям давления с минимальным или полным отсутствием дискомфорта. Непонимание сути такого точного и медленного метода оглушения приводит к

некоторой путанице его с быстрой декомпрессией.

Действительно, в соответствии с Американской ветеринарной медицинской ассоциацией (AVMA), быстрая декомпрессия (в 15-60 раз быстрее) является запрещенным методом воздействия на организм животных, так как это приводит к болям и страданиям, связанным с расширением газов в полостях тела животного. Если же декомпрессия достигается медленными и эффективными средствами и тщательно контролируется, то она может быть гуманной. Таким образом, четко контролируемую систему оглушения низким атмосферным давлением целесообразно успешно использовать для промышленного убоя птицы. Эта система имеет большой потенциал благодаря устранению стресса, связанного с проблемой дискомфорта при других методах оглушения.

Система LAPS была разработана после шести лет совместных обширных исследований компании TechnoCatch, университета штата Миссисипи и коммерческого завода по убою и переработке птицы.

Было произведено сравнение различных тканей бройлеров при электрическом оглушении и с помощью LAPS. Результаты сравнения показали, что какие-либо повреждения тканей образцов от обоих способов отсутствовали. В частности, были исследованы барабанные перепонки птиц на наличие повреждений (как наиболее уязвимое место для компрессионной травмы) – никаких нарушений целостности обнаружено не было. Таким образом было установлено, что система LAPS не вызывает боли при оглушении птицы, и это стало важным этапом для дальнейших научных исследований [46].

Этот метод оглушения был одобрен к использованию в США в промышленной установке с начала 2011 года.

На основании различных исследований, включающих анализ электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и электрокардиограмм (ЭКГ), была доказана гуманность такого метода оглушения, и система LAPS получила печать одобрения (возможность нанесения соответствующего логотипа) Американской ассоциации гуманности [115].

В целом результаты этой обширной программы исследований в области последствий оглушения птицы методом LAPS показали, что по сравнению с другими методами оглушения, он имеет большой потенциал. Использование этого метода облегчает состояние птицы во время убоя, вызывая у нее постепенное и равномерное наступление бессознательного состояния. Это позволяет избежать неприятные ощущения от воздействия газовых смесей, а также гарантированно оглушать всех птиц. Кроме того, данный подход не подвергает птиц болезненным захватам за лапки (на конвейере оглушения) и электрическому шоку [46].

В настоящее время уже созданы промышленные установки для оглушения птицы методом низкого атмосферного давления (рисунок 1.10), которые, нужно заметить, используются на единственном предприятии в Арканзасе [144].



Рисунок 1.10. – Промышленные установки оглушения птицы LAPS

### **Оглушение птицы в газовой атмосфере**

Оглушение птицы при помощи газа может быть разным: одно- или двухступенчатым, с различными комбинациями состава газовых смесей и их концентрациями, но основное их отличие состоит в самом принципе оглушения: птица может поступать на оглушение непосредственно в контейнерах (рисунок 1.11), без предварительно выгрузки, или уже

выгруженной на конвейерную ленту (рисунок 1.12). По мнению производителей оборудования, первый способ предпочтительнее ввиду отсутствия стресса у птицы, вызванного выгрузкой ее из контейнеров.

Однако здесь необходимо также учитывать возможности применения самой газовой среды. Как правило, оглушение непосредственно в контейнерах осуществляется смесью инертных газов для достижения бескислородной потери сознания.

Действующее законодательство Великобритании допускает гибкость при выборе с целым рядом различных газов при аноксии с содержанием  $\text{CO}_2$  не более 30% и  $\text{O}_2$  максимально до 2%. Первоначально были использованы аргон и кислород, однако это оказалось коммерчески нежизнеспособным. В настоящее время используется азот и аргон с углекислым газом. Аргон может легко применяться при газовом оглушении, поскольку он тяжелее воздуха, как и углекислый газ, но не имеет вкуса и запаха. Другим вариантом является низкая концентрация углекислого газа в среде аргона. Исследования показали, что обе эти газовые смеси приводили к быстрой потере функции мозга у птицы [105].

Оглушение птицы на конвейере предполагает две стадии, что признано более эффективным способом. Этот способ многофазового CAS-оглушения состоит из выгрузки птиц из контейнеров на ленточный конвейер и подвергания их атмосфере с содержанием 30% кислорода, 40% диоксида углерода и 30% азота в течение 1 минуты непосредственно для оглушения, а затем атмосфере 80% углекислоты и 5-15% кислорода в течение 2 минут для умерщвления [105].

Птица может быть оглушена при помещении ее в измененную воздушную среду. При этом существует две основных концепции изменения атмосферы:

- 1) атмосфера без кислорода (не более 2% кислорода по общему объему), с содержанием минимум 30% диоксида углерода, остальной объем составляет азот, аргон или другой инертный газ;

- 2) атмосфера с низкой концентрацией диоксида углерода (не более 30% по объему), допуская максимум 2% остаточного кислорода, основной объем (минимум 70%) заполняет азот или аргон.



Рисунок 1.11. – Система оглушения птицы непосредственно в контейнерах

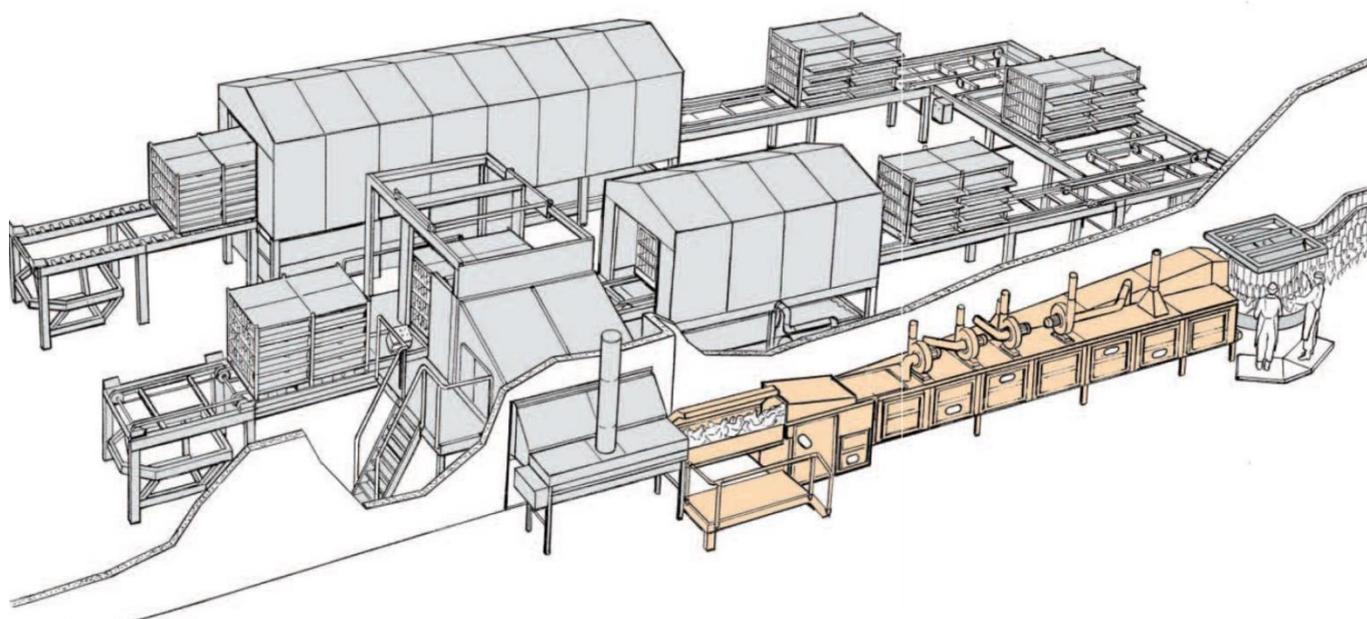


Рисунок 1.12. – Система оглушения птицы на ленте

## **[Только] оглушение птицы в газовой атмосфере**

Некоторые системы включают смеси диоксида углерода, кислорода и азота и некоторые другие имеют различные концентрации углекислоты в воздухе. Тем не менее, исследования показали, что воздействие диоксида углерода имеет довольно сложный механизм, который влечет за собой не только оглушение, но и последующую смерть птиц, несмотря даже на сравнительно небольшую длительность воздействия [137]. Изменения, отражающиеся в электроэнцефалограммах (ЭЭГ) и время отмены соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) при воздействии газовых смесей были использованы для определения времени потери сознания. Они изменяются в зависимости от уровня кислорода и углекислого газа в смеси. Таким образом, отмена соматосенсорных вызванных потенциалов была использована в качестве однозначного индикатора потери сознания во время экспозиции цыплят в различных газовых смесях [125, 128, 130, 133, 135].

Поскольку индукция бессознательного состояния при помощи газовых смесей является постепенным процессом, смесь не должна вызывать отвращение, и процесс индукции не должно быть беспокойным для птиц. Известно, что диоксид углерода – кислотный газ и имеет едкий запах при вдыхании в высоких концентрациях. Он является также мощным стимулятором дыхательной системы и может вызвать одышку до потери сознания [98]. Последствия этих эффектов в том, что птицы могут испытывать стресс либо на начальном уровне воздействия диоксида углерода, либо во время фазы индукции. При проведении опытов было обнаружено, что три из восьми кур и шесть из двенадцати протестированных индеек показали отвращение к корму и воде при входе их в камеру, в которой содержалось 47% и 72% углекислого газа соответственно в атмосфере [115]. Опыты на людях показали, что при концентрации более 40% диоксида углерода в воздухе уже ощущается неприятный запах, и возникает одышка [98].

В результате аноксии кур при помещении их в воздушную среду, состоящую из 2% кислорода и 98% аргона приводит к потере ССВП в среднем за 29 сек [128]. Однако длительность бессознательного состояния, вызванного аноксией, не всегда может быть достаточно длинным для того, чтобы осуществить последующую выгрузку из контейнеров (если птица оглушается в контейнерах), навеску и обескровливание. В связи с этим, было выявлено, что выдержка бройлеров в среде с аргоном и не более 2% кислорода в течение 2 минут привело к гибели большинства птиц, а выжившие пришли в сознание уже в течение 15 секунд после возвращения в нормальную атмосферу [120]. В результате опытов было также выявлено, что воздействие на кур до 45% диоксида углерода в воздухе приводит к потере ССВП в среднем через 30 секунд [125]. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере не снижает время, необходимое для потери сознания, что определялось по изменению позы птиц [121].

Не известно, как долго птицы должны подвергаться какой-либо определенной концентрации диоксида углерода, чтобы вызвать длительный период бессознательности, что было бы достаточно, чтобы обеспечить их благополучие при убое. Учитывая, что воздействие на кур до 45% диоксида углерода в воздухе в течение двух минут привело к смерти большинства птиц, в то время как оставшиеся в живых реагировали шевеление гребня уже после 26 секунд после возвращения в нормальную атмосферу [120], был сделан вывод, что вряд ли какая-либо концентрация углекислого газа (в том числе градиентов) обеспечит адекватные глубину и продолжительность бессознательного состояния всех птиц, не умерщвляя их определенное количество. Было высказано предположение, что добавление кислорода к диоксиду углерода не может быть полезным для благополучия птицы [133]. Это основано на том наблюдении, что, птицы, которые были подвержены смеси 50% углекислого газа и 50% кислорода показали признаки респираторного стресса, которые были похожи на признаки стресса у птиц, подвергавшихся воздействию только 50% диоксида углерода в воздухе [137]. Кроме того, наличие кислорода в

атмосфере углекислого газа может продлить время для потери реакции мозга и, таким образом, однозначной потери сознания. Установлено, что среднее время, необходимое для потери ССВП у бройлеров составляет более двух минут при воздействии смеси 40% углекислого газа, 30% азота и 30% кислорода в воздухе; эти птицы при возвращении в нормальную атмосферу воздуха проявляли признаки чувствительности (движения гребня) уже после 30 секунд [133]. Поэтому, если такая газовая смесь используется для оглушения, птицы должны находиться в ней более двух минут, а разрезание обеих сонных артерий должно быть осуществлено в течение пяти секунд после выхода из газовой камеры, чтобы избежать восстановления сознания.

Тем не менее, судороги, проявляющиеся в хлопанье крыльев, встречающиеся после потери сознания, могут приводить к нежелательным последствиям для качества и внешнего вида мяса. По словам Эрнстинга (1965), в анаэробных условиях снижение активности в головном мозге млекопитающих прогрессивно распространяется от конечного мозга в промежуточный мозг, а затем в средний мозг [93]. Аноксия приводит к подавлению ростральной ретикулярной формации и, следовательно, потере сознания, и к подавлению каудальной ретикулярной формации и, следовательно, началу судороги [91; 93]. Наблюдается хлопанье крыльев до наступления расслабления положения тела под воздействием газовых смесей аргона или аргона с диоксидом углерода. Это указывает на предположение, что хлопанье крыльев во время погружения в газ может быть ответом на условие кислородного голодания. Это может быть подтверждено исследованием физиологических и поведенческих реакций у взрослых кур и цыплят. Когда взрослые птицы подвергались концентрации пониженного кислорода, они медленно теряли сознание, не проявляя каких-либо признаков беспокойства, пока не наступала дыхательная недостаточность. Цыплята показали аналогичные результаты, но потеря регуляции моторики наблюдалась в то время, когда они были еще в сознании, что может вызвать беспокойство [105].

Начало самих бескислородных судорог может быть использовано в качестве индикатора потери сознания. На основании возникновения медленных волн в ЭЭГ кур, Вули и Джентл (1988) сообщили, что птицы были без сознания во время хлопанья крыльями, когда гипоксия была вызвана постепенно [135]. Рай с соавт. (1991a) выявили, что резкое помещение птицы в бескислородную среду приводит к подавлению судорог после 22 секунд. Поскольку одна из задач газа оглушения состоит в том, чтобы облегчить боль и стресс, связанные с навешиванием птицы, находящейся в сознании, с последующим электрооглушением в ванне с водой, или оглушением с умерщвлением, газовое оглушение должно быть ограниченным для птиц, находящихся в ящиках или на конвейере [128].

### **Оглушение / убой газовыми смесями**

Единственное различие между оглушением и умерщвлением при помощи газовой смеси состоит в том, что в последнем случае птица подвергается воздействию газовой смеси до тех пор, пока она не умирает. Поэтому, любая задержка последующего процесса перерезания кровеносных сосудов становится недопустимой. Поскольку птицы полностью обездвижены с помощью этого метода, навеска их на конвейер может быть выполнена в хорошо освещенных условиях без ущерба для благосостояния птицы или здоровья и безопасности персонала. Из-за отсутствия взмахов крыльев, выброс пыли в окружающую среду в значительной степени устранен. Также устранен риск перекрестного обсеменения тушек от загрязненной фекалиями водой из ванны оглушения и ошпаривания.

В настоящее время две газовые смеси используются в Европе для убоя кур и индеек:

- 1) аргон, азот или другие инертные газы, или любая смесь этих газов, в атмосферном воздухе, с максимумом 2% кислорода по объему;

2) любая смесь аргона, азота или других инертных газов в атмосферном воздухе плюс диоксид углерода, при условии, что концентрация диоксида углерода не превышает 30% по объему и концентрация кислорода не превышает 2% по объему.

В обоих случаях, остаточное содержание кислорода менее 2% по объему поддерживается для воздействия на птицу в течение как минимум двух минут. С помощью этой системы ящики/контейнеры с птицей проходят через газовый туннель.

Другой тип газовой смеси для оглушения с умерщвлением включает в себя две стадии. На первой стадии бройлеры на конвейере подвергаются смеси из 40% углекислого газа, 30% кислорода и 30% азота в течение одной минуты и затем, на второй стадии, 80% диоксида углерода в воздухе в течение двух минут [122; 124].

Хорошо известно, что  $\text{CO}_2$  является обезболивающим газом, который вызывает быструю потерю сознания при вдыхании в высоких концентрациях, однако, признаки удушья и поведенческое возбуждение наблюдаются в связи с возникновением гиперкапнии и гипоксии. Более того, этот кислый газ оказался болезненным, вызывающим неприятные ощущения на слизистой оболочке носа, губах и на лбу у человека при воздействии его в концентрации более 65%. Вполне вероятно, что реакция избегания связана с системой обоняния птиц. Предполагается, что  $\text{CO}_2$  имеет неприятные свойства и для птицы, в частности, при вдыхании в высокой концентрации. Это создает осложнения для уровней углекислоты, которым птицы должны подвергаться в CAS-системе [105; 144]. Именно поэтому и была разработана двухстадийная методика оглушения, благодаря которой высокая концентрация углекислого газа в процессе второй фазы оглушения не воспринимается органами чувств уже находящейся в бессознательном состоянии птицы.

Время между окончанием воздействия газовых смесей и перерезанием кровеносных сосудов больше, чем соответствующее время для систем электрического оглушения или оглушения с умерщвлением. Тем не менее,

исследования показали, что оглушение с умерщвлением в газовой среде и задержка между окончанием воздействия газа облучения и перерезанием кровеносных сосудов не препятствует полному обескровливанию при условии, что перерезание кровеносных сосудов осуществляется в течение трех минут после окончания оглушения [122; 124].

Исследования показали, что в сравнении с электрическим оглушением при оглушении бройлеров с последующим умерщвлением качество тушки значительно выше, что имеет значительный экономический эффект для промышленности [123; 126; 127; 129; 132]. Эти исследования также показали, что количество переломанных костей, кровоподтеков в мышцах и других условий значительно снижается либо полностью устраняются (в частности дефекты, вызываемые навеской на конвейер живой птицы, находящейся в сознании). Экологические преимущества заключаются в более эффективном использовании ресурсов и снижении выбросов запаха и объемов отходов (тримминг и отбраковка) для утилизации [97].

Кроме того, сравнивая эффекты, получаемые при оглушении с умерщвлением с оглушением в среде инертных газов, выявлено, что в последнем случае птица может проявлять частые судороги, в том числе хлопать крыльями, что может привести к перелому костей и кровоизлияниям [105].

Исследования на промышленных предприятиях показали, что оглушение с умерщвлением с применением кислородного голодания ускоряет темпы развития трупного окоченения и, следовательно, созревания мяса. Таким образом, тушки птицы могут быть расчленены, и мышцы отделены от костей (филетировка) вскоре после убоя, не дожидаясь снижения жесткости мяса.

Коммерческие преимущества включают значительное снижение потребности в холодильных площадях, необходимых для выдерживания тушек с целью созревания мяса перед обвалкой, и стоимости [97].

Для безопасности потребителей при оглушении с умерщвлением птицы в газовой среде необходимо эффективно удалять птицу, павшую при транспортировке, и пребывающую уже мертвой на предприятие по убоям.

Исследование, проведенное в Великобритании при посмертном осмотре птиц, прибывших на предприятие по убою мертвыми, показало, что основной причиной смерти является травма [97]. Тем не менее, безопасность потребителей должна быть обеспечена надежной системой для удаления мертвых птиц еще до оглушения, чтобы избежать убоя птиц, которые умерли от болезни.

Помимо вышеописанных действующих способов оглушения, разработаны также **альтернативные методы**, которые пока не нашли применения в промышленности, и над совершенствованием которых еще необходимо работать.

Так, одним из альтернативных способов электрооглушения является *электрическое оглушение от головы до клоаки*.

Эта разновидность оглушения похожа на традиционную с использованием ванны с водой, куда опускается голова птицы, но при этом второй электрод подводится к клоаке. Этот способ оглушения разрабатывался до 2010 года, но затем разработку остановили в связи с постоянно возникающими проблемами с качеством мяса, вызванными проходящим через все тело птицы электрическим током. Однако некоторые исследования показывают, что при воздействии электрического тока 70 мА и 70 Гц или 100 мА и 100 Гц в течение 1 секунды оглушение эффективно. При этом филе грудки нежнее, чем при традиционном способе оглушения в ванне с водой, а также грудка и окорочка имеют меньше кровоизлияний. Тем не менее, возникают трудности с размещением такого устройства в промышленных предприятиях, как то: обеспечение гарантии подачи правильных токов на каждую голову и правильное размещение птицы между двумя электродами (вода и клоака).

В целом, несмотря на многочисленные испытания, маловероятно, что этот метод будет успешно внедрен в его нынешнем виде в производственных условиях.

Научно-исследовательский институт Великобритании Silsoe в 2005-2006 годах проводил разработку *вертикального электрического оглушения* птицы. Этот подход показал многообещающие результаты, но требуется дальнейшая работа по доведению этого способа до возможности внедрения в промышленных предприятиях. Одной из проблем была различная реакция птиц из разных партий на воздействие тока. На данный момент этот метод признан портативным и может работать лишь на низкой скорости линии. Тем не менее, куры-несушки считаются одной из возможных целевых групп для такого способа оглушения в связи с особенностями их хрупких костей. Кроме того, возникает вопрос и касательно гуманности по отношению к птице.

*Электрическое оглушение только головы в ванне с водой* было разработано в 2011 году в Великобритании в том же научно-исследовательском институте Silsoe. Внешне система аналогична традиционному оглушению птицы с использованием ванны с водой. Отличие состоит в том, что цепь не замыкается через подвески и, соответственно, не проходит через тело птицы. В этом случае ток замкнут в самой ванне, от одного ее края до другого и, следовательно, проходит только через голову.

Использование воды в ванне исключает необходимость точного определения местонахождения головы птицы (в отличие от системы «сухого» оглушения только головы). Сосредоточившись только на голове, система направлена на решение вопроса о недостаточном и неравномерном оглушении. Поскольку ноги составляют 40% от электрического сопротивления птиц, обход ног значительно уменьшает разницу в сопротивлении между птицами.

Однако впоследствии было признано необходимым прохождение тока через все тело птицы для предотвращения конвульсий, в результате чего данный способ не был признан эффективным, и остается пока далек от внедрения в производство.

Учеными Вагенингского университета (Нидерланды) были проведены некоторые исследования с использованием *магнитов* для оглушения. Несмотря на то, что этот метод выявил определенный потенциал, продолжение

и развитие этого эксперимента займет несколько лет. Поэтому ни в краткосрочной, ни в среднесрочной перспективе ожидать реализации подобного способа оглушения в производстве не придется [134].

*Установка газообразования в контейнере* была разработана в Великобритании в качестве способа убоя птицы на ферме в случае выявления серьезной болезни. Разработчики считают, что такая система может быть адаптирована для производств по убою малой и средней производительности и, следовательно, может стать решением проблемы высокой стоимости традиционной установки газового оглушения для таких предприятий. В то же время производитель оборудования утверждает, что эта система не лучший вариант в связи с трудностью интеграции газовой камеры с технологической линией ввиду возможности дальнейшего несвоевременного убоя и обескровливания. В итоге, маловероятно, что этот метод будет внедрен в промышленность [115].

### **1.3. Влияние газового оглушения на качество мяса птицы**

Сравнение воздействия различных способов и методов оглушения на качество продукции, а, следовательно, последующие потенциальные воздействия на экономическую составляющую, является сложной задачей в силу различных причин, в частности:

- Отсутствуют недавние комплексные исследования, которые непосредственно сравнивают качество мяса, полученного при различных видах оглушения. Учитывая значительные сравнительно недавние изменения систем электрооглушения, старые отчеты (в том числе от 1990-х годов), сравнивающие качества мяса или аспекты защиты животных (их благополучия) CAS-систем и систем электрического оглушения не должны больше считаться точными.

- Есть различные недавние источники литературы, которые исследуют воздействие на качество конкретных систем. Тем не менее, результаты этих различных исследований непосредственно не сопоставимы, не только из-за различных методов представления результатов, но также различных методологий, используемых для выполнения этих исследований, в том числе параметры оглушения. В качестве примера Лей (LEI, 2011), анализируя экономические показатели системы электрооглушения только головы, показал, что только 16% из куриных грудок при оглушении электротоком в ванне с водой были без кровоизлияний; в то же время, Дефра (Defra, 2012 (на основе исследования Баркера 2006 года)), проведя анализ воздействия параметров, указанных в Регламенте (ЕС) № 1099/09, обнаружил, что 83% куриных грудок не потребуют серьезной доработки в связи с наличием кровоизлияний. Такая большая разница в результатах частично объясняется разницей в параметрах оглушения, используемых в этих двух исследованиях (100 мА / 100 Гц у Лея (2011) и 150 мА / 600 Гц у Дефра (2012 г.)) [109; 90; 134]. Нужно отметить, что другие методологические различия также будут иметь влияние.

- Было подчеркнуто несколькими специалистами, что воздействие на качество может значительно различаться в зависимости от ряда других факторов. Эти факторы включают в себя: используемые параметры оглушения (в том числе тип используемого газа в CAS-системе и проводимости воды в случае электрооглушения); характеристики самого стада птицы; расстояние от фермы до бойни; сроки откорма и время прекращения подачи корма и воды; производитель транспорта и оборудования для оглушения (учитывая, что существуют значительные различия между производителями в том, как птицы обрабатываются до убоя, и это также может повлиять на качество мяса).

Несмотря на вышеуказанные сложности и оговорки, данные о влиянии различных систем оглушения на качество продукции представлены ниже по виду продукта.

Наличие кровоизлияний приводит к увеличению количества тримминга (обрезки) и выбраковки, что негативно сказывается на экономических

показателях производства. Поэтому кровоизлияния, в частности, в ценном мясе грудки, считается главным недостатком качества. Кранен (Kranen и др., 1996) говорит, что кровоизлияния могут быть вызваны оглушением, однако, основной механизм считается многофакторным [100].

Количество кровоизлияний на грудке значительно выше при электрооглушении. Точный уровень пятен крови зависит от различных факторов, в том числе электрических параметров оглушения. В своем исследовании МакКиген (McKeegan, 2007a) обнаружил, что в 90% случаях при оглушении в CAS-системах кровоизлияния отсутствуют полностью (в более позднем исследовании, проведенном на промышленном предприятии, этот показатель снизился и составил от 68% до 81% (McKeegan, 2007b), при этом сравнения с электрооглушением не проводились) по сравнению с 30% грудок с кровоизлияниями при оглушении бройлеров электрическим током. [109; 111].

Филе грудки при оглушении птицы газом светлее и цвет является более последовательным по сравнению с филе при электрооглушении. Здесь нужно учитывать предпочтения отдельных потребителей к мясу определенного цвета, в связи с неоднородностью при реализации филе из разных систем оглушения, могут возникать претензии [134].

Морфология кровоизлияний зависит от ткани, в которой они имеют место. В грудных мышцах кровоизлияния были обнаружены по направлению мышечных волокон. В жировой ткани большинство кровоизлияний имеют точечный внешний вид. Более рассеянные кровоизлияния были найдены в рыхлой соединительной ткани. (Kranen и др., 2000) [102]. Гистологическое исследование кровоизлияний в различных типах мышц показали, что морфологически внешний вид кровоподтека определяется структурой ткани, а также зависит от количества крови, вытекаемой после перерезания кровеносных сосудов. Некоторые кровоизлияния были связаны с сильным сокращением и разрушением мышечных волокон, указывая на то, что они были вызваны сильной деформацией мышц. Многие кровотечения были найдены около венул и вен, переполненных эритроцитами, в окружении

неповрежденных адипоцитов и соединительной ткани. Разрыв наблюдался только в венозных структурах, таких как пост-капиллярные венулы и мелкие вены, но не в артериальных сосудах. Кранен сделал вывод, что это настоятельно указывает, что локальное повышение венозного давления может привести к разрыву венул и мелких вен (Kranen др, 2000). [102].

Повреждения ног, как правило, выше при электрическом оглушении, которые связаны, в основном, с навешиванием живой птицы на конвейер вручную. При этом могут образовываться синяки, кровоизлияния и переломы. В своем исследовании МакКиген (McKeegan, 2007a) обнаружил, что при электрооглушении 40% ног всех птиц с синяками, при оглушении же в газовой среде – только 10%. Кроме того, масс-метрические исследования (McKeegan, 2007b) показали, что при газовом оглушении от 67% до 70% ног без кровоизлияний [109; 111].

Повреждение крыла, как правило, выше в системах оглушения газом, что связано с хлопанием крыльев во время входа в камеру. Точный уровень повреждения зависит от используемого газа, но он явно больше в бескислородных смесях. МакКиген (McKeegan, 2007a) обнаружил, что от 1% до 7% крыльев птиц, оглушенных газом, были повреждены по сравнению с практически отсутствием повреждений крыльев птиц, оглушенных электрическим током [109]. Баркер (Barker, 2006) в своих исследованиях выявил, что 81% крыльев птиц, оглушенных электрическим током, были без значимых повреждений кончиков крыла, а 75% крыльев были без значимых кровотечений [88]. Однако нужно учитывать, что птица активно машет крыльями в бескислородной газовой среде. При наличии кислорода птица находится в состоянии покоя, и процент повреждений крыльев по этой причине не только значительно снижается, но и стремится к нулевому показателю.

Высокая частота повреждения крыла после оглушения газом, по сравнению с электрическим оглушением, наблюдается в исследовании Рая (Raj и соавт., 1992) [130]. Повреждение крыла в этом исследовании было связано с сильными судорогами при оглушении газом. При этом по мнению авторов,

оглушение с последующим умерщвлением в газовой среде позволило бы существенно снизить количество сломанных и поврежденных крыльев, равно как и кровоизлияний в грудке [132; 135; 105].

По результатам исследований МакКиген (McKeegan, 2007a) приводит данные, что в 37%-67% случаях у птиц при оглушении в CAS-системах после обесперивания оставалось три или более перьев, в то время как при электрооглушении аналогичный показатель встречался только в 20% случаев. При испытании на промышленном производстве в системе CAS этот показатель упал до 15%-19%, но в этом случае сравнения с электрооглушением не проводилось (McKeegan, 2007b) [109; 111].

Газовые смеси и методы электрического оглушения оказывают различные влияния на качество мяса [135]. Свертываемость крови было ниже при оглушении с помощью газа CO<sub>2</sub> по сравнению с электрическим оглушением. Печень при газовом оглушении птиц была темнее, имела более насыщенный красный цвет и меньше желтого оттенка по сравнению с печенью птиц, оглушенных электротоком. Содержание гема в печени и мясе грудки также различается: мясо грудки у птицы, оглушенной в газе, имеет значительно более высокие уровни по сравнению с электрооглушением, уровень гема же в печени, напротив, ниже при использовании CAS-системы.

При любом способе оглушения весьма важна биологическая ценность мяса птицы, призванная удовлетворить потребности в питании человека. В этом смысле достоинства куриного мяса общеизвестны.

В соответствии с представлениями науки о питании, пища, вместе с привлекательным внешним видом, отменными вкусовыми и ароматическими качествами, должна быть полноценной по содержанию биологически важных веществ и соответствовать потребностям организма.

По этой причине мясо является одним из главных продуктов, так как оно обеспечивает организм человека полноценным животным белком, жизненно

необходимыми полиненасыщенными жирными кислотами, минеральными элементами и витаминами.

Мясо птицы – качественный, богатый белками продукт с низкой (в сравнении со свининой и говядиной) энергетической ценностью. Использование белка мяса птицы достигает 71%, в то время как коэффициент использования белка свинины и говядины – 60-80% и 54,7-69,4% соответственно. Жир птицы усваивается почти на 93% и содержит в 5-10 раз больше, чем говяжий, ненасыщенных жирных кислот.

Важнейшую часть мяса птицы составляет мышечная ткань, основным структурным элементом которой является мышечное волокно с диаметром от 90 до 150 мкм. В ее состав входят наиболее важные в пищевом отношении вещества. Мышечная ткань птицы содержит 25-28% сухого вещества и 65-69% воды. В сухом остатке 18-23% белков, 1,7-5% липидов и 1-1,2% минеральных веществ. Химический состав мяса птицы зависит от ее возраста, упитанности, расположения мышц [50, 58].

Энергетическая ценность характеризует долю энергии, которая в процессе биологического окисления, освобождаясь из пищевых продуктов, используется для обеспечения биологических функций организма.

В оценке качества продуктов питания большая роль отводится биологической ценности, носителем которой в мясных продуктах являются биологически полноценные и легкоусвояемые белки [62, 63, 64].

Пищевая ценность мяса представляет собой совокупность многочисленных показателей (рисунок 1.13) и зависит от соотношения тканей, входящих в его состав.

Основной химический состав птичьего мяса зависит от вида птицы, возраста, упитанности, анатомического участка. В мышечной ткани содержится относительно мало жира, который локализуется главным образом в коже.

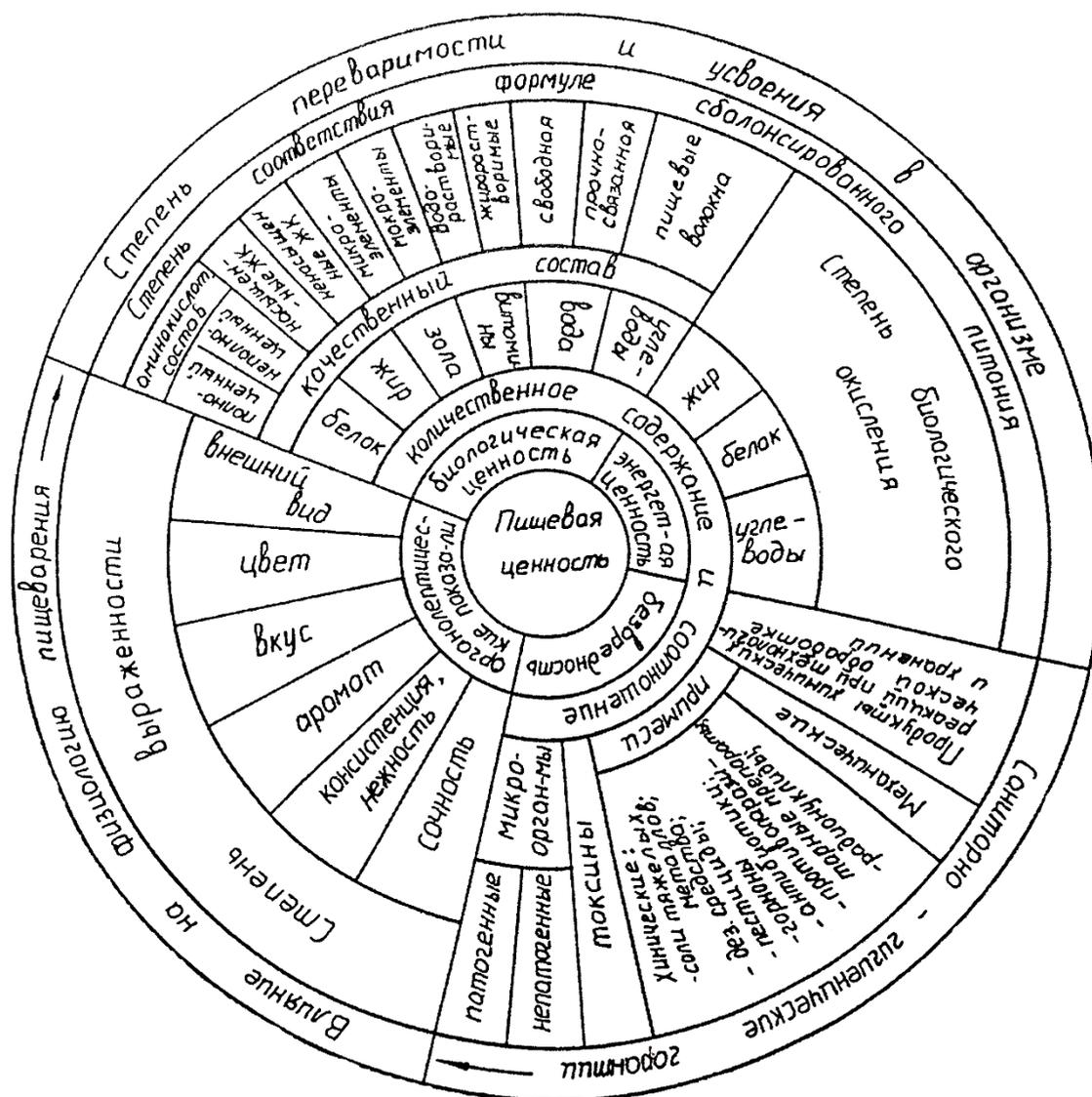


Рисунок 1.13 – Показатели пищевой ценности продукции [63]

Значительно варьирует химический состав различных мышц птицы. Например, в ножных мышцах содержится больше жира и меньше белка по сравнению с грудными.

Из данных таблицы 1.4 видно, что мясо птицы характеризуется высоким содержанием *белка* (16-22%), качественный состав которого обеспечивается полноценными белками мышечной ткани и неполноценными белками соединительной ткани.

Таблица 1.4 – Химический состав мяса птицы [12]

Вид птицы	Категория	Массовая доля в съедобной части тушки, %			
		белка	жира	воды	зола
Бройлеры (цыплята)	1	17,6	12,3	69,0	0,8
	2	19,7	5,2	73,7	0,9
Куры	1	18,2	18,4	61,9	0,8
	2	20,8	8,8	68,9	0,9

В мясе птицы коллагена и эластина содержится меньше, чем в мясе скота, и за счет этого увеличивается содержание полноценных белков, поэтому мясо птицы усваивается организмом человека легче (96-98%) и более полно, чем мясо других сельскохозяйственных животных.

Около 40% аминокислот, содержащихся в белках мышечной ткани птицы – незаменимые (таблица 1.5). В аминокрамме белков мяса птицы по сравнению с аминокграммой белков куриных яиц меньше метионина из-за чего биологическая ценность мяса птицы оценивается несколько ниже куриных яиц.

Мясо птицы отличается оптимальным количественным соотношением незаменимых аминокислот. В нем несколько больше, чем в мясе скота, лизина и аргинина. Лимитирующими аминокислотами в мясе кур являются: изолейцин и валин.

Из заменимых аминокислот заметно выделяются аргинин, аланин, глицин и аспарагиновая кислота.

В современной практике полноценность белков мяса принято оценивать по соотношению в них аминокислот – триптофана и оксипролина. Триптофан содержится только в полноценных белках, его уровень отличается определенным постоянством. Оксипролин содержится только в неполноценных белках соединительной ткани. Чем больше значения в соотношении триптофана к оксипролину, тем выше биологическая ценность мяса птиц. Среди птиц максимальную пищевую ценность имеет мясо цыплят-бройлеров, в белых мышцах которых это соотношение составляет 6/7, в красных – 3/8.

Таблица 1.5 – Аминокислотный состав мяса птицы (на 100 мг) [12]

Наименование аминокислот	Цыплята- бройлеры	Куры	
		1 категория	2 категория
<b>Незаменимые аминокислоты</b>	<b>6391</b>	<b>6923</b>	<b>8001</b>
Валин	818	877	999
Изолейцин	621	653	828
Лейцин	1260	1412	1824
Лизин	1530	1588	1699
Метионин	447	471	574
Треонин	783	885	951
Триптофан	283	293	30
Фенилаланин	649	744	896
<b>Заменимые аминокислоты</b>	<b>10619</b>	<b>11065</b>	<b>2897</b>
Аланин	1468	1154	1171
Аргинин	1104	1225	1362
Аспарагиновая кислота	1531	1631	1868
Гистидин	412	486	379
Глицин	1082	1347	1587
Глутаминовая кислота	2668	2621	3682
Пролин	790	877	948
Серин	787	859	946
Тирозин	597	641	749
Цистин	180	224	208
<b>Всего аминокислот</b>	<b>1701</b>	<b>17988</b>	<b>20898</b>

Таким образом, содержание незаменимых аминокислот, их оптимальное для организма соотношение, незначительная доля жира, высокая перевариваемость ферментами желудочно-кишечного тракта и усваиваемость определяют высокую пищевую ценность мяса цыплят бройлеров и выделяют его из всех видов мяса птицы.

*Липиды* входят в состав мяса в виде внутриклеточного жира – мельчайших капелек в клеточной плазме, межклеточного жира – скоплений между мышечными волокнами в соединительной ткани в виде прожилок, либо в виде отложений жировой ткани, локализованной в подкожном слое тушки.

Питательное достоинство мышц в значительной степени обусловливается количеством и качеством имеющегося в них жира.

В среднем в мышечной ткани птицы содержится 3-5% жира. Его содержание может варьировать: у молодой птицы его меньше, чем у взрослой. На количество жира оказывает влияние степень утолщения мышц, стрессы, заболевания и т.д. Так, в мышцах тощей птицы и цыплят содержание жира снижается до 1%.

В качественный состав липидов мышц входят триацилглицерины (ди- и моноглицериды – незначительно), фосфолипиды, стеринны и свободные жирные кислоты. Триглицериды являются главным образом источником энергии мышц, их биологическая ценность определяется составом и соотношением жирных кислот. Предпочтение отдается содержанию полиненасыщенных жирных кислот.

Фосфолипиды представлены только в мышечных волокнах (в виде лецитина), в отложениях жировой ткани их небольшое количество (0,9%). Лецитин при расщеплении образует триметиламин, придающий специфический вкус и запах жира.

Стеринны представлены в основном холестерином, который при воздействии ультрафиолетовых лучей превращается в витамин D и играет главную роль в обмене веществ.

В среднем, в белом мясе кур содержится (в %): жира – 0,5, фосфолипидов – 0,5 и стериннов – 0,4. В красном мясе соответственно – 2,0; 0,8 и 0,3%. Однако основная масса липидов представлена в тушках в виде подкожной жировой ткани и жира на внутренних органах.

Основной составной частью жировой ткани являются триглицериды (до 98%), в незначительных количествах присутствуют: липоиды, белки, витамины, пигменты, вода и другие органические и минеральные вещества.

В отличие от сельскохозяйственных животных, триглицериды птиц состоят из большого набора жирных кислот, в состав которых входят насыщенные, моно- и полиненасыщенные. Соотношение жирных кислот оказывает определяющее влияние на его пищевую ценность, состав, устойчивость при хранении и т.д.

Биологическая ценность жира птиц и его лечебные свойства обусловлены наличием полиненасыщенных жирных кислот и других липоидных соединений, которые не синтезируются в организме человека. Они поступают с пищей и играют важную роль в физиологических и обменных процессах. Например, на долю линолевой и арахидоновой жирных кислот приходится 15 – 18% всех кислот, что в 3 – 5 раз больше, чем в говяжьем жире.

При оценке пищевой и биологической ценности мяса птиц определенный интерес представляют *витамины*, играющие важную роль в процессах обмена веществ, недостаток которых может вызывать авитаминозы. Содержание витаминов в мясе в основном определяется поступлением их в организм с кормами и зависит от вида птиц и в меньшей степени от их возраста и упитанности.

В состав мышечной ткани птицы входят почти все водорастворимые витамины. Мясо является одним из наиболее ценных поставщиков витаминов группы В: тиамин – В<sub>1</sub>, пантотеновой кислоты – В<sub>3</sub>, рибофлавин – В<sub>2</sub>, пиридоксин – В<sub>6</sub>, цианокобаламин – В<sub>12</sub>, фолиевой кислоты и ниацина. Аскорбиновая кислота, холекальциферол (витамин D<sub>3</sub>), α-токоферол содержатся в мясе в небольшом количестве, так что потребление мяса не оказывает заметного влияния на удовлетворение потребности организма в этих витаминах.

*Минеральные вещества* составляют основу многих структурных и функциональных единиц организма. Они участвуют в кардинальных реакциях

дыхания, ферментативного и каталитического распада и синтеза, в процессах возбуждения, торможения, мышечного сокращения и т.д.

Мышцы птиц богаты макроэлементами (среди которых выделяются по количеству калий, сера, фосфор, натрий, кальций, хлор), а также микроэлементами (железо, цинк, медь, марганец), имеющими важное значение в обмене веществ. Основная масса элементов находится в связи с белками и другими составными частями мяса, что способствует их высокой усваиваемости. В свою очередь минеральные вещества активизируют перевариваемость белков и их усвояемость.

Состав и соотношение минеральных веществ зависят от вида, возраста, пола и состава рациона при откорме птицы. Минеральные вещества в основной массе поступают в организм птицы с кормами, поэтому сбалансированный рацион и минеральные подкормки имеют определяющее значение при содержании птицы.

В мясе птицы содержится большое количество ферментов, из которых наиболее важное значение имеют фосфатаза, амилаза, эндопротеазы и эндонептидазы, пероксидаза, каталаза.

*Экстрактивные вещества* и продукты их превращений участвуют в создании специфического вкуса и аромата мяса птицы. В мясе содержится около 1% безазотистых экстрактивных веществ (гликоген, глюкоза, молочная кислота и др.) и, в отличие от мяса сельскохозяйственных животных, значительно большее количество азотистых экстрактивных веществ.

Кроме этого, в формировании приятного вкуса и аромата, особенно при тепловой обработке, принимают участие аминокислоты, пуриновые основания, летучие серосодержащие и азотсодержащие вещества, жиросодержащие соединения (летучие карбонилы и жирные кислоты), продукты, получающиеся в результате взаимодействия карбонильных соединений с аминокислотами.

В мышцах молодой птицы экстрактивных веществ меньше, чем у взрослой, поэтому при варке мяса получают недостаточно ароматный бульон. Мясо птиц при отсутствии движения (адинамия) содержит экстрактивных

веществ меньше в сравнении с птицей при свободном содержании, что объясняется невысоким уровнем обмена веществ. Мясо такой птицы менее вкусное, неароматное, хуже усваивается. Это характерно для цыплят-бройлеров.

В целом накопление предшественников вкуса и аромата зависит от вида и способа тепловой обработки мяса.

Содержание *углеводов* в мышечной ткани сравнительно невелико. Они представлены главным образом гликогеном и глюкозой.

Наиболее подвижной, важной и преобладающей составной частью мяса является *вода*, содержание которой во многом определяет его товарные, технологические и кулинарные свойства. Вода является дисперсной средой, в которой растворены или образуют коллоидную систему все другие составные части мяса.

Вода не имеет пищевой ценности. Чем выше ее содержание, тем меньше в мясе веществ, составляющих его качество. В то же время свойство мяса удерживать воду или ее поглощать оказывает существенное влияние на его качество, технологические и кулинарные показатели. Чем выше влагоудерживающая, влагопоглощающая способность мяса птиц, тем сочнее и нежнее получается готовая к употреблению продукция, тем выше ее выход.

Содержание влаги в мясе в значительной мере зависит от его упитанности, т.е. содержания жира, и в меньшей степени от других составных частей. Снижение относительного содержания воды ведет к заметному увеличению уровня жира и в меньшей степени – других составных частей [12].

Таким образом, мясо птицы обладает высокой пищевой ценностью и имеет ряд особенностей, отличающих его от других видов мяса. Оно содержит больше полноценных и легкоусвояемых белков, незаменимые аминокислоты, входящие в их состав, находятся в оптимальном соотношении. Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, отложений жира в мышцах, чем в говядине и свинине, и значительно превышает их по количеству азотистых экстрактивных веществ, что имеет огромное значение в формировании

приятного аромата и вкуса. Только мясо птицы имеет различную окраску (белое и красное мясо), обусловленную белковым составом. Он определяет высокую степень перевариваемости и усваиваемости грудных мышц. По наличию основных нутриентов и их соотношению мясо птиц обладает высокой пищевой и биологической ценностью, с успехом используется в создании пищевых продуктов различных ассортиментных групп и рекомендовано для детского и лечебного питания.

Конечный рынок в любом случае является главным фактором выбора преимуществ любой из систем. Рынок целой тушки не подразумевает на сегодняшний день большую дифференциацию качества, хотя показательно, что обесперивание лучше происходит при использовании системы газового оглушения. Кроме того, в пользу CAS-системы говорят и более высокие качество филе грудки и ножек, а электрооглушение показывает лучшие результаты на примере крыльев [134]. Хотя здесь также имеется в виду оглушение при отсутствии кислорода. Тем не менее, важно акцентировать, что эти тенденции являются общими и отдельные случаи могут давать результаты, которые не согласуются с ними.

Таким образом, внедрение новых способов и методов оглушения тесно связано с оценкой качественных показателей, а с учетом современных тенденций по максимальному и рациональному использованию сырьевых ресурсов, обеспечения продовольственной безопасности и высокой биологической ценности весьма важна оценка функционально-технологических свойств сырья и продуктов, определяющих ассортиментный перечень и потребительские свойства.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Объекты исследований

В настоящее время в России оборудование для убоя птицы в контролируемой газовой среде представлено на ООО «Белгранкорм» (в структуре холдинга имеются предприятия, использующие также и традиционный способ оглушения птицы – электрическим током). Наличие установок электрического и газового оглушения на базе предприятия позволило провести сравнительные исследования в условиях реального производства.

Для проведения анализа качественных характеристик и функционально-технологических свойств мяса птицы, полученного от убоя с различными способами оглушения, в условиях ООО «Белгранкорм» сравнивали цыплят-бройлеров кросса Кобб, выращенных в одинаковых условиях (режим кормления, поения и содержания) на одной из птицефабрик ООО «Белгранкорм»: посаженных на выращивание в один корпус и поставленных на убой в один и тот же день в возрасте 41 день. Средняя живая масса цыплят составлял 2,150 кг.

При отлове образцы сажались в контейнеры (по 280 голов) и направлялись на два завода по убою и переработке, расстояние между которыми составляет 200 метров (одно производство оснащено установкой электрооглушения НДП-4,5F, второе – установкой газового оглушения CAS-1000).

Таким образом, птица была абсолютно идентична и однородна. Проводили по три-пять повторов всех видов исследований на двух партиях таких цыплят по 280 голов.

Цыплята-бройлеры соответствовали ГОСТ Р 52837-2007 Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия.

Оглушение, убой и обработку птицы проводили в условиях реального производства ООО «Белгранкорм» на двух предприятиях. Подробная технологическая схема описана в разделе 3.1 настоящей работы.

Образцы мяса цыплят-бройлеров для исследований отбирали по ГОСТ Р 51447-99 Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб [31].

## **2.2. Схема экспериментальных исследований**

Основная часть экспериментальных исследований и практических разработок выполнена в ФГБОУ ВПО «Воронежский университет инженерных технологий» в научно-исследовательских лабораториях кафедр технологии продуктов животного происхождения, машин и аппаратов пищевых производств, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, аналитической и физической химии, технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств.

Этапы исследований проводились в лабораториях «Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», областной ветеринарной лаборатории, центре стратегического развития научных исследований ВГУИТ, испытательном лабораторном центре ИЛЦ ГУ ВНИИПП, ФГБУ «Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория» («Белгородская МВЛ»), а также производственной лаборатории ООО «Белгранкорм».

Исследования проводились согласно схемы, указанной на рисунке 2.1:

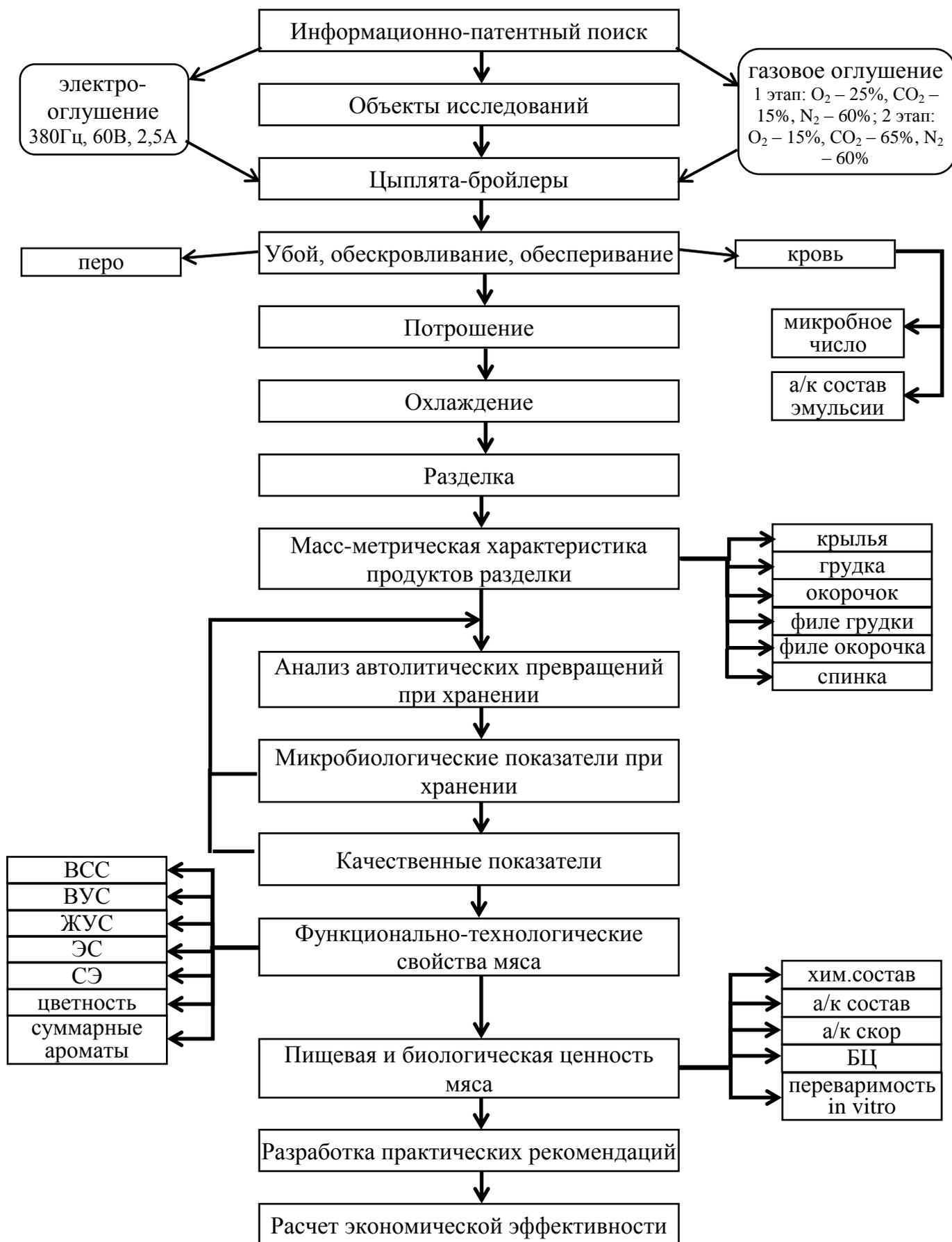


Рисунок 2.1 – Схема экспериментальных исследований

### **2.3. Условия проведения экспериментальных исследований**

Исследования с целью проведения сравнительного анализа свойств мяса птицы, полученного от убоя с использованием газового и электрического оглушения, проводили в условиях реального производства – на предприятиях ООО «Белгранкорм», в условиях лаборатории ФГБОУ ВПО «Воронежский университет инженерных технологий», испытательного лабораторного центра ИЛЦ ГУ ВНИИПП и ФГБУ «Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория» («Белгородская МВЛ»).

Определение химического состава мяса птицы при газовом и электрическом оглушении проводили в производственной лаборатории ООО «Белгранкорм», лаборатории ВГУИТ и ИЛЦ ГУ ВНИИПП в трех-пяти повторностях. В качестве результата показывали усредненные данные.

Микробиологические показатели мяса птицы определяли в производственной лаборатории ООО «Белгранкорм» и ФГБУ «Белгородская МВЛ».

Сроки годности мяса птицы в зависимости от способа оглушения, сравнительный анализ органолептических показателей, а также массометрический анализ птицепродуктов при разделке осуществляли в производственной лаборатории ООО «Белгранкорм».

Сравнительное исследование особенностей автолитических изменений в мясе цыплят-бройлеров и его функционально-технологических свойств при газовом и электрическом оглушении проводили в производственной лаборатории ООО «Белгранкорм», научно-исследовательской лаборатории ВГУИТ.

### **2.3.1. Описание установки для оглушения птицы электрическим током**

Оборудование электрического оглушения установлено на производстве по забою и глубокой переработке птицы (Ракитное – 1) Белгородской области. Производительность линии убоя – 9000 голов в час. Введено в эксплуатацию в 2006 году. Изготовитель оборудования – Stork Food System (Нидерланды).

*Общая характеристика установки электрооглушения. Область применения*

Система HDII-4,5F была разработана специалистами фирмы Stork Food System. От качества оглушения зависит полнота обездвиживания и обескровливания птицы. Использование электричества гарантирует эффективное оглушение, являющееся важным условием для последующего выполнения аккуратного разреза и равномерного обескровливания тушки.

Переменное напряжение в аппарате оглушения имеет бесступенчатую регулировку частоты и соответствует всем законодательным нормам и требованиями.

Высота аппарата оглушения быстро и легко настраивается под разные размеры птицы, а водяная ванна имеет автоматическую регулировку уровня.

При оглушении током повышенной частоты значительно уменьшаются нарушения сердечной деятельности, наблюдающиеся обычно при оглушении током промышленной частоты и нередко вызывающие паралич сердечной мышцы.

*Преимущества*

- Подходит для всех видов птицы
- Бесступенчатая регулировка переменного напряжения
- Надежный метод эффективного оглушения
- Безопасность процесса

*Описание процесса*

Птица после выгрузки из транспортировочных контейнеров поступает на установку для навешивания карусельного типа. Для снижения предубойного стресса птицы с момента навески птицы до ее оглушения на всем протяжении линии установлена пластина – «успокоитель» для поглаживания грудки птицы.

После навешивания птицы на подвесной конвейер она поступает в ванну электрического оглушения. Длина ванны – 4,5 метра. Продолжительность оглушения цыплят – бройлеров 20 сек. Одновременно в ванне оглушения находится 30 голов птицы.

Подвешенная на подвесках линии убоя птица проводится через оглушитель (рисунок 2.2; подробная схема системы электрооглушения НДП-4,5F приведена в Приложении 5). В нем имеется ванна с водой, в которую подается ток. Электрическая цепь замыкается через голову птицы, подвески и направляющие подвесок.

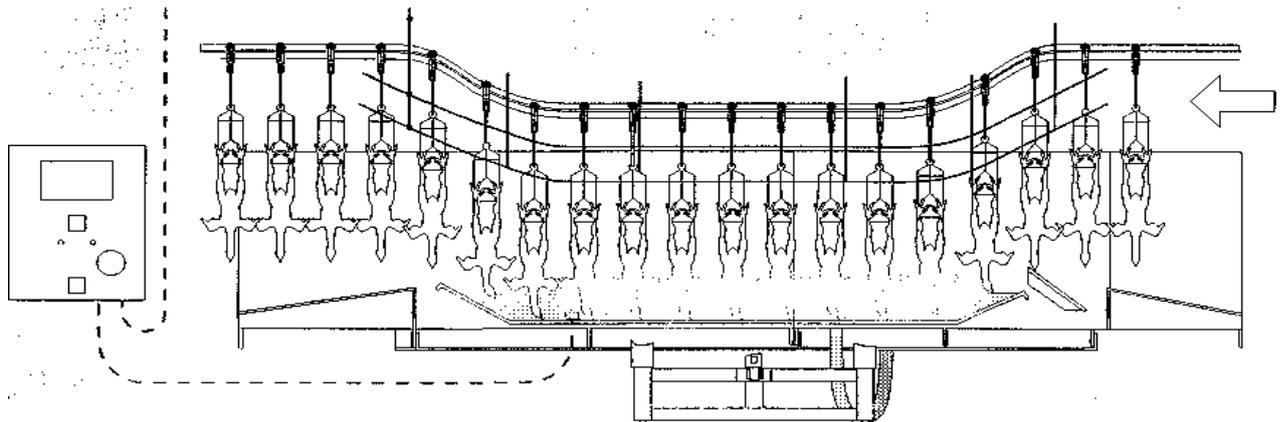


Рисунок 2.2 – Установка системы электрического оглушения НДП-4,5F

На нисходящей секции подвесного контейнера птица окунается в воду, после чего происходит ее оглушение. В конце водяной ванны цыплята выводятся из воды на восходящей секции подвесного контейнера.

Параметры оглушения: частота электрического тока 380 Гц, напряжение 60-70 В и сила тока 2-2,5 А. Правильная сила оглушения важна для получения оптимального оглушения. Сила оглушения регулируется путем изменения напряжения (В) и частоты (Гц). Оператор, ответственный за участок оглушения, проверяет силу оглушения по количеству птицы с глазным

рефлексом (на роговой оболочке глаза) или по количеству птицы, не проявляющей признаков жизни спустя 1,5 минуты после оглушения [67].

Оглушенная птица поступает к «киллеру» – установке для убоя Stork K15, перерезающей кровеносные сосуды на шее, и затем проходит над ванной стока крови в и направляется на дальнейшие технологические операции. Подробное описание всех технологических операций приведено в главе 3.1.

### **2.3.2. Описание установки для оглушения птицы в регулируемой газовой среде**

Оборудование оглушения птицы в регулируемой газовой среде установлено на производстве по забою и глубокой переработке птицы (Ракитное – 2) Белгородской области. Производительность линии убоя – 12000 голов в час. Введено в эксплуатацию в 2013 году. Изготовитель оборудования – Stork Food System (Нидерланды).

#### *Общая характеристика. Область применения*

Система CAS (Controlled Atmosphere Stunning) была разработана специалистами фирмы Stork Food System (одно из подразделений компании Marel Stork Poultry Processing B.V.) на основе научных исследований в различных университетах в результате поиска альтернативы традиционному способу электрического оглушения птицы (как бройлеров, так и индеек).

Первая подобная система была введена в эксплуатацию в 1996 году. С тех пор система CAS, в полной мере отвечающая требованиям действующего законодательства, широко используется в странах Европейского Союза, а также за его пределами, включая США и Австралию.

Хорошо зарекомендовавшая себя концепция Multiphase CAS была оптимизирована за счет выстраивания системы в единую горизонтальную линию. Сбалансированный поток обеспечивает улучшенную регулируемость газовой смеси в процессе оглушения, гарантируя тем самым высокое качество

конечного продукта. Точная концентрация смеси рядом с каждым бройлером непрерывно отслеживается и отображается на дисплее.

### *Преимущества*

CAS-система имеет ряд привлекательных преимуществ по сравнению со стандартным методом электрооглушения:

- нет снижения качества тушек из-за кровоизлияний и переломов костей,
- улучшается нежность филе груди и бедра,
- птица полностью находится без сознания в момент навешивания, убоя и обескровливания,
- наилучшие условия труда и эргономии рабочих,
- режим многофазного оглушения,
- сбалансированный ввод газа в конечную смесь,
- точная регулировка состава газовой смеси в каждой секции,
- более гуманное обращение с животными и высокое качество продукции,
- подходит для обработки широкого спектра пород различного веса.

### *Установка и положение в линии*

Система CAS-1000 (A8105) интегрирована в систему подачи контейнеров (GP) линии приемки птицы и подачи на убой. Из контейнеров птица поступает на конвейер, который ведет их сквозь туннели системы оглушения.

В системе CAS происходит глубокое оглушение птицы газовой смесью, состоящей из диоксида углерода, кислорода и азота, благодаря чему птица при убое и стекании крови находится в бессознательном состоянии.

CAS-система работает на основе многофазного принципа, в котором оптимальное оглушение достигается без появления судорог. Общее время пребывания в камере оглушения составляет 3 минуты. В целом, в системе CAS могут применяться различные газовые смеси и их концентрации.

CAS-установка отвечает всем действующим требованиям безопасности.

Благодаря модульной конструкции системы, есть возможность внести коррективы в мощности по переработке.

### Компоненты системы

Основные компоненты системы оглушения указаны на рисунке 2.3. Подробная схема системы газового оглушения CAS-1000 приведена в Приложении 4.

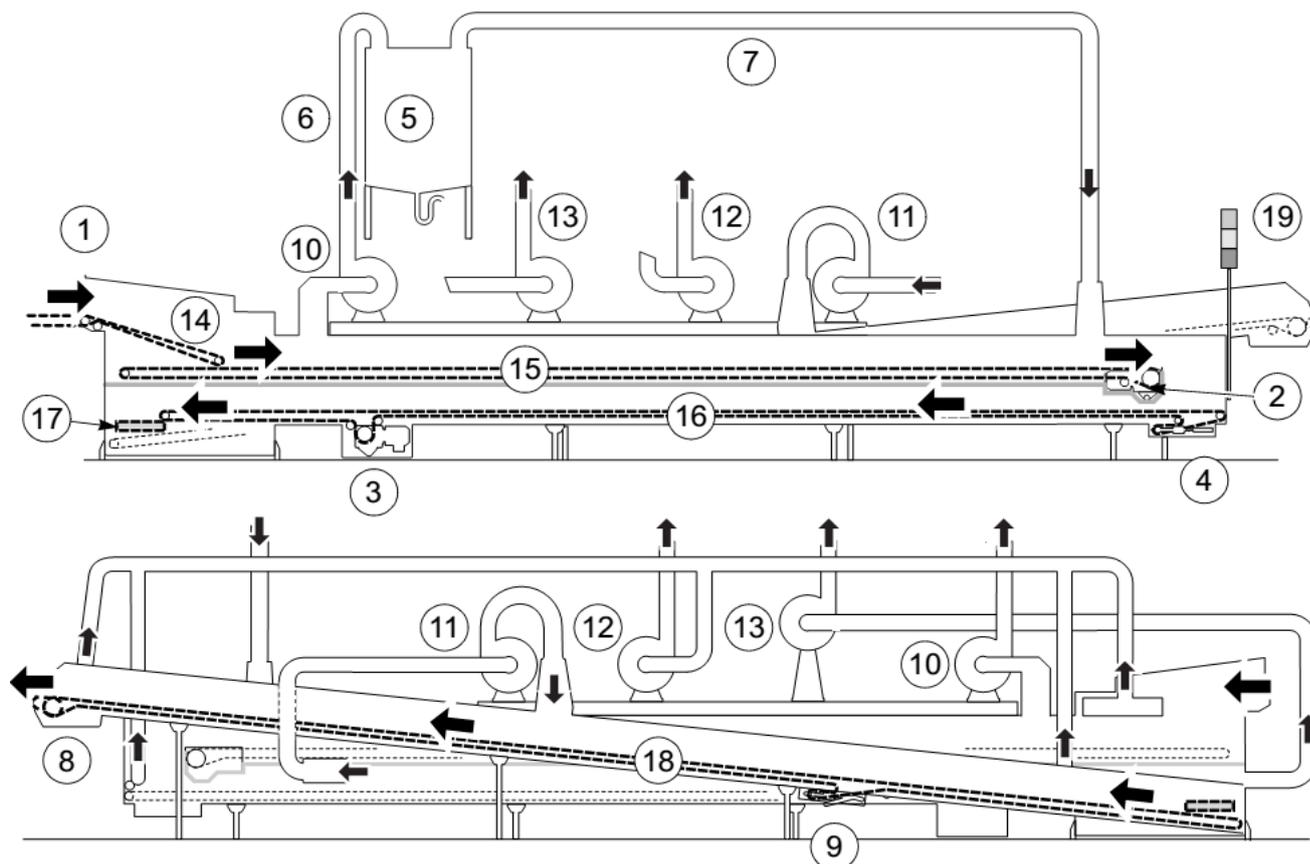


Рисунок 2.3 – Компоненты системы CAS-1000, вид справа и слева

- |  |   |
|--|---|
| 1. Загрузочная секция  | 11. Вентилятор для прокачки газовой смеси второй фазы                                     |
| 2. Мотор-редуктор верхнего транспортера  | 12. Вентилятор для непрерывной откачки газовых смесей на входной и выходной стороне       |
| 3. Мотор-редуктор нижнего транспортера   | 13. Вентилятор для откачки газовых смесей в экстренных ситуациях и после окончания работы |
| 4. Натяжной механизм нижнего транспортера                                      | 14. Загрузочный транспортер   |
| 5. Буферный резервуар газовой смеси первой фазы                                | 15. Верхний транспортер оглушения   |
| 6. Труба подачи газовой смеси второй фазы в буферный резервуар                 | 16. Нижний транспортер оглушения  |
| 7. Труба подачи газовой смеси второй фазы из буферного резервуара              | 17. Поперечный транспортер  |
| 8. Мотор-редуктор подъемного транспортера                                      | 18. Подъемный транспортер   |
| 9. Натяжной механизм подъемного транспортера                                   | 19. Звуковой сигнализатор и проблесковый световой сигнализатор                            |
| 10. Вентилятор для прокачки газовой смеси первой фазы через буферный резервуар |   |

### *Описание процесса*

Прежде, чем птица поступает в CAS-установку, работник проводит на специально оборудованном месте визуальный осмотр, который позволяет отбраковать птицу, павшую при транспортировке.

Птица с транспортеров выгрузки системы подачи GP через загрузочный транспортер 14 поступает на верхний транспортер 15. На верхнем транспортере, в ходе первой фазы оглушения, птица подвергается воздействию газовой смеси, состоящей из 15% CO<sub>2</sub>, 25% O<sub>2</sub> и 60% N<sub>2</sub><sup>1</sup>. Во время этой фазы птица, вдыхая воздушную смесь с повышенным содержанием кислорода, полностью расслабляется, приходя в состояние «блаженства», умиротворения.

На второй фазе оглушения птица поступает на нижний транспортер 16. Здесь производится более глубокое оглушение, благодаря чему птица при забое и стекании крови находится в бессознательном состоянии. Оглушение происходит с помощью газовой смеси, состоящей из 65% CO<sub>2</sub>, 10% O<sub>2</sub> и 20% N<sub>2</sub>. По окончании процесса оглушения птица, вдохнувшая достаточное количество углекислоты, засыпает и больше не приходит в сознание, в отличие от оглушения электрическим током.

Далее птица с помощью поперечного транспортера 17 и подъемного транспортера 18 подается на установку карусельного типа для навешивания на подвесной конвейер. Здесь соблюдается принцип FIFO («первый пришел – первый ушел»).

В состав системы CAS входят четыре вентилятора: вентилятор 10 – для прокачки газовой смеси первой фазы через буферный резервуар 5; вентилятор 11 – для прокачки газовой смеси второй фазы; вентилятор 12 – для постоянной откачки газовых смесей, которые иначе могли бы выходить с входной и выходной стороны; вентилятор 13 – для откачки обеих газовых смесей в экстренных ситуациях и во время процедуры остановки системы.

---

<sup>1</sup> Азот специально в камеру не подается, здесь имеется в виду азот из атмосферного воздуха (атмосферный воздух состоит из 20,9% O<sub>2</sub>, 0,03% CO<sub>2</sub>, 79% N<sub>2</sub> и небольшого количества инертных газов).

Труба возврата 6 из системы CAS в буферный резервуар 5 оснащена разбрызгивателем для увлажнения газовой смеси.

### *Спецификация*

Производительность системы 12000 голов в час.

Расчетный вес 1 головы – 3 кг в живом весе.

Максимальный проектный расход газа:

- CO<sub>2</sub> – 437 кг/час (0,012 кг/гол.)
- O<sub>2</sub> – 71 кг/ч (0,0020 кг/гол.)

Фактический расход газа (на основе среднего расхода, измеренного в течение года):

- CO<sub>2</sub> – 0,009 кг/гол.
- O<sub>2</sub> – 0,0015 кг/гол.

Условия для газа:

- CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> используются только в газообразном состоянии (не жидкость);
- качество газа соответствует стандарту для пищевых газов: CO<sub>2</sub> – ГОСТ 8050-85, O<sub>2</sub> – ГОСТ 6331-78 с изм. 1,2,3, сорт 1;
- оптимальная температура газов, присутствующих в системе, должна быть 15-20°C; температура не может быть ниже 0°C.

Поток газа:

- максимальный поток CO<sub>2</sub> – 1000 кг / час (в течение 5 мин.);
- максимальная продувка нисходящего потока O<sub>2</sub> в фазе запуска 200 м<sup>3</sup>/ч. (в течение 5 мин.).

Связи:

- входные соединения на блоке управления:
  - CO<sub>2</sub> – 3/4"; O<sub>2</sub> – 1/2";
  - сжатый воздух – 1/2"
- минимальное и максимальное давление подаваемого газа к блоку управления, должны быть соответственно 7 бар и 10 бар [65].

## 2.4. Методы исследований

### 2.4.1. Общие методы исследований

#### 2.4.1.1. Масс-метрический анализ

Масс-метрический анализ птицепродуктов при убое и разделке проводили в условиях производств мясоперерабатывающего комплекса «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм».

Для анализа брали две партии цыплят-бройлеров, по 250-280 голов каждая, одна партия оглушалась на производстве по забою и глубокой переработке птицы (ПЗ и ГПП) (Ракитное 1) электрическим током и на другом производстве – ПЗ и ГПП (Ракитное 2) – в газовой среде. Каждого измерения проводили по пять повторов в разные дни забоя (партии птицы с разных площадок по выращиванию). Для анализа использовалась птица, как указано в главе 2.1. настоящей работы, одного кросса из одной партии.

Весовые данные, указанные в таблице, приведены в расчете на одну голову птицы (средний расчет по результатам всех испытаний). Выход продукции, %, считался как отношение разницы между начальным значением живого веса и конечным значением к начальному (выход мяса тушек во всех случаях) или как отношение веса конкретного продукта к живому весу птицы (кровь, перо) или к весу охлажденных тушек (крылья, грудка, филе, окорочок, кости).

Взвешивание живой птицы осуществлялось на контейнерных весах Stork, установленных на линии приемки птицы. Контроль правильности взвешивания проверялся (дублировался) на весах напольных ВТ и Marel. На этих же весах взвешивали тушки целые после операций обескровливания, обесперивания, охлаждения. Кроме того, тушки целые после охлаждения дополнительно

взвешивались на подвесной встроенной в линию сортировки весовой планке. Продукты разделки взвешивали на весах Marel M2000.

#### **2.4.1.2. Определение массовой доли влаги**

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 31107-2002 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги [3, 30, 28].

Массовую долю влаги ( $X$ , в %) рассчитывают по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) * 100 / (m_1 - m_0) \quad (2.1)$$

где:  $m_0$  - масса бюксы с песком, г;

$m_1$  - масса бюксы с навеской и песком до высушивания, г;

$m_2$  - масса бюксы с навеской и песком после высушивания, г.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не превышали 0,5 %. Вычисления проводили до первого десятичного знака.

#### **2.4.1.3. Определение массовой доли жира**

Массовую долю жира определяли путем экстрагирования (методом Сокслета) по ГОСТ 23042-86 Мясо и мясные продукты. Метод определения жира [3, 21].

Массовую долю жира ( $X$ ) в процентах рассчитывали по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) * 100 / m \quad (2.2)$$

где:  $m$  – масса исследуемого образца, г;

$m_1$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца до экстракции, г;

$m_2$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца после экстракции, г.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые

расхождения между которыми не превышали 0,5 %. Вычисление проводили до первого десятичного знака.

#### **2.4.1.4. Определение массовой доли белка**

Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля в соответствии с рекомендациями [3].

Метод определения азота основан на минерализации органических соединений с последующим определением азота по количеству образовавшегося аммиака.

Количество общего азота рассчитывали по формуле:

$$X = 0,014 * (V-V_1) * K * V_2 * 100 / (a * V_3) \quad (2.3)$$

где: X – количество общего азота, %;

0,014 – количество азота, эквивалентное 1 см<sup>3</sup> 0,1М раствора гидроксида натрия, г;

V – объем 0,1М раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование объема кислоты в приемной колбе, см<sup>3</sup>;

V<sub>1</sub> – объем 0,1М раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование избыточного количества кислоты, см<sup>3</sup>;

K – коэффициент пересчета на точно 0,1М раствора гидроксида натрия;

V<sub>2</sub> – объем минерализата после разведения, см<sup>3</sup>;

a – масса навески, г;

V<sub>3</sub> – объем минерализата, взятый для отгонки аммиака, см<sup>3</sup>;

#### **2.4.1.5. Анализ фракционного состава белков**

Фракционный состав белков определяли Биуретовым методом на базе лаборатории ВГУИТ. Для того чтобы определить содержание белка в любой из фракций мышечной ткани, нужно снять показания оптической плотности D<sub>1</sub>, найти это значение на оси ординат калибровочного графика и определить

соответствующую концентрацию на оси абсцисс [6]. Массовую долю водо-, соле- и щелочерастворимых белковых фракций (%) определяли по формуле:

$$X = 100 * (c * V) / m \quad (2.4)$$

где:  $c$  – концентрация белка, найденная по калибровочному графику, мг/см<sup>3</sup>;

$V$  – объем пробы после экстрагирования соответствующей белковой фракции, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески мышечной ткани, мг.

#### **2.4.1.6. Определение влагосвязывающей способности (ВСС)**

Массовую долю связанной влаги по [3] в образце вычисляли по формуле:

$$X_1 = (M - 8,4S) \cdot 100 / m_0 \quad (2.5)$$

где:  $X_1$  – массовая доля связанной влаги в мясном фарше, % к массе мяса;

$M$  – общая масса влаги в навеске, мг;

$S$  – площадь влажного пятна, мг;

$m_0$  – масса навески мяса, мг.

#### **2.4.1.7. Определение влагоудерживающей способности (ВУС)**

Навеску тщательно измельченного мяса массой 4-6 г равномерно наносили стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Его плотно закрывали пробкой и помещали узкой частью вниз на водяную баню при температуре кипения на 15 минут, после чего определяли массу выделившейся влаги по числу делений на шкале жиромера.

Влагоудерживающая способность мяса (%):

$$ВУС = В - ВСС \quad (2.6)$$

Влаговыделяющая способность мяса (%):

$$ВСС = anm^{-1} * 100 \quad (2.7)$$

где:  $B$  – общая массовая доля влаги в навеске, %;

$a$  – цена деления жиромера;  $a = 0,01 \text{ см}^3$ ;

$n$  – число делений на шкале жиромера;

$m$  – масса навески, г.

#### **2.4.1.8. Определение жиродерживающей способности (ЖУС) [5]**

Навеску измельченного мяса помещали в бюкс и высушивали до постоянной массы при температуре  $150^\circ\text{C}$  в течение 1,5 ч. После высушивания брали навеску массой 2 г, помещали в фарфоровую ступку, добавляли в ступку 2,5 г ( $1,6 \text{ см}^3$ ) мелкого прокаленного песка и 6 г ( $4,3 \text{ см}^3$ )  $\alpha$ -монобромнафталина. Содержимое ступки тщательно растирали в течение 4 мин и фильтровали через складчатый бумажный фильтр.

Испытуемый раствор (3-4 капли) равномерно наносили стеклянной палочкой на нижнюю призму рефрактометра. Призмы закрывали, скрепляли винтом. Луч света направляли при помощи зеркала на призму рефрактометра, устанавливая зрительную трубу так, чтобы были отчетливо видны пересекающиеся нити (алиада). Алиаду передвигали до тех пор, пока граница между освещенной и темной частями не совпала с точкой пересечения нитей, отсчитывали показатель преломления. Одновременно определяли показатель преломления  $\alpha$ -монобромнафталина.

Определения проводили в трех повторях, при расчете использовали средние данные.

Жиродерживающую способность (%) находили по формуле:

$$\text{ЖУС} = g_1 g_2^{-1} * 100 \quad (2.8)$$

где:  $g_1$  – массовая доля жира в навеске после термообработки, %;

$g_2$  – массовая доля жира в навеске до термообработки, %.

Массовая доля жира в навеске (%):

$$g = [10^4 \alpha (n_1 - n_2) m_1] / m \quad (2.9)$$

где:  $\alpha$  – коэффициент, характеризующий такое содержание жира в растворителе, которое изменяет показатель преломления на 0,0001%;

$n_1$  и  $n_2$  – показатели преломления соответственно чистого растворителя и испытуемого раствора;

$m_1$  – масса 4,3 см<sup>3</sup>  $\alpha$ -монобромнафталина, г;

$m$  – масса навески, г.

#### **2.4.1.9. Определение эмульгирующей способности и стабильности эмульсии**

Навеску измельченного мяса массой 7 граммов суспензировали в 100 см<sup>3</sup> воды в гомогенизаторе при частоте вращения 66,6 с<sup>-1</sup> в течение 60 секунд. Затем добавляли 100 см<sup>3</sup> рафинированного подсолнечного масла, и смесь эмульгировали в гомогенизаторе при частоте вращения 1500 с<sup>-1</sup> в течение 5 мин. После этого эмульсию разливали в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см<sup>3</sup> и центрифугировали при 500 с<sup>-1</sup> в течение 10 мин. Далее определяли объем эмульгированного масла.

Эмульгирующая способность (%):

$$\text{ЭС} = V_1/V * 100 \quad (2.10)$$

где:  $V_1$  – объем эмульгированного масла, см<sup>3</sup>;

$V$  – общий объем масла, см<sup>3</sup>.

Стабильность эмульсии определяли путем нагревания при температуре 80°С в течение 30 мин и охлаждения водой в течение 15 мин. Затем заполняли эмульсией 4 калибровочные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см<sup>3</sup> и центрифугировали при частоте вращения 500 с<sup>-1</sup> в течение 5 мин. Далее определяли объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии (%):

$$\text{СЭ} = V_1/V_2 * 100 \quad (2.11)$$

где:  $V_1$  – объем эмульгированного масла,  $\text{см}^3$ ;  
 $V_2$  – общий объем эмульсии,  $\text{см}^3$ .

#### ***2.4.1.10. Исследование особенностей автолитических изменений***

Сравнительное исследование особенностей автолитических изменений в мясе цыплят-бройлеров при газовом и электрическом оглушении проводили в лаборатории ВГУИТ, а также в производственной лаборатории МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм» на портативном рН-метре KL-013М и стационарном рН-метре KL-013А потенциометрическим методом согласно рекомендациям [3].

Гликоген определяли методом ВЭЖХ [5] следующим образом: 0.5 г образца мышечной ткани нагревали вместе с 4,5 мл метанола и метилатон натрия в течение 1 часа в сосуде с обратным холодильником. После охлаждения до комнатной температуры, добавляли 1 ионообменник в кислотной форме и тщательно перемешали в течение 1 минуты. После такой обработки, супернатант становился нейтральным. Этот супернатант использовали для анализа.

Определение глюкозы [6]. В коническую колбу помещали  $20 \text{ см}^3$  вытяжки, добавляли по  $20 \text{ см}^3$  реактивов А и Б, ставили полученную смесь на электроплитку (на асбест), нагревали до кипения и кипятили 3 мин. В результате выпадал красный осадок оксида меди. Жидкость над осадком имела синий цвет.

Массовую долю глюкозы (%) рассчитывали по формуле

$$x = \frac{hV \cdot 100}{Vm \cdot 1000} \quad (2.12)$$

где:  $h$  – количество глюкозы во взятой вытяжке, мг;  
 $V$  – объем всей вытяжки,  $\text{см}^3$ ;

100-перевод в проценты;

$V_1$  – объем вытяжки, взятой для определения,  $\text{см}^3$ ;

$m$  – масса навески, г;

1000 – перевод миллиграммов в граммы.

Пируват определяли колориметрическим методом по Умбрайту [5] следующим способом: в пробирку отмеривали 1,8 мл 10%-го раствора ТХУ, добавляли 0,2 мл крови микропипеткой. Микропипетку несколько раз промывали содержимым пробирки, тщательно взбалтывали и оставляли стоять 10 мин для осаждения белков; затем фильтровали. Далее брали 2 пробирки – в первую переносили 1 мл фильтрата, во вторую – 1 мл дистиллированной воды. В обе пробирки добавляли по 0,5 мл 0,1%-го раствора 2,4-ДНФГ, перемешивали и через 5 мин добавляли 2,5 мл водонасыщенного толуола. Содержимое пробирок встряхивали в течение 1 мин и оставляли стоять для расслоения. Из верхнего толуолового слоя отбирали пипеткой по 1 мл жидкости и переносили в сухие пробирки. В обе пробирки добавляли по 2 мл 2,5%-го спиртового раствора щелочи. Через 10 мин образовалось красно-розовое окрашивание. 1-я пробирка – опыт, 2-я – контроль. Опытную пробу фотоколориметрировали на ФЭКе со светофильтром № 4 в кюветах с толщиной слоя 1 см против контроля.

Содержание пирувата в пробе определяли по калибровочному графику, построенному по стандартным растворам ПВК.

#### ***2.4.1.11. Органолептический анализ бульона***

Запах мясного бульона определяли в процессе нагревания до 80-85°C в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы.

Для определения прозрачности брали 20  $\text{см}^3$  бульона, наливали в мерный цилиндр диаметром 20 мм и вместимостью 25  $\text{см}^3$  и рассматривали.

Вкус бульона определяли органолептически в соответствии с рекомендациями [27]

Органолептические показатели качества приготовленных (сваренных) изделий определяли в соответствии с ГОСТ 9959 [21], а также рекомендациями [3].

#### **2.4.1.12. Биологическая ценность мяса**

Для определения биологической ценности мяса птицы оценивали его аминокислотный состав, для чего предварительно проводили гидролиз продуктов соляной кислотой концентрацией 6 моль/дм<sup>3</sup>. Аминокислотный состав и содержание свободных аминокислот определяли методом ионнообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА Т-339 (Чехия), согласно инструкции к прибору и рекомендациями [3]. Разделение аминокислот проводили на аналитической колонке, заполненной ионнообменной смолой «Ostion LGFA» со ступенчатым элюированием тремя натрий-цитратными буферами с различными значениями рН (3,50; 4,45; 9,50).

Результаты исследований регистрировали по окончании цветной реакции в форме пиков абсорбции света элюатом из колонки.

По расположению пиков судили о наличии индивидуальных аминокислот в гидролизате, а по площади пиков – об их количественном содержании.

Массовую долю аминокислот (X, % к сухому веществу) рассчитывали по формуле:

$$X = (S_N * M * 50 * 10 * 10^{-9}) / (S_{ST} * m) \quad (2.13)$$

где:  $S_N$  – площадь пика соответствующей кислоты на аминограмме, см<sup>3</sup>;

$S_{ST}$  – площадь пика стандартного раствора аминокислоты, см<sup>3</sup>;

M – молекулярная масса аминокислоты;

50 – степень разведения;

$10 * 10^{-9}$  – концентрация аминокислоты в стандартном растворе, нмоль/дм<sup>3</sup>;

m – масса навески образца, г.

Оценку аминокислотной сбалансированности и биологической ценности продуктов проводили по следующим показателям: аминокислотный скор продуктов; коэффициент различия аминокислотного сора; биологическая ценность пищевого белка, показатель сопоставимой избыточности [3, 46, 47, 48].

Значения аминокислотного сора определяли по формуле:

$$C_j = (A_j / A_{эj}) * 100 \quad (2.14)$$

где:  $A_j$  – содержание  $j$ -той незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте, г/100 г белка;

$A_{эj}$  – содержание  $j$ -той незаменимой аминокислоты, соответствующее физиологической норме (эталону), г/100 г белка.

Коэффициент различия аминокислотного сора рассчитывали по формуле:

$$КРАС = (\Sigma \Delta PАС_j) / n \quad (2.15)$$

где:  $\Delta PАС_j$  – различие аминокислотного сора  $j$ -той аминокислоты;

$n$  – количество незаменимых аминокислот.

$$\Delta PАС_j = C_j - C_{\min} \quad (2.16)$$

где:  $C_{\min}$  – минимальный скор незаменимой аминокислоты оцениваемого белка по отношению к физиологической норме.

Биологическую ценность пищевого белка (%) определяли по формуле:

$$БЦ = 100 - КРАС \quad (2.17)$$

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава имеет практическое значение, так как возможность утилизации организмом аминокислот предопределена минимальным скором одной из них.

Коэффициент утилитарности рассчитывали по формуле:

$$U = C_{\min} * (\sum A_j a_j / \sum A_j) \quad (2.18)$$

Показатель сопоставимой избыточности определяли по формуле:

$$\sigma_c = (\sum (A_j - A_{эj} * C_{\min})) / C_{\min} \quad (2.19)$$

Содержание минеральных веществ (микроэлементов) определяли методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрофотометре, а также расчетным методом [3, 81].

Для определения кальция и магния использовались трилонометрические методы, фосфор определяли калориметрическим методом с использованием молибден-ванадиевого реактива [3].

Витамины определяли по общепринятым методикам, а также расчетным методом. Витамин В1 (тиамин) – флуориметрическим методом; витамин В2 (рибофлавин) – флуориметрическим методом (люминоф-лавинный вариант); витамин РР (ниацин) – колориметрическим методом [3, 42, 51, 81].

Переваримость белков продуктов из мяса птицы пищеварительными ферментами определяли по методу Покровского-Ертанова (*in vitro*) [3] с использованием системы пепсин-трипсин, позволяющей оценить скорость ферментативного гидролиза опытных образцов. Основой метода является ферментативный гидролиз в условиях, при которых доступность атакуемых пептидных связей определяется не только свойствами белка, но и дополнительными факторами, связанными со структурой и химическим составом пищевого продукта.

Метод заключается в последовательном воздействии на белковые вещества исследуемого объекта системой протеиназ, состоящей из пепсина и

трипсина, при непрерывном перемешивании и удалении из сферы реакции продуктов гидролиза диализом. К достоинствам метода относится отсутствие ингибирования реакции низкомолекулярными пептидами и свободными аминокислотами.

Гидролиз проводили в специальном приборе, состоящем из нескольких ячеек, каждая из которых имеет наружный и внутренний сосуды, разделенные полупроницаемой мембраной.

Степень атакуемости белков в составе исследуемого продукта оценивают по нарастанию продуктов гидролиза в результате ферментативного переваривания. Значения концентрации тирозина, определенные по калибровочному графику, пересчитывают на общий объем жидкости наружного и внутреннего сосудов, а затем суммируют. Из концентрации тирозина, характеризующей степень гидролиза, вычитают показатели, полученные в контрольных опытах: первый контроль – раствор фермента; второй контроль – взвесь анализируемого продукта в буферном растворе.

Расчеты проводили по формуле:

$$K = A - B - C \quad (2.20)$$

где:  $K$  – нарастание продуктов гидролиза вследствие действия протеолитического фермента,  $\text{мкг}/\text{см}^3$ ;

$A$  – концентрация продуктов гидролиза в переваре,  $\text{мкг}/\text{см}^3$ ;

$B$  – концентрация тех же продуктов во взвеси пищевого продукта,  $\text{мкг}/\text{см}^3$ ;

$C$  – концентрация тех же продуктов в растворе фермента,  $\text{мкг}/\text{см}^3$ .

Накопление продуктов гидролиза определяли по цветной реакции Лоури [3].

## 2.4.2. Специальные методы исследований

### 2.4.2.1. Микробиологические методы исследований и оценка качества и безопасности

Сравнение сроков годности мяса птицы в зависимости от способа огушения проводили в производственной лаборатории мясоперерабатывающего комплекса «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм».

Органолептические показатели качества проводили в соответствии с ГОСТ 9959 [27], а также рекомендациями [3].

Для более детального изучения отличий микробиологических показателей, в ФГБУ «Белгородская МВЛ» проводили исследования (по пять на каждой пробе) на наличие патогенных микроорганизмов, а также на общее количество микроорганизмов на поверхности мяса. Для анализа брали тушки целые и печень (как наиболее «загрязненный» продукт).

На анализ сдавали продукцию, полученную от убоя птицы от одной партии, но выращенную на пяти различных площадках. Данные приведены усреднённо по всем исследованиям.

Бактериологические исследования проводили по ГОСТ 9958 [68].

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов – по ГОСТ 10444.15; бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий) – по ГОСТ Р 50474; бактерий рода *Salmonella* – по ГОСТ Р 50480; бактерий *Listeria monocytogenes* – по МУК 4.2.1122 [3, 68].

Определение безвредности и биологической активности на тест культуре *Paramecium caudatum* проводили по методике [19].

Оценку безопасности продуктов из мяса птицы (наличие / отсутствие токсичных элементов) проводили по ГОСТ 26927 (ртуть), ГОСТ 26930 (мышьяк), ГОСТ 26932 (свинец), ГОСТ 26933 (кадмий) [21, 25, 26].

#### **2.4.2.2. Гистоморфологические исследования**

Исследования микроструктуры мясного сырья проводили по ГОСР Р 50372-92 [30] и рекомендациям [3, 80].

Для гистоморфологического исследования отбирали образцы грудных и бедренных мышц бройлеров размером 10\*10\*5 мм, вырезанные перпендикулярно к расположению мышечной ткани, в глубь мышечной ткани из грудной и бедренной частей тушек, которые затем были зафиксированы в 10-12%-ном растворе нейтрального формалина в течение 5-7 дней. Далее они по общепринятой методике обезвоживались в спиртах восходящей концентрации, обезвоженные образцы заливались в парафин. Из парафиновых блоков на санном микротоме изготавливались срезы толщиной 7-10 мкм. Для окрашивания использовали гематоксилин-эозин. В качестве ядерного красителя использовали квасцовый гематоксилин Бёмера, а в качестве основного – спиртовой эозин.

#### **2.4.2.3. Оценка ароматов бульонов, вареного и сырого мяса птицы [42, 44]**

Исследования ароматов проводили на базе научно-исследовательской лаборатории ВГУИТ.

При оценке **ароматов вареного мяса и бульонов** в качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах (рисунок 2.4). Покрытия были выбраны в соответствии с задачей испытаний (возможная эмиссия из проб разных органических соединений):

- высокочувствительный к полярным органическим соединениям, воде – поливинилпирролидон, ПВП (сенсор 1);
- чувствительный к спиртам и кетонам – полиэтиленгликоль, ПЭГ-2000 (сенсор 2);
- чувствительный к кислотам – краун-эфир, 18-К-6 (сенсор 3);

- чувствительный к сложным эфирам – динонилфталат (сенсор 4);
- чувствительный к фенольным и др. ароматическим соединениям – триоктилфосфиноксид, ТОФО (сенсор 5);
- чувствительный к легколетучим среднеполярным и малополярным соединениям – пчелиный воск, ПчВ (сенсор 6);
- чувствительный к кислотам, спиртам, альдегидам, эфирам, азотсодержащим соединениям (аммиаку, аминам, др. органическим соединениям) – полидиэтиленгликоль себацинат, ПДЭГС (сенсор 7);
- чувствительный Tween 40 (сенсор 8).

Средние пробы образцов сырого мяса каждого наименования (по 20 г) помещали в стерильные пробоотборники объемом 25 см<sup>3</sup> и выдерживали при комнатной температуре 20±1°C в герметичном сосуде с мягкой полимерной мембраной. Для каждой пробы отбирали (по методике headspace) индивидуальным шприцем 3 см<sup>3</sup> равновесной газовой фазы (не затрагивая образец) и вводили в ячейку детектирования. Изучаемые пробы характеризовались высоким содержанием легколетучих веществ в равновесной газовой фазе (РГФ) без нагревания. Температура воздуха в лаборатории составляла 24°C. Время измерения – 60 с, режим фиксирования откликов сенсоров – равномерный, с шагом 1 с, оптимальный алгоритм представления откликов сенсоров – по максимальным откликам отдельных сенсоров.



Рисунок 2.4 – Общий вид рабочего места с анализатором «МАГ-8»

Суммарный аналитический сигнал был сформирован с применением интегрального алгоритма обработки сигналов 8-ми сенсоров в виде «визуального отпечатка». Для определения общего состава запаха проб применяли полные «визуальные отпечатки» максимумов (наибольшие отклики 8-ми сенсоров). В качестве критериев оценки различий в запахах анализируемых проб были выбраны:

1) качественная характеристика – форма «визуального отпечатка» с характерными распределениями по осям откликов (определяется набором соединений в РГФ);

2) количественные характеристики:

-  $S_{\Sigma}$ , Гц·с – суммарная площадь полного «визуального отпечатка» (оценивает общую интенсивность аромата, пропорциональна концентрации легколетучих веществ, в т.ч. воды), построенного по сигналам всех сенсоров за весь период измерения;

- максимальные сигналы сенсоров с наиболее активной или специфической пленкой сорбентов  $\Delta F_i$ , Гц — для оценки содержания отдельных классов органических соединений в РГФ методом нормировки.

«Визуальные отпечатки» максимумов были построены по максимальным откликам сенсоров в РГФ образцов за время измерения (не более 1 мин). Они позволяли установить схожесть и различие составов легколетучих фракций запахов над анализируемыми образцами.

Для сопоставления содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами вареного мяса, бульонов на основе дистиллированной воды и описания влияния способа убоя на состав легколетучей фракции запаха над ними сравним величины откликов всех выбранных сенсоров в массиве. Массив настроен на полярные и среднеполярные органические соединения с молярной массой до 250 г/моль.

Кроме того, были изучены изменения качественного состава РГФ над пробами по относительному содержанию легколетучих соединений, что оценивалось методом нормировки.

При оценке **ароматов сырого мяса** [42, 44] в качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах в соответствии с методикой, описанной в п. 2.4.2.3 настоящей работы.

#### ***2.4.2.4. Оценка цветности***

Объективное изменение цвета мяса служит для оценки пригодности его как сырья для переработки, определения качества готового продукта, правильности хода технологических процессов, дополнения или контроля органолептических оценок.

Мясо и мясные продукты обладают шероховатой поверхностью, которая рассеивает падающий на нее свет. Рассеянный свет имеет неодинаковую интенсивность на разных длинах волн, то есть характеризуется определенным спектром – зависимостью интенсивности от длины волны. Согласно трехцветной теории зрения в сетчатой оболочке глаза имеются колбочки трех видов [9]. Одни из них реагируют на свет с длиной волны 600-750 нм (красный), другие – на зеленый ( $\lambda=400-450$  нм). Например, если спектр отражения предмета характеризуется максимумом при 620 нм, то это излучение раздражает колбочки первого вида, и мы воспринимаем предмет как красный. Для количественной оценки цветовых ощущений, создаваемых излучением, используют две величины: световой поток, падающий на глаз человека, и цветность.

Цветность – это двухмерная величина, определяемая соотношением уровней возбуждения трех цветовых аппаратов среднего человеческого глаза,

работающего в условиях дневного освещения. Если один из уровней принять за единицу, два других будут нести информацию о цветности (на практике за единицу принимают сумму уровней). Так как цветность – двухмерная величина, она может быть отображена в виде точки на плоскости и охарактеризована двумя координатами  $x$  и  $y$ . Точки, характеризующие цветности монохроматических излучений с различной длиной волн, составляют на такой плоскости кривую ABC точки, соответствующие цветам различных предметов, попадают внутрь треугольника, образованного кривой ABC и нижней пунктирной линией (это так называемый цветовой треугольник).

По спектру отражения какого-либо тела можно определить координаты его цветности  $x$  и  $y$ . Для этого:

- 1) разбивали спектр на  $n$  участков ( $n=30$ );
- 2) для каждой длины волны  $\lambda_i$  находили по спектру коэффициент отражения  $R_{\lambda_i}$ ;
- 3) определяли интегральные цветовые координаты:

$$x' = \sum_i E_{\lambda_i} \bar{x}_{\lambda_i} R_{\lambda_i} \quad y' = \sum_i E_{\lambda_i} \bar{y}_{\lambda_i} R_{\lambda_i} \quad z' = \sum_i E_{\lambda_i} \bar{z}_{\lambda_i} R_{\lambda_i} \quad (2.21)$$

где:  $E_{\lambda_i} = \frac{E_i}{\Delta\lambda_i}$ ;  $E_i$ , – энергия, излученная образцовым источником света в интервале длин волн;

$\Delta\lambda_i$ ;  $\bar{x}_{\lambda_i}$ ,  $\bar{y}_{\lambda_i}$ ,  $\bar{z}_{\lambda_i}$  – коэффициенты, учитывающие способность человеческого глаза воспринимать свет с длиной волны  $\lambda_i$ .

Значения произведений  $E_{\lambda_i} \bar{x}_{\lambda_i}$ ,  $E_{\lambda_i} \bar{y}_{\lambda_i}$ ,  $E_{\lambda_i} \bar{z}_{\lambda_i}$  для образцового источника приведены в специальных таблицах. За образцовый источник брали свет солнца при сильно пасмурной погоде.

По значениям  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  рассчитывали координаты цветности:

$$\mathbf{x} = \mathbf{x}' / (\mathbf{x}' + \mathbf{y}' + \mathbf{z}') \quad \mathbf{y} = \mathbf{y}' / (\mathbf{x}' + \mathbf{y}' + \mathbf{z}') \quad (2.22)$$

Величина  $L_{откл}$ , характеризующая степень отличия изучаемых образцов от эталонного (в данном случае говядина) в системе XY получена как расстояние между точками по формуле:

$$L_{откл} = \sqrt{(x_{эт} - x_{тек})^2 + (y_{эт} - y_{тек})^2}, \quad (2.23)$$

где:  $x_{эт}$ ,  $y_{эт}$  – координаты цветности эталонного образца;

$x_{тек}$ ,  $y_{тек}$  – координаты цветности изучаемых образцов.

Система XYZ удобна для колориметрических расчетов, но ее масштаб не согласован с мерой приращения зрительного ощущения – величиной так называемого порога цветоразличения. Это обстоятельство предопределило создание таких колориметрических систем, в которых единица измерения пропорциональна порогу цветоразличения. Системы указанного вида получили название равноконтрастных (цветовой контраст – это число порогов цветоразличения между двумя рассматриваемыми цветами). МКО ввела равноконтрастную систему, которую применяют в сочетании с системой XYZ в современных приборах измерения цвета – колориметрах и спектрофотометрах, оперирует величинами  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , являющимися производными от координат системы XYZ:

$$\begin{aligned} L^* &= 116 (y'/y'0)^{1/3} - 16 \\ a^* &= 500 [(x'/x'0)^{1/3} - (y'/y'0)^{1/3}] \\ b^* &= 200 [(y'/y'0)^{1/3} - (z'/z'0)^{1/3}] \end{aligned} \quad (2.24)$$

где:  $x'0$ ,  $y'0$ ,  $z'0$  – координаты цвета стандартного источника света, встроенного в прибор.

Поскольку в системе XYZ координата  $y'$  пропорциональна светлоте цвета, величина  $L^*$ , определяемая формулой, также является характеристикой светлоты, но в отличие от  $y'$  - с учетом специфики восприятия цвета

человеческим глазом. В пространственной системе координат  $L^*$   $a^*$   $b^*$  по вертикальной оси отложены значения  $L^*$ , а по двум горизонтальным –  $a^*$  и  $b^*$ . Все существующие в природе цвета на такой трехмерной диаграмме представлены точками, совокупность которых образует тело цветового охвата, представляющее собой весьма деформированный многогранник.

#### **2.4.2.5. Методы математической статистики**

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили в соответствии с рекомендациями [41, 68].

Все полученные экспериментальные исследования были проведены в трех-пяти повторностях, аналитические определения для каждой пробы – в двух-трех повторностях. В таблицах и на рисунках приведены данные типичных опытов, каждое значение является средним как минимум из трех определений.

Графические зависимости на рисунках представлены после обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.

Среднее арифметическое результатов экспериментов вычисляли по формуле:

$$y = \frac{\sum_{k=1}^n y_k}{n}, \quad (2.25)$$

где:  $y_k$  – результат отдельного опыта;

$n$  – число повторностей эксперимента.

Отклонение единичного результата от среднего арифметического:

$$\Delta y_k = y_k - y, \quad (2.26)$$

Квадратичная дисперсия:

$$S^2(y_k) = \sum_{k=1}^n (y_k - y)^2 \times (n - 1), \quad (2.27)$$

Стандартное отклонение единичного результата:

$$S(y_k) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_k - y)^2 \times (n-1)}, \quad (2.28)$$

Стандартное отклонение среднего результата:

$$S(y) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (y_k - y)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (2.29)$$

Степень адекватности:

$$E_\alpha = t_\alpha \cdot S(y), \quad (2.30)$$

где:  $t_\alpha$  – критерий.

Величина доверительного интервала:

$$\Delta = y \pm E_\alpha, \quad (2.31)$$

Для математической обработки результатов исследований использованы методы регрессионного анализа с применением многофакторного планирования, градиентного метода и метода наименьших квадратов, линейного программирования. Графические зависимости на рисунках представлены после обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов [68], реализованные в Microsoft Excel.

При обработке результатов эксперимента были применены следующие статические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера [35, 36].

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс под влиянием исследуемых факторов.

### **ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ МЯСА ПТИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОГЛУШЕНИЯ**

В связи с приобретением ООО «Белгранкорм» и установкой первого и на тот момент единственного в России оборудования для газового оглушения птицы, особенно актуальным является изучение свойств мяса птицы, полученного от убоя с применением газового оглушения и выявление преимуществ, согласно описанию производителя оборудования, в сравнении с мясом птицы, полученного от убоя с применением традиционного электрического оглушения.

#### **3.1. Описание технологического процесса убоя и разделки птицы**

Технологический процесс производства мяса птицы (схема указана на рисунке 3.1) начинается с ее предубойной выдержки, которую проводят в хозяйстве по выращиванию.

Выдержанную без корма не менее 8 часов [30], но при этом при свободном доступе к воде птицу отлавливали вручную или с помощью автоматизированных отловщиков, загружали в контейнеры, которые, в свою очередь, устанавливали в автомобили, доставляющие птицу на производство по убою и переработке.

Приёмка птицы на производстве по убою производилась в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52837-2007, а также «Правил ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса, мясных продуктов». После ветеринарного осмотра птицу взвешивали и подавали на конвейер линии убоя.

При использовании газового оглушения (рисунок 3.2) птица подавалась по ленточному транспортеру непосредственно в камеру оглушения системы CAS-1000, где содержалась измененная атмосфера. Более подробное описание установки приведено в главе 2.3.

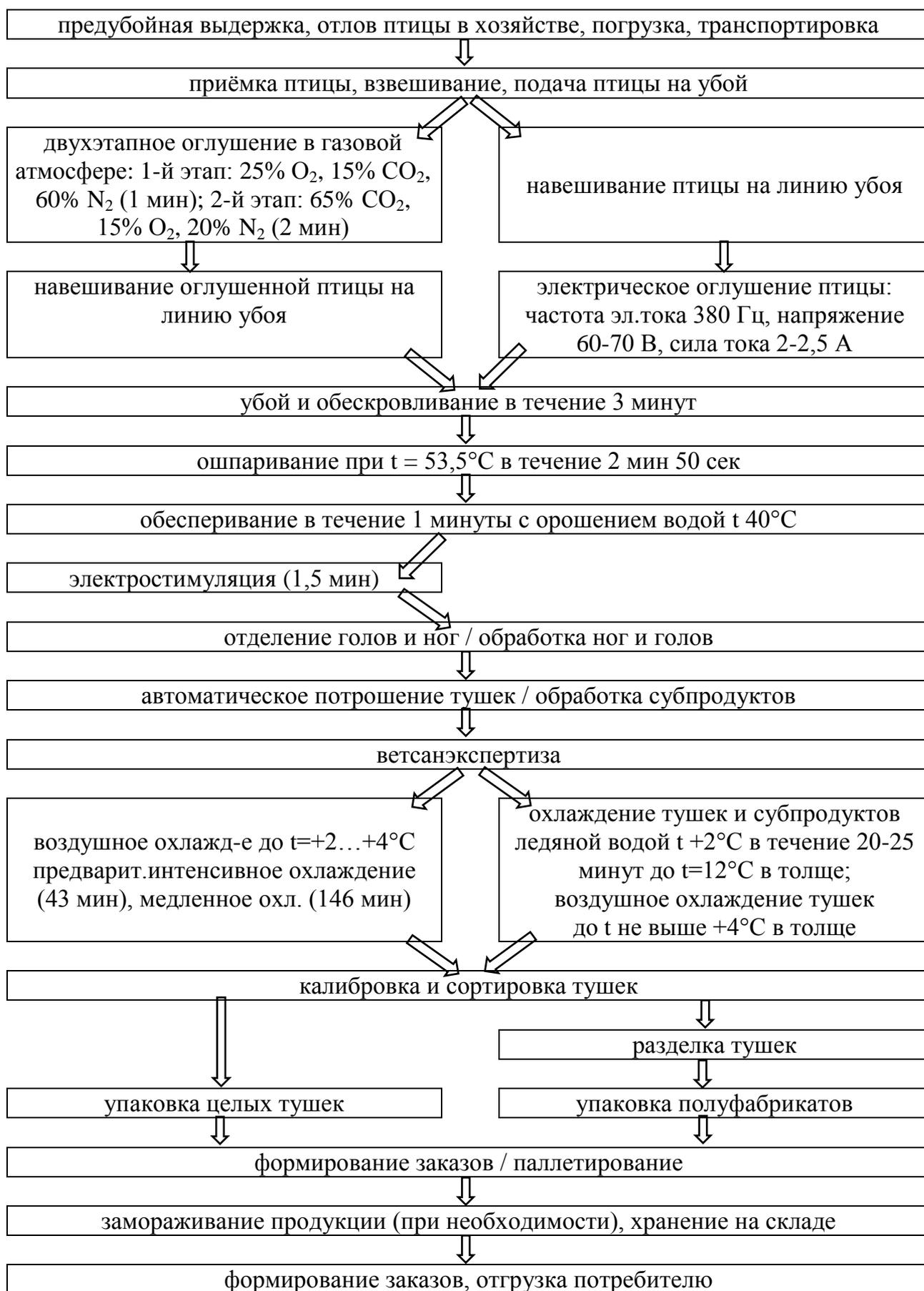


Рисунок 3.1 – Технологическая схема убоя и переработки птицы

При помощи газа птица оглушалась в два этапа.

На первом этапе птица в течение одной минуты проходила через отделение с повышенным содержанием кислорода (30% –  $O_2$ , 40% –  $CO_2$ , 30% –  $N_2$ ). На данном этапе происходила кислородная анестезия птицы, которая снимала напряжение и готовила птицу ко второму этапу.

На втором этапе птица помещалась на две минуты в секцию с повышенным содержанием углекислого газа (до 80% –  $CO_2$ , 5...15% –  $O_2$ , 5...15% –  $N_2$ ). На данном этапе происходила потеря сознания с сохранением дыхания и работы сердца.

После этого уже обездвиженная птица поступала на стол карусельного типа для навески ее на подвесной конвейер.

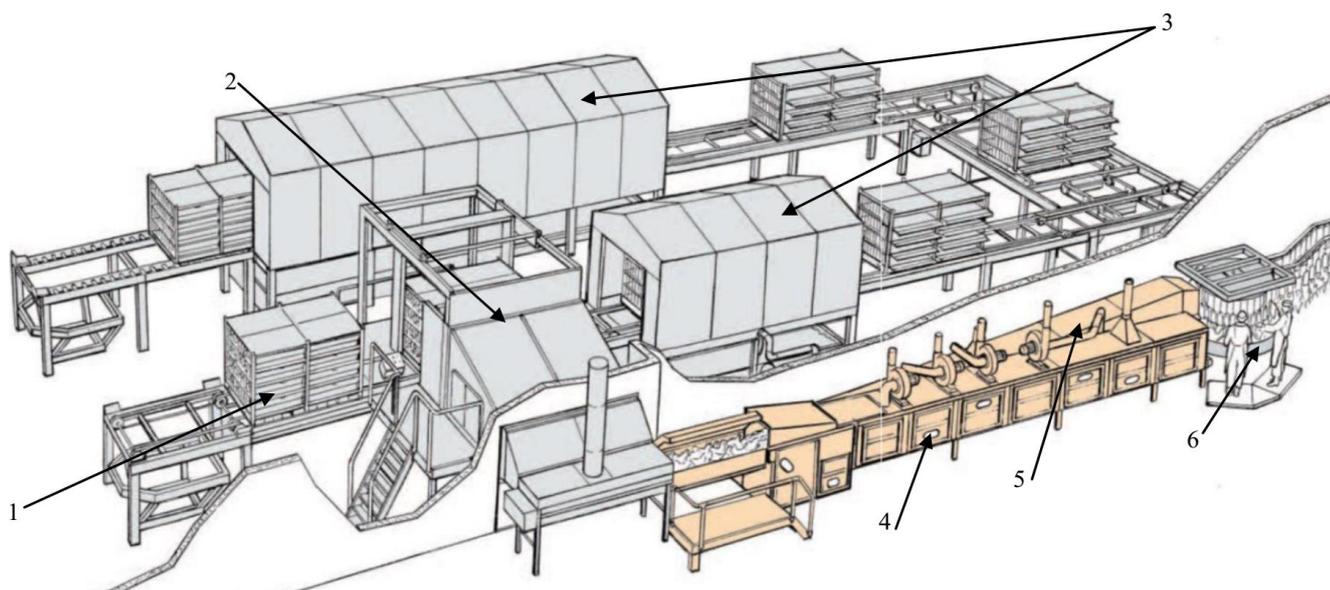


Рисунок 3.2 – Система газового оглушения птицы CAS-1000

1 – подача птицы в контейнерах; 2 – выгрузка птицы на конвейер; 3 – системы мойки контейнеров; 4 – система оглушения птицы в газовой среде (первая ступень – оглушение с повышенным содержанием  $O_2$ ); 5 – система оглушения птицы в газовой среде (вторая ступень – оглушение с повышенным содержанием  $CO_2$ ); 6 – навешивание оглушенной птицы на карусель

При электрическом оглушении птица, пребывающая в сознании, поступала на карусель навешивания и только после навески подавалась в установку электрооглушения – ванну, наполненную водой, к которой подведен электрический ток.

Продолжительность оглушения цыплят – бройлеров 20 сек. Параметры электрооглушения: частота электрического тока 380 Гц, напряжение 60-70 В, сила тока 2-2,5 А. На нисходящей секции подвесного контейнера (спуск) птица окуналась в воду, после чего происходило ее оглушение. Электрическая цепь замыкается через голову птицы, подвески и направляющие подвесок. В конце водяной ванны цыплята выводились из воды на восходящей секции подвесного контейнера.

Далее основные процессы для обоих случаев оглушения протекали практически одинаково.

После оглушения птица по конвейеру поступала к «киллеру» – установке для убоя Stork K15, перерезающей кровеносные сосуды на шее, и затем двигалась над ванной стока крови в течение 3 минут.

Обескровленная птица ошпаривалась при температуре 53,5°С в течение 3 минут с применением барботажа – перемешивания воды в ваннах ошпаривания с помощью воздуха. После ошпарки птица немедленно поступала в пересъемные шкафы для снятия оперения. В процессе обесперивания тушки орошались теплой, температурой 40°С, водой для облегчения съема пера и недопущения повреждения кожи.

Далее у обесперенных тушек отделялись головы и ноги, после чего осуществлялось автоматическое потрошение. Параллельно потрошению тушек происходила обработка субпродуктов: отделение и мойка печени, мышечного желудка, сердца и шей. Потрошенные тушки омывались водой и направлялись на охлаждение. Субпродукты также охлаждались.

Различия технологии охлаждения состоит в том, что на производстве с электрооглушением используется комбинированное охлаждение: сначала тушки охлаждались в ванне, куда подается охлажденная вода температурой

+2°C в течение 20-25 минут до достижения в толще грудных мышц 12°C, затем охлаждались потоком ледяного воздуха в камере, где температура составляла -1...+1°C до достижения не выше +4°C в толще грудки. Субпродукты на этом производстве охлаждались только водой в течение 30 минут до температуры +4°C.

На производстве с газовым оглушением охлаждение используется только воздушное. На данном производстве применяется инновационная двухфазная система охлаждения птицы. Для быстрого охлаждения реализуется охлаждение тушки нисходящими потоками воздуха с раздельным орошением вне туннеля Downflow+. Воздушное охлаждение происходит в двухуровневом туннеле охлаждения в течение 43 минут. Мелкодисперсное орошение осуществлялось ледяной водой. Форсунки распыляют холодную воду как на тушку, так и внутрь тушки в определенное время и в определенном количестве, что создает на поверхности и в полости тушки тонкую водяную пленку, снижая потери влаги, предотвращая термические ожоги и способствуя быстрому и эффективному съему тепла. Охлаждение до температуры +2°C с эффектом созревания (Maturation chilling) происходит в течение 146 минут. Созревание мяса обеспечивает улучшение его вкусовых качеств, нежности, сочности. Кроме того, после созревания улучшается отделение мяса от кости, что повышает выход филе при обвалке. На данном этапе медленное охлаждение при более высокой температуре и менее интенсивном обдуве (собственно стадия созревания). В сочетании с системой оглушения CAS и системой электростимуляции продукта на линии обеспечивает наилучшие результаты в части улучшения потребительских свойств продукции и увеличения выхода мяса при обвалке.

Охлажденные тушки сортировались в соответствии с требованиями *ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия*, взвешивались и поступали на разделку [76].

Тушки разделялись на части на автоматической линии Stork ACM-NT производительностью 6000 голов в час. Традиционно тушки разделяются по схеме, указанной на рисунке 3.3. Для опытов же схема была упрощена, и разделка осуществлялась на крылья, грудки (из которых затем выделяли филе), окорочка (из которых затем также выделяли филе), спинно-лопаточную и пояснично-крестцовую части.



Рисунок 3.3 – Технологическая схема разделки птицы на части

Грудки направлялись на обвалку для выделения филе на полуавтоматической установке Stork AMF-BX (рисунок 3.4). Производительность установки – 3000 грудок в час. Аппарат последовательно снимал с грудки кожу, затем мембрану, удалял вилочковую кость, разрезал

грудные мышцы вдоль киля на две части и подрезал их сверху таким образом, что филе «свешивались» с грудной кости, и работникам оставалось только снять их руками.

Окорочка обваливалась на установке для обвалки окорочка.

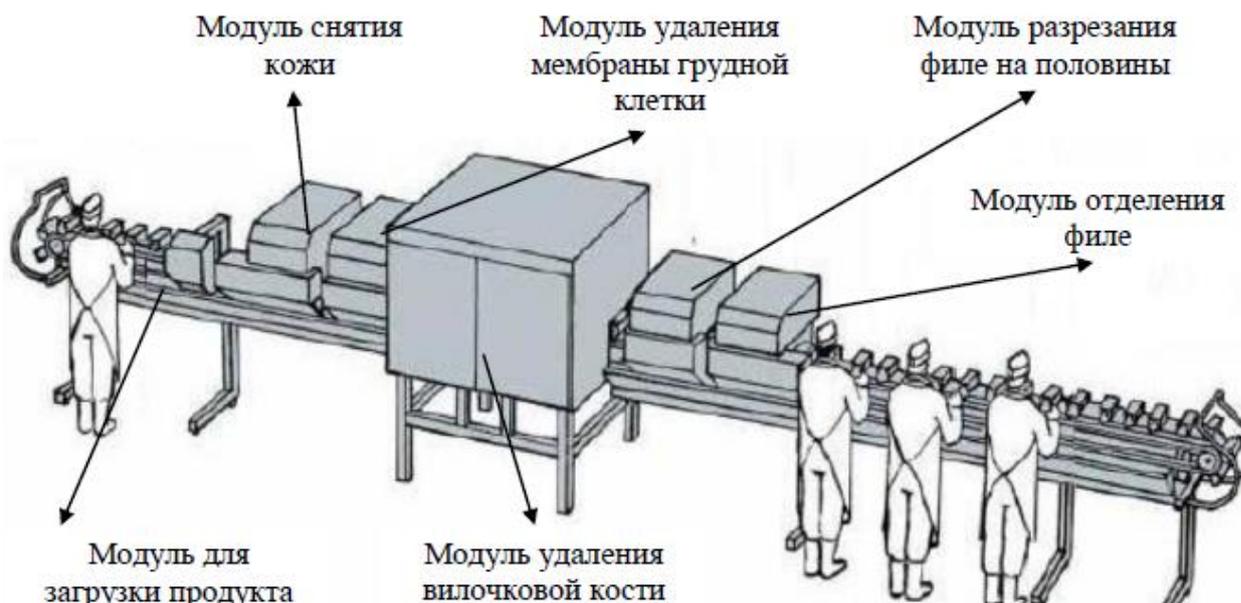


Рисунок 3.4 – Полуавтоматическая установка для обвалки грудок Stork AMF-VX

По традиционной технологии после разделки и обвалки полуфабрикаты направляются на упаковку, в процессе которой проходят металлодетекторы, а бескостное мясо еще и рентген-детекторы, маркировку и отправляются на склад – холодильник для последующей реализации или хранения. Для проведения опытов вся полученная продукция взвешивалась на весах Marel M2000, затем направлялась на упаковку.

### 3.2. Влияние состава газовой смеси на качество убоя

Согласно рекомендациям поставщика оборудования – Marel Stork Poultry Processing B.V – рекомендуемые параметры газового оглушения следующие: на первом этапе: 30% – O<sub>2</sub>, 40% – CO<sub>2</sub>, 30% – N<sub>2</sub>, на втором этапе: до 80% – CO<sub>2</sub>, 5...15% – O<sub>2</sub>, 5...15% – N<sub>2</sub>).

С целью оценки влияния указанных рекомендуемых параметров на качество убоя и их корректировки были проведены соответствующие исследования.

Для анализа оптимальных параметров оглушения на первом этапе оценивали выход крови, %, наличие и количество остаточного пера (оценивалось количество остевых перьев, не волосовидных, оставшихся на тушках после обесперивания), количество кровоизлияний в мышечной ткани грудки (оценивалось количество точечных кровоизлияний в 1 см<sup>2</sup> грудных мышц) и количество птиц, проявлявших беспокойство, во время оглушения в течение первой стадии.

Результаты отражены в диаграммах (рисунок 3.5 – 3.6):

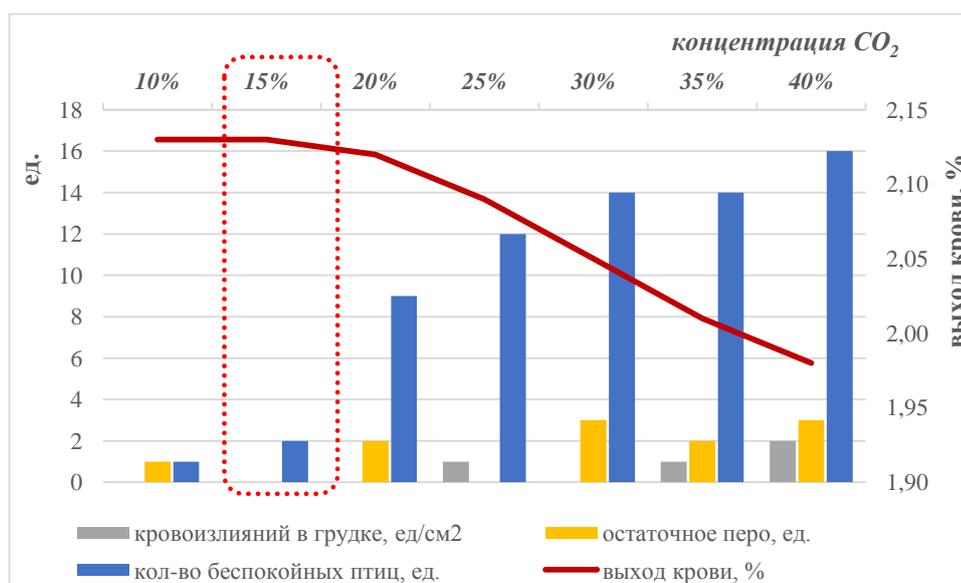


Рисунок 3.5 – Влияние концентрации CO<sub>2</sub> в течение первой стадии оглушения на некоторые качественные показатели

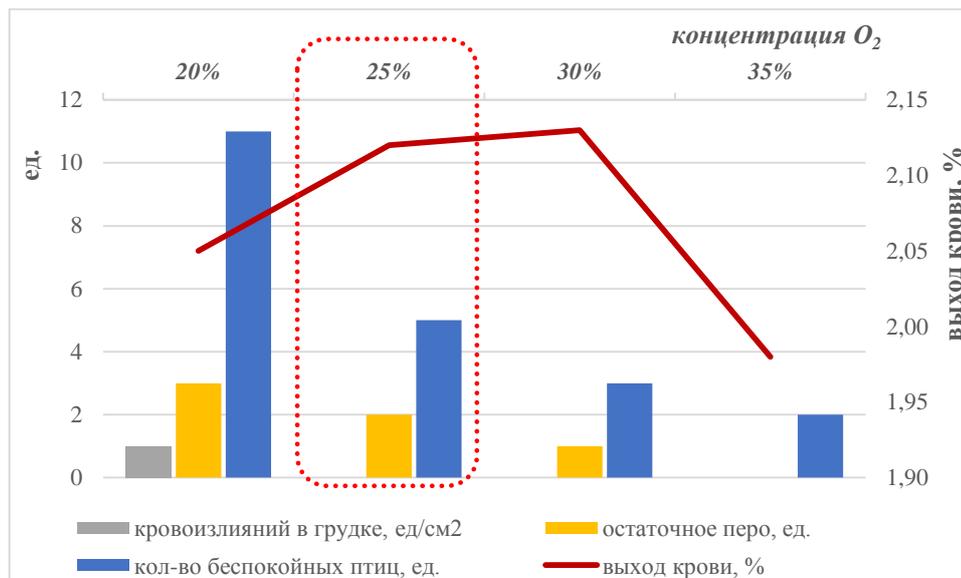


Рисунок 3.6 – Влияние концентрации O<sub>2</sub> в течение первой стадии оглушения на некоторые качественные показатели

Для анализа оптимальных параметров оглушения на втором этапе оглушения оценивали те же показатели, за исключением количества птиц, проявлявших беспокойство, поскольку в течение второго этапа оглушения птица засыпает, и верно оценить ее физиологическое состояние не представляется возможным.

Результаты отражены в диаграммах (рисунок 3.7 – 3.8):

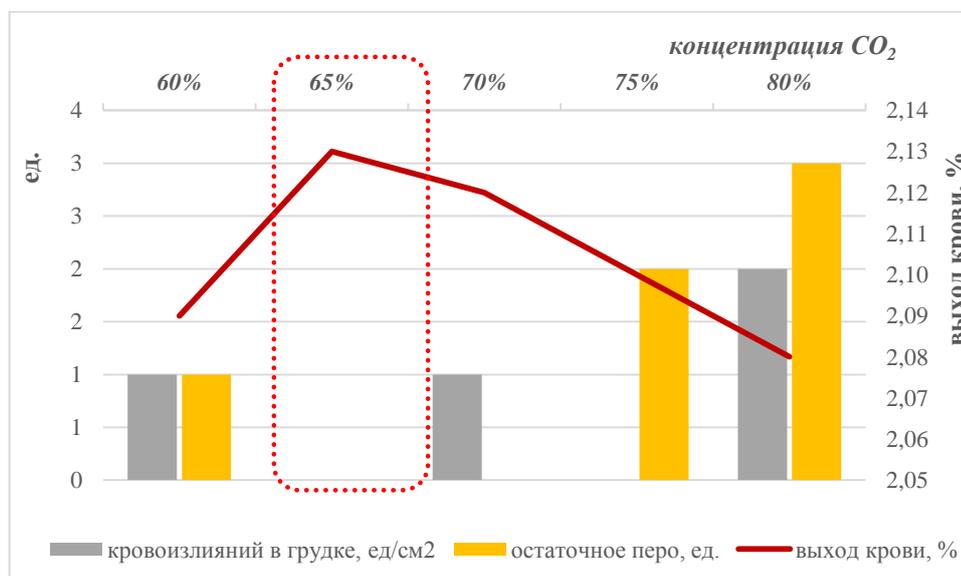


Рисунок 3.7– Влияние концентрации  $\text{CO}_2$  в течение второй стадии оглушения на некоторые качественные показатели

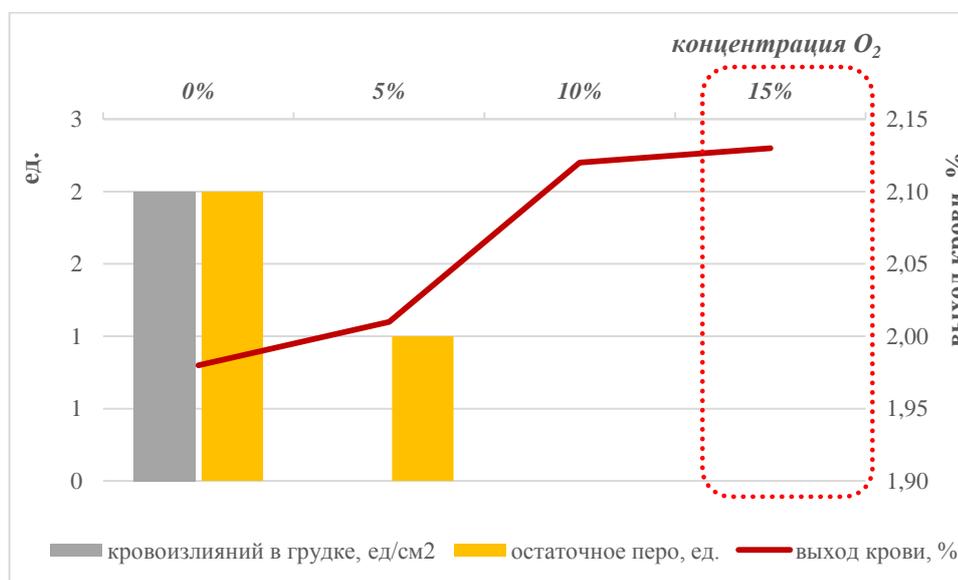


Рисунок 3.8 – Влияние концентрации  $\text{O}_2$  в течение второй стадии оглушения на некоторые качественные показатели

На основании полученных результатов, было сделано заключение о следующих оптимальных параметрах оглушения в регулируемой газовой среде: на первом этапе: 25% –  $\text{O}_2$ , 15% –  $\text{CO}_2$ , 60% –  $\text{N}_2$ , на втором этапе: 65% –  $\text{CO}_2$ , 15% –  $\text{O}_2$ , 20% –  $\text{N}_2$ ). Из данных диаграмм, изображенных на рисунках 3.5-3.8, видно, что при указанных результатах выход крови практически во всех случаях максимальный, остальные показатели – минимальные или отсутствуют, что говорит о наилучшем качестве.

Производством эти параметры были взяты за основу работы, и все последующие опыты проводились уже исходя из указанных режимов.

### 3.3. Масс-метрический анализ птицепродуктов

Одной из главных характеристик, имеющих отличие, по заверению производителя оборудования, является выход продуктов разделки. В связи с

этим актуально провести масс-метрический анализ влияния способа оглушения на выход мяса, а также продуктов убоя и разделки. На основании этого были проведены соответствующие исследования, результаты которых отражены в таблицах 3.1 – 3.2.

Весовые данные, указанные в таблицах, приведены в расчете на одну голову птицы (средний расчет по результатам всех испытаний). Выход продукции, %, считался как отношение разницы между начальным значением живой массы и конечным значением к начальному (выход мяса тушек во всех случаях) или как отношение веса конкретного продукта к живой массе птицы (кровь, перо) или к весу охлажденных тушек (крылья, грудка, филе, окорочок, кости).

Таблица 3.1 – Сравнение выхода тушек и продуктов убоя в зависимости от способа оглушения

Вид оглушения	Живая масса (кг)	Масса после обескровливания (кг)	Масса крови (кг)	Выход крови (%)	Масса после обескровливания (кг)	Масса пера (кг)	Выход пера (%)	Масса после потрошения (кг)	Выход мяса ЦБ (%)
Электрическое	2,58 ± 0,15	2,54 ± 0,14	0,047 ± 0,011	1,80%	2,43 ± 0,14	0,105 ± 0,020	4,07%	1,89 ± 0,11	<b>73,09%</b>
Газовое	2,72 ± 0,13	2,67 ± 0,12	0,057 ± 0,012	2,10%	2,57 ± 0,13	0,110 ± 0,022	4,04%	2,00 ± 0,10	<b>73,49%</b>

Анализируя данные таблицы 3.1, можно сделать вывод, что газовое оглушение способствует более полному обескровливанию – выход крови на 0,3% больше (что в массовом выражении составляет 10 грамм на одну голову), чем при электрическом оглушении. Полное обескровливание напрямую влияет на качество мяса птицы, и можно предположить более высокое качество и пролонгированные сроки хранения мяса, полученного от убоя птицы, оглушенной в регулируемой газовой среде. В массовом выражении количество крови составило 10 грамм на одну голову.

После оглушения тушку обесперивали. Фактические результаты обесперивания показали, что разница (0,3%) находится в пределах доверительного интервала, то есть показатели максимально приближены к друг другу. Однако, реальные результаты экспериментальных исследований показали, что количество остаточного пера на тушках достоверно различалось (рисунок 3.9). Методом прямого счета установлено, что остаточное количество пера (в труднодоступных местах: кожа шеи, голень, кисть крыла) после обесперивания в случае газового оглушения в среднем составило 19%, в то время как при электрооглушении это значение было более чем в два раза выше и составило 43%. Это также свидетельствует о лучшем качестве обработки тушек, так как в случае газового оглушения контакт человека с продуктом на данном этапе технологического процесса был минимальным, что повышает санитарно-гигиенические показатели мяса.



Рисунок 3.9 – Остаточное оперение на тушках при электро- и газовом оглушении

Важный показатель – выход мяса. Учитывая разницу технологии охлаждения (водяное + воздушное на производстве ПЗ и ГПП (Ракитное 1) и воздушное на производстве ПЗ и ГПП (Ракитное 2)) выход мяса был измерен до охлаждения, поскольку в процессе водяного охлаждения мясо птицы, впитывая влагу, набирает вес до +5%, а в процессе воздушного, напротив, теряет до -0,8% в случае воздушного охлаждения и до -3% в случае водяного.

Выход мяса у птицы, оглушенной газом, на 0,4% выше, что, на наш взгляд, связано, скорее, не со способом оглушения, а с бóльшей массой живой птицы (разница на 0,14 кг), поступившей на производство с газовым оглушением.

При разделке (согласно схеме на рисунке 3.3) применяли технологии выделения наиболее востребованных анатомических участков в торговой сети и при производстве полуфабрикатов (крылья, грудки, филе, окорочка, спинки). Экспериментальные данные приведены в таблице 3.2:

Таблица 3.2 – Сравнение выхода частей тушек при разделке в зависимости от способа оглушения

Вид оглушения	Масса крыльев (кг)	Выход крыльев (%)	Масса грудки (кг)	Выход грудки (%)	Масса филе (кг)	<b>Выход филе грудки (%)</b>	Масса окорочков (кг)	Выход окорочков (%)	Масса филе бедра и голени (кг)	<b>Выход филе бедра и голени (%)</b>	Масса костей (спинка) (кг)	Выход костей (спинка) (%)
Электрическое	0,206 ± 0,022	10,85%	0,658 ± 0,038	34,59%	0,424 ± 0,028	<b>22,28%</b>	0,688 ± 0,042	36,14%	0,378 ± 0,032	<b>19,88%</b>	0,335 ± 0,028	17,63%
Газовое	0,228 ± 0,026	11,50%	0,695 ± 0,030	34,98%	0,495 ± 0,034	<b>24,95%</b>	0,705 ± 0,040	35,50%	0,402 ± 0,026	<b>20,24%</b>	0,343 ± 0,022	17,26%

Результаты свидетельствуют о том, что выход наиболее ценных частей при разделке (филе) при газовом оглушении выше, чем при электрическом оглушении. Так, выход филе грудки у тушек, при убое которых использовалось газовое оглушение, выше на 2,67%. При ежедневном производстве филе 40 тонн дополнительно только за счет выхода можно получить 4,4 тонны высокоценного мяса. При стоимости филе 170 руб./кг, дополнительная выручка составит до 750 тыс. рублей. Также выход другого бескостного продукта – филе бедра и голени – выше на 0,36%. При ежедневной выработке 30 тонн такого филе дополнительно за счет выхода можно получить 100 кг, а это – 20 тыс. рублей ежедневно при цене реализации 190 руб./кг.

Аналогично можно констатировать повышенный выход грудки и окорочков. Выход крыльев на производстве с газовым оглушением также оказался выше, но это, скорее всего, связано с особенностью оборудования – на этом производстве используется модуль для отсечения крыла СС-НУ NT, отрезающий вместе с крылом небольшую часть от спинки, которая в другом случае идет в спинно-лопаточной части, на производстве с электрооглушением используется модуль СС-МХ, отделяющий крыло строго по суставу.

### **3.4. Изучение общего химического состава и фракционного состава белков мяса птицы**

Для оценки пищевой и биологической ценности весьма важную характеристику имеет соотношение основных пищевых веществ, к которым относятся: вода, белки, жиры, витамины и минеральные вещества.

Результаты определения общего химического состава, проведенных на грудных и бедренных мышцах, представлены в таблицах 3.3 – 3.5.

Таблица 3.3 – Анализ массовой доли влаги

Объект исследования	массовая доля влаги, %	
	электрическое оглушение	газовое оглушение
Филе грудки	69,6 ± 0,5	70,2 ± 0,3
Филе бедра	62,2 ± 0,4	63,9 ± 0,4

Таблица 3.4 – Анализ массовой доли жира

Объект исследования	массовая доля жира, %			энергетическая ценность, ккал	
	электрическое оглушение	газовое оглушение	норма (по ТУ 9214-212-23476484-2010), не более	электрическое оглушение	газовое оглушение
Филе грудки	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,2	2,5	114,7 ± 0,8	115,0 ± 0,7
Филе бедра	3,4 ± 0,2	3,6 ± 0,1	15,7	153,1 ± 0,9	160,8 ± 0,8

Таблица 3.5 – Анализ массовой доли белка

Объект исследования	массовая доля белка, %		
	электрическое оглушение	газовое оглушение	норма (по ТУ 9214-212-23476484-2010), не менее
Филе грудки	24,1 ± 0,5	24,1 ± 0,4	21,3
Филе бедра	20,9 ± 0,3	21,0 ± 0,4	17,0

Как видно из данных таблиц, содержание влаги в случае газового оглушения выше, чем при электрическом: на 0,6% - в грудных мышцах и на 1,7% - в бедренных. Это свидетельствует о том, что газовое оглушение положительно влияет на состояние белков, которые сохраняют гидрофильные свойства и находятся в нативном состоянии в стадии релаксации.

Способ оглушения не влияет на массовое содержание жира в исследуемых объектах. Следует констатировать, что жировой фракции в бедренных мышцах больше, чем в грудных, на 1,1-1,3%, что связано с прижизненными функциями этих мышц, а именно – с движением, вследствие чего в бедренных мышцах накапливается жир как энергетический источник.

Зависимости содержания белка от способа оглушения достоверно выявлено не было.

Таблица 3.6 – Анализ фракционного состава белков мяса птицы

Наименование сырья	Массовая доля фракции, %						Массовая доля общего белка, %
	водорастворимая	от общего белка	солерастворимая	от общего белка	щелочерастворимая	от общего белка	
Электрооглушение							
Филе грудки	7,58±0,08	31,45	10,64±0,05	44,15	5,88±0,07	24,40	24,10
Филе бедра	3,24±0,05	15,50	10,12±0,05	48,42	7,54±0,08	36,08	20,90
Газовое оглушение							
Филе грудки	7,73±0,06	32,07	10,53±0,05	43,69	5,84±0,06	24,23	24,10
Филе бедра	3,28±0,04	15,62	9,95±0,05	47,38	7,77±0,05	37,00	21,00

Данные таблицы 3.6 доказывают, что способ оглушения в целом не влияет на соотношение отдельных фракций белков, следовательно, эти анализируемые анатомические части тушки могут быть использованы для выработки широкого ассортимента продукции без ограничения с учетом автолитических превращений. В то же время нужно отметить, что преобладающую долю белков составляют солерастворимые белки, причем филе грудки отличается большим количеством водорастворимых белков и меньше – щелочерастворимых, что доказывает более высокую пищевую ценность филе грудки по сравнению с филе бедра, так как щелочерастворимая (протеиноидная) фракция представлена соединительно-тканными белками, известными низкой биологической ценностью из-за отсутствия ряда незаменимых аминокислот.

### 3.5. Исследование биологической ценности мяса птицы после газового оглушения

Для более полной характеристики белковых и жировых компонентов мяса цыплят-бройлеров, была проведена качественная оценка входящих в его состав структурных компонентов. При анализе качества белков был определен состав незаменимых аминокислот. Данные представлены в таблице 3.7. Анализ не проводился для мяса птицы, оглушенной традиционной системой – электричеством, поскольку подобные работы проводились ранее и описаны в диссертациях Осминина О.С., Бердникова В.Л. [15, 55].

Обращает внимание высокая доля триптофана, а также глутаминовой и аспаргиновой аминокислот – известных вкусообразователей в мясных системах.

Таблица 3.7 – Анализ аминокислотного состава белков

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот в мясе, г/100г белка	
	Филе грудки	Филе бедра
<b>Незаменимые аминокислоты</b>	<b>485,2</b>	<b>432,8</b>
Валин	61,6	48,7
Изолейцин	43,5	43,1
Лецин	84,5	77,4
Лизин	92,1	78,1
Метионин + цистин	43,7	43,3
Треонин	71,9	63,9
Триптофан	15,8	15,4
Фенилаланин + тирозин	72,1	62,9
<b>Заменимые аминокислоты</b>	<b>568,9</b>	<b>576,7</b>
Аспарагиновая кислота	93,5	103,7
Глутаминовая кислота	139,8	151,2
Серин	55,6	65,8
Пролин	39,7	43,7
Глицин	55,8	56,2
Аланин	69,9	67,5
Гистидин	46,5	32,9
Аргинин	68,1	55,7

Таблица 3.8 – Показатели биологической ценности мяса цыплят-бройлеров

Наименование показателя	Филе грудки	Филе бедра
$C_j$ , %:		
Валин	122,1	96,8
Изолейцин	116,9	106,7
Лецин	122,4	111,4
Лизин	167,3	142,6
Метионин + цистин	122,4	123,0
Треонин	179,1	159,9
Триптофан	145,0	157,4
Фенилаланин + тирозин	119,1	106,4
КРАС, %	19,7	28,9
БЦ, %	88,1	92,1
U, ед.	1,62	1,32
$\sigma_c$ , мг	45,8	36,8

Примечание: аминокислотный скор и показатели биологической ценности просчитаны относительно идеального белка по шкале ФАО/ВОЗ.

Из данных таблиц 3.7-3.8 видно, что белки филе грудки имеют большую биологическую ценность в сравнении с белками филе бедра. Об этом говорит как количественное содержание аминокислот, так и показатель биологической ценности – в филе грудки на 9,0% выше, чем в филе бедра. Значение коэффициента утилитарности приближено к единице, что позволяет судить о лучшей сбалансированности аминокислотного состава. Однако сопоставимая избыточность у белков филе грудки выше.

Более полную оценку пищевой ценности мяса птицы можно провести, проанализировав витаминный и минеральный состав.

Минеральный состав отражен в таблице 3.9 и показывает, что мясо цыплят-бройлеров богато калием, фосфором, железом и цинком. В целом он не имеет существенных отклонений от известных в литературе фактах.

Таблица 3.9 – Минеральный состав мяса цыплят-бройлеров

Наименование элемента	Содержание в мышечной ткани, мг/100г
<b>Макроэлементы:</b>	
Кальций (Ca)	14,3
Маний (Mg)	21,8
Калий (K)	241,9
Натрий (Na)	79,8
Фосфор (P)	176,1
<b>Микроэлементы:</b>	
Железо (Fe)	1523,0
Цинк (Zn)	1256,8
Медь (Cu)	65,0
Йод (I)	4,2

Витаминный состав приведен в таблице 3.10, по данным которой можно судить о том, что мясо цыплят-бройлеров может выступать источником витаминов РР и группы В, что также совпадает с данными, полученными авторами при использовании электрооглушения.

Таблица 3.10 – Витаминный состав мяса цыплят-бройлеров

Наименование витамина	Содержание в мышечной ткани, мг/100г
Витамин А*	0,03
Витамин В <sub>1</sub>	0,13
Витамин В <sub>2</sub>	0,17
Витамин РР	6,50

Примечание: \* - данные литературных источников [65].

Показатели переваримости системой пищеварительных ферментов «пепсин-трипсин» (in vitro) позволяет оценить скорость ферментативного гидролиза мяса птицы, полученного от убоя с газовым оглушением, по сравнению с мясом птицы от убоя с электрооглушением (рисунок 3.10).

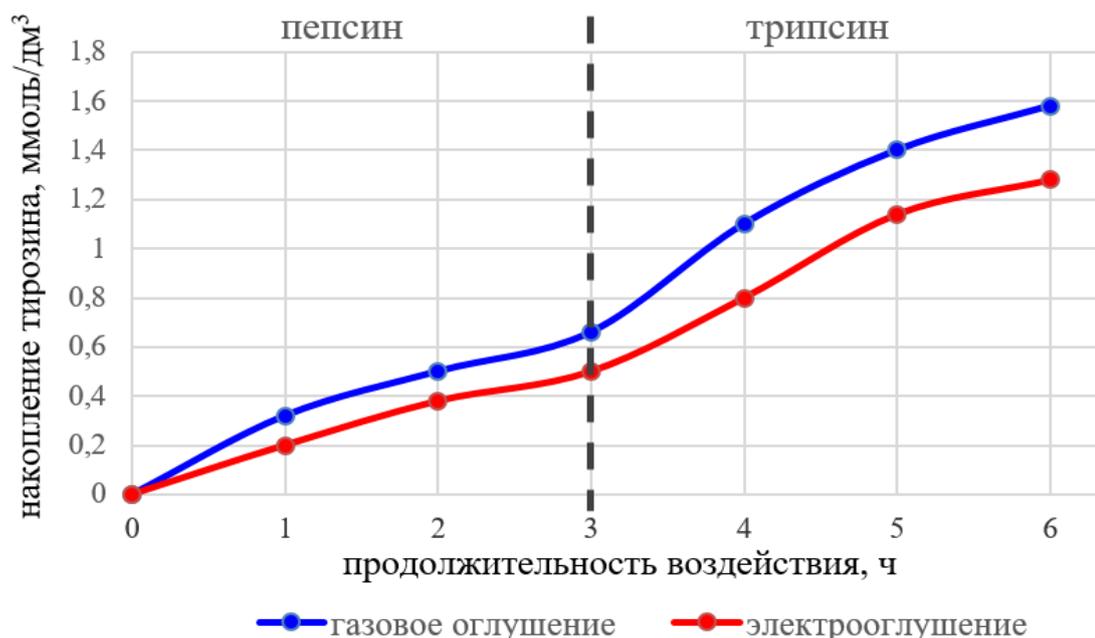


Рисунок 3.10 – Переваримость мяса цыплят-бройлеров, оглушенных различными способами пищеварительными ферментами «пепсин-трипсин» (in vitro)

Диаграмма на рисунке 3.10 показывает, что переваримость мяса цыплят-бройлеров, полученных от убоя с использованием газового оглушения, выше, чем мяса бройлеров, полученного от убоя с применением электрического оглушения. Это предполагает более высокую степень релаксации мышц при минимальном содержании акто-миозинового комплекса, а также более щадящее воздействие газового оглушения на организм птицы.

Таким образом, на данном этапе исследований установлено, что газовое оглушение имеет существенные преимущества по сравнению с электрическим как по выходу высококачественного мяса, так и его биологической ценности, предполагая лучшее усвоение продуктов организмом человека.

## **ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ АВТОЛИЗА НА МИКРОСТРУКТУРНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯСА БРОЙЛЕРОВ**

### **4.1. Микроструктурная характеристика мяса бройлеров при оглушении в регулируемой газовой среде, в процессе автолиза**

Методы микроструктурного анализа характеризуются высокой степенью объективности, позволяют уловить изменения на гораздо более ранней стадии, чем физико-химические методы, что обосновывает их применение для «наглядного» определения, как качественных характеристик самого сырья, так и их изменения в процессе хранения.

Изменения в мясе, вызванные автолитическими процессами, происходят при самых разнообразных способах его обработки, например, при выдерживании мяса после убоя птицы, при холодильной обработке и хранении, при посоле, измельчении и во многих других случаях. Поэтому изучение автолитических процессов, протекающих в мясе после убоя животного, представляет не только научный, но и практический интерес, так как их характер и глубина влияют, на качество мяса и во многих случаях определяют технологическую пригодность и пищевую ценность.

Для прогнозирования свойств и применения сырьевых объектов весьма важно оценить автолитические превращения ткани под действием ферментов – катепсинов, которые исследовали с помощью микроструктурного анализа. На рисунке 4.1 отображена микроструктура грудной мышцы без экспозиции (сразу после убоя и разделки), где четко просматриваются мышечные волокна с периферически расположенными ярко окрашенными ядрами:

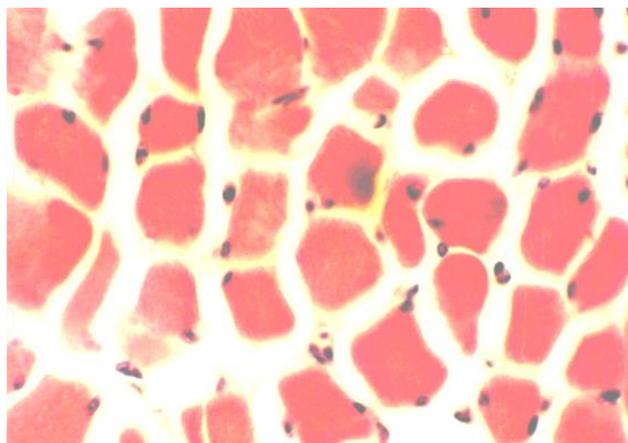


Рисунок 4.1 – Структура мышечной ткани в образцах грудных мышц без экспозиции. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×100

При этом зафиксирована микроструктура, характеризующая морфологические особенности (рисунок 4.2). Ядра мышечных клеток имели вытянутую форму, в них хорошо выявлялись одно или более ядрышек. Мышечные волокна отделялись друг от друга тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани. При этом на периферии крупных мышечных пучков наблюдались более плотно упакованные в соединительнотканную прослойку мышечные клетки. Поэтому по толщине пучки мышечных волокон казались неравномерными, что зависело от количества составляющих их мышечных клеток.

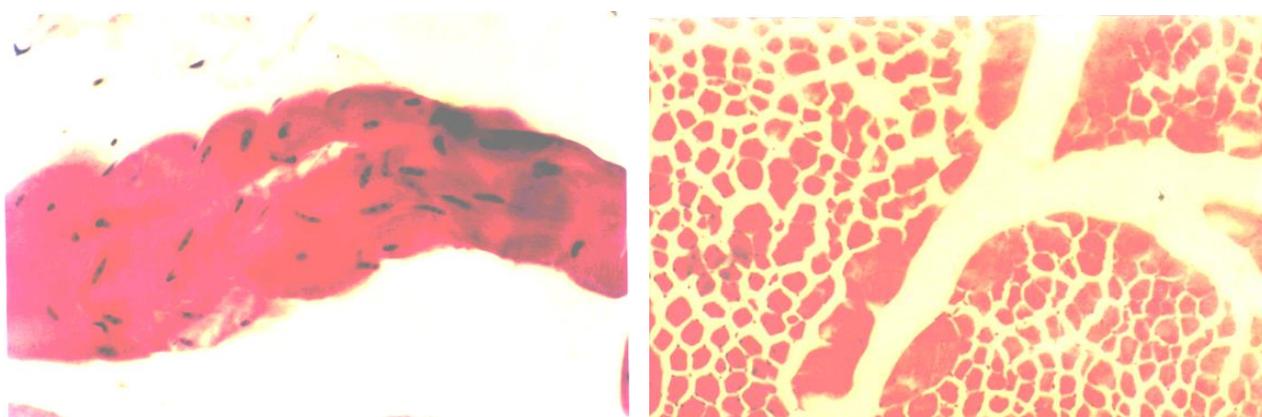


Рисунок 4.2 – Вытянутая форма ядер в мышечных волокнах без экспозиции (слева) и неравномерное распределение мышечных волокон в пучках мышечной ткани без экспозиции(справа). Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×100

В препаратах мышечной ткани, взятой спустя 1 час после убоя и разделки отмечались зигзагообразное (гофрированное) расположение мышечных волокон вследствие неравномерно протекающих процессов их сокращения. При этом наблюдалось наличие микротрещин и отдельных поперечных щелевидных разрушений в мышечных волокнах. Структура ядер при этом оставалась практически неизменной, хотя в участках сокращения они выглядели более компактными (рисунок 4.3):

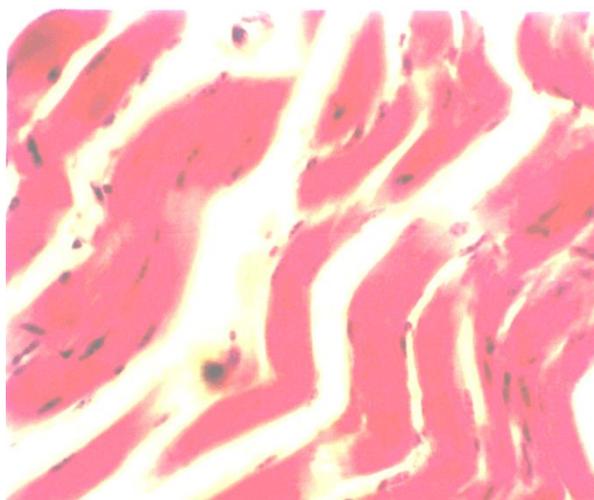


Рисунок 4.3 – Структура грудной мышечной ткани при экспозиции 1 час.

Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×200

Было отмечено некоторое разрыхление соединительнотканых стромальных элементов, вероятно, происходящих вследствие выхода тканевой жидкости из клеток и создания эффекта «отечности».

Отмеченные изменения в структуре мышечной ткани характерны для начала стадии послеубойного посмертного окоченения.

Спустя 2 часа после убоя в мышечной ткани грудных мышц выявлялась четкая картина развитого посмертного окоченения: мышечные волокна выглядели деформированными, участки сокращения чередовались участками релаксации, более ярко проявлялись признаки деструкции мышечных волокон.

Усиление фрагментации мышечных волокон сопровождалось их деформацией, «выпадением» ядер в межклеточное пространство (рис. 3.6). В некоторых участках мышечных волокон ядра находились в состоянии кариолизиса. В этот период особенно четко проявлялась неравномерность окрашивания и продольная разволокненность клеток и целых мышечных пучков (рисунок 4.4), что указывало на развитие автолитических процессов и стадию разрешения окоченения.

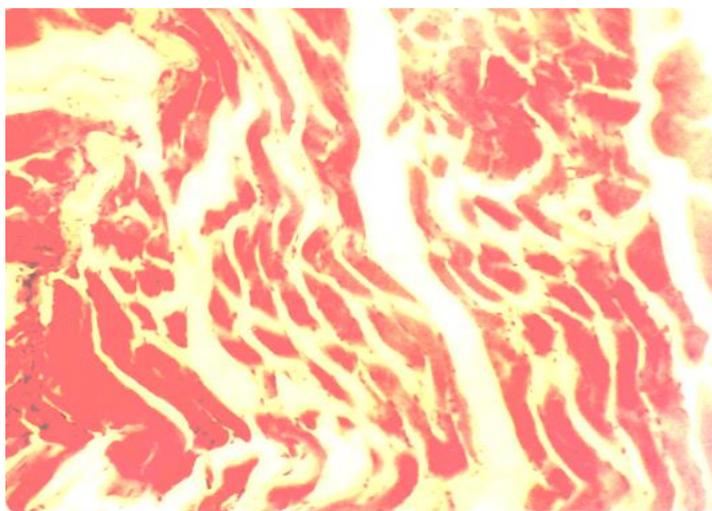


Рисунок 4.4 – Неравномерность окраски мышечных волокон в образцах грудной мышечной ткани при экспозиции 2 часа. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×100

В мышечной ткани грудных мышц через 3 часа после убоя наблюдалось уплотнение структуры мышц и их деформация. Развивался процесс фрагментации и лизиса, при сохранении продольного расположения мышечных волокон. Отчетливо проявлялись участки лизиса клеток, их деформация и пикнотичность (сморщивание). Сохранялась неравномерность окраски клеток, их продольная разволокненность, разрушение сарколеммы клеток. В соединительнотканых прослойках структура не претерпевала существенных изменений, лишь выявлялись деструктивные изменения ядер их клеточных элементов (рисунок 4.5):

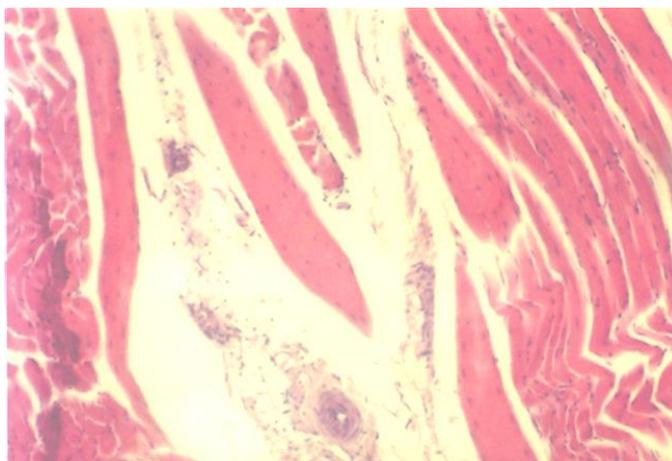


Рисунок 4.5 – Структура стромальных элементов грудных мышц при экспозиции 3 часа. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×100

Значительные изменения микроструктуры мышечной ткани грудных мышц проявлялись через 4 часа после убоя птицы. При сохранении продольного расположения мышечных волокон, ярко была выражена их фрагментация, выявлялось значительное количество лизированных участков клеток. Выявлялись целые пучки лизированных мышечных клеток (рисунок 4.6):

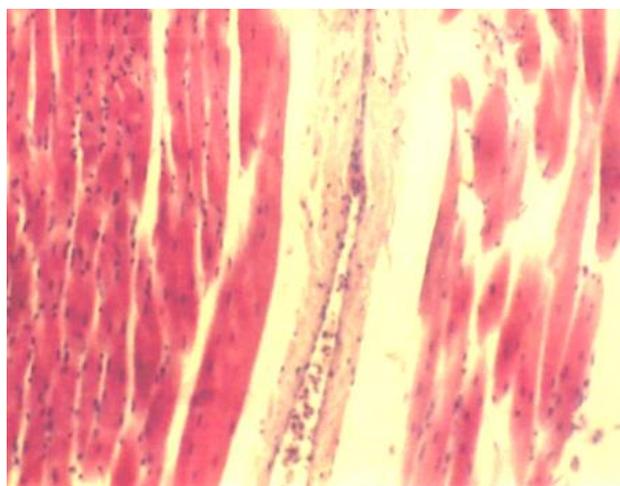


Рисунок 4.6 – Фрагментирование мышечных волокон в образцах грудных мышц при экспозиции 4 часа. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×100

К деструктивным процессам мышечной ткани присоединилось разрыхление соединительнотканых прослоек. Утрачивалась волокнистость внутри мышечных клеток, что, вероятно, свидетельствовало о деструкции

миофибриллярного аппарата мышечных клеток. Несмотря на существенные изменения в структуре ядер клеток, некоторые из них сохраняли характерное строение, в отдельных из них выявлялись ядрышки. Хотя ядерный аппарат утрачивал яркость базофильность окраски.

Структура мышечной ткани бедренных мышц в основном не отличалась от таковой в грудных мышцах, но была более плотной. Как и в грудных мышцах мышечные пучки характеризовались неравномерностью их толщины. Мышечные волокна интенсивно воспринимали оксифильную окраску.

Послеубойные изменения в бедренных мышцах протекали несколько интенсивнее, чем в грудных, так как уже сразу после убоя птиц в структуре мышечной ткани обнаруживались участки неравномерного окрашивания с узлами сокращения и участками расслабления мышечных волокон, что придавало ткани гофрированный вид (рисунок 4.7):

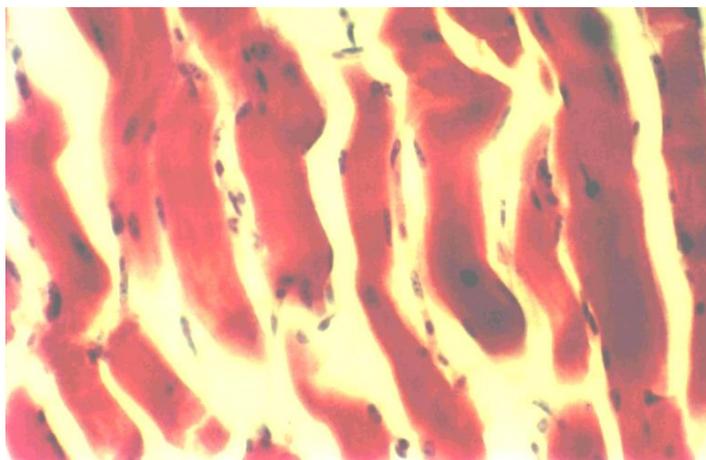


Рисунок 4.7 – Интенсивная оксифильная окраска бедренной мышечной ткани без экспозиции. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×200

Через 1 час после убоя мышечная ткань бедренных мышц выглядела расслабленной, но сохраняла поперечную исчерченность при наличии фрагментации и разрывов мышечных волокон. Ядра клеток при этом казались более плотными, в межклетном пространстве ядра не выявлялись (рисунок 4.8):

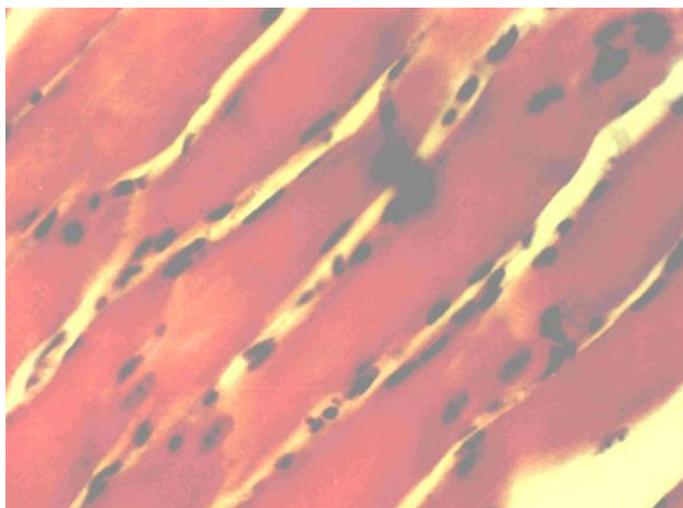


Рисунок 4.8 – Поперечная исчерченность на отдельных участках волокон бедренной мышечной ткани при экспозиции 1 час. Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×200

Мышечная ткань спустя 2 часа после убоя, по сравнению с предыдущими препаратами выглядела более плотной, фрагментированной, на единичных участках наблюдалась деформация мышечных волокон. Проявлялась неравномерность окраски: волокна местами слабо воспринимали оксифильную окраску и выглядели менее плотными, хотя по-прежнему частично сохраняли поперечную исчерченность.

Основные изменения были зафиксированы в препаратах, приготовленных спустя 3 часа после убоя. Выявлялась дальнейшая деформация и разрушение структуры мышечной ткани, соединительнотканых элементов при характерном продольном расположении мышечных волокон, но фрагментирование волокон было более значительным, чем в препаратах с меньшей экспозицией (рисунок 4.9). На некоторых участках мышечных волокон были четко выражены литические изменения. Отмечалось усиление кариолитических процессов, повсеместная неравномерность оксифильной окраски мышечной ткани, это сопровождалось уплотнением мышечной ткани и разрыхлением соединительнотканых элементов (рисунок 4.9):

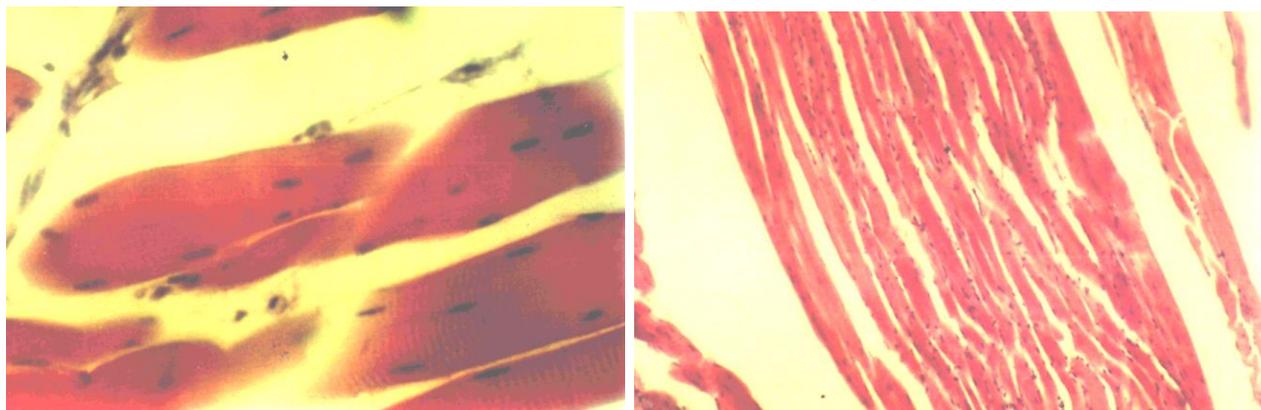


Рисунок 4.9 – Структура бедренной мышечной ткани при экспозиции 3 часа (слева) и 4 часа (справа). Окрашивание гематоксилин-эозин. Ув.×200

Отдельные участки мышечной ткани носили характер глубокой деструкции как цитоплазмы мышечных клеток, так и их ядерного аппарата: ядра теряли свою характерную вытянутую форму, были пикнотичными, не выявляли ядрышек.

Таким образом, структурные изменения, наблюдаемые в мышечной ткани в послеубойный период, свидетельствуют о значительной скорости протекания автолитических процессов в мясе бройлеров, на порядок отличающейся от скорости этих процессов в мясе традиционных сельскохозяйственных животных (свиньи, КРС, МРС).

Исследования позволяют сделать вывод о возможности значительного сокращения продолжительности некоторых технологических процессов, а, следовательно, и промышленных площадей при проектировании предприятий, специализирующихся на переработке данного вида продукции.

## 4.2. Биохимические превращения мяса бройлеров при газовом оглушении

О глубине и характере автолитических превращений возможно судить о количественном изменении в содержании биополимеров мяса. С морфологической точки зрения созревание мяса птицы в первых стадиях обуславливалось нарушением субмикроскопического аппарата сокращения. Оно сопровождалось процессом возникновения разных степеней сокращения и расслабления мышечных волокон, образованием узлов сокращений, поперечных разрывов по узлам и продольных разъединений волокон. В результате таких изменений мясо становится нежным, качество его улучшается.

Гистохимическое изучение белков и гликопротеидов мышц с последующим цитофотометрированием и анализом цифровых снимков с помощью программы OPTIMAS 6.1 показало (таблица 4.1), что содержание гликогена в первые часы после убоя в мясе птицы заметно снижалось и после 12 часов снижение составляло в мясе бройлеров 29,8%. После 48 часовой выдержки снижение содержания гликогена в мышцах составляло 40,4%. Падение количества гликогена совпадает с классическими представлениями о ходе автолиза. Скорость процессов у различных видов птиц практически не различается и зависит от прижизненных функций мышц. Следует ожидать, что изменения белковой системы мышц тесно связаны с технологической функциональностью – большое количество низкомолекулярных продуктов – причина более низких показателей. Данное обстоятельство следует учитывать при практическом использовании мяса птицы в технологических процессах. Несколько иная картина выявлялась при изучении содержания белка. Достоверное снижение его содержания отмечалось уже после первого часа хранения и, вероятно, связано с потерей влаги. После 48 часовой выдержки содержание белка в изучаемых образцах практически не отличалось от исходных данных. Распад биополимерных белковых систем свидетельствует о действии катепсинов. Вероятно, в более ранние стадии автолиза наблюдается

потеря белковых веществ низкомолекулярных, а более поздние связаны с распадом белковых комплексов под действием ферментов.

Таблица 4.1 – Содержание гликогена и белков в мясе птицы при различных сроках созревания (в единицах оптической плотности ЕОП)

№ п/п	Срок созревания	Гликоген (ШИК реакция по McManus)	± % к свежему мясу	Белок (Амидочёрный 10 Б)	± % к свежему мясу
1	Свежее мясо	0,47±0,012		0,65±0,020	
2	1 час	0,44±0,013	-6,4±0,21	0,63±0,031	-3,2±0,24
3	4 часа	0,40±0,017	-14,8±0,12	0,62±0,030	-4,6±0,21
4	8 часов	0,33±0,013	-29,8±0,14	0,60±0,030	-7,8±0,12
5	12 часов	0,33±0,01	-29,8±0,22	0,60±0,030	-7,8±0,21
6	24 часа	0,030±0,01	-36,3±0,31	0,63±0,020	-3,2±0,12
7	48 часов	0,028±0,01	-40,5±0,23	0,63±0,020	-3,2±0,21

Как известно, в послеубойный период в мышечной ткани птиц происходят сложные биохимические процессы, вызывающие изменение физико-коллоидной структуры белка, протекающие под действием собственных ферментов. Пусковым механизмом служит распад мышечного гликогена.

Интенсивный распад мышечного гликогена, приводит к резкому сдвигу величины рН ткани в кислую сторону, что приводит к некоторым изменениям в химическом составе и физико-коллоидной структуре белков. Как видно на графике (рисунок 4.10), распад мышечного гликогена наблюдается уже в первые часы хранения, что совпадает с классическими представлениями об автолизе. А именно: кислая среда, которая формируется, в том числе, и за счет распада АТФ, дает начало необратимым процессам гликолиза и усиливает мышечное окоченение. Распад гликогена осуществляется двумя путями: гликолиз и гликогенолиз. По первому – из глюкозы образуется пируват →

молочная кислота (анаэробный путь), по второму отщепляется глюкозофосфат, который вовлекается в биохимические превращения с образованием молочной кислоты без участия кислорода. Суммарный эффект приводит к снижению рН. Процесс происходит необязательно до полного расходования гликогена, а в основном до кислой среды, при которой инактивируется ферментативная система, обеспечивающая образование молочной кислоты. О протекании сложных биохимических процессов возможно судить по изменению углеводной системы, в частности, по образованию глюкозы и пирувата.

На рисунке 4.10 видно, что содержание глюкозы увеличивается в процессе хранения. Наибольшее увеличение содержания глюкозы происходит в первые часы хранения (от 0 до 6 часов), что свидетельствует об активном распаде гликогена по пути гликогенолиза. Максимум накопления глюкозы приходится на 16 часов хранения и составляет:  $0,15 \text{ мг/см}^3$ . В дальнейшем глюкоза вовлекается в цикл трикарбоновых кислот, промежуточными продуктами которого являются кислоты, способствующие понижению рН среды в мышечной ткани, что является фактором начала действия тканевых ферментов протеолитического действия – катепсинов.

Результаты исследований (рисунок 4.10) показывают, что характерное накопление пирувата за 24 часа хранения содержание изменялось от 135 до 295 мг/100 г.

В результате накопления молочной, фосфорной и других кислот в мясе птицы увеличивается концентрация водородных ионов, вследствие чего происходит снижение рН. В кислой среде при распаде АТФ происходит частичное накопление неорганического фосфора. Резко кислая среда и наличие неорганического фосфора считается причиной диссоциации актомиозинового комплекса на актин и миозин. Распад этого комплекса начинается после 8 часов хранения, т.е. снимается явление окоченения и жесткости мяса, наступает мышечное разрешение и затем созревание – глубокий автолиз.

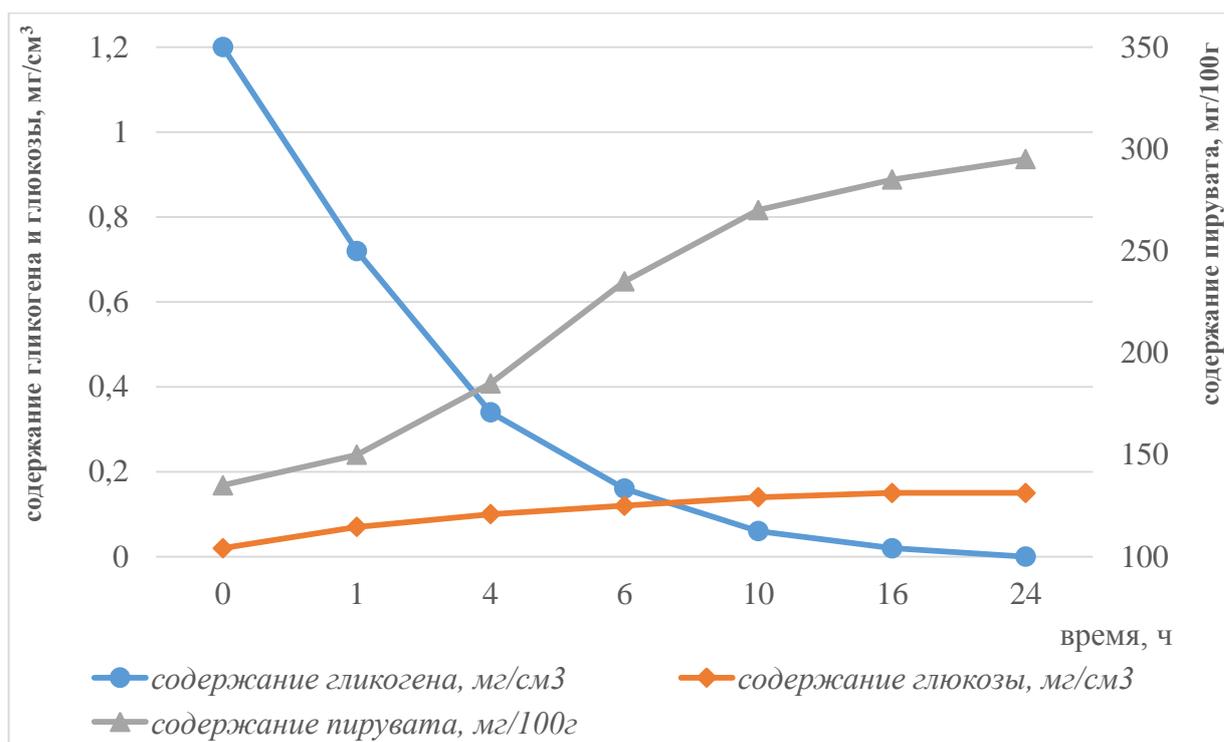


Рисунок 4.10 – Динамика изменения содержания гликогена, глюкозы и пирувата в процессе хранения

В процессе хранения мяса птицы решающую роль при его созревании играет протеолиз, который катализируется катепсинами — группой протеолитических ферментов, гидролизующих пептидные связи белков и полипептидов.

На рисунке 4.11 представлены результаты анализа активности катепсинов в зависимости от времени при различных рН. Установлено, что катепсины птицы имеют кислый характер и проявляют максимальную активность при рН 4,5-5,0. Максимум накопления протеолитической активности приходится на 16 часов хранения при рН 5. Протеолитическая активность составляет 125 ед/г. Данные обстоятельства хорошо согласовываются с ультраструктурной характеристикой мышечной ткани птиц и состоянием биополимерных систем в мясе птиц. Таким образом, мясо в различных стадиях автолиза даёт характерные ФТС, что необходимо учитывать в производстве птицепродуктов.

Суммируя полученные данные по результатам анализа посмертных изменений в мышечной ткани бройлеров, можно сделать вывод о предпочтениях использования применительно к различным ассортиментным группам продуктов.

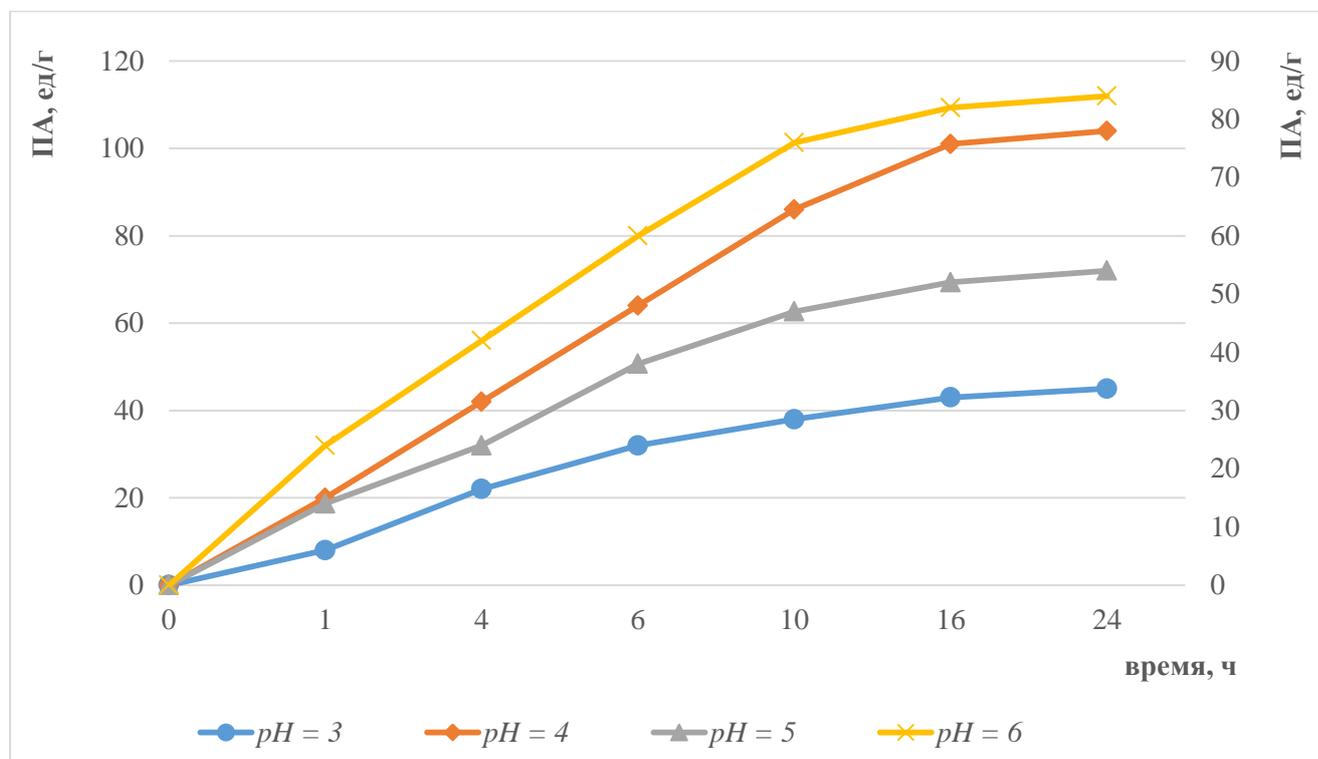


Рисунок 4.11 – Протеолитическая активность катепсинов при различных значениях pH (pH = 3, 4, 5, 6)

#### 4.3. Исследование особенностей автолитических изменений мяса при оглушении бройлеров в газовой среде

Изменения значений pH в течение 4 часов после убоя всего срока хранения отражено на рисунке 4.12.

На рисунке 4.12 видно, что при электрооглушении pH снижается первые 2,5 часа, а затем увеличивается. В случае газового оглушения процессы

протекают медленнее, близкое значение рН 5,9 достигается через 5 часов мин., Это свидетельствует о различиях в характере автолиза и составе продуктов распада при деструкции биополимеров в мышечной ткани грудки.

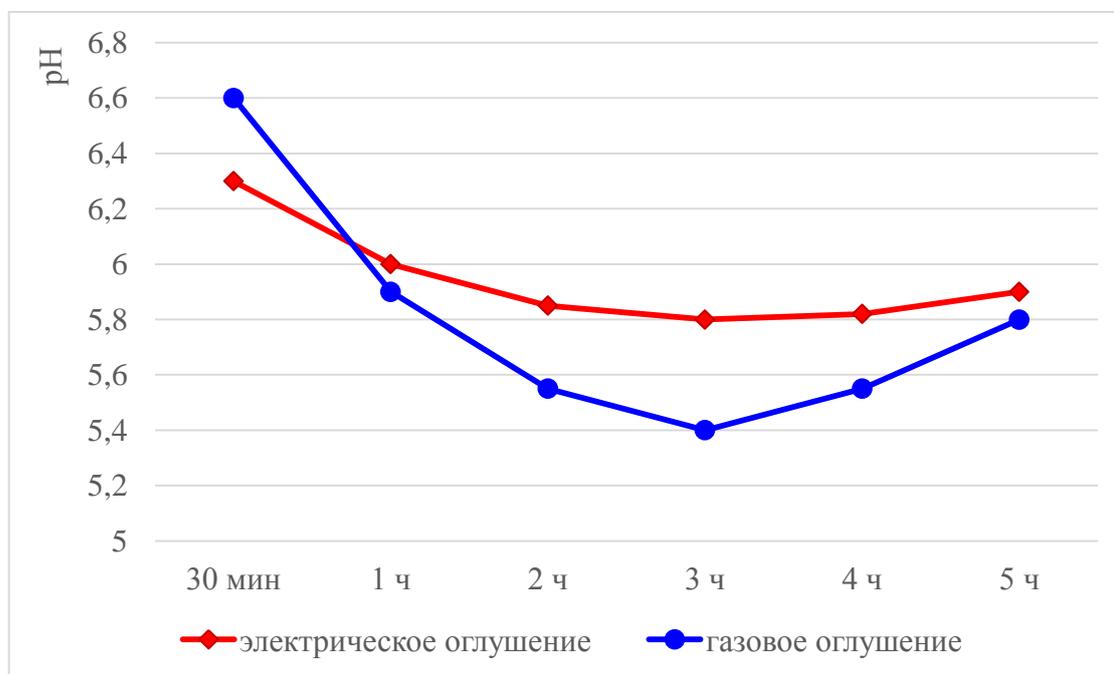


Рисунок 4.12 – Изменение значения рН после уоя бройлеров

Изменения значений рН в течение всего срока хранения отражено в таблицах 4.2 и 4.3:

Таблица 4.2 – Изменение значения рН мяса грудки при различных способах оглушения

вид оглушения	10 мин (после обеспе- ривания)	3 ч (после охлаж- дения)	2 сут.	3 сут.	6 сут.	8 сут.	10 сут.
электрическое	5,72	5,86	5,88	6,00	6,06	6,12	6,34
газовое с электростимуляцией	5,90	5,79	5,81	6,05	6,12	6,20	6,32
газовое без электростимуляции	5,90	6,02	6,04	6,14	6,16	6,20	6,32

Таблица 4.3 – Изменение значения рН мяса бедра при различных способах оглушения

вид оглушения	10 мин (после обеспечения)	3 ч (после охлаждения)	2 сут.	3 сут.	6 сут.	8 сут.	10 сут.
электрическое	6,32	6,42	6,52	6,65	6,64	6,70	6,72
газовое с электростимуляцией	6,43	6,35	6,37	6,42	6,44	6,46	6,54
газовое без электростимуляции	6,43	6,53	6,54	6,56	6,48	6,44	6,50

Полученные данные свидетельствуют об интенсивно протекающих биохимических изменениях. Оглушение бройлеров в регулируемой газовой среде и с применением электростимуляции обнаруживает классический ход автолиза и связан с распадом биополимеров. Электрооглушение известных зависимостей не подтверждает.

#### **4.4. Микробиологические и качественные характеристики мяса бройлеров**

##### ***4.3.1. Микробиологические показатели мяса птицы***

Для оценки безопасности продукции оценивали микробиологические показатели мяса и субпродуктов. Для анализа брали тушки целые и печень (как наиболее «загрязненный» продукт) в день убоя после охлаждения. Результаты представлены в таблице 4.4.

Из данных таблицы 4.4 видно, что мясо птицы, оглушенной в газовой среде, имеет лучшие микробиологические показатели, но это может быть связано с технологией охлаждения – на производстве с газовым оглушением птица и субпродукты охлаждаются только воздушным потоком. На производстве же с электрооглушением установлено комбинированное охлаждение тушек (водяное + воздушное) и водяное охлаждение субпродуктов, где велик риск перекрестного обсеменения тушек, чего нет на заводе с только воздушным охлаждением.

Таблица 4.4 – Микробиологические показатели мяса птицы, оглушенной различными способами

наименование показателей / вид оглушения	ед. изм.	результат испытаний		погрешность	норматив	НД на метод испытаний
		газовое оглушение	электрическое оглушение			
<b>сырье: Тушка целая ЦБ 1 сорт охлажденная по ГОСТ Р 52702-2006</b>						
КМАФАнМ	КОЕ/г	менее $4 \cdot 10^1$ ( $\pm 1,2 \cdot 10^1$ )	$1,1 \cdot 10^2$ ( $\pm 1,2 \cdot 10^2$ )	-	не более $1 \cdot 10^5$	ISO 4833:2003 / ГОСТ Р 50396.1-2010
Listeria monocytogenes	г	в 25,0 не обнаружено	в 25,0 не обнаружено	-	в 25,0 не допускается	ISO 11290-1:2003 / ГОСТ Р 51921-2003
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	г	в 25,0 не обнаружено	в 25,0 не обнаружено	-	в 25,0 не допускается	ГОСТ Р 53665-2009 / ISO 6579:2002
<b>сырье: Субпродукт ЦБ Печень охлажденная по ГОСТ Р 53157-2008</b>						
КМАФАнМ	КОЕ/г	$1,1 \cdot 10^3$ ( $\pm 3,2 \cdot 10^3$ )	$2,1 \cdot 10^4$ ( $\pm 2,2 \cdot 10^4$ )	-	не более $1 \cdot 10^6$	ISO 4833:2003 / ГОСТ Р 50396.1-2010
Listeria monocytogenes	г	в 25,0 не обнаружено	в 25,0 не обнаружено	-	в 25,0 не допускается	ISO 11290-1:2003 / ГОСТ Р 51921-2003
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	г	в 25,0 не обнаружено	в 25,0 не обнаружено	-	в 25,0 не допускается	ГОСТ Р 53665-2009 / ISO 6579:2002

При оценке содержания токсичных элементов выявлено их полное отсутствие (таблица 4.5):

Таблица 4.5 – Содержание токсичных элементов в мясе птицы

Наименование показателя	ед. изм.	Результат испытаний		погрешность	Норматив	НД на метод испытаний
		газовое оглушение	электрическое оглушение			
Свинец	мг/кг	<0,001	<0,001	-	не более 0,5	ГОСТ 30178-96
Мышьяк	мг/кг	<0,003	<0,003	-	не более 0,1	ГОСТ Р 51776-2001
Кадмий	мг/кг	<0,001	<0,001	-	не более 0,05	ГОСТ 30178-96
Ртуть	мг/кг	<0,002	<0,002	-	не более 0,03	ГОСТ Р 53183-2008

### 4.3.2. микробиологические показатели при хранении мяса бройлеров

Для оценки сохранности продукции проводили сравнение сроков годности мяса птицы, полученного от убоя с разными способами оглушения. Результаты представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Сравнение сроков годности продукции из мяса птицы в зависимости от способа оглушения

продукция и вид оглушения	Срок годности продукции в течение											
	1 суток (24 ч после убоя)	2 суток	3 суток	4 суток	5 суток	6 суток	7 суток	8 суток	9 суток	10 суток	11 суток	12 суток
Тушка ЦБ газовое оглушение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	изменение запаха	порча мяса	
Филе ЦБ газовое оглушение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	изменение запаха	порча мяса
Тушка ЦБ электрическое оглушение	+	+	+	+	+	+	+	изменение запаха	порча мяса			
Филе ЦБ электрическое оглушение	+	+	+	+	+	+	+	+	изменение запаха	порча мяса		

Данные таблицы 4.6 четко визуализируют лучшую хранимость мяса птицы, оглушенной в газовой среде – на 2 суток дольше чем мясо птицы, оглушенной электрическим током. Отчасти это связано и с технологией охлаждения, однако, можно предположить, что в результате улучшения качества на многих операциях технологической цепи, исключается как перекрестное обсеменение, так и «лишние» контакты рук работников с продукцией, чем обеспечивается лучшая гигиена и высокая сохранность.

Таким образом, при использовании мяса бройлеров, оглушенных в регулируемой газовой среде, возможны пролонгированные сроки хранения в том числе и из-за более высоких санитарно-гигиенических условий производства.

### 4.3.3. Органолептическая оценка мяса [32]

Органолептические методы оценки мяса предусматривают определение внешнего вида и цвета, состояния мышц на разрезе; консистенции; запаха; прозрачности и аромата бульона.

Для органолептической оценки варили грудку и окорочок с кожей и без кожи, полученные в день убоя после охлаждения от птицы, оглушенной электричеством и газом. Для анализа вкуса и консистенции оценивали образцы без кожи. Для оценки бульона варили мясо с кожей и костями. Внешний вид и цвет: осматривали поверхность продукта, отмечали состояние кожи (для продуктов с кожей), ее сухость. Запах определяли на разрезе в глубинных слоях. Состояние мышц на разрезе: грудные и бедренные мышцы разрезали поперек мышечных волокон и оценивали их внешний вид. Прозрачность и аромат: предварительно варили бульон из грудки и окорочков, оценивали его запах и аромат; прозрачность бульона устанавливали визуально [39].

Оценку проводили по 10-бальной шкале комиссией, состоящей из руководителей и специалистов предприятия. Акт дегустации – в приложении 6. Результаты отражены в таблице 4.7:

Таблица 4.7 – Органолептическая оценка вареного мяса бройлеров

Наименование показателя	Филе грудки		Филе бедра	
	электрическое оглушение	газовое оглушение	электрическое оглушение	газовое оглушение
Внешний вид	9,8	9,8	9,8	9,8
Вид и цвет на разрезе	9,8	9,8	9,8	9,8
Аромат мяса	8,7	8,8	9,0	9,3
Аромат бульона	9,8	9,9	9,8	9,8
Прозрачность бульона	8,8	9,0	8,9	9,1
Консистенция мяса	8,5	8,7	8,8	9,2
Сочность	8,0	8,5	8,6	9,0
Нежность	8,0	8,5	8,6	9,1
<b>Общая оценка</b>	<b>8,9</b>	<b>9,1</b>	<b>9,2</b>	<b>9,4</b>

Визуально органолептическую оценку вареного мяса бройлеров можно представить в виде лепестковых диаграмм (рисунки 4.13 – 4.14):

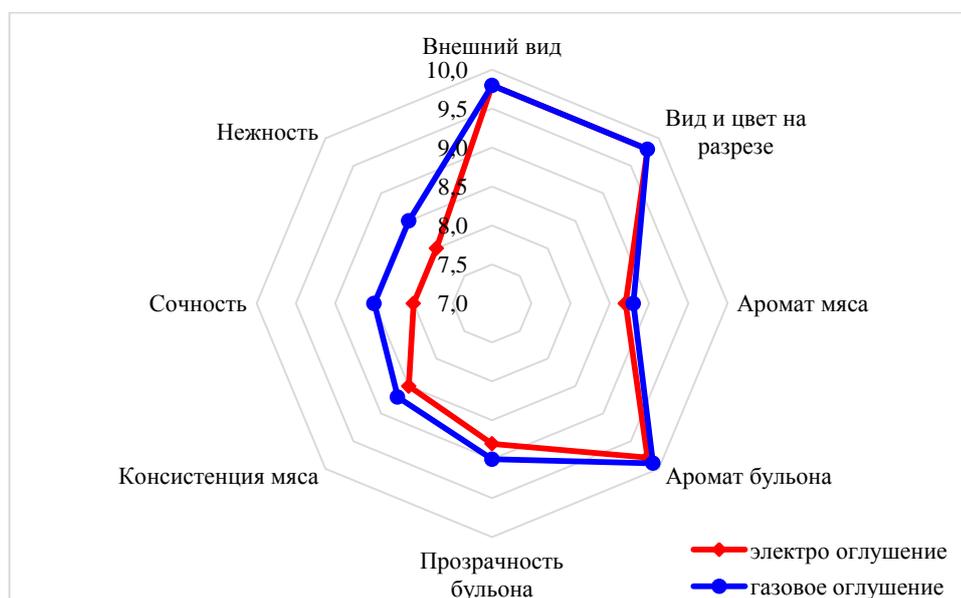


Рисунок 4.13 – Органолептическая оценка вареного мяса грудки

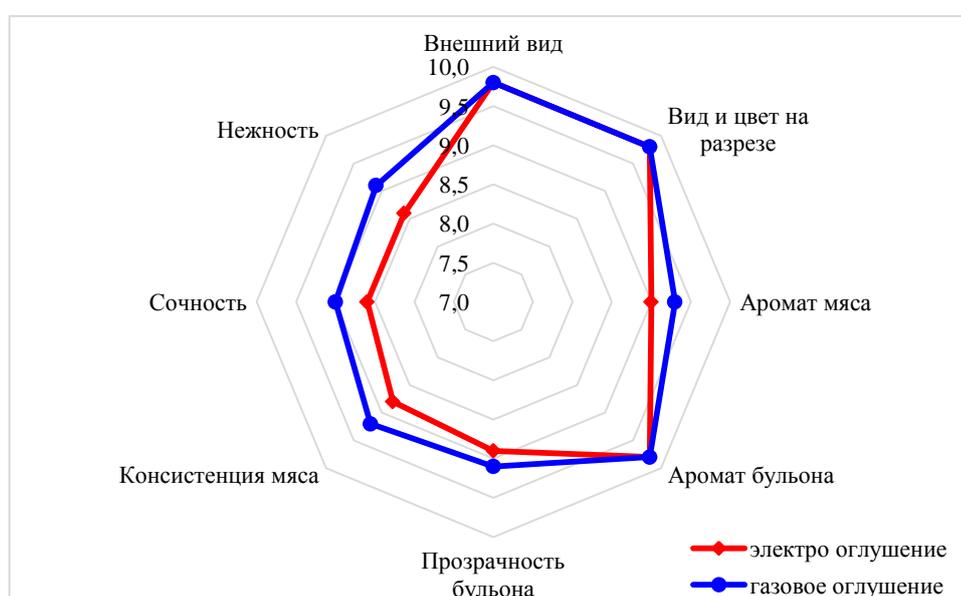


Рисунок 4.14 – Органолептическая оценка вареного мяса бедра

Как свидетельствуют полученные результаты, мясо, полученное в условиях использования газового оглушения, имело более высокое качество. При этом практически все показатели филе бедра выше, чем филе грудки.

## ГЛАВА 5. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВ МЯСА ПТИЦЫ

Функционально-технологические свойства (ФТС) характеризуют комплекс физико-химических показателей, которые определяют поведение сырья при переработке и обеспечивают желаемую структуру, технологические и потребительские свойства готовой продукции.

К основным функционально-технологическим свойствам мяса относятся: влагосвязывающая (ВСС), влагоудерживающая (ВУС), жирудерживающая (ЖУС), эмульгирующие (ЭС) способности и стабильность эмульсии (СЭ).

Влагосвязывающая способность характеризует способность мясной продукции связывать и удерживать влагу, что происходит вследствие способности белков мяса образовывать гидратные оболочки за счет удержания молекул воды водородными связями и электростатическими взаимодействиями.

Влагоудерживающая способность – наиболее важный показатель для мясных продуктов, подвергающихся термической обработке. Он характеризует способность удерживать влагу в процессе нагрева, что в первую очередь сказывается на выходе готового продукта.

Жирудерживающая и эмульгирующая способности, а также стабильность эмульсии – важнейшие показатели, определяющие ход переработки сырья в готовый продукт и влияющие на его конечное качество.

## 5.1. Функционально-технологические свойства мяса бройлеров при хранении

### Определение влагосвязывающей способности (ВСС)

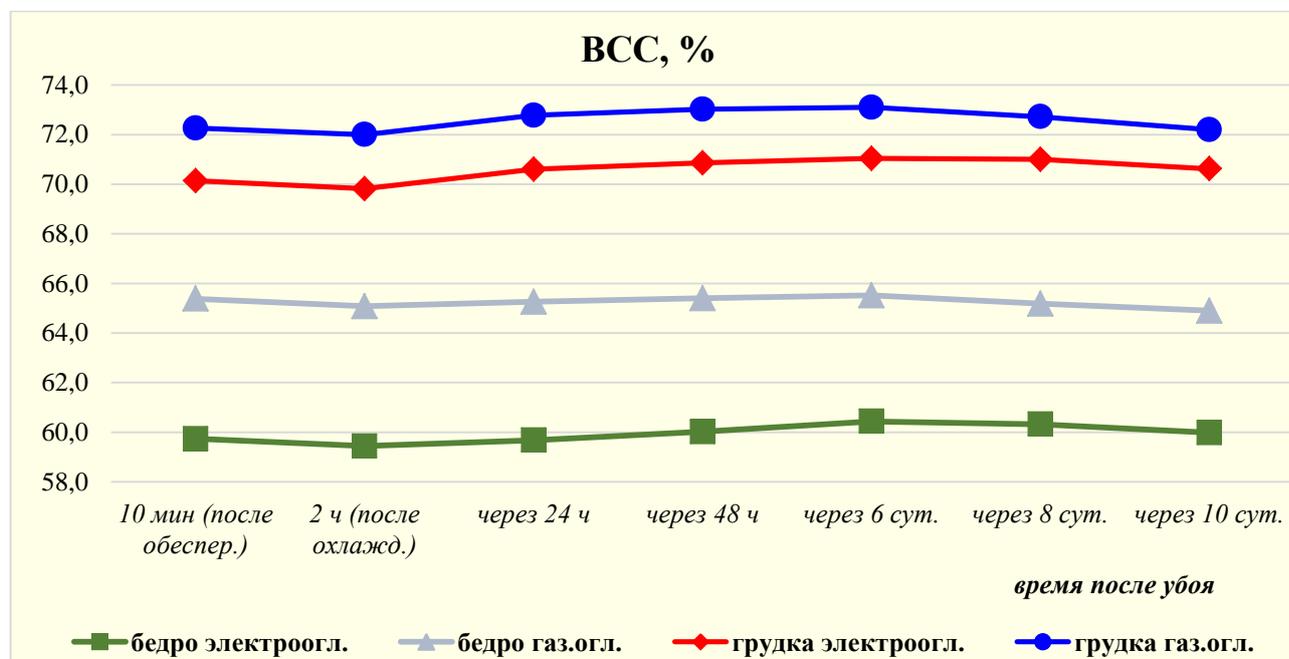


Рисунок 5.1 – Изменение ВСС мяса птицы в процессе убоя и при хранении в охлажденном состоянии в зависимости от способа оглушения

Влагосвязывающая способность находится на достаточно высоком уровне: 60% в среднем для филе бедра и 70% в среднем для филе грудки. Это объясняется высоким содержанием белка, что особенно характерно для белого филе грудки.

Из данных диаграммы видно, что при газовом оглушении птица находится в более релаксированном состоянии, поэтому влагосвязывающая способность при использовании газового оглушения выше. Это обусловлено, по всей видимости, более плавным изменением структуры белков

Данные диаграммы коррелируют с микроструктурной и биохимической характеристикой сырья, в частности при электрооглушении наблюдается более

глубокое (на 2,12%) обезвоживание, что связано с более интенсивным автолизом в частности с развитием стадии окоченения.

Тенденция сохраняется вплоть до 6 суток хранения. Более выраженные эффекты наблюдаются в случае бедренных мышц, когда ВСС больше на 5%, что связано с особенностями химического состава данного анатомического участка.

### **Определение влагоудерживающей способности (ВУС)**

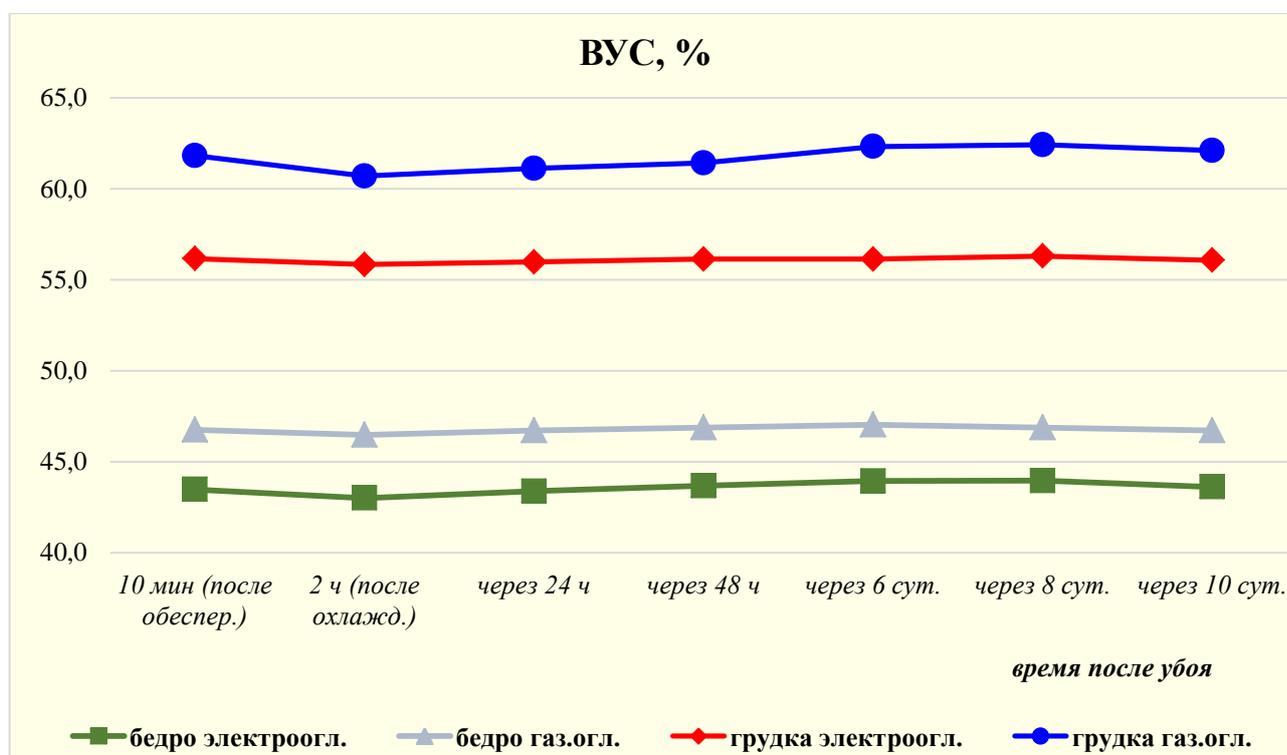


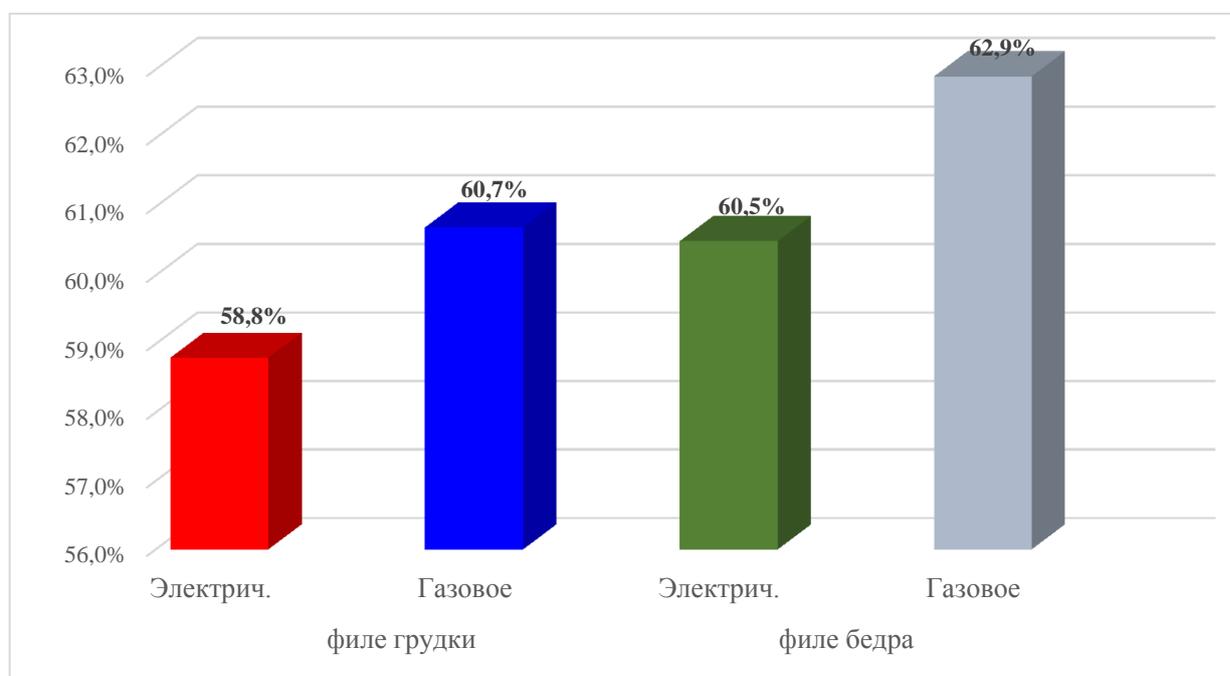
Рисунок 5.2 – Изменение ВУС мяса птицы в процессе убоя и при хранении в охлажденном состоянии в зависимости от способа оглушения

Данные диаграммы доказывают, что мясо при газовом оглушении птиц более стабильно сохраняет влагоудерживающую способность, что положительно характеризует изменения белков.

Также наблюдается закономерность лучшей влагоудерживающей способности у мышечной ткани грудки.

### ***Определение жирудерживающей способности (ЖУС)***

Анализ жирудерживающей способности (рисунок 5.3) показал, что этот показатель на 1,9-2,4% выше у мяса птицы, полученного от убоя с газовым оглушением. Кроме того, показатель ЖУС сам по себе довольно высок, что объясняется небольшой массовой долей жира в самом курином мясе. Это говорит о больших перспективах сырья в получении эмульсий, характерных для фаршевых систем. Отмечено, что жирудерживающая способность филе бедра выше, чем филе грудки в обоих случаях оглушения.



**Рисунок 5.3 – Изменение жирудерживающей способности (ЖУС) мяса птицы в зависимости от способа оглушения**

### Определение эмульгирующей способности и стабильности эмульсий

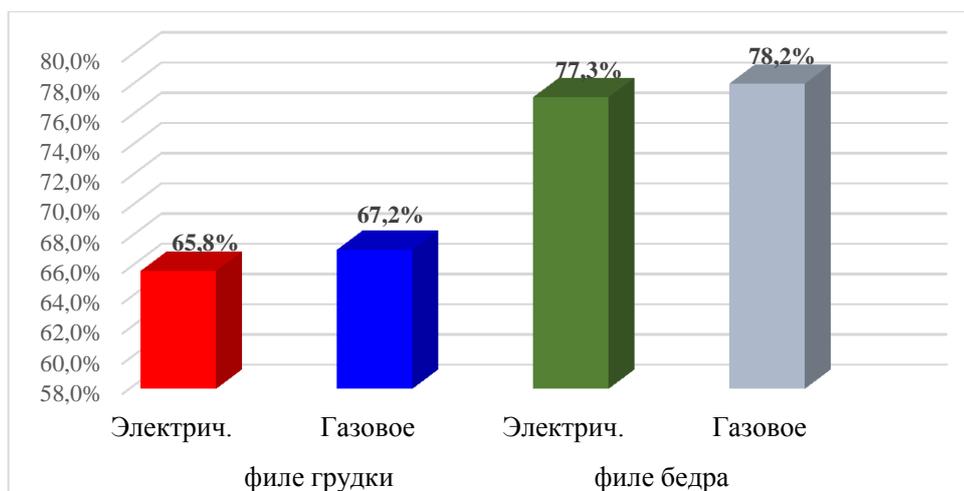


Рисунок 5.4 – Изменение эмульгирующей способности (ЭС) мяса птицы в зависимости от способа оглушения

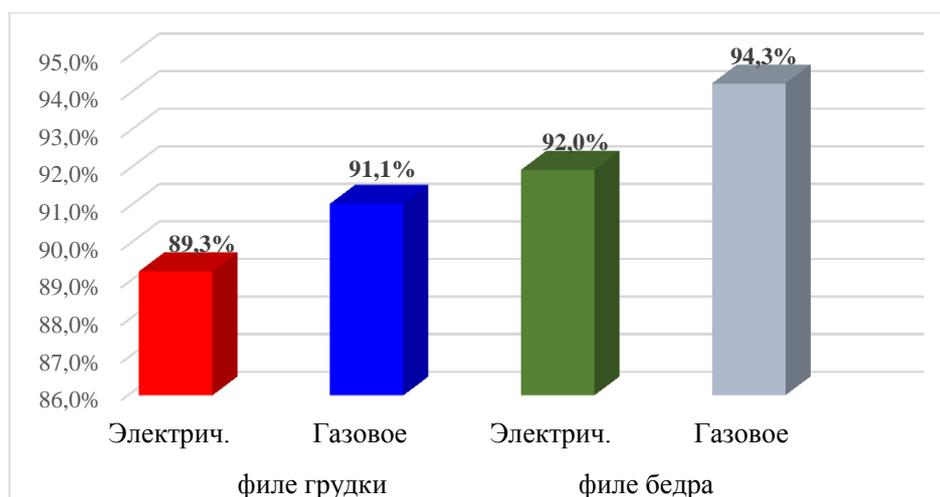


Рисунок 5.5 – Изменение стабильности эмульсии (СЭ) мяса птицы в зависимости от способа оглушения

На основании приведенных в диаграммах данных можно сделать вывод о том, что для мяса, полученного при убойе птицы с использованием газового оглушения, прослеживается более активное связывание жира, а также более высокая эмульгирующая способность и стабильность эмульсии, что свидетельствует о более широком спектре белков с содержанием гидрофобных функциональных групп и более высокой степени применимости для различных ассортиментных групп продуктов.

## 5.2. Оценка ароматов

### *Оценка ароматов сырого мяса [42, 44]*

Для сопоставления содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами мяса и описания влияния способа убоя на состав легколетучей фракции запаха над ними сравним величины откликов всех выбранных сенсоров в массиве (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Отклики сенсоров (Гц) и площадь «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РФФ над пробами

Номер пробы	S1 – ПВП	S2 – ПЭГ <sub>2000</sub>	S3 – 18к6	S4 – ДНФ	S5 – ТОФО	S6 – ПчВ	S7 – ПДЭГС	S8 – Tween	S <sub>Σ</sub> , Гц*с
Мясо грудки (электро- оглушение)	50	23	17	2	6	3	27	7	786
Мясо грудки (газовое оглушение)	49	23	18	2	6	3	19	6	732
Мясо бедра (электро- оглушение)	57	24	20	2	5	4	21	7	900
Мясо бедра (газовое оглушение)	55	24	17	3	8	4	21	8	893
Жир подкожный (электро- оглушение)	51	23	15	2	7	3	22	5	712
Жир подкожный (газовое оглушение)	47	22	15	3	6	3	19	6	671

Установлен близкий качественный и количественный состав легколетучих фракций запахов проб мяса и жира. Однако для проб одного наименования отмечались и различия в общем содержании легколетучих соединений (ЛЛС). Так, если для мяса бедра отличий содержания ЛЛС при оглушении птицы углекислым газом и электричеством в РФФ не изменялось, то

для мяса грудки содержание ЛЛС уменьшалось на 7,4%, для жира уменьшалось на 6,1%. Таким образом, убой с газовым оглушением является более щадящим с точки зрения протекания реакций в тканях с образованием легколетучих органических соединений.

Исследования позволили проследить изменение общего содержания легколетучих компонентов в РГФ над пробами путем сопоставления «визуальных отпечатков» максимальных сигналов сенсоров над пробами одного наименования, полученных при различных способах убоя (рисунок 5.6).

Кроме того, были изучены изменения качественного состава РГФ над пробами по относительному содержанию легколетучих соединений, что оценивалось методом нормировки (таблица 5.2):

Таблица 5.2 – Относительное содержание компонентов в пробах, ω % масс.

Номер пробы	Летучие кислоты	Полярные соединения	Азот-содержащие	Спирты, кетоны	Другие соединения
Мясо грудки (электро-оглушение)	18,5	38,5	<b>20,8*</b>	17,7	4,6
Мясо грудки (газовое оглушение)	19,8	40,5	<b>15,7</b>	19,0	5,0
Мясо бедра (электро-оглушение)	20,1	42,5	15,7	17,9	<b>3,7</b>
Мясо бедра (газовое оглушение)	18,8	41,4	15,8	18,1	<b>6,0</b>
Жир подкожный (электро-оглушение)	16,3	41,5	<b>17,9</b>	18,7	5,7
Жир подкожный (газовое оглушение)	18,3	40,9	<b>16,5</b>	19,1	5,2

\* Примечание: выделены наиболее существенные изменения содержания веществ данной группы в пробе одного наименования, но разных способов убоя.

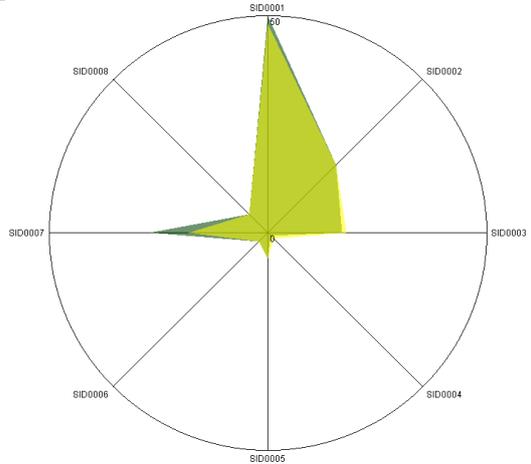
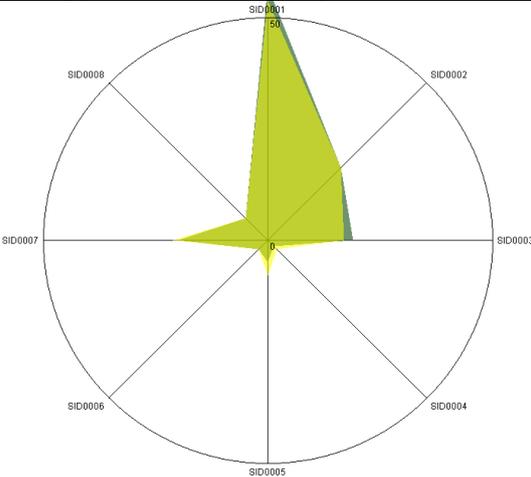
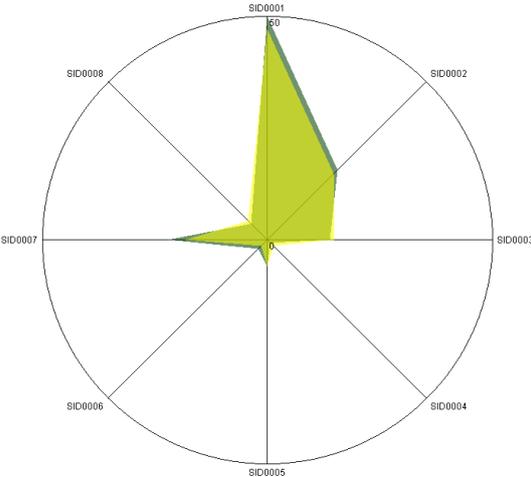
Результаты сравнения «визуальных отпечатков» для проб	Количественные параметры сравнения
	<p>Площадь визуального отпечатка (Гц·с):</p> <p>базовое измерение            727,61 сравниваемое измерение    695,79</p> <p>Абсолютная разность площадей: 31,82 Относительная разность площадей: 4,37 %</p>
<p>Мясо грудки (электрооглушение) (зеленый) Мясо грудки (газовое оглушение) (желтый)</p>	
	<p>Площадь визуального отпечатка (Гц·с):</p> <p>базовое измерение            852,06 сравниваемое измерение    820,24</p> <p>Абсолютная разность площадей: 31,82 Относительная разность площадей: 3,73%</p>
<p>Мясо бедра (электрооглушение) (зеленый) Мясо бедра (газовое оглушение) (желтый)</p>	
	<p>Площадь визуального отпечатка (Гц·с):</p> <p>базовое измерение            661,85 сравниваемое измерение    630,03</p> <p>Абсолютная разность площадей: 31,82 Относительная разность площадей: 4,81%</p>
<p>Жир (электрооглушение) (зеленый) Жир (газовое оглушение) (желтый)</p>	

Рисунок 5.6 – «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РФФ над пробами. По осям указаны номера сенсоров в матрице. По вертикали — максимальные отклики сенсоров (Гц)

Проведенные исследования показали, что при оглушении птицы в среде контролируемой газовой атмосферы увеличивалось содержание спиртов, кетонов, специфических соединений особенно для мяса бедра, менее значительно – для мяса грудки; но для жира содержание этих групп уменьшалось.

При газовом оглушении уменьшалось количество аминов в большей степени для мяса грудки, затем для жира и практически не изменялось для мяса бедра.

Содержание кислот в пробах жира, полученного от птиц, оглушенных газом, увеличивалось, в меньшей степени увеличивалось в пробах мяса грудки, а в пробах мяса бедра – снижалось.

### ***Оценка ароматов бульонов и вареного мяса [42, 44]***

Для сопоставления содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами вареного мяса, бульонов на основе дистиллированной воды и описания влияния способа убоя на состав легколетучей фракции запаха над ними сравним величины откликов всех выбранных сенсоров в массиве (таблица 5.3).

Установлен близкий качественный и количественный состав легколетучих фракций запахов проб мяса и бульонов. Однако в пробах одного наименования отмечались и различия в содержании легколетучих соединений (ЛЛС). Так, если для вареного филе содержание ЛЛС при оглушении птицы углекислым газом и по традиционной технологии в РФ не различалось, то для бульонов разница составила 26,9%, при этом летучих веществ было меньше над бульоном из филе птицы, оглушенной газом. Таким образом, убой с газовым оглушением является более щадящим с точки зрения протекания реакций в тканях с образованием легколетучих органических соединений.

Таблица 5.3 – Отклики сенсоров (Гц) и площадь «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РФФ над пробами

Номер пробы	S1 – ПВП	S2 – ПЭГ <sub>2000</sub>	S3 – 18к6	S4 – ДНФ	S5 – ТОФО	S6 – ПчВ	S7 – ПДЭГС	S8 – Tween	S <sub>Σ</sub> , Гц*с
Филе (электро- оглушение)	50	24	18	3	7	4	20	7	815
Филе (газовое оглушение)	54	23	20	3	6	3	20	6	813
Бульон из филе (электро- оглушение)	57	29	22	3	10	3	25	8	1112
Бульон из филе (газовое оглушение)	53	26	18	3	9	3	23	6	876

Исследования позволили проследить изменение общего содержания легколетучих компонентов в РФФ над пробами путем сопоставления «визуальных отпечатков» максимальных сигналов сенсоров над пробами одного наименования, полученных при различных способах убоя (рисунок 5.7):

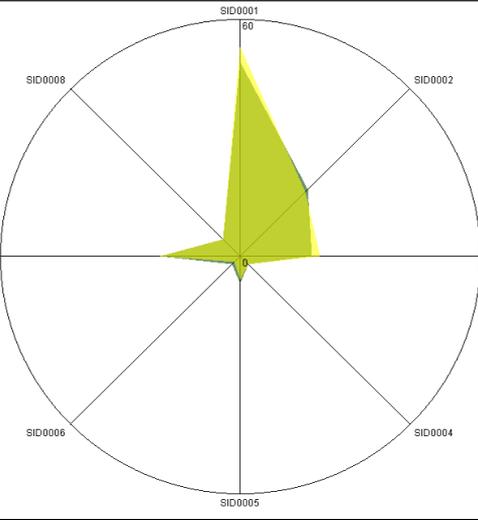
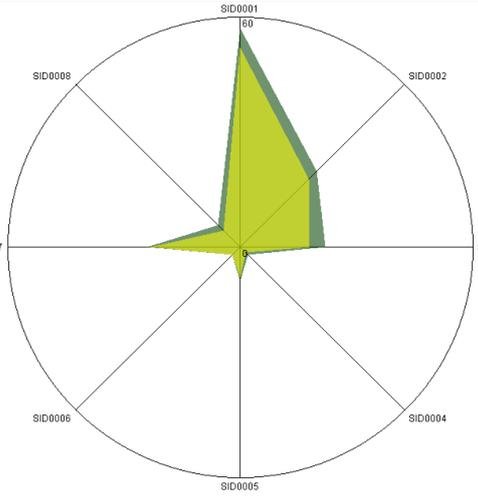
Результаты сравнения «визуальных отпечатков» для проб	Количественные параметры сравнения
	<p>Площадь визуального отпечатка (Гц·с):</p> <p>базовое измерение 770,04</p> <p>сравниваемое измерение 794,43</p> <p>Абсолютная разность площадей: 24,39</p> <p>Относительная разность площадей: 3,17%</p>
<p>Филе (электрооглушение) (зеленый) Филе (газовое оглушение) (желтый)</p>	<p><b>Изменения незначимые</b></p>
	<p>Площадь визуального отпечатка (Гц·с):</p> <p>базовое измерение 1079,04</p> <p>сравниваемое измерение 829,08</p> <p>Абсолютная разность площадей: 249,96</p> <p>Относительная разность площадей: 23,17%</p>
<p>Бульон (электрооглушение) (зеленый) Бульон (газовое оглушение) (желтый)</p>	<p><b>Различия существенные</b></p>

Рисунок 5.7 – «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РФФ над пробами. По осям указаны номера сенсоров в матрице. По вертикали — максимальные отклики сенсоров (Гц)

Кроме того, были изучены изменения качественного состава РФФ над пробами по относительному содержанию легколетучих соединений, что оценивалось методом нормировки (таблица 5.4):

Таблица 5.4 – Относительное содержание компонентов в пробах, ω % масс.

Номер пробы	Летучие кислоты	Полярные соединения	Азот-содержащие	Спирты, кетоны	Другие соединения
Филе (электрооглушение)	19,8	39,7	15,9	19,1*	5,6
Филе (газовое оглушение)	20,2	41,9	15,5	17,8	4,8
Бульон из филе (электрооглушение)	19,9	37,8	16,6	19,2	6,6
Бульон из филе (газовое оглушение)	17,8	39,3	17,0	19,3	6,7

\* Примечание: выделены наиболее существенные изменения содержания веществ данной группы в пробе одного наименования, но разных способов убоя.

Проведенные исследования показали, что при оглушении птицы в среде контролируемой газовой атмосферы увеличивалось содержание полярных гидрофильных соединений в мясе и бульоне. При газовом оглушении уменьшалось количество спиртов, кетонов и специфических соединений в вареном филе. Содержание аминов и кислот в пробах вареного филе практически не изменялось при разных способах оглушения.

Содержание кислот в бульоне, сваренном из филе кур, оглушенных в газовой среде, было меньше, чем в бульоне из филе птицы традиционного способа убоя.

### 5.3. Определение цветности мяса бройлеров

Цвет – одна из важнейших характеристик, определяющих потребительские качества мясопродуктов, поэтому вопросы цветообразования имеют особую

значимость [6].

Общеизвестно, что в мясе птицы содержится в несколько раз меньше мышечного пигмента, обуславливающего окраску готовых изделий – миоглобина, чем в других традиционных видах сырья мясоперерабатывающей промышленности – говядине и свинине [39, 14].

В соответствии с одной из поставленных задач представляло интерес определить количество общих пигментов и взаимное соотношение различных форм миоглобина в мясе бройлеров. Результаты приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Оптическая плотность растворов пигментов сырья

Вид мяса	Вид ослушения	Общие пигменты, $D_{540}$	$\frac{R_{580}}{R_{630}}$	$\frac{R_{545}}{R_{630}}$
Филе грудки	Газовое	0,052	0,614	0,536
Филе бедра		0,132	0,471	0,446
Филе грудки	Электрическое*	0,062	0,635	0,560
Филе бедра		0,151	0,490	0,469

\* – Данные литературных источников [15].

Как видно из данных таблицы, оптическая плотность раствора, полученного после экстракции говядины намного превосходит оптическую плотность растворов анализируемых образцов. Определение отношений коэффициентов отражения в области мет-формы миоглобина  $R_{545}$  и восстановленного пигмента  $R_{580}$  свидетельствует о более высоком процентном содержании последнего в мясе птицы.

По калибровочному графику нашли количество общих пигментов в мясе бройлеров. Полученные данные представлены на рисунке 5.8:

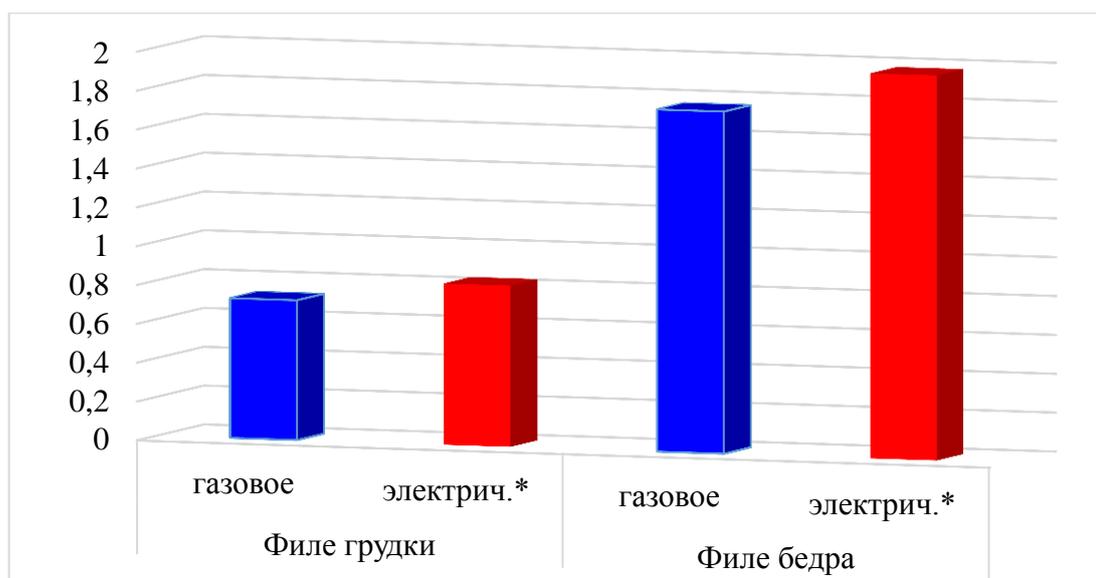


Рисунок 5.8 – Содержание пигментов в мясном сырье

\* – Данные литературных источников [15].

Из проведенных исследований следует, что в мясе грудки птицы, оглушенной в газовой среде, содержится на 15,3% меньше пигментов, чем в мясе грудки птицы, оглушенной электричеством. говядине, в мясе бедра – на 26,5% меньше пигментов при газовом оглушении.

Для изучения цветовых характеристик сырья были сняты спектральные кривые на спектрофотометре СФ-18 в видимой области (400-740 нм). Филе грудки и филе бедра сравнивали с эталоном, а именно – с говядиной по показателю цветности. Цветность – это двумерная величина, определяемая соотношением уровней возбуждения трех цветовых аппаратов среднего человеческого глаза, работающего в условиях дневного освещения [83].

Полученные спектральные кривые представлены на рисунке 5.9.

Взаимное расположение спектральных кривых характеризует их различие в цветности. Чем выше лежит кривая, тем светлее образец. Как видно на рисунке 5.9 спектральная кривая для говядины находится намного ниже, чем остальные исследуемые образцы, что обусловлено более темным ее цветом. Данные рисунка 5.9 подтверждают известные данные о том, что мясо бедра темнее, чем белое мясо грудки. Однако следует отметить, что мясо грудки, полученного от убоя птицы с газовым оглушением, светлее мяса грудки от птицы, оглушенной электричеством.

Та же тенденция прослеживается и для мяса бедра. Это связано, скорее всего, с отсутствием или значительным меньшим числом кровоизлияний при газовом оглушении.

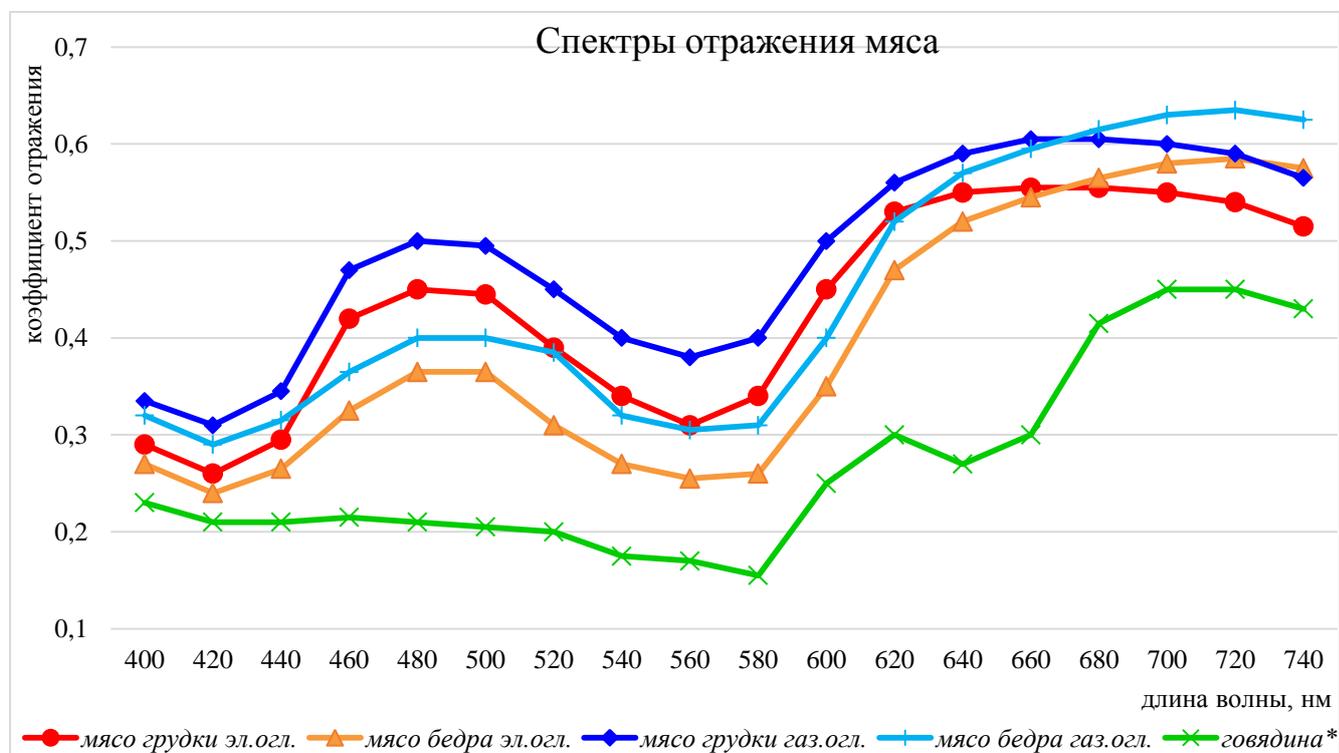


Рисунок 5.9 – Спектрограммы коэффициентов отражения мяса

\* – Данные литературных источников [15].

Поскольку красный цвет имеет длину волны в диапазоне от 580 до 660 нм, то краснота исследуемых образцов может характеризоваться степенью подъёма спектральной кривой в начале этой области. Чем резче подъем, тем интенсивней выражен красный цвет. У говядины наблюдается резкий подъём, в то время как у мяса птицы он менее выражен. Из этого можно делать вывод, что мясо птицы имеет более светлую окраску и менее выраженный красный цвет.

Кроме спектральных кривых цветность можно выразить в числовом выражении, путем пересчета коэффициентов отражения в специальной программе. Таким образом можно рассчитать координаты цветности (X, Y) а также показатели L – светлота, а – степень красноты, b – степень желтизны.

Полученные данные представлены в таблице 5.6:

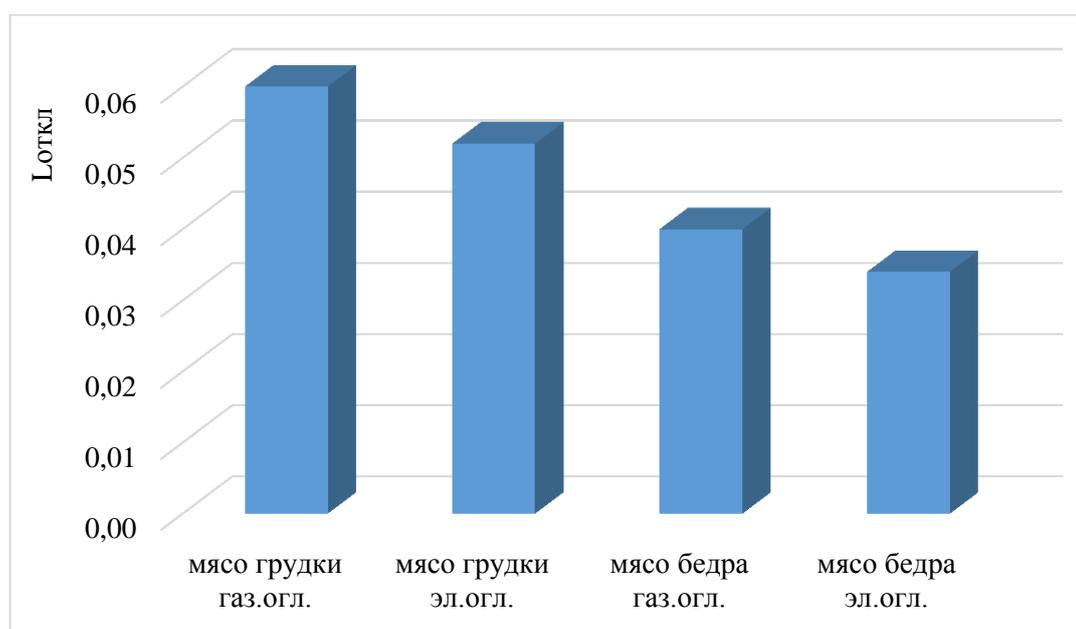
Таблица 5.6 – Цветовые характеристики мясного сырья

Вид сырья	CIE L*ab				XYZ			L <sub>откл</sub>
	L	a	b	$\Delta E$	X	Y	Z	
мясо грудки газовое оглушение*	81,3	5,1	13,0	58,16	0,36	47,92	0,34	0,06
мясо грудки электрооглушение*	69,1	5,2	12,8	55,44	0,35	47,61	0,34	0,05
мясо бедра газовое оглушение	47,2	14,0	10,8	34,15	0,39	19,01	0,33	0,04
мясо бедра электрооглушение	43,3	14,4	10,4	27,87	0,39	18,49	0,34	0,03

\* – Данные литературных источников [15].

Из таблицы видно, что мясо грудки, полученного от убоя птицы с газовым оглушением, светлее мяса грудки от птицы, оглушенной электричеством.

Величины отклонения  $L_{откл}$  между контрольными образцами и эталонным (говядина) отражены на рисунке 5.10.

Рисунок 5.10 – Отклонения координат цветности  $L_{откл}$

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что мясо птицы содержит значительно меньше пигментов, чем говядина (эталон) и, как следствие, имеет большие отличия в цветности. В то же время полученные данные доказывают, что мясо, полученное от убоя с использованием газового оглушения, светлее мяса, полученного от убоя с применением электрического оглушения. По всей видимости это связано с менее развитыми кровоподтеками и кровоизлияниями в первом случае.

## **ГЛАВА 6. СВОЙСТВА КРОВИ ПТИЦ И РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСШИРЕНИИ АССОРТИМЕНТА И НАРАЩИВАНИИ ОБЪЕМОВ ПТИЦЕПРОДУКТОВ**

Независимо от объемов переработки птицы актуальны вопросы сбора и использования ее крови на пищевые и кормовые цели как одного из ценнейших побочных продуктов. В соответствии с установленными нормативами при убойе животных и птицы предусмотрено получение от 2,6% до 3,6% пищевой крови от выработанного мяса.

Исходя из высокого содержания в ней полноценных белков и биологически активных веществ, кровь издавна называют «жидким мясом», отмечая, тем самым, ее значимость как сырья для производства пищевой продукции. Однако традиционные технологии ограничивают сферу ее применения (отдельные виды колбасных изделий, черный и светлый пищевой альбумин, некоторые виды продуктов медицинского назначения). Узкий диапазон традиционных решений по переработке и использованию крови и ее фракций приводит к тому, что значительная ее часть направляется на выработку преимущественно мясокостной муки. Нередки случаи, когда по указанной причине кровь на пищевые цели вообще не собирают, а сливают в производственные стоки, нанося значительный ущерб окружающей среде.

Наличие в крови убойных животных и птиц значительного количества железа предопределяет ее применение для выработки кормов, способствующих профилактике и лечению железодефицитных анемических заболеваний, которым подвержены животные и птица при интенсивном ведении животноводства и птицеводства, что характерно для большинства крупных животноводческих и птицеводческих комплексов.

Преимущество использования крови кур для указанных целей обусловлено и тем, что железо в ней находится в наиболее усвояемой гемовой форме, следовательно, вырабатываемые на ее основе кормовые добавки могут

быть более эффективными в сравнении с другими железосодержащими препаратами.

Цельная кровь является скоропортящимся сырьем, в связи с этим при разработке эффективных методов и способов использования цельной крови неотъемлемой частью в ее использовании и переработке являются операции по увеличению срока хранения или консервация, особенно необходимая с точки зрения биологической безопасности.

При обычных условиях возможно бактериальное обсеменение только поверхности тушки и поверхности ее внутренней полости. При переработке здоровой птицы с соблюдением технологии и санитарных правил микрофлора не попадает под кожу или через кожу. Однако кровоподтеки и кровоизлияния на тушке подвержены быстрой бактериальной порче. На 61-74,2% кровоподтеков на тушках определяются как аэробные и анаэробные микроорганизмы. Из 86 преобладающих видов микроорганизмов, выделенных из ткани с кровоподтеками, 47 относились к грамположительным коккам, 19 – к грамотрицательным палочкам, 11 – к дрожжам, 7 – к грамположительным палочкам и 2 – к грамотрицательным коккам, 33% грамположительных кокков идентифицируются как стафилококки, из которых 48% относятся к штамму *S. epidermis*. Среди микроорганизмов, выделенных из кровоподтеков, преобладали микроорганизмы, встречающиеся в фекалиях и кормах, которые являлись основным источником заражения тканей.

С организмом животного ассоциированы, как правило, десятки и сотни видов различных микроорганизмов. Они, являются облигатными для организма в целом. Многие виды микроорганизмов встречаются во многих областях тела, изменяясь лишь количественно. Количественные вариации возможны у той же микрофлоры в зависимости от вида млекопитающих. Большинству же животных и птиц свойственны общие усредненные показатели для ряда областей их тела (энтеробактерии, грибы, стафилококки, бактерии рода *Bacillus*, сальмонеллы и другие).

Учитывая быстроту порчи крови, для исследования возможностей ее рационального использования, отбор образцов крови при убое бройлеров при неасептических условиях осуществляли на предприятии ПЗ и ГПП (Ракитное 2) МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм». В исследованиях использовались специальные микробиологические методы.

При подсчете микроорганизмов руководствовались ГОСТ 26670-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Методы культивирования микроорганизмов».

Полученный результат округляли до числа, кратного:

- 5, если среднее арифметическое число микроорганизмов менее 100;
- 20, если среднее арифметическое число микроорганизмов более 100 и оканчивается цифрой 5;
- 10, если среднее арифметическое число микроорганизмов более 100 и не оканчивается цифрой 5.

Ответ выражен в виде числа КОЕ/г с указанием соответствия или несоответствия.

### **6.1. Микробиологические показатели крови цыплят-бройлеров в условиях производства (Ракитное 2)**

Результаты проведенных исследований показали, что общая санитарно-гигиеническая ситуация на птицеперерабатывающем предприятии соответствует установленным санитарным нормативам. Кроме того, бактериологический анализ позволяет сделать заключение об определенных закономерностях изменения заявленных бактериологических показателей и групп. Так микробное число крови претерпевает существенные изменения на вторые сутки и после 48 часов становится практически не пригодной к дальнейшему использованию. Положительным моментом можно считать тот факт, что в нативной крови не подтверждено наличие микроорганизмов группы *Salmonella*, а также золотистый стафилококк.

Также было выявлено незначительное снижение микроорганизмов групп *Enterobacteriaceae* и *Pseudomonas*, незначительное повышение микроорганизмов группы *Mould/East* и *Bacillus cereus* в процессе хранения.

Экспериментальные данные обработаны методом математической описательной статистики, подтверждены методом ПЦР-анализа.

При изучении бактериальной обсемененности крови (таблица 6.1) полученной неасептическим методом непосредственно при убое выяснили, что в среднем этот показатель составляет  $1,7 \cdot 10^3$  КОЕ/мл, что гораздо ниже нормативного. Таким образом газовое оглушение способствует хорошему состоянию сырья.

Таблица 6.1 – Исходное содержание некоторых микроорганизмов в свежей цельной крови бройлеров при неасептических условиях сбора (обобщенные данные) КОЕ/мл

образцы	по норме	время хранения, час						
		0	12	24	36	48	60	72
№1	1*10 <sup>6</sup>	4,1*10 <sup>3</sup>	9,4*10 <sup>3</sup>	9,3*10 <sup>4</sup>	4,3*10 <sup>6</sup>	8,3*10 <sup>6</sup>	2,1*10 <sup>7</sup>	2,5*10 <sup>7</sup>
№2		3,1*10 <sup>2</sup>	7,2*10 <sup>2</sup>	2,8*10 <sup>3</sup>	6,2*10 <sup>3</sup>	4,7*10 <sup>4</sup>	3,6*10 <sup>5</sup>	4,1*10 <sup>6</sup>
№3		2,5*10 <sup>2</sup>	6,1*10 <sup>2</sup>	1,6*10 <sup>3</sup>	4,9*10 <sup>3</sup>	1,2*10 <sup>5</sup>	6,7*10 <sup>6</sup>	7,3*10 <sup>6</sup>
№4		3,8*10 <sup>3</sup>	8,6*10 <sup>3</sup>	8,5*10 <sup>4</sup>	3,7*10 <sup>5</sup>	7,6*10 <sup>6</sup>	9,2*10 <sup>6</sup>	9,3*10 <sup>6</sup>
№5		1,2*10 <sup>2</sup>	4,2*10 <sup>2</sup>	0,9*10 <sup>3</sup>	2,3*10 <sup>3</sup>	9,8*10 <sup>4</sup>	9,6*10 <sup>5</sup>	2,4*10 <sup>6</sup>
Среднее		1,7*10 <sup>3</sup>	4,0*10 <sup>3</sup>	3,7*10 <sup>4</sup>	8,7*10 <sup>5</sup>	3,2*10 <sup>5</sup>	7,6*10 <sup>6</sup>	9,6*10 <sup>6</sup>

При этом отмечены различные отклонения исследуемого показателя при рассмотрении индивидуально по точкам отбора, что может быть объяснено различиями в технологии убоя и что особенно важно технологических линий и режимов работы.

Результаты при дальнейшем наблюдении за изменениями в микробном фоне крови при хранении в условиях цеха без охлаждения при температуре  $23 \pm 1$  °С приведены на рисунке 6.1:

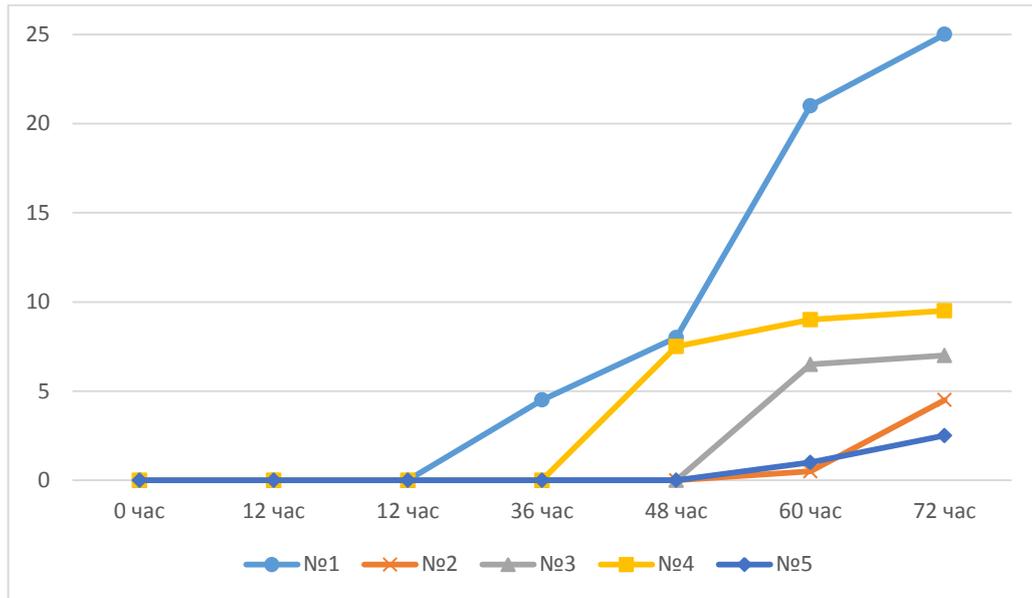


Рисунок 6.1 – Изменение микробного фона крови при хранении

Так в первые сутки практически не происходит существенного увеличения количества бактерий, что в первую очередь можно объяснить функционированием неспецифического гуморального иммунитета.

В неспецифическом гуморальном иммунитете основную роль играют защитные вещества плазмы крови, такие, как лизоцим, пропердин, интерферон. Они обеспечивают врожденную невосприимчивость организма к инфекциям.

Лизоцим представляет собой белок, обладающий ферментативной и муколитической активностью. Он активно подавляет рост и развитие возбудителей, разрушает некоторые бактерии. Лизоцим содержится в кишечной и носовой слизи, слюне, слезной жидкости. В наибольших концентрациях он находится в гранулах полиморфноядерных лейкоцитов, в макрофагах и при их разрушении попадает во внеклеточную жидкость. Пропердин также представляет собой белковоподобное соединение с бактерицидным и противовирусными свойствами. Интерферон – глобулин плазмы крови. Он быстро синтезируется и высвобождается. Обладая широким спектром действия, интерферон обеспечивает противовирусную защиту еще до

повышения числа специфических антител. Подобным свойством наделены и некоторые полипептиды.

В последующем, на третьи сутки происходит существенное повышение микробного фона в образцах №1 и №4, к исходу третьих суток повышается микробный фон в образцах №2, №3, №5. Подобные изменения также можно объяснить некоторыми различиями технологии убоя, оборудования и режима работы в точках отбора крови.

Существенным показателем является состав и соотношение микробного фона убойной крови. Исследование в этом направлении показало, что основу микробного «букета» нативной крови, полученной неасептическим способом, при убое составляют палочковидные формы микроорганизмов, в том числе Грам+ и Грам- палочки, а также споросодержащие микроорганизмы, кроме того кокки, а также дрожжи, дрожжеподобные микроорганизмы и плесени (таблица 6. 2):

Таблица 6.2 – Соотношение морфологических форм в нативной крови, %

Объект	Формы микроорганизмов				
	Палочковидные			Кокки	Дрожжи/ Плесени
	Грам+	Грам-	Споро- содержащие		
№1	9,4	4,7	48,1	34,2	3,6
№2	9,7	21,2	43,9	23,9	1,3
№3	18,7	11,48	35,7	31,6	2,52
№4	9,4	4,7	48,1	34,2	3,6
№5	16,6	11,3	36,4	33,2	2,5
Среднее	12,8±4,53	13,6±6,77	42,4±6,09	29,9±4,34	2,7±0,96

Соответственно усредненные показатели выглядят следующим образом (рисунок 6.2): Грамм+ палочки составляют от общего количества 12,8±4,53%, Грамм- палочки 13,6±6,77%, споросодержащие 42,4±6,09%, кокки и сумарный показатель дрожжи+плесени соответственно 29,9±4,34% и 2,7±0,96%.

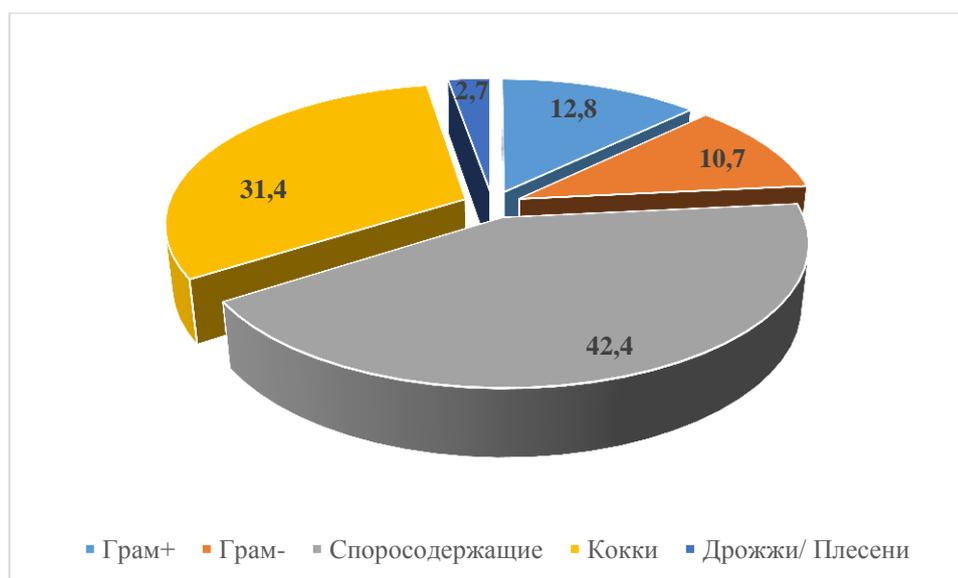


Рисунок 6.2. Соотношение морфологических форм в нативной крови, %

Исследование динамики изменения соотношения микроорганизмов в нативной крови в процессе хранения показало (таблица 6.3), что наиболее динамично изменяются количественные соотношения споросодержащих микроорганизмов (рисунок 6.3), существенно увеличивающих свое присутствие после первых суток хранения, и кокков, наоборот, снижающих этот показатель. В отличие от бактерий дрожжи и плесени остаются стабильными в процессе хранения.

Таблица 6.3 – Динамика изменения соотношения морфологических форм микроорганизмов в нативной крови бройлеров, %

Время хранения, час	Формы микроорганизмов				
	Палочковидные			Кокки	Дрожжи/ Плесени
	Грам+	Грам-	Споро-содержащие		
0	12,8	13,6	42,4	29,9	2,7
12	12,8	11,1	43,8	29,9	2,4
24	14,7	10,4	46,5	26,1	2,3
36	15,2	9,5	47,8	25,3	2,3
48	15,1	9,1	49,4	24,1	2,3
60	16,6	8,3	50,3	22,7	2,1
72	17,1	7,7	51,5	21,6	2,1

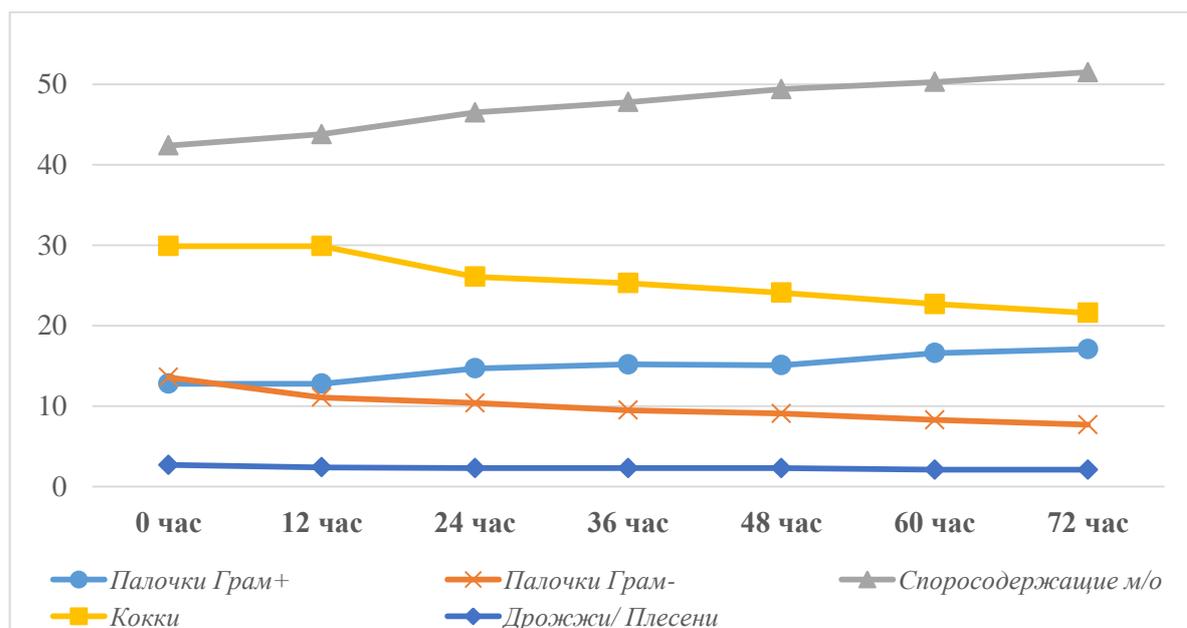


Рисунок 6.3 – Динамика изменения соотношения морфологических форм микроорганизмов в нативной крови бройлеров, %

Таблица 6.4 – Содержание в нативной крови кур некоторых микроорганизмов, КОЕ/мл

Образцы	Общее микробное число	Enterobacteriaceae	Salmonella	Pseudomonas	Mould / East	Staphylococcus aureus	Bacillus cereus
№1	$4,1 \cdot 10^3$	$0,63 \cdot 10^2$	-	16	2	-	8
№2	$3,1 \cdot 10^2$	$2,11 \cdot 10^2$	-	32	2	-	5
№3	$2,5 \cdot 10^2$	$1,02 \cdot 10^2$	-	18	1	-	3
№4	$3,8 \cdot 10^3$	$0,96 \cdot 10^2$	-	21	1	-	7
№5	$1,2 \cdot 10^2$	$0,78 \cdot 10^2$	-	40	3	-	11
Среднее	$1,7 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^2$	-	25,4	1,8	-	6,8
Норма	$1,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	-	1000	100	100	100

Таблица 6.5 – Динамика изменения количества микроорганизмов рода *Enterobacteriaceae* в процессе хранения, \*10<sup>2</sup> КОЕ/мл

Объект	Время хранения, час						
	0	12	24	36	48	60	72
№1	0,63	0,63	0,61	0,58	0,51	0,46	0,40
№2	2,11	2,11	2,07	1,96	1,73	1,61	1,35
№3	1,02	1,02	0,96	0,92	0,88	0,77	0,73
№4	0,96	0,96	0,91	0,82	0,82	0,82	0,65
№5	0,78	0,78	0,73	0,66	0,66	0,61	0,59
Среднее	1,10	1,10	1,06	0,99	0,92	0,85	0,74

Таблица 6.6 – Динамика изменения количества микроорганизмов рода *Pseudomonas* (суммарно) в процессе хранения, \*10<sup>2</sup> КОЕ/мл

Объект	Время хранения, час						
	0	12	24	36	48	60	72
№1	16	16	15	15	14	14	14
№2	32	30	29	29	26	26	26
№3	18	16	16	15	15	15	15
№4	21	23	23	23	23	22	22
№5	40	39	36	34	33	32	31
Среднее	25,4	24,8	23,8	23,2	22,2	21,8	21,6

Учитывая благополучие крови по микробиологическим показателям, представляло интерес изучить токсичность на биотестах для исключения влияния продуктов метаболизма.

Таблица 6.7 – Динамика изменения токсичности крови в течение срока хранения на культуре *P. caudatum*

Объект	Время хранения, час						
	0	12	24	36	48	60	72
№1	1,10	1,00	0,99	0,98	0,86	0,80	0,73
№2	0,97	0,97	0,96	0,95	0,92	0,91	0,88
№3	0,98	0,97	0,97	0,97	0,94	0,92	0,89
№4	1,00	0,99	0,98	0,87	0,81	0,76	0,64
№5	1,10	1,00	1,00	0,99	0,97	0,92	0,91
Среднее	1,03	0,99	0,98	0,95	0,90	0,86	0,81

Индекс интенсивности размножения при  $I = 1,000 \pm 0,100$  показывает, что объект биологически не активен (не токсичен), при  $I > 1,000 \pm 0,100$  – объект стимулирует размножение клеток, при  $I < 1,000 \pm 0,100$  – объект угнетает размножение клеток, токсичен.

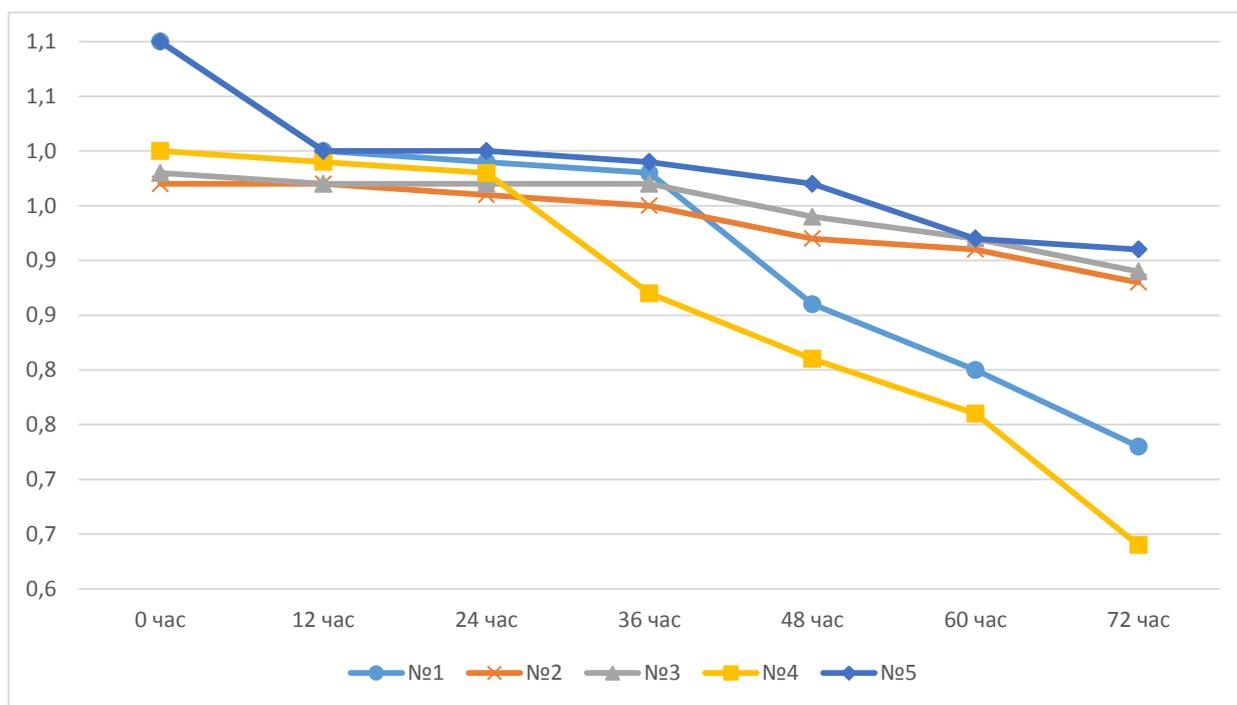


Рисунок 6.4 – Динамика изменения токсичности крови в течение срока хранения на культуре *P. caudatum*

Это позволяет определить реальные сроки для переработки крови, собранной в неасептических условиях, без использования консервантов.

## 6.2. Обоснование выбора факторов и подбор условий эмульгирования крови с эффектом осветления

В силу роста доли производства птицы и сокращения доли крупного рогатого скота в объеме производства мяса представляет безусловный интерес

разработка направлений по глубокой переработке, в частности крови. Кровь животных и птиц по праву может выступать как сырьевой источник для производства высококачественной продукции. Особого внимания заслуживает направление по получению эмульсий, которые служат заменителем основного сырья в фаршевых системах и в последнее время получили популярность в реальном производстве.

Согласно среднестатистическим данным, суммарная масса побочных продуктов убоя и потрошения птицы составляет 24-26% от живой массы птицы, в т. ч. кровь – 3,8-4,6%. Содержание белка в них значительно: 14-15% (в побочных продуктах – мякотных), 18,2-20,2% (в крови) и около 80% (в пере).

Переработка отходов предполагает необходимость получения биологически ценного, безопасного и стойкого при хранении корма или каких-либо других продуктов.

Ограниченность ассортимента кормовой продукции высокой биологической ценности, несовершенство существующих технологий ее получения диктуют необходимость привлечения биологически полноценных сырьевых источников, а также поиска новых, нестандартных технических решений на основе рационального использования переработки наиболее ценных побочных продуктов птицепереработки для производства эмульсий как основы для создания продуктов с заданными свойствами и химическим составом.

Обобщив результаты информационно-патентного поиска, был сделан выбор в пользу следующих источников растительного и животного происхождения: кровь куриная, шкурка свиная и куриная, жмых амаранта, чечевица, нут, гидрофуз подсолнечный. В качестве жирового компонента использовали масло подсолнечное и жир свиной топленый, химический состав которых достаточно изучен и представлен в таблицах 6.8 – 6.12.

Таблица 6.8 – Химический состав крови птиц [12]

Вид птицы	Массовая доля компонентов, %				
	Вода	Жир сырой	Белок сырой	Зола	Безазотистые вещества
Цыплята-бройлеры	80,1	0,2	18,6	0,8	0,3
Куры	78,2	0,0	20,0	1,0	0,4
Индейки	80,3	0,3	18,2	1,0	0,4
Гуси	77,9	0,4	20,3	1,0	0,4
Утки	79,2	0,3	19,2	0,9	0,4

Таблица 6.9 – Химический состав свиной шкурки и кожи сухопутной птицы [10]

Вид сырья	Влага	Белок				Жир	Зола
		всего	водорас-творимый	солерас-творимый	щелочерас-творимый		
Шкурка свиная	53,70	28,50	4,90	9,50	85,70	16,70	1,20
Кожа сухопутной птицы	66,55	18,30	3,10	4,65	10,59	10,96	4,70

Таблица 6.10 – Аминокислотный состав шкурки свиной и кожи сухопутной птицы [12]

Наименование незаменимых аминокислот	Массовая доля кислот, % массы сухого вещества		Наименование заменимых аминокислот	Массовая доля кислот, % массы сухого вещества	
	Кожа птицы	Шкурка свиная		Кожа птицы	Шкурка свиная
Валин	1,47	2,5	Аланин	7,53	8,7
Изолейцин	1,99	1,5	Аргинин	4,18	7,3
Лейцин	3,29	2,7	Аспаргинования кислота	4,07	6,3
Лизин	2,34	6,3	Гистидин	1,17	2,9
Треонин	2,71	4,8	Глицин	5,89	17,3
Фенилаланин	2,06	5,7	Глутаминовая кислота	10,61	11,0
Метионин	0,59	2,0	Пролин	3,40	11,5
Триптофан	-		Серин	2,55	4,4
			Тирозин	1,73	0,5
			Цистин	0,14	0,1
Итого	14,45	25,5	Итого	41,27	70,0
ВСЕГО	55,72	95,5			

Таблица 6.11 – Жирнокислотный состав кожи сухопутной птицы [12]

Наименование жирных аминокислот	Обозначение		Массовая доля кислот, % к сумме жирных кислот
	Число атомов и двойных связей	формула	
Миристиновая	$C_{14}^0$	$C_{14}H_{28}O_2$	2,45
Пентадекановая	$C_{14}^{1=}$	$C_{14}H_{26}O_2$	0,17
Палмитолеиновая	$C_{15}^0$	$C_{15}H_{30}O_2$	2,18
Пальмитиновая	$C_{16}^{1=}$	$C_{16}H_{30}O_2$	2,82
Маргариновая	$C_{16}^0$	$C_{16}H_{32}O_2$	15,94
Линоленовая	$C_{17}^0$	$C_{17}H_{34}O_2$	2,53
Линолевая	$C_{18}^{3=}$	$C_{18}H_{30}O_2$	0,52
Олеиновая	$C_{18}^{2=}$	$C_{18}H_{32}O_2$	8,33
Стеариновая	$C_{18}^{1=}$	$C_{18}H_{34}O_2$	27,92
Арахидоновая	$C_{18}^0$	$C_{18}H_{36}O_2$	5,82
Арахиновая	$C_{20}^{4=}$	$C_{20}H_{32}O_2$	1,61

Таблица 6.12 – Массовая доля насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот в коже сухопутной птицы [12]

Жирные кислоты	Массовая доля, % к сумме
Насыщенные (Н)	34,39
Мононенасыщенные (М)	30,91
Полиненасыщенные (П)	12,58
Соотношение Н:М:П	2,7 : 2,5 : 1,0
Неидентифицированные компоненты	23,12

При подборе компонентного состава эмульсии нами были использованы информационные данные (таблица 6.13-6.16):

Таблица 6.13 – Химический состав растительного сырья [19, 1958, 73]

Наименование показателя	Значение показателя		
	Жмых амаранта	Нут	Чечевица
Массовая доля, %:			
Влага	7,81	14,00	14,00
Белок	23,30	29,7 – 32,30	21,30 – 32,00
Жир	7,06	4,30	1,50
Углеводы	56,04	50,10	46,40
Зола	5,79	3,00	2,70
Минеральные вещества, мг/100г:			
Na	80	72	55
K	876	968	672
Ca	240	193	83
Mg	91	126	80
P	880	444	390
Витамины, мг/100г:			
β-каротин	0,02	0,09	0,03
B <sub>1</sub>	-	0,08	0,50
B <sub>2</sub>	0,71	-	0,21

Таблица 6.14 – Фракционный состав белков растительного сырья [1919]

Наименование культуры	Фракции белка (к сумме всего извлеченного азота, %)		
	водорастворимые	солерастворимые	щелочерастворимые
Соя	72-94	3-23	3-22
Чечевица	52-55	37-40	5-11
Жмых амаранта	41-42	58-59	-
Нут	50-51	41-42	8-9

Таблица 6.15 – Аминокислотный состав белков растительных культур, мг/100г белка [19, 1958, 76]

Аминокислоты	Жмых амаранта	Нут	Чечевица	Соя
<b>Незаменимые:</b>				
Треонин	3860	790	960	1390
Валин	4890	920	1270	2090
Метионин	1940	340	290	520
Изолейцин	3480	1370	1020	1810
Лейцин	1193	1520	1890	2670
Фенилаланин	5040	1040	1250	1610
Триптофан	1000	222	220	450
Лизин	4010	1539	1720	2090
<b>Заменимые:</b>				
Аспарагин	5000	2190	2870	3820
Серин	3300	970	1250	2070
Глутаминовая кислота	18900	2150	3950	6050
Пролин	6000	840	1050	1860
Глицин	4500	890	1030	1420
Цистин	1200	285	220	550
Тирозин	3600	528	780	1060
Гистидин	2225	860	710	980
Аргинин	3400	1660	2050	2340

Таблица 6.16 – Содержание углеводов в растительном сырье [19, 1958]

Показатели	Содержание, г/100г		
	Чечевица	Нут	Соя
<b>Моносахариды:</b>			
Глюкоза	-	-	0,01
Фруктоза	-	-	0,55
<b>Ди-, три-, тетрасахариды:</b>			
Раффиноза	0,30	0,30	1,58
Сахароза	1,81	1,66	5,10
Стахиоза	1,00	1,00	3,00
<b>Полисахариды:</b>			
Гемицеллюлозы	3,10	6,20	6,30
Клетчатка	3,70	3,70	4,30
Крахмал	39,80	43,20	43,20
Пектин	3,40	-	-

Как видно из данных таблиц, основную массу углеводов составляет крахмал, гемицеллюлозы и клетчатка, доля редуцирующих сахаров незначительна. Таким образом, на основании представленного информационного материала можно сделать заключение о целесообразности и реальной возможности привлечения отечественных растительных культур как перспективного источника для производства эмульсий, так как они имеют сбалансированный аминокислотный состав, высокое содержание общего азота, низкое содержание жира, богаты биологически активными веществами.

Фуз гидратационный подсолнечных масел или белковый фосфатидный концентрат (белково-фосфолипидная масса, БФМ, - сопутствующий продукт производства рафинированного подсолнечного масла). Это жиробелковый продукт, состоящий из фосфатидов, масла, протеина и примесей белковой природы, а также лецитина, меланина и т.д.

Гидрофуз в технологии холодной рафинации масел получают следующим образом: пресовое масло очищают на перлитных вакуум-фильтрах, перекачивают в гидротатор и добавляют очищенную воду, поваренную соль и лимонную кислоту (как антиоксидант), выдерживают несколько часов (происходит набухание фосфолипидов и они оседают на дно гидротатора) и сбрасывают нижние слои в емкость для хранения гидрофуза.

Фуз гидратационный подсолнечных масел, производимый при методе холодной рафинации, является концентрированным кормом и применяется для составления рационов сельскохозяйственных животных и птицы за счет высокого содержания фосфатидов и масла, его можно использовать как энергетическую добавку. Содержание кормовых единиц 1,2 КЕ. За счет содержания белковых соединений его можно использовать как белковую добавку. Содержание белка составляет от 8 до 30% в зависимости от способа получения. За счет содержания в гидратационном осадке масла (более 50% от общей массы) не требуется дополнительного его введения в состав комбикорма. Низкое кислотное число выделенного из масла фуза – 2,5,

перекисное число практически отсутствует. Общее кислотное число продукта допускается от 8 до 12. В гидрофузе за счет уникального метода холодной рафинации масла, отсутствуют щелочные соединения и жирные кислоты. В то же время гидратационный фуз богат витаминами группы E и B, поэтому его можно использовать как витаминную добавку при составлении кормовых рационов. Гидрофуз подсолнечный применяется при приготовлении гранулированных комбикормов, частично заменяет ввод шрота и жмыха в состав кормосмесей. Использование фуза гидратационного как высокоэнергетической, жиробелковой, витаминной и фосфоросодержащей добавки в рацион птицы и животных, при производстве комбикормов обеспечивает высокую и устойчивую продуктивность птиц и животных, улучшает рост молодняка, укрепляет иммунную систему животных, благоприятно влияет на воспроизводительную функцию, дает быстрый прирост живой массы у птиц [73].

Эмульсии – это дисперсные системы, образованные двумя взаимно нерастворимыми жидкостями. Эмульсии обычно подразделяют по размерам частиц и концентрациям дисперсной фазы. Дисперсная фаза – совокупность мелких однородных частиц, капелек жидкости или пузырьков газа, равномерно распределенных в окружающей (дисперсной) среде. Для того, чтобы различать, какая из жидкостей эмульсии диспергирована, а какая является дисперсионной средой, принято полярную жидкость условно называть «водой», а неполярную – «маслом».

Эмульсии делят на два типа: прямые – «масло в воде» и обратные – «вода в масле». Дисперсность эмульсий может изменяться в широких пределах, вплоть до истинно коллоидной (диаметр частиц менее 100 нм).

Для эмульсий характерна коалесценция капель, т.е. их самопроизвольное слияние. Чтобы получить высокодисперсные и устойчивые эмульсии в систему добавляют стабилизаторы, называемые в данном случае эмульгаторами.

Агрегативная устойчивость эмульсий количественно характеризуется скоростью их расслоения, или временем жизни отдельных капель в контакте с

другими. Чаще пользуются первой характеристикой. Ее определяют, измеряя высоту (объем) отслоившейся фазы через определенные промежутки времени после получения эмульсии. Без эмульгатора устойчивость эмульсии обычно небольшая. Известны методы стабилизации эмульсий ПАВ, ВМС, порошков. Так же, как и при стабилизации лиозолей, стабилизации эмульсий с помощью ПАВ обеспечивается вследствие адсорбции и определенной ориентации молекул ПАВ, что вызывает снижение поверхностного натяжения и увеличения энтропии. Ориентирование ПАВ в эмульсиях следует правилу уравнивания полярностей Ребиндера: полярные группы ПАВ обращены к полярной фазе. В зависимости от типа ПАВ (ионогенные, неионогенные) капельки эмульсии приобретают соответствующий заряд или на их поверхности возникают адсорбционно-сольватные слои.

В промышленности часто возникает необходимость шить эмульсию. Прямые эмульсии, стабилизированные ионогенными эмульгаторами, можно разрушить добавлением электролитов с поливалентными ионами. Такие электролиты вызывают не только сжатие двойного электрического слоя, но и переводят эмульгатор в малорастворимую в воде форму. Эмульгатор можно нейтрализовать другим эмульгатором, способствующим образованию эмульсий обратного типа добавить вещество более поверхностно-активное, чем эмульгатор, которое само не образует прочных пленок. Например, спирты (пентиловый и другие) вытесняют эмульгаторы, растворяют их пленки и способствуют коалесценции капель эмульсии. Эмульсию можно разрушить повышением температуры, электрическими методами, центрифугированием, фильтрованием через пористые материалы, которые смачиваются дисперсионной средой, но не смачиваются веществом дисперсной фазы и другими способами. Однако при производстве пищевых и кормовых продуктов больше значение имеет фактор стабильности.

В условиях тенденции на производство качественных и безопасных продуктов, значительное место отводится природным эмульсиям и эмульгаторам, которые естественно содержатся в отобранном сырье для

производства целевых продуктов. Оптимизация состава на базе знаний химии сырьевых источников позволит производить стабильные при хранении и переработке эмульсионные основы для получения продуктов с заданными свойствами.

В основу статистической обработки данных, полученных в ходе эксперимента, положен ГОСТ Р 50779.21-96 «Правила определения и методы расчеты статистических характеристик по выборочным данным Часть 1». В данном стандарте приводится описание типовых статистических задач и процедур, при помощи которых они решаются.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы Statistica, которая содержит исчерпывающий набор процедур, предназначенных как для построения плана эксперимента, так и для полного анализа экспериментальных данных и определения закона их распределения.

Поскольку изначально механизм воздействия факторов был неизвестен, то исследуемая система была представлена в виде «черного ящика».

Черный ящик – объект исследования, имеющий  $(k+p)$  входов и  $m$  выходов:

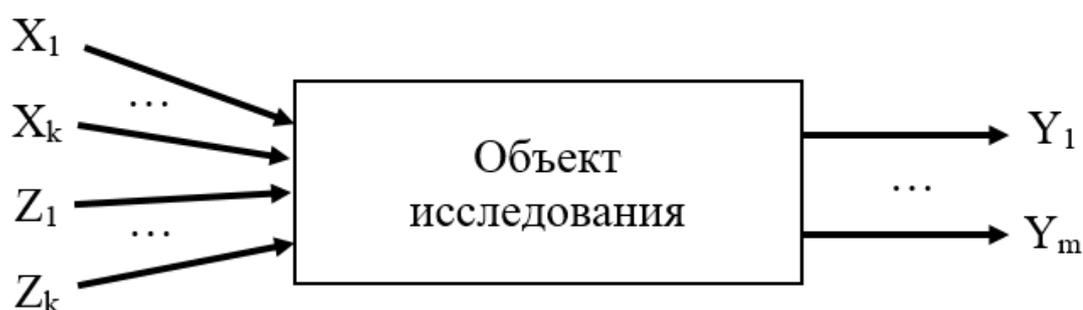


Рисунок 6.5 – Система «Черный ящик»

( $X$  – управляемые параметры,  $Z$  – неуправляемые параметры)

Зависимость между выходными параметрами (откликом) и входными параметрами (факторами) называется функцией отклика.

Математическая запись функции отклика представлена в виде формулы:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

В ходе работы были проведены предварительные экспериментальные исследования, в ходе которых для получения кровяной белково-жировой эмульсии (далее БЖЭ) использовались различные соотношения компонентов.

Введем условны обозначения:

$X_1$  – кровь куриная;

$X_2$  – эмульгатор, в том числе:  $x_{21}$  – гидрофуз;  $x_{22}$  – белок соевый;  $x_{23}$  – белок животный;

$X_3$  – жировой компонент, в том числе:  $x_{31}$  – подсолнечное масло;  $x_{32}$  – куриная кожа;  $x_{33}$  – жир свиной;  $x_{34}$  – свиная шкурка;

$X_4$  – белок, в том числе:  $x_{41}$  – нут;  $x_{42}$  – чечевица;  $x_{43}$  – жмых амаранта;

$Y$  – качество эмульсии.

Критерии оптимизации были определены, исходя из требований к получению продуктов эмульсионного типа.

Результаты представлены в таблице 6.17.

Оценка качества эмульсий ( $Y$ ) осуществлена в соответствии со следующими критериями:

1,2-1,4 – густой гель;

1,0 – эмульсия жидкая хорошего качества;

0,5 – расслоение исходных компонентов;

На рисунке 6.6 показан график зависимости содержания в БЖЭ компонентов: крови, жира и эмульгатора.

На рисунке 6.7 представлен график зависимости содержания в БЖЭ компонентов: крови, жира и воды.

Таблица 6.17 – Рецептурный состав БЖЭ (по проф. Бессоновой Л.П.)

	X <sub>1</sub> - кровь	X <sub>2</sub> -эмульгатор, x <sub>21</sub> -гидрофуз; x <sub>22</sub> -белок сое- вый; x <sub>23</sub> -белок животный	X <sub>3</sub> - жировой ком-т; x <sub>31</sub> -подсол. масло; x <sub>32</sub> -курин. шкурка; x <sub>33</sub> - жир свиной, x <sub>34</sub> -св. шкурка	X <sub>4</sub> -белок; x <sub>41</sub> -нут; x <sub>42</sub> - чечевица; x <sub>43</sub> - жмых амор.	X <sub>5</sub> -вода	Y-кач-во эмуль- сии
1	90,0		x <sub>32</sub> =10			0,5
2	80,0		x <sub>32</sub> =20			0,5
3	70,0		x <sub>32</sub> =30			1,4
4	40,0	x <sub>21</sub> =30	x <sub>34</sub> =30,0			1,2
5	70,0	x <sub>21</sub> =10,0	x <sub>32</sub> =30			1,4
6	40,0		x <sub>34</sub> =30	x <sub>41</sub> =30		1,2
7	60,0	x <sub>21</sub> =5,0		x <sub>42</sub> =35		0,5
8	70,0	x <sub>21</sub> =10,0		x <sub>42</sub> =20		1,4
9	75,0	x <sub>21</sub> =15,0		x <sub>42</sub> =15		1,4
10	40,0	x <sub>21</sub> =30		x <sub>41</sub> =30		1,2
11	50,0	x <sub>21</sub> =30,0		x <sub>42</sub> =20		1,4
12	40,0	x <sub>22</sub> =5	x <sub>31</sub> =15		40,0	1,0
13	41,2	x <sub>22</sub> =2,1	x <sub>31</sub> =15,5		41,2	1,0
14	41,2	x <sub>22</sub> =0,5	x <sub>31</sub> =15,7		41,2	1,0
15	40,0	x <sub>23</sub> =1,0	x <sub>31</sub> =10	x <sub>43</sub> =9		1,4
16	40,0	x <sub>21</sub> =15,0	x <sub>32</sub> =30	x <sub>43</sub> =15		1,0
17	50,0	x <sub>21</sub> =20,0	x <sub>32</sub> =20	x <sub>43</sub> =10		1,0
18	60,0	x <sub>21</sub> =25,0	x <sub>32</sub> =10	x <sub>43</sub> =5		1,0

3М График поверхности (Таблица.2Иsta.sta 5v3c)

$$X_3 = 17,5 + 0,1786 * x + 0,7857 * y$$

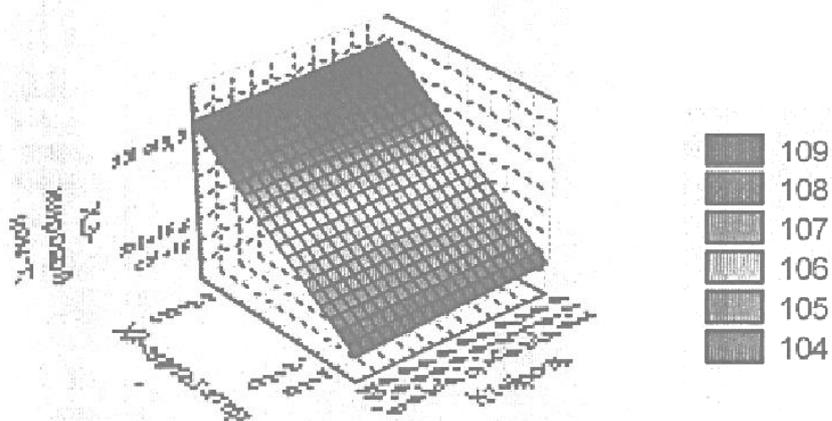


Рисунок 6.6 – Зависимость содержания в БЖЭ крови, жира и эмульгатора

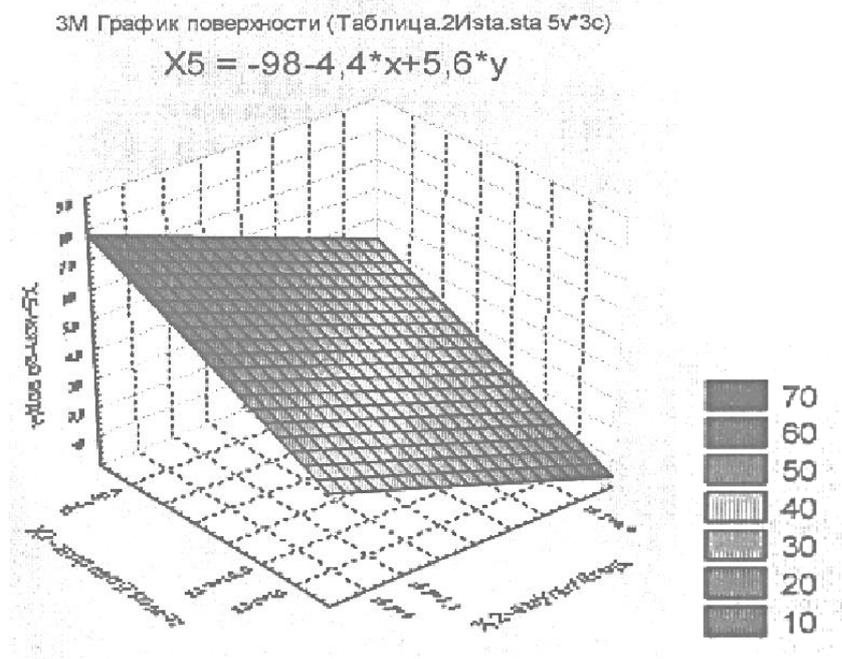


Рисунок 6.7 – Зависимость содержания в БЖЭ крови, жира и воды

На рисунке 6.8 представлен график поверхности контуров желательности сочетания в БЖЭ белка и эмульгатора. Как видно на рисунке, эти два компонента существенным образом влияют на ее формирование:

Поверхн./контур желательности; Метод: Квадратичная подгонка

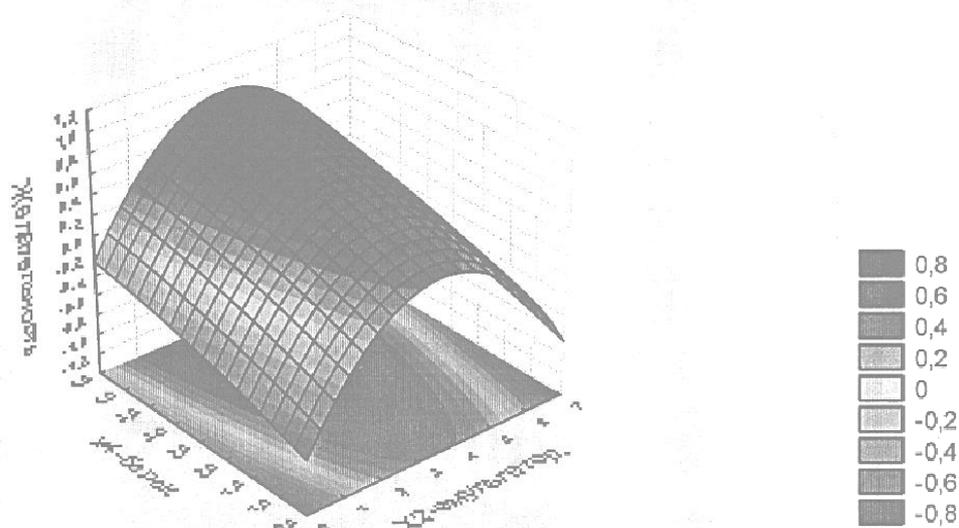


Рисунок 6.8 – Поверхность контуров желательности сочетания в БЖЭ белка и эмульгатора

Используя квадратичную подгонку, определили оптимальные соотношения белка и эмульгаторов в БЖЭ (рисунок 6.9):

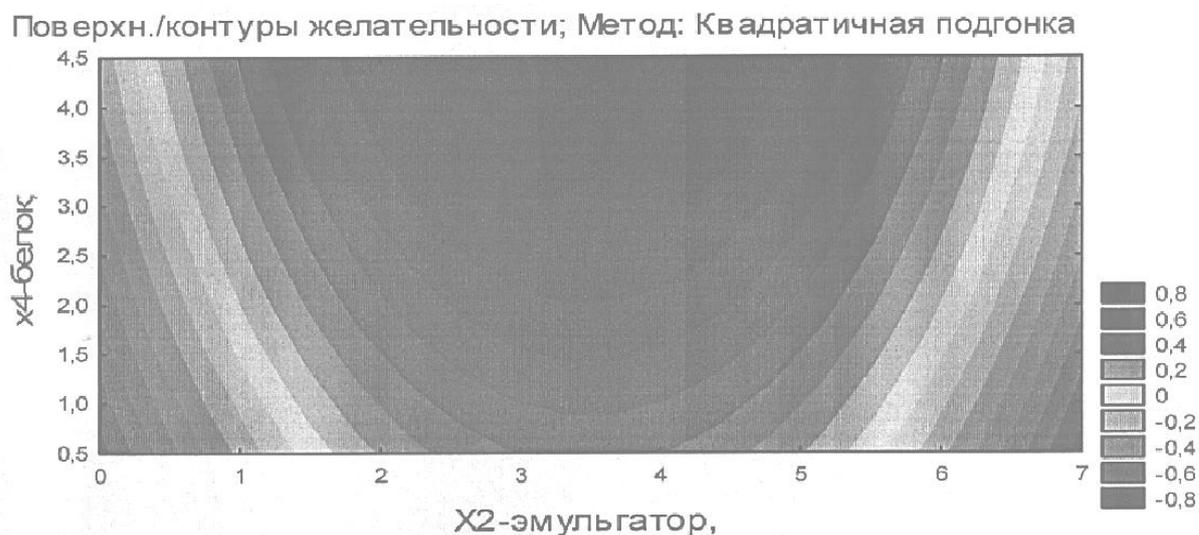


Рисунок 6.9 – Оптимальное соотношение белка и эмульгаторов в БЖЭ

На основании математического планирования эксперимента были получены варианты рецептурных композиций, приведенные в таблице 6.18.

Полученные варианты эмульсий оценивались на первом этапе визуально, т.е. по органолептическим показателям и инструментальными методами.

По результатам визуальной оценки цвета, однородности структуры, содержанию белка и жира в наибольшей степени удовлетворяют требованиям восемь образцов: 13, 14, 21, 24, 25, 26, 27, 28. Остальные образцы имели неоднородную структуру, наблюдалось отделение фракций жира на поверхности.

Результаты изучения эмульгирующей способности экспериментальных образцов и их стабильности представлены на рисунке 6.10.

Таблица 6.18 – Варианты рецептурных композиций эмульсий

Образец №	Кровь куриная	Вода	Чечевица вареная измельченная	Нут вареный измельченный	Гидрофобный подсолнечный	Шкурка свиная	Шкурка куриная	Жмых амаранта	Белок соевый (изолят)	Белок животный (изолят)	Жир свиной топленый	Масло подсолнечное
1	40	40							5		15	
2	40	40								5	15	
3	40	40							5			15
4	41	41							3			15
5	40	40							3			17
6	40	40						8		2		10
7	40	40						9		1		10
8	90											
9	80											
10	70											
11	90						10					
12	80						20					
13	70						30					
14	64				10		26					
15	60		35		5							
16	70		20		10							
17	72		14		14							
18	50		20		30							
19	40				30	30						
20	40			30		30						
21	40				15		30	15				
22	50				20		20	10				
23	60				25		10	5				
24	60			10			30					
25	53			10	10		27					
26	30/50			10	15/10		30/20	15/10				
27	17			10	10		63					
28	17	10		10	10		63					

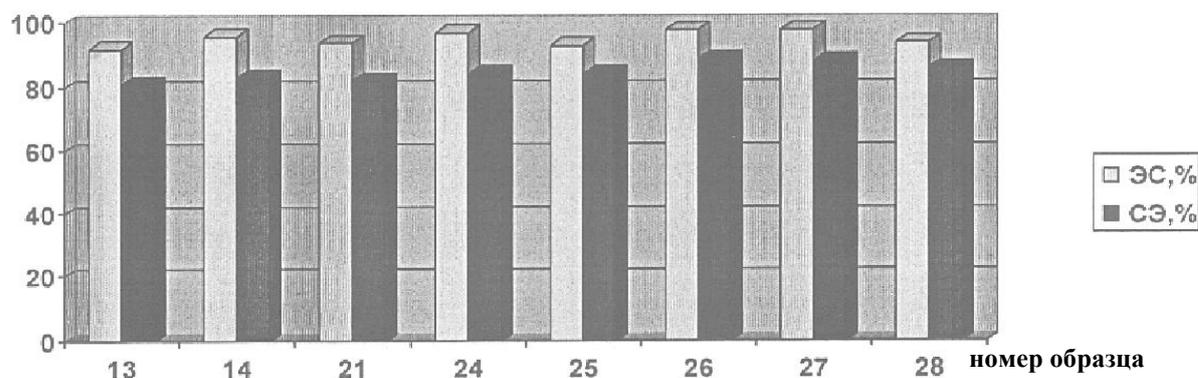


Рисунок 6.10 – Показатели эмульгирующей способности и стабильности эмульсии отобранных образцов

Как видно на рисунке 6.10, образцы имели высокую эмульгирующую способность (>85 %) и стабильность полученных эмульсий (>80 %) практически всех отобранных вариантов.

Количественная оценка жиров и белков в эмульсиях представлена в таблице 6.19. Данные подтверждают, что отобранные варианты удовлетворяют требованиям к кормовым продуктам для домашних животных, т.е. содержание белка не менее 12% (16,9-20,5%), жира не более 20% (3,34-11,9%).

Таблица 6.19 – Химический состав экспериментальных образцов

Номер образцов	Содержание компонентов, %	
	Белки	Жиры
13	19,49	3,34
14	18,4	7,49
21	18,2	11,2
24	20,5	3,9
25	19,3	8,0
26	19,2	11,6
27	18,7	11,9
28	16,9	10,8

Поскольку одним из определяющих факторов технического задания является цвет эмульсии, то цвет образцов и его интенсивность оценивались не только органолептически, но и с использованием инструментальных методов. Данные визуальной оценки цвета представлены в таблице 6.20:

Таблица 6.20 – Цветовые характеристики образцов эмульсий до термообработки

Образец	Гидрофуз	Шкурка	Кровь	R	G	B	I	r	g	b	H	L	S
1	0	30	70	138	34	9	60.333	0.762	0.188	0.05	11.628	73.5	223.776
2	10	26	64	170	67	16	84.333	0.672	0.265	0.063	19.87	93	211.129
3	15	30	40	151	95	4	83.333	0.604	0.38	0.016	37.143	77.5	241.839
4	0	30	60	142	29	1	57.333	0.826	0.169	0.0058	11.915	71.5	251.434
5	10	27	53	149	44	1	64.667	0.768	0.227	0.00515	17.432	75	251.6
6	15	30	30	166	86	20	90.667	0.61	0.316	0.074	27.123	93	200.161
7	10	63	17	174	102	37	104.333	0.556	0.326	0.118	28.467	105.5	165.569
8	10	53	17	180	107	44	110.333	0.544	0.323	0.133	27.794	112	154.821

Более точная характеристика цветности определялась с использованием приборной техники современного уровня.

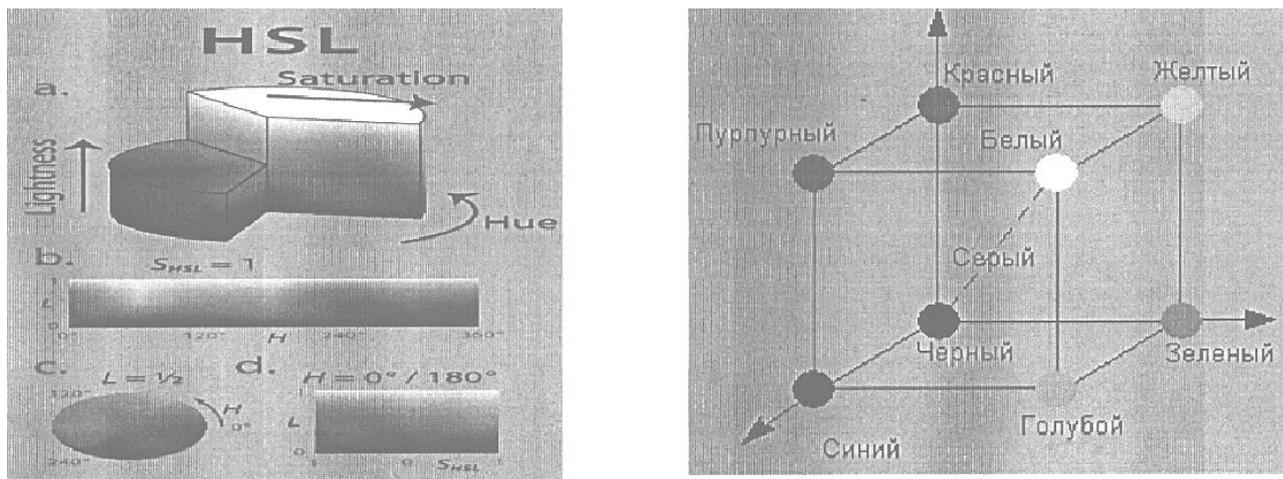
Цвет образцов эмульсий (в том числе и после термообработки) лежит в интервале от желтого до светло-коричневого. Выбранные образцы эмульсий подвергали нагреванию на водяной бане (температура 100°C) и наблюдали интервал температур, в котором происходит изменение цвета. Анализ цвета образцов осуществлялся методом компьютерной цветометрии, которая заключается в компьютерном анализе цвета цифрового изображения образцов в рамках количественных параметров различных цветовых моделей.

Использовалась методика цветометрического анализа, разработанная на кафедре Органической химии ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Ее сущность состоит в получении цифровых изображений образцов с помощью планшетного сканера и последующем анализе усредненного по площади значения цвета с использованием различных цветовых моделей. Для анализа цвета использовалась программа, написанная в среде математического пакета MathCad 14, исходными данными для которой были графические файлы в формате jpg (разрешение сканирования – 200 pdi).

В ходе эксперимента использовали три цветовые модели (R,G,B; I,r,g,b; H,L,S) для выявления наиболее репрезентативных параметров с точки зрения максимальной чувствительности к изменениям цвета экспериментальных образцов эмульсий (рисунок 6.11).

В начальной стадии эксперимента были поставлены задачи: экспертным методом выявить степень влияния отдельных компонентов на цветность эмульсии; определить репрезентативные параметры цветовых моделей.

Методом экспертной оценки установлено, что на цветность образцов больше всего влияет массовая доля шкурки куриной, гидрофуза подсолнечного, крови куриной. Для этого в среде табличного процессора Excel создана таблица 6.20, на которой в первом столбце представлены образцы цвета эмульсий, в столбцах 2-4 введены количественные значения компонентного состава, в остальных столбцах – соответствующие параметры цветовых моделей.



Цвет =  $f(H;S;L)$       I – интенсивность цвета      Цвет =  $f(R;G;B)$   
 где H – оттенок;      r – нормированный красный;      где R – красная компонента  
 S – чистота тона;      g – нормированный зеленый;      G – зеленая компонента  
 L – яркость.      b – нормированный синий      B – синяя компонента

Рисунок 6.11 – Модели определения цветовых характеристик эмульсий

На рисунке 6.12 представлены графические зависимости параметров образцов, расположенных в порядке увеличения яркости I:

- концентраций компонентов от номера образца;
- изменений цветовых компонентов модели RGB;
- изменения цветовых параметров модели HLS.

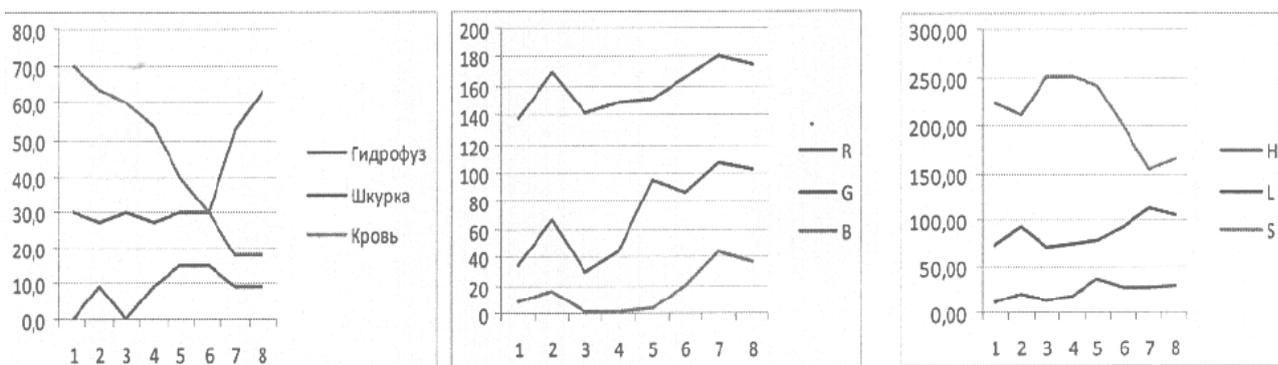


Рисунок 6.12 – Зависимость яркости образцов от компонентного состава

Анализ графиков показывает, что, как и ожидалось, наибольшее влияние на яркость оказывает концентрация крови, а на оттенок – концентрация крови и шкурки. Параметры модели RGB достаточно репрезентативны – при переходе к желто-коричневым составам пропорционально растут, но с разной скоростью, значения компонентов R, G и B. Но строить целевую функцию затруднительно из-за неопределенности задания интервалов изменения параметров модели.

Параметром, который в наибольшей степени влияет на яркость, т.е. имеющим максимальный угол наклона зависимости, является  $S$  – светлота, но его использовать в качестве аргумента целевой функции нельзя, т.к. зависимость нелинейна ( $v$ ). Таким образом, в качестве оптимизируемого параметра можно рекомендовать яркость  $L$  (или  $I$ ), которая должна быть максимальной, и цвет продукта  $H$ , который должен лежать в интервале 25-35 единиц.

Таким образом, определена зависимость яркости образца эмульсии от концентрации компонентов, откуда видно, что яркость образца прямо пропорциональна концентрации гидрофуза подсолнечного и обратно пропорциональна концентрации крови.

При визуальной оценке эмульсий до термообработки отмечены образцы 7 и 8, как наиболее приближенные к фаршевым системам из мяса птицы. Остальные образцы характеризовались ярко выраженным красным цветом, обусловленным высоким содержанием в эмульсии крови птиц (от 30 до 70 %).

Поскольку эмульсии в дальнейшем будут подвергаться термообработке, представляет интерес изучение ее влияния на показатели цветности.

Нагрев эмульсии проводили на водяной бане при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ , при этом отмечены начальные изменения цвета в отдельных образцах с 1 по 6 (соответственно образцы 13, 14, 21, 24, 25, 26 в таблице 6.19) при достижении ими температуры  $60-65^{\circ}\text{C}$ . Цвет образцов изменился от красного и светло-красного до темно-коричневого, за исключением образцов 7 и 8 (соответственно образцы 27, 28 в таблице 6.19).

Таблица 6.21 – Цветовые характеристики образцов эмульсий после термообработки

1a	0	30	70	127	48	1	58.667	0.722	0.273	0,00568	22.381	64	251.016
2a	10	26	64	134	67	0	67	0.667	0.333	0	30	67	255
3a	15	30	40	135	85	0	73.333	0.614	0.386	0	37.778	67.5	255
4a	0	30	60	137	50	1	62.667	0.729	0.266	0,00532	21.618	69	251.304
5a	10	27	53	139	72	0	70.333	0.659	0.341	0	31.079	69.5	255
6a	15	30	30	147	84	1	77.333	0.634	0.362	0,0043	34.11	74	251.554
7a	10	63	17	154	97	13	88	0.583	0.367	0.049	35.745	83.5	215.299
8a	10	53	17	169	107	34	103.333	0.545	0.345	0.11	32.444	101.5	169.581

Последовательным фильтрованием параметров цветовых моделей в порядке увеличения или уменьшения из значений определено, что лучше всего зависимость цвета образца в исследуемой системе определяется параметрами I-интенсивность, H-оттенок, L-яркость.

Для конечного определения зависимости цветности от исходных параметров – количественного соотношения компонентов рассчитывается уравнение линейной регрессии в виде полинома  $y=a_1*x_1+a_2*x_2+a_3*x_3+a_0$ .

Все приведенные регрессионные расчеты проведены с использованием встроенных средств табличного процессора.

Зависимость цвета от массовой доли компонента выражается регрессионным уравнением  $H=1,288*x_1+0,199*x_2+0,011*x_3+5,244$ .

Среднеквадратичное отклонение составило 0,847, что говорит об адекватности уравнения. Расчетный критерий Фишера составил 0,959, что подтверждает высокую вероятность существования данной зависимости.

В случае регрессии по параметру b (относительно голубого цвета) среднеквадратичное отклонение составило 0,6, критерий Фишера 0,83. Таким образом, анализ регрессионной статистики разных цветовых моделей позволяет объективно выбрать наиболее представительные их параметры.

С введением 4 параметра – температуры нагрева образцов эмульсии линейная – регрессия параметров H и L показывает неудовлетворительные результаты по значениям среднеквадратичного отклонения – 0,6-0,63, поэтому

для обработки данных использовали нелинейную регрессию представленную полиномом второго порядка вида:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_1^2 + a_5 \cdot x_2^2 + a_6 \cdot x_3^2 + a_7 \cdot x_1 \cdot x_2 + a_8 \cdot x_1 \cdot x_3 + a_9 \cdot x_2 \cdot x_3 :$$

$$L = 127,36 + 1,73 \cdot x_3 + 0,27 \cdot x_1^2 + 0,08 \cdot x_2^2 - 0,05 \cdot x_3^2 + 0,01 \cdot y_1^2 - 0,003 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,011 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,001 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,074 \cdot y_1 \cdot x_1 - 0,11 \cdot y_1 \cdot x_2 + 0,03 \cdot y_1 \cdot x_3$$

$$(R^2 = 0.77, F = 0.47)$$

$$H = -66,28 + 2,87 \cdot x_3 + 0,15 \cdot x_1^2 + 0,02 \cdot x_2^2 - 0,04 \cdot x_3^2 + 0,02 \cdot y_1^2 + 0,001 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,015 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,003 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,038 \cdot y_1 \cdot x_1 - 0,032 \cdot y_1 \cdot x_2 - 0,004 \cdot y_1 \cdot x_3$$

$$(R^2 = 0.96, F = 0.99)$$

Полученные регрессионные уравнения имеют высокую статистическую обоснованность и позволяют прогнозировать значение цвета эмульсии по значениям исходных концентраций компонентов без проведения практического эксперимента.

Продолжением работы является решение оптимизационной задачи с составлением целевой функции, аргументами которой являются исходные параметры и ее минимизации, что позволит по значениям результатов матрицы планирования рассчитывать оптимальный состав.

### **6.3. Технология производства эмульсий с использованием крови бройлеров**

#### ***Подготовка сырья***

*Кожа куриная.* Сырье – кожу птицы – тщательно промывают, удаляя перопуховые остатки и механические загрязнения. Жир куриный измельчают и растапливают на водяной бане с температурой 45-50°C.

Подготовленную кожу подвергают термовлагообработке при жидкостном коэффициенте 1,0-1,5 и температуре 85-90°C в течение 30-85 мин. Шкурку после термообработки охлаждают до 40-50°C и подвергают первичному измельчению на мясорубке (волчке) с диаметром отверстий решетки 2...3 мм и повторному тонкому измельчению на гомогенизаторе при 66,6 с<sup>-1</sup> в течение 5-10 мин.

*Нут.* Нут инспектируют, предварительно замачивают в воде на 12-14 ч после чего подвергают гидротермической обработке в течение 1-1,5 ч. Затем охлаждают и измельчают на куттере до пюреобразной гомогенной массы.

*Жмых амаранта.* Жмых амаранта предварительно гидратируют водой с температурой 50-60 °С, гидромодуль 1:2 и выдерживают 2-3 ч для набухания.

*Кровь куриная с пролонгированным сроком хранения.* Кровь дозируют в соответствии с рецептурой в подготовленную емкость.

*Гидрофуз подсолнечный.* Дозируют в емкость в соответствии с рецептурой.

#### ***Порядок закладки сырья при приготовлении эмульсии.***

Для получения эмульсии подготовленное сырье в соответствии с рецептурой загружают в куттер в последовательности: кожа куриная, растительный компонент (нут, амарант), гидрофуз подсолнечный, кровь куриная и перемешивают при частоте вращения ножей не более 1500 об/мин в течение 3 мин, после чего увеличивают скорость вращения ножей до 1500-3000 об/мин и куттеруют еще 3 мин. Для получения гомогенной структуры, куттерование продолжают 2 мин при скорости от 3000-5000 об/мин (в зависимости от конструктивных особенностей куттера). Общее время куттерования составляет 8 минут.

Полученную эмульсию выгружают из чаши куттера и направляют на охлаждение до 0-4°C с последующей фасовкой.

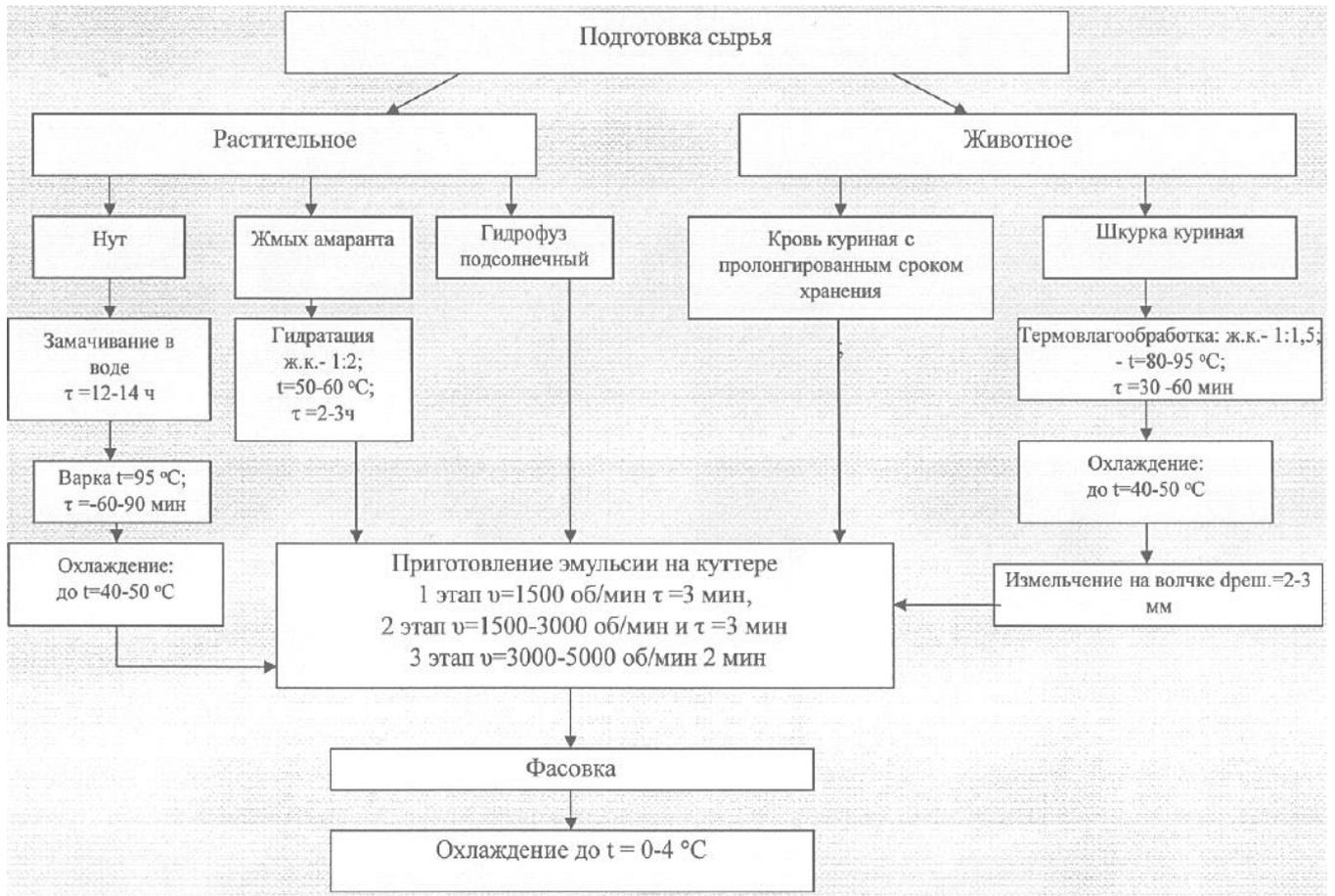


Рисунок 6.13 – Технологическая схема получения эмульсии

В качестве выводов можно заключить, что эмульсии с использованием крови куриной, кожи куриной, а также с использованием растительных источников (гидрофуза подсолнечного, нута) целесообразны и отвечают требованиям в вариантах 27,28 (таблица 6.18). В дальнейшем может быть достигнуто улучшение свойств эмульсий и расширен ассортимент с использованием осветлителей и других компонентов в их составе. Для окончательной оценки требуемых характеристик эмульсий следует исследовать различные условия их термообработки.

В целом следует констатировать, что свойства эмульсий могут быть максимально приближены к фаршу по цвету и функционально-технологическим свойствам основного сырьевого компонента рецептуры, значительно (на 15-20%) сократить расход мышечной ткани.

## ВЫВОДЫ

1. Обобщение материалов информационно-патентного поиска подтверждает актуальность исследования и целесообразность исследования оглушения бройлеров с использованием регулируемой газовой атмосферы.

2. Качество убоя бройлеров зависит от соотношения газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ) в смеси для оглушения. При режимах: : на первом этапе: 25% –  $O_2$ , 15% –  $CO_2$ , 60% –  $N_2$ , на втором этапе: 65% –  $CO_2$ , 15% –  $O_2$ , 20% –  $N_2$  – выход крови увеличивается на 0,15% в среднем, наличие остаточного пера снижается на 30%

3. Сравнительный анализ масс-метрических характеристик убоя и разделки тушек бройлеров показал, что при газовом оглушении наличие остаточного пера снижается на 24%, выход крови увеличивается на 0,3%, выход мяса (в тушках) – на 0,4%. Газовое оглушение выгодно отличается по показателям выхода высококачественного бескостного мяса: выход мяса грудки больше на 2,67%, мяса окорочка – на 0,36%.

4. Мясо бройлеров в результате применения газового оглушения имеет идентичный состав биополимеров, отличаясь более высоким содержанием влаги (до 2,6%), что позволяет судить о более высокой функциональности белков.

5. При оценке биологической ценности мяса бройлеров, оглушенных различными способами, установлено, что переваримость мяса, полученного при оглушении в газовой среде, выше в среднем на 25%, чем при использовании электрооглушения, состав аминокислот примерно идентичен.

6. Микробиологические показатели и показатели безопасности мяса птицы, оглушенной с использованием газовой среды, более благополучны (КОЕ ниже в два раза на тушках и на 30% - на печени), что предполагает возможность более длительного хранения при равных условиях.

7. Микроструктурные характеристики, биохимические изменения в мясе (увеличение содержания глюкозы, пирувата, снижение содержания гликогена,

pH мяса, оценка активности тканевых ферментов – катепсинов) свидетельствуют о том, что автолитические превращения протекают на 1,0-1,5 часа медленнее в случае газового оглушения, что подтверждает имеющуюся информацию о минимальном стрессе птицы в процессе переработки.

8. Функционально-технологические свойства, ароматы сырого, вареного мяса и бульонов, цветность объектов при газовом оглушении имели более высокие значения и выраженность, чем в случае использования электрооглушения.

9. Установлено, что влагосвязывающая, влагоудерживающая, жирудерживающая, эмульгирующая способности и стабильность эмульсии у мяса птиц, полученном от убоя с газовым оглушением, выше аналогичных показателей мяса птицы, полученных от убоя с электрооглушением.

10. Выход, микробиологические показатели и уровень безопасности крови, собранной в неасептических условиях, позволят использовать ее в течение 2 суток хранения в цехе. На основе крови рекомендуются эмульсии оптимизированного состава для адекватной (на 15-20%) замены основного сырья в фаршевых системах.

11. Производственная апробация, расчетные данные и реально полученный в условиях птицеперерабатывающего производства МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм» результат доказывает экономическую целесообразность внедрения технологии оглушения бройлеров в регулируемой газовой среде. Экономический эффект составил 15,6 млн рублей в месяц.

12. Разработана и утверждена на предприятии «Технологическая инструкция по оглушению птицы в газовой атмосфере, ее убою и переработке».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиева А. Производство мяса птицы ушло в отрыв птицеводства [Текст] / А. Алиева // Птицепром. – 2014. - № 4(23). – С. 10-15.
2. Антипова Л.В. Инновационный способ оглушения птицы в контролируемой газовой среде / Л.В. Антипова, Н.И. Семикопенко // Вестник ВГУИТ. – 2014. - № 4(62). – С.96-98.
3. Антипова Л.В. Инновационный способ оглушения птицы в контролируемой газовой среде. Сравнение с традиционным способом оглушения птицы электрическим током / Л.В. Антипова, О.Г. Орехов, Н.И. Семикопенко // Птица и птицепродукты – 2015. - №5. С. 58-62
4. Антипова Л.В. Качество мяса птицы при разных способах оглушения / Л.В. Антипова, Т.А. Кучменко, Н.И. Семикопенко // Мясная индустрия – 2015 - №4. С. 44-47.
5. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
6. Антипова Л.В. Модификация рецептур колбасных изделий из мяса птицы / Л.В. Антипова, Н.В. Бердников, Р.А. Калачев, В.Ю. Астанина // Мясная индустрия – 2005. – №7. С. 36-40.
7. Антипова Л.В. Оглушение птицы в контролируемой газовой среде / Л.В. Антипова Л.В., Н.И. Семикопенко // Материалы LI отчетной научной конференции за 2012 год: В 3 ч. Ч.1. / Воронеж: ВГУИТ – 2013, С. 69-70
8. Антипова, Л.В. Прикладная биотехнология [Текст] Учеб. пособие. / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, А.И. Жаринов. – Воронеж: Изд-во Воронеж, гос. технол. акад., 2000. – 332 с.
9. Антипова Л.В. Разработка оригинальных птицепродуктов [Текст] / Л.В. Антипова, В.Л. Бердников, Л.В. Михневич // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Совершенствование технологий

- производства и переработки продукции животноводства». – Волгоград, 23-24 июня 2005. – С. 19-21.
10. Антипова Л.В. Рациональное использование вторичного коллагенсодержащего сырья в мясной промышленности [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – С.-Пб.: Гиорд – СПб, 2006. – 248 с.
  11. Антипова Л.В. Сравнительная характеристика свойств мяса птицы, полученного от убоя с разными способами оглушения /Л.В. Антипова, Н.И. Семикопенко, О.Г. Орехов, Т.М. Гиро // Аграрный научный журнал – 2015 - №3. С. 42-46. Саратов, СГАУ.
  12. Антипова Л.В. Технология и оборудование птицеперерабатывающего производства [Текст]: учебное пособие / Л.В. Антипова, С.В. Полянских, А.А. Калачев. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 512 с.: ил.
  13. Антипова Л.В. Физические методы контроля сырья и продуктов в мясной промышленности. Лабораторный практикум [Текст] / Л.В. Антипова, Н.Н. Безрядин, С.А. Титов, Б.Л. Агапов, А.Л. Лавренов. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 200 с.
  14. Артемьева С.А. Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки: Справочник / Т.Н. Артемьева, А.И. Дмитриев, В.В. Дарутина. – М.: Колос, 2002.
  15. Бердников В.Л. Совершенствование технологии и расширение ассортимента птицепродуктов с учетом условий содержания птицы и характеристик продуктов ее переработки: дисс. на соискание уч. степ. канд. техн. наук по спец.05.18.04 / ВГТА; науч. рук. Л.В. Антипова. – Воронеж, 2005 г. – 23 с.
  16. Березов, Т. Т. Биологическая химия [Текст] / Т. Т Березов, Б. Ф. Коровкин Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998. – 704 с.
  17. Бобылева Г.А. Тенденции развития отрасли птицеводства [Текст] / Г.А. Бобылева // Птица и птицепродукты. – 2014. - № 4. – С. 14-24.
  18. Бобылева Г.А. Птицеводство России: итоги прошедшего года [Текст] / Г.А. Бобылева, В.С. Радкевич // Птица и птицепродукты. – 2014. - № 1. – С. 6-8.

19. Бузлама В.С. Экспресс-биотест. Методическое пособие / В.С. Бузлама, Ю.Т. Титов, Г.А. Востроилова, Ю.Е. Ващенко. – Воронеж, 1997, 11 с.
20. Гапонова Л.В. Соя в лебно-профилактическом и детском питании [Текст] / Л.В. Гапонова, Т.Т. Логвинова, А.В. Першикова, Е.И. Решетняк // Молочная промышленность. – 1999. - №5. – С. 25-27.
21. Гоноцкий В.А. Глубокая переработка мяса птицы в США / В.А. Гоноцкий, А.Д. Давлеев, В.И. Дубровская, Ю.Н. Красюков. Под общей редакцией А.Д. Давлеева. – Москва, 2006. – 320 с.
22. ГОСТ 23042-86. Мясо и мясные продукты. Метод определения жира [Текст].
23. ГОСТ 25011-81. Мясо и мясные продукты. Метод определения белка [Текст].
24. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути [Текст].
25. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца [Текст].
26. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия [Текст].
27. ГОСТ 9959-91. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 14 с.
28. ГОСТ Р 31107-2002. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
29. ГОСР Р 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2014. –
30. ГОСТ Р 50372-92. Мясо. Метод гистологического исследования. [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 16 с.
31. ГОСТ Р 51447-99. Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб. [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 18 с.
32. ГОСТ Р 51944-2002. Мясо птицы. Методы определения органолептических показателей, температуры и масса.

33. ГОСТ Р 52837-2007 Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2008. –
34. Гоноцкий В.А. Глубокая переработка мяса птицы в США / В.А. Гоноцкий, А.Д. Давлеев, В.И. Дубровская, Ю.Н. Красюков. – Москва, 2006 г., 320 с.
35. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.
36. Грачев, Ю. П. Моделирование и оптимизация тепло- и массообменных процессов пищевых производств [Текст] / Ю. П. Грачев, А. К. Тубольцев. – М.: Лег. и пищ. Пром-сть, 1984. – 215 с.
37. Гуринович Г.В. Научно-практические аспекты актуальных технологий мясных продуктов / Г.В. Гуринович // Мясной ряд. – 2015. - № 1 (59). С. 66-70.
38. Директива Совета 93/119/ЕС от 22 декабря 1993 года по защите животных во время убоя или умерщвления (ОJ L 340, 31.12.1993, р.21).
39. Журавская Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отряшенкова. – М.: Агропромиздат, 2004. – 295 с.
40. Загоровская В. Игра на опережение [Текст] / В. Загоровская // Птицепром. – 2015. - № 2(26). – С. 20-25.
41. Ивашкин, Ю.А. Информационные технологии проектирования пищевых продуктов [Текст] / Ю.А. Ивашкин, С.Б. Юдина, М.А. Никитина, Н.Г. Азарова // Мясная индустрия. – 2000. - № 5. – С.23-24.
42. Изд. Мэри Дэн. Витамины и минеральные вещества: Полный медицинский справочник. – СПб: АО «Комплект», 1995. – 503 с.
43. Кучменко, Т. А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко/ Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж: 2009.- 252 с.
44. Кучменко, Т. А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.А. Кучменко,

- Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л.А. Харитонова/ Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж: 2010. – 116 с.
45. Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии Проблемы аналитической химии. Т. 14 / Под ред. Ю.Г. Власова. - 2011. – С.127-202.
46. Липатов Н.Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 1985. - №4. – С. 48-52.
47. Липатов Н.Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания / Н.Н. Липатов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1990. - №6. – С. 5-10.
48. Липатов Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А.Б. Лисицын, С.Б. Юдина // Мясная индустрия. – 1996. - №1. – С. 12-15.
49. Максимов Д.А. Новые зарубежные технологии в мясной промышленности [Текст] / Д.А. Максимов, П.И. Пляшешник // Мясная индустрия. – 2013. - № 10. – С. 14-17.
50. Месхи А.И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 2004. – 280 с.
51. Методические рекомендации по инверсионно-вольтамперометрическому определению токсичных элементов, витаминов в продуктах питания, продовольственном сырье, косметических изделиях и детских игрушках. МР 01-19/137-17-95.
52. Нормы физиологической потребности в пищевых веществах и энергии для различных групп населения. – М.: Медицина. – 1991.
53. Нормы физиологических потребностей для взрослого населения // Вопросы питания. – 1992. - №2., С. 6-15.
54. Орехович В.Н. Аналитические методы белковой химии [Текст] / В.Н. Орехович. – М.: Изд-во иностранной литературы, 2003. – 963 с.
55. Осминин О.С. Совершенствование технологии получения продуктов

- функционального питания на основе сырья птицеперерабатывающей отрасли: дисс. на соискание уч. степ. канд. техн. наук по спец.05.18.04 / ВГТА; науч. рук. Л.В. Антипова. – Воронеж, 2003 г. – 23 с.
56. [Основы аналитической химии. Практическое руководство \[Текст\] / Под ред. Ю. А. Золотова. – М. : Высш. шк. , 2004. – 503 .](#)
57. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот [Текст] / Л.А. – Практическое пособие – М.: Наука, 2000. – 288 с.
58. Паньковский Г.А. Дезодорированная мука из нута [Текст] / Г.А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность
59. Пигарев Н.В. Технология производства продуктов птицеводства и их переработка / Н.В. Пигарев, Т.А. Столяр, Е.Г. Шумков. – М.: Агропромиздат, 2002. – 343 с.
60. Прянишников В. В. Использование эмульсии из куриной шкурки в мясных технологиях / В. В. Прянишников, Т. М. Гиро // Актуальная биотехнология. 2013. - № 4 (7). С. 25–27.
61. [Прянишников В.В. Производство полуфабрикатов по инновационным технологиям / В.В. Прянишников, Т.М. Гиро, Н.И. Семикопенко // Молодой ученый – 2014. - № 12\(71\), С.95-98.](#)
62. Рогов И.А. Биотехнология мяса и мясопродуктов: курс лекций / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 296 с.
63. Рогов И.А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясопродуктов / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, М.П. Воякин. – СПб.: Издательство РАПП, 2008. – 340 с.
64. [Рогов, И.А. Химия пищи \[Текст\] /И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов, Н.И. Дунченко. Часть I: Белки: структура, функции, роль в питании. - М.: Колос, 2005. 394 с.](#)
65. Руководство по потребностям человека в пищевых веществах. – Женева: ВОЗ. – 1976. – 630 с.

66. Руководство по эксплуатации Система multiphase CAS (CAS; CAS-T), номер документа: 90726\_01\_01\_RUS. Marel Stork Poultry Processing B.V. 27-06-2011.
67. Руководство по эксплуатации Распределительная коробка глушителя HDII-4.5F, номер документа: 90632/R/B07. Marel Stork Poultry Processing B.V. 15-07-2005.
68. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.
69. Семикопенко Н.И. Инновационные системы оценки качества и безопасности пищевых продуктов / Н.И. Семикопенко, А.А. Деревянко // Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий. Материалы XVIII международной научно-производственной конференции. Белгород, 26-27 мая 2014 г.: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – С. 123.
70. Семикопенко Н.И. Преимущества инновационного способа оглушения птицы в контролируемой газовой среде / Н.И. Семикопенко, Л.В. Антипова // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч. 2: матер. междунар. науч.-техн. конф. /Воронеж.гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ – 2014. – 360 с. С.16-22.
71. Семикопенко Н.И. Прорывные технологии в птицеводческой отрасли. Преимущества инновационного способа оглушения птицы в контролируемой газовой среде / Н.И. Семикопенко, Л.В. Антипова, О.Г. Орехов // Мясной ряд – 2015-№ 1 (59). С. 60-61.
72. Семикопенко Н.И. Современные способы оглушения птицы / Н.И. Семикопенко // Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий. Материалы XVIII международной научно-производственной конференции. Белгород, 26-27 мая 2014 г.: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – С. 124.

73. Скурихин И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания [Текст]: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
74. Сысоев, В. В. Введение в линейное программирование. Методические указания по курсу «Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ» [Текст] / В. В. Сысоев – Воронеж, технол. ин-т. – Воронеж, 1990. – 27 с.
75. Сэмс Р.А. Переработка мяса птицы / Под ред. Алана Р. Сэмса; пер.с англ., под науч. Ред. В.В. Гущина, - СПб.: Профессия, 2007. – 432 с., ил.
76. Терентьева Е. Амарант – растение прошлого и будущего [Текст] / ИЕ. Терентьева // В мире растений. – 2003. №10.
77. Технологическая инструкция по производству мяса птицы, полуфабрикатов и субпродуктов МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм».
78. Уайт, Л. Основы биохимии [Текст] / Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Уилл, И. Леманн Т. 3. М. Мир, 1981. С. 1467-1480.
79. Фисинин, В. И. Состояние и перспективы развития птицеводства России: [Текст] /В.И. Фисинин // Птицепром. 2014. - № 2 (21). -С.20-22.
80. Хвьяля, С.И. Практическое применение гистологических методов анализа [Текст] / С.И. Хвьяля, В.В. Авилов, Т.Г. Кузнецова// Мясная пром-сть. – 1994. - № 6. – С. 9-11.
81. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
82. Цитович, И. К. Курс аналитической химии [Текст] / И.К. Цитович.- СПб.: Лань, 2004. – 496 с.
83. Шашлов А.А. Цвет и цветовоспроизведение / А.А. Шашлов. – М.: Книга, 1986. – 280 с.
84. Юрина Н.А. Гистология / Н.А. Юрина, А.И. Радостина. – М.: Медицина, 1995. – 256 с.

85. Яковлева Н.Д. Инновации для гуманного оглушения птицы [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птица и птицепродукты. – 2011. - № 4. С. 30-35.
86. Яковлева Н.Д. Альтернативное бестрессовое оглушение птицы [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птицепром. – 2013. - № 3 (17). С. 54-58.
87. Яковлева Н.Д. Конкурентоспособность мировых технологий и качество продукции [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птица и птицепродукты. – 2010. -№ 1. С. 54-55.
88. Barker, R. (2006). The Effect of Waterbath Stunning Current, Frequency and Waveform on Carcass and Meat Quality in Broilers. Dissertation for MSc in Meat Science and Technology. University of Bristol. September 2006.
89. Craig E.W. The effects of antemortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and textural properties of broiler breast meat / E.W. Craig, D.L. Fletcher, P.A. Papinaho // Poultry Science. – 1999. №78. P.490.
90. Defra (2012) Consultation on the replacement of rules on welfare of animals at the time of slaughter and killing (Implementation of EU Regulation 1099/2009 in England). IA No: 1307. 16/07/12.
91. Dell P., Huger Lin A., Bonvallet M. Effects of hypoxia on the reticulo-corticoreticular system and on motor excitability, in Gustaut H. and Meyer J.S., Cerebral Anoxia and the Electroencephalogram, Charles C Thomas, Springfield, IL., 1961, 46-57.
92. Eisele J.H. Narcotic properties of carbon dioxide in the dog / J.H. Eisele, E.I. Eger, M. Muallem // Anesthesiology. – 1967. №28. P.856.
93. Ernsting J. The effect of anoxia on the central nervous system, in Gillies J.A., A Text Book of Aviation Physiology, Pergamon Press, Oxford, 1965, 271-289.
94. Fletcher D.L. Poultry meat quality / D.L. Fletcher // World's Poultry Science Journal – 2002. -№ 58. С. 131-145.
95. Fletcher D.L. Stunning of broilers / D.L. Fletcher // Broiler Industry. – 2003. №56, P.40.

96. Gregory N.G. Stunning and Slaughter / N.G. Gregory // Processing of Poultry. – 1995. Pp. 31-63.
97. Gregory N.G. Causes of trauma in broilers arriving dead at poultry processing plants / Gregory N.G., Austin S.D. // Veterinary Record. – 1992. №131, Pp. 501-503.
98. Gregory N.G. Effects of carbon dioxide on man. The use of carbon dioxide for the stunning of slaughter pigs. Report of a meeting of experts held in Heeze on 26-27 January 1990 / Gregory N.G., Raj A.B.M., Audsley A.R.S., Daly C.C. // Fleischwirtschaft. – 1990. - №70, Pp. 1173-1174.
99. Guyton A.C. and Hall J.E. (2010) Textbook of Medical Physiology. Chapter 43, pp. 527-533, 12<sup>th</sup> ed. Philadelphia, PA, Saunders Elsevier.
100. Hoen T. Controlled atmosphere stunning of poultry / T. Hoen, J. Lankhaar // Poultry Science – 1998. - № 78. C. 287-289.
101. Kranen R.W., Veerkamp C.H., Lambooy E, van Kuppevelt T.H. and Veerkamp J.H. (1996) Hemorrhages in muscles of broiler chickens: The relationships among blood variables at various rearing temperature regimens. Poultry Science 75: 570-576.
102. Kranen R.W., Lambooy E., Veerkamp C.H., van Kuppevelt T.H. and Veerkamp J.H. (2000) Hemorrhages in muscles of broiler chickens. World's Poultry Science Journal. 56, 93-126.
103. Kranen R.W., Lambooy E., Veerkamp C.H., van Kuppevelt T.H. and Veerkamp J.H. (2000) Histological characterization of hemorrhages in muscles of broiler chickens. Poultry Science. 79, 110-116, 2000.
104. Kranen R.W., Scheele C.V., Veerkamp C.H., Lambooy E., van Kuppevelt T.H. and Veerkamp J.H. (1998) Susceptibility of broiler chickens to hemorrhages in muscles. Poultry Science 77, 334-341.
105. Lambooy E. and Gerritzen M.A. Stunning systems of poultry species. Materials of XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Prague, Czech Republic, September, 2007.

106. Lambooj E., Gerritzen M.A., Engel B., Hillebrand S.J.W., Lankhaar J. and Pieterse C. Behavioural responses during exposure of broiler chickens to different gas mixtures. *Applied Animal Behaviour Science* – 1999. - № 62. C. 255–265.
107. Lambooj E., Pieterse C., Hillebrand S.J.W. and Dijksterhuis G.B. The effects of captive bolt and electrical stunning, and restraining methods on broiler meat quality. *Poultry Science*. – 1999. №78. P.600.
108. [Lambooj E., Reimert H.G.M. and Hindle V.A. \(2010\) Evaluation of head-only electrical stunning for practical application: Assessment of neural and meat quality parameters. \*Poultry Science\* 89, 2551-2558.](#)
109. LEI (2011) Head-only stunning compared with conventional stunning. Socio-economic and environmental evaluation. LEI Wageningen, December 2011.
110. McKeegan, D.E.F., et al (2007a) Controlled atmosphere stunning of broiler chickens. I. Effects on behaviour, physiology and meat quality in a pilot scale system at a processing plant. *British Poultry Science* Volume 48, Number 4. August 2007.
111. McKeegan, D.E.F., et al (2007b) Controlled atmosphere stunning of broiler chickens. II. Effects on behaviour, physiology and meat quality in a commercial processing plant. *British Poultry Science* Volume 48, Number 4. August 2007.
112. McKeegan E.F. Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation / E.F.McKeegan, J.McIntyre, TGM Demmers, CM Wathes, RB Jones // *Applied Animal Behaviour Science* – 2006. - №99. P. 271-286.
113. Mohan Raj A.B., Gregory N.G. Investigation into the batch stunning / killing of chickens using carbon dioxide or argon – induced anoxia // *Res.Vet.Sci.*, 1990, 49, 364.
114. Mohan Raj A.B., Grey T.C., Audsely A.R., Gregory N.G. Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers // *Br.Poult. Sci.*, 31, 725, 2012.

115. Official Journal of the European Union (2009) Council Regulation (EC) No. 1099/2009 of 24 Sept. 2009 on the Protection of Animals at the time of killing. pp. 1-30.
116. Olson R. (2002) GABA. In: Davis K., Charney D., Coyle J. and Nemeroff C. (Eds) Neuropsychopharmacology: The Fifth Generation of Progress (Philadelphia, PA, Lippincott Williams and Wilkins).
117. Purswell J.L., Thaxton J.P. and Branton S.L. (2007) Identifying process variables for a low atmospheric stunning-killing system. Journal of Applied Poultry Research, 16, 509-513.
118. Radhakrishnan V., Schilling M.W., Thaxton V.Y and Christensen K.D. (2010) The effect of low-atmospheric pressure and electrical stunning on the sensory quality of broiler breast deboned at 45 Minutes and four hours. Institute of Food Technologist Annual Meeting, Chicago, IL, July 17th-20th, 235-11.
119. Raj, A.B.M. (1994) Effect of stunning method, carcass chilling temperature and filleting time on the texture of turkey breast meat. British Poultry Science 35, 77-89.  
Raj A.B.M. (1996), 'Aversive reactions of turkeys to argon, carbon dioxide, and a mixture of carbon dioxide and argon', Veterinary Record, 138, 592±593.
120. Raj A.B.M. and Gregory N.G. (1990a), 'Investigation into the batch stunning/killing of chickens using carbon dioxide or argon-induced hypoxia', Research in Veterinary Science, 49, 364±366.
121. Raj A.B.M. and Gregory N.G. (1990b), 'Effect of rate of induction of carbon dioxide anaesthesia on the time of onset of unconsciousness and convulsions', Research in Stunning and slaughter of poultry 87 Veterinary Science, 49, 360±363.
122. Raj A.B.M. and Gregory N.G. (1991a), 'Efficiency of bleeding of broilers after gaseous or electrical stunning', Veterinary Record, 128, 127±128.
123. Raj A.B.M. and Gregory N.G. (1991b), 'Effect of argon stunning, rapid chilling and early filleting on texture of broiler breast meat', British Poultry Science, 32, 741±746.

124. Raj A.B.M. and Johnson S.P. (1997), 'Effect of the method of killing, interval between killing and neck cutting and blood vessels cut on the blood loss in broilers', *British Poultry Science*, 38, 190±194.
125. Raj A.B.M., Gregory N.G. and Wotton S.B. (1990a), 'Effects of carbon dioxide stunning on somatosensory evoked potentials in hens', *Research in Veterinary Science*, 49, 355±359.
126. Raj A.B.M., Gregory N.G. and Austin S.D. (1990b), 'Prevalence of broken bones in broilers killed by different stunning methods', *Veterinary Record*, 127, 285±287.
127. Raj A.B.M., Grey T.C., Audsley A.R.S. and Gregory N.G. (1990c), 'Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers', *British Poultry Science*, 31, 725±733.
128. Raj A.B.M., Gregory N.G. and Wotton S.B. (1991a), 'Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of hens during stunning in argon-induced anoxia', *British Veterinary Journal*, 147, 322±330.
129. Raj A.B.M., Grey T.C. and Gregory N.G. (1991b), 'Effect of early filleting on the texture of breast muscle of broilers stunned with argon-induced anoxia', *British Poultry Science*, 32, 319-325.
130. Raj A.B.M., Gregory N.G., and Wilkins L.J. (1992). Survival rate and carcass downgrading after the stunning with carbon dioxide-argon mixtures. *Veterinary Record* 130, 325-328.
131. Raj A.B.M., Gregory N.G. and Wotton S.B. (1992a), 'Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of hens during stunning with a carbon dioxide and argon mixture', *British Veterinary Journal*, 148, 147-156.
132. Raj A.B.M., Wilkins L.J., Richardson R.I., Johnson S.P. and Wotton S.B. (1997), 'Carcass and meat quality in broilers either killed with a gas mixture or stunned with an electric current under commercial processing conditions', *British Poultry Science*, 38, 169-174.

133. Raj A.B.M., Wotton S.B., McKinstry J.L., Hillebrand S.J.W. and Pieterse C. (1998), Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of broiler chickens during exposure to gas mixtures, *British Poultry Science*, 39, 686-695.
134. Study on various methods of stunning for poultry. Framework Contract for evaluation and evaluation related services – Lot 3: Food Chain. Final report. – 2012, 137.
135. Uijttenboogaart T.G., 1997. Effects of gas and electrical stunning methods on meat quality. In: Lambooij, E. (ed.), Proc. Symposium "Alternative stunning methods for poultry". Rapport ID-DLO nr: 97.037, Lelystad, 19 November 1997.
136. Wooley S.C. and Gentle M. (1988), 'Physiological and behavioural responses of the domestic hen to hypoxia', *Research in Veterinary Science*, 45, 377±382.
137. Zeller W., Mettler D. and Schatzmann U. (1998), 'Studies into the stunning of slaughter poultry with carbon dioxide', *Fleischwirtschaft*, 68, 1308±1312.
138. [http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/ptizeprom\\_2?e=6250836/11895909](http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/ptizeprom_2?e=6250836/11895909)
139. [http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/pticeprom\\_2\\_2014?e=6250836/7208138](http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/pticeprom_2_2014?e=6250836/7208138)
140. [http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/ptizeprom\\_4\\_1?e=6250836/30077784](http://issuu.com/sferafoodmagazine/docs/ptizeprom_4_1?e=6250836/30077784)
141. <http://www.webpticeprom.ru/ru/articles-processing-production.html?pageID=1317361086>
142. [www.cabi.org/Uploads/animal-science/worlds-poultry-science-association/WPSA-czech-republic-2007/16\\_Lambooij%20Bert.pdf](http://www.cabi.org/Uploads/animal-science/worlds-poultry-science-association/WPSA-czech-republic-2007/16_Lambooij%20Bert.pdf)
143. [www.chickencatcher.com/lapseprece](http://www.chickencatcher.com/lapseprece)
144. [www.doc4net.ru/doc/25497156982](http://www.doc4net.ru/doc/25497156982)
145. [www.thepoultrysite.com/articles/2867/eu-regulation-changes-view-on-stunning-at-slaughter/](http://www.thepoultrysite.com/articles/2867/eu-regulation-changes-view-on-stunning-at-slaughter/)
146. [www.vniipp.ru/images/statya/0411/s30.pdf](http://www.vniipp.ru/images/statya/0411/s30.pdf)

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1.

## Производство мяса птицы во всех категориях хозяйств, тыс. т. убойной массы

Регионы	1964		1965		1975		1990		1990 к 1964		1997		1997 к 1990 (кризис отрасли)		2006		2007		2007 к 2005 (реализация Нацпроекта)		2013		2013 к 2007 (реализация Госпрограммы)		
	тыс. т.	%	±	%	тыс. т.	%	±	%	тыс. т.	%	тыс. т.	%	±	%	тыс. т.	%	±	%							
<b>Российская Федерация</b>	<b>323,0</b>	<b>57,7</b>	<b>371,0</b>	<b>57,7</b>	<b>788,4</b>	<b>180,1</b>	<b>1801</b>	<b>57,7</b>	<b>1478,0</b>	<b>630,3</b>	<b>35,0</b>	<b>-1170,7</b>	<b>1623,6</b>	<b>1940,1</b>	<b>552,3</b>	<b>3830,9</b>	<b>1975</b>	<b>1890,8</b>	<b>52,3</b>	<b>139,8</b>	<b>3830,9</b>	<b>1975</b>	<b>1890,8</b>	<b>52,3</b>	<b>139,8</b>
<b>Центральный ФО</b>	<b>87,1</b>	<b>47,1</b>	<b>99,6</b>	<b>47,1</b>	<b>187,3</b>	<b>413,1</b>	<b>413,1</b>	<b>47,1</b>	<b>326,0</b>	<b>136,4</b>	<b>33,0</b>	<b>-276,7</b>	<b>547</b>	<b>679,7</b>	<b>247,1</b>	<b>1391,1</b>	<b>204,7</b>	<b>711,4</b>	<b>247,1</b>	<b>157,1</b>	<b>1391,1</b>	<b>204,7</b>	<b>247,1</b>	<b>157,1</b>	<b>204,7</b>
Белгородская область	7,3	402,9	9,5	402,9	12,4	12,8	43,5	-16,6	175,4	239,4	213,2	127,1	554,7	231,7	315,3	48,8	315,3	127,1	390,7	554,7	231,7	315,3	127,1	390,7	
Брянская область	9,6	173,0	11,5	173,0	7,0	7,7	46,4	-8,9	19,9	37,9	390,7	28,2	86,7	228,8	48,8	6,8	48,8	39,7	170	86,7	228,8	39,7	170		
Владимирская область	1,1	1,4	5,1	1,4	1,4	1,4	16,9	-10,0	16,8	17,0	111,1	1,7	23,8	140,0	6,8	140,0	6,8	111,1	23,8	140,0	6,8	111,1			
Воронежская область	9,9	403,1	11,6	403,1	23,8	40	403,1	-28,0	25,8	24,6	97,6	-0,6	91,1	370,3	66,5	370,3	66,5	97,6	24,6	91,1	370,3	97,6	24,6		
Ивановская область	1,1	1,1	3,4	1,1	3,4	16,3	152,1	-12,6	9,5	10,7	118,9	1,7	16,4	153,3	5,7	153,3	5,7	10,7	16,4	153,3	10,7	16,4			
Калужская область	1,8	1,8	2,2	1,8	4,4	19,8	1097,6	-10,8	20,2	24,9	140,7	7,2	47,8	192,0	22,9	192,0	22,9	24,9	47,8	192,0	24,9	47,8			
Костромская область	0,2	0,9	2,1	0,9	2,1	6,8	2764,2	-1,9	7,3	6,6	104,8	0,3	6,4	97,0	-0,2	97,0	-0,2	6,6	6,4	97,0	6,6	6,4			
Курская область	8,6	348,4	8,8	348,4	17,7	30	348,4	-15,6	30,3	34,4	124,6	6,8	62,1	180,5	27,7	180,5	27,7	34,4	62,1	180,5	34,4	62,1			
Липецкая область	1,7	1660,9	2,8	1660,9	8,0	28,6	26,9	-20,5	53,7	62,1	169,7	25,5	118,4	190,7	56,3	190,7	56,3	62,1	118,4	190,7	62,1	118,4			
Московская область	19,0	462,1	21,5	462,1	49,2	87,8	68,8	-65,4	95,9	114,5	127,5	24,7	144,3	126,0	29,8	126,0	29,8	114,5	144,3	126,0	114,5	144,3			
Орловская область	6,1	235,7	7,0	235,7	8,2	3,9	27,3	-10,4	13,6	15,5	110,7	1,5	15,4	99,4	-0,1	99,4	-0,1	15,5	15,4	99,4	15,5	15,4			
Рязанская область	4,6	396,3	6,2	396,3	7,6	18,2	13,6	-13,2	13,9	15,4	109,2	1,3	10,6	68,8	-4,8	68,8	-4,8	15,4	10,6	68,8	15,4	10,6			
Смоленская область	2,4	307,0	2,6	307,0	4,2	7,3	307,0	-4,4	3,9	2,7	96,4	-0,1	2,7	100,0	0,0	100,0	0,0	2,7	2,7	96,4	2,7	2,7			
Тамбовская область	3,2	591,0	5,4	591,0	7,5	18,9	15,7	-15,0	4,7	3,4	91,9	-0,3	91,3	87,9	87,9	87,9	87,9	3,4	91,9	87,9	3,4	91,9			
Тверская область	5,1	269,5	3,7	269,5	6,2	13,7	8,6	-9,7	14,5	17,7	150,0	5,9	43,9	248,0	26,2	248,0	26,2	17,7	43,9	248,0	17,7	43,9			
Тульская область	4,2	877,6	5,0	877,6	11,8	36,7	32,5	-27,0	28,9	38,2	146,4	12,1	35,9	94,0	-2,3	94,0	-2,3	38,2	35,9	94,0	38,2	35,9			
Ярославская область	1,3	899,4	1,4	899,4	3,3	11,8	10,5	-6,7	12,7	14,7	140,0	4,2	39,6	269,4	24,9	269,4	24,9	14,7	39,6	269,4	14,7	39,6			
<b>Северо-Западный ФО</b>	<b>9,3</b>	<b>132,3</b>	<b>10,3</b>	<b>132,3</b>	<b>43,3</b>	<b>141,6</b>	<b>141,6</b>	<b>-97,7</b>	<b>153,5</b>	<b>149,5</b>	<b>117,7</b>	<b>22,5</b>	<b>342,8</b>	<b>193,3</b>	<b>193,3</b>	<b>193,3</b>	<b>193,3</b>	<b>149,5</b>	<b>117,7</b>	<b>342,8</b>	<b>193,3</b>	<b>149,5</b>	<b>117,7</b>	<b>22,5</b>	<b>342,8</b>
Республика Карелия	0,5	1321,1	0,5	1321,1	1,7	6,5	6,0	-5,4	3,4	4,2	168,0	1,7	4,9	116,7	0,7	116,7	0,7	4,2	4,9	116,7	4,2	4,9			
Республика Коми	0,2	5609,8	0,3	5609,8	1,4	9,2	9,0	-6,9	9,8	8,8	121,0	1,7	13,3	135,7	3,5	135,7	3,5	9,8	121,0	13,3	135,7	9,8	121,0		
Архангельская область	0,4	2658,5	0,2	2658,5	1,7	10,9	10,5	-9,3	7,3	8,4	164,7	3,3	20,7	246,4	12,3	246,4	12,3	10,9	20,7	246,4	10,9	20,7			
Вологодская область	0,7	2577,7	0,8	2577,7	4,9	17,4	16,7	-8,2	16,9	17,9	116,2	2,5	11,7	65,4	-6,2	65,4	-6,2	17,9	11,7	65,4	17,9	11,7			
Калининградская область	1,8	687,4	1,9	687,4	4,1	12,4	10,6	-7,2	13,8	11,8	85,5	-2,0	16,9	143,2	5,1	143,2	5,1	11,8	85,5	16,9	143,2	11,8	85,5		
Ленинградская область	3,4	1683,5	3,8	1683,5	23,2	56,6	53,2	-39,8	98,2	93,4	131,9	22,6	207,7	222,4	114,3	222,4	114,3	93,4	207,7	222,4	93,4	207,7			
Мурманская область	0,2	4817,1	0,2	4817,1	1,2	7,9	7,7	-6,0	0,5	1	200,0	0,5	5,4	540,0	4,4	540,0	4,4	1	5,4	540,0	1	5,4			
Новгородская область	0,9	1263,9	1,0	1263,9	2,2	11,4	10,5	-7,0	1,4	0,8	9,1	-8,0	59,1	738,5	58,3	738,5	58,3	0,8	9,1	738,5	0,8	9,1			
Псковская область	1,2	756,1	1,4	756,1	3,0	9,3	8,1	-7,9	2,2	2,2	110,0	0,2	3,1	140,9	0,9	140,9	0,9	2,2	3,1	140,9	2,2	3,1			
<b>Южный ФО</b>	<b>69,5</b>	<b>424,7</b>	<b>69,9</b>	<b>424,7</b>	<b>169,5</b>	<b>295,2</b>	<b>295,2</b>	<b>-233,0</b>	<b>284,8</b>	<b>467</b>	<b>278,0</b>	<b>299,0</b>	<b>397,9</b>	<b>85,2</b>	<b>-69,1</b>	<b>-69,1</b>	<b>-69,1</b>	<b>467</b>	<b>278,0</b>	<b>397,9</b>	<b>85,2</b>	<b>-69,1</b>	<b>-69,1</b>	<b>-69,1</b>	
Республика Адыгея	0,0	18,6	0,0	18,6	0,0	0,0	0,0	-14,4	15,4	18,8	156,7	6,8	39,2	208,5	20,4	208,5	20,4	18,8	156,7	39,2	208,5	18,8	156,7		
Республика Калмыкия	0,4	463,4	0,8	463,4	1,5	1,9	1,5	-1,3	0,7	1,4	116,7	0,2	0,7	50,0	-0,7	50,0	-0,7	1,4	116,7	0,7	50,0	1,4	116,7		
Краснодарский край	41,8	360,8	37,8	360,8	95,2	150,8	109,0	-116,5	100,8	116,7	132,8	28,8	222,8	106,1	106,1	106,1	106,1	116,7	132,8	222,8	116,7	132,8			
Астраханская область	1,1	853,7	1,3	853,7	5,4	9,1	8,0	-7,5	1,2	1,1	122,2	0,2	2	181,8	0,9	181,8	0,9	1,1	122,2	2	181,8	1,1	122,2		
Волгоградская область	7,5	481,2	10,9	481,2	20,4	36,3	481,2	-20,2	30	31,2	122,8	5,8	48,2	154,5	17,0	154,5	17,0	31,2	48,2	154,5	31,2	48,2			
Волгоградская область	18,7	419,9	19,0	419,9	47,0	78,5	59,8	-63,1	43	55,4	14,8	14,8	85,1	153,6	29,7	153,6	29,7	55,4	85,1	153,6	55,4	85,1			
<b>Севверо-Кавказский ФО</b>	<b>23,9</b>	<b>103,7</b>	<b>25,6</b>	<b>103,7</b>	<b>71,9</b>	<b>127,6</b>	<b>127,6</b>	<b>-82,1</b>	<b>93,8</b>	<b>121,2</b>	<b>130,6</b>	<b>28,4</b>	<b>256,2</b>	<b>135,0</b>	<b>135,0</b>	<b>135,0</b>	<b>135,0</b>	<b>121,2</b>	<b>130,6</b>	<b>256,2</b>	<b>135,0</b>	<b>121,2</b>	<b>130,6</b>	<b>256,2</b>	
Республика Дагестан	1,1	13,8	1,3	13,8	8,0	14,9	13,8	-12,0	4,7	6	105,3	0,3	26,8	446,7	20,8	446,7	20,8	6	105,3	26,8	446,7	6	105,3		
Республика Ингушетия	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	125,0	0,1	0,8	160,0	0,3	160,0	0,3	0,5	125,0	0,8	160,0	0,5	125,0		
Кабардино-Балкарская респ.	2,8	362,3	3,0	362,3	7,3	10,1	7,3	-4,7	10,5	22,3	143,9	6,8	34,4	154,3	12,1	154,3	12,1	10,5	22,3	34,4	154,3	10,5	22,3		
Респ. Карач.-Черкесия	0,0	9,8	0,0	9,8	0,0	9,8	6,7	-3,1	2,1	1,9	90,5	-0,2	10,7	563,2	8,8	563,2	8,8	1,9	90,5	10,7	563,2	1,9	90,5		
Респ. Северная Осетия	1,3	541,2	1,3	541,2	3,6	7,1	5,8	-5,4	5,3	7,5	159,6	2,8	15,6	208,0	8,1	208,0	8,1	7,5	15,6	15,6	208,0	7,5	15,6		



## Приложение 2.

Рейтинг птицеводческих хозяйств по производству мяса бройлеров,  
тонн живой массы

Наименование предприятий	1990	Рейтинг 1990	1997	Рейтинг 1997	2013	Рейтинг 2013
ЗАО «Приосколье» Белгородской	5 700	65	2 362	51	452 000	1
ОАО «Северная» Ленинградской	8 200	34	5 182	22	224 636	2
ООО «Белгранкорм» Белгородской	5 300	72	3 013	38	162 376	3
ЗАО «Белая птица» Белгородской	объединение низкорентабельных предприятий				124 091	4
ОАО «Васильевская» Пензенской	5 000	74	2 498	48	116 671	5
ЗАО «Ставропольский бройлер»	12 900	11	1 493	69	114 567	6
ООО «Челны-бройлер» Татарстан	15 200	4	9 240	4	104 700	7
ООО «ЛИСКО-Бройлер» Воронежской	новое строительство				92 503	8
ЗАО «Инжавинская» Тамбовской	6 000	62	75	143	90 000	9
ОАО «Куриное царство» Брянск	новое строительство				88 558	10
ЗАО «Агрокомплекс» Краснодарского	объединение низкорентабельных предприятий				85 447	11
ООО «Равис-п/ф Сосновская» Че-ляб.	10 200	20	3 230	37	74 650	12
ОАО «Куриное царство» Липецкой	объединение низкорентабельных предприятий				71 600	13
ООО «Акашевская» Марий Эл	новое строительство				70 242	14
ООО «Алтайский бройлер»	новое строительство				68 036	15
ЗАО «Белгранкорм-Великий Новгород»	новое строительство				64 570	16
ЗАО «Уралбройлер» Челябинской	7 000	49	1 250	74	64 314	17
ОАО «Октябрьская» Мордовской	7 200	45	9 360	3	57 226	18
ЗАО «Петелинская» Московской	8 400	30	3 700	31	54 000	19
ЗАО «Чебаркульская» Челябинской	объединение низкорентабельных предприятий				52 775	20
ОАО «Рефтинская» Свердловской	14 700	5	17 289	1	50 071	21
ЗАО «Белореченская» Краснодарского	2 500	134	589	91	49 263	22
ЗАО «Элинар-Бройлер» Московской	2 100	147	2 000	60	47 500	23
ОАО «Калужская»	10 000	21	5 252	21	44 563	24
ОАО «Сибирская» Омской	14 000	7	8 400	8	43 953	25
ЗАО «Курский агрохолдинг»	новое строительство				43 116	26
ОАО «Ярославский бройлер»	6 200	56	5 943	17	43 114	27
ОАО «Сибирская губерния»	11 900	16	5 379	19	40 546	28
ООО «Нагайбакский птицеводческий комплекс» Челябинской	новое строительство				38 929	29

## Приложение 3.

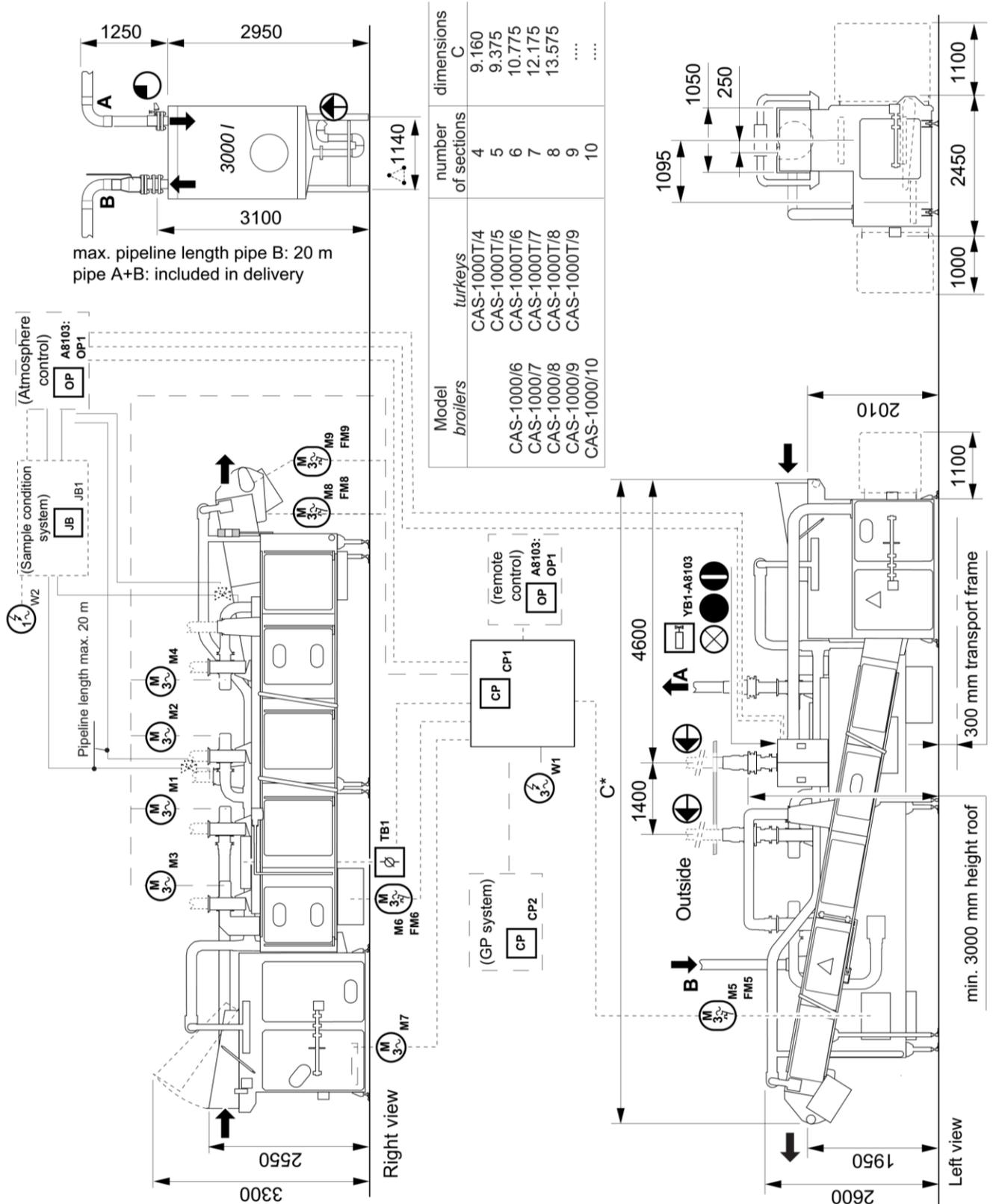
Требования / руководящие принципы для силы тока, используемого при оглушении птицы, в государствах-членах Евросоюза, в соответствии с требованиями Директивы 93/119/ЕС

MS	Broiler		Turkey	
	Current	Duration/frequency	Current	Duration/frequency
AT	100mA	For 4 sec	150mA	For 4 sec
BE	None specified in legislation			
BG	120mA		150mA	
CZ	120mA	50hz for 4 sec	150mA	50hz for 4 sec
DE	120mA	for 4 sec	150mA	for 4 sec
	160mA	for 10 sec without bleeding	250mA	for 10 sec without bleeding
DK	None specified in legislation			
EE	120mA	50hz (the combination is a recommendation)	150mA	50hz (the combination is a recommendation)
ES	None specified in legislation. CAs have non-binding recommendations outside the legislation which they cannot make public.			
FI	120mA	50hz (the combination is a recommendation only)	150mA	50hz (the combination is a recommendation only)
FR	None specified in legislation			
HU	Guideline only			
IE	None specified in legislation			
IT	None specified in legislation			
LV	240mA			
NL	100mA	Up to 400hz	-	
PL	120mA	For 4 secs	150mA	For 4 secs
RO	120mA	50hz (the combination is a recommendation only)	150mA	50hz (the combination is a recommendation only)
SE	120mA	up to 400hz;	150mA	Up to 200hz
	150mA	between 400 and 1500hz. No time requirement.	250mA	Over 200hz No time requirement.
SK	160mA	For 10 secs		
UK	105mA		150mA	

Приложение 4.

Схема и описание системы газового оглушения птицы CAS-1000

Dimensions in mm



Technical Data

Marel Stork Poultry Processing B.V.  
Boxmeer, The Netherlands

Marel Stork Poultry Processing Inc.  
Gainesville, USA

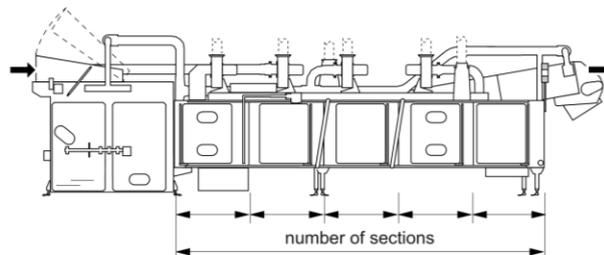
3690127\_03\_C

## Продолжение приложения 4

SI units [US units]

MEDIUM		UNIT	TEMPERATURE	CONNECTION	CONSUMPTION
power supply		W1		4 x 6 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	15 kW [20 Hp]
power supply		W2		4 x 2,5 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	600 W [0.8 Hp]
motor		M1, M2 M3, M4		2 x (4 x 2,5 mm <sup>2</sup> ) [US: NEC]	through SK1
motor		M7		4 x 2,5 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	through SK1
motor+clixon (thermocontact)		M5, M6, M8, M9 FM5, FM6, FM8, FM9		3 x (4 x 2,5 mm <sup>2</sup> ) [US: NEC] FM. : factory wired to KK1	through SK1
main control panel		CP1			
main control panel		CP2		6 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	
operator panel		A8103: OP1		a: 3 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC] b: 24 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	
operator panel (option: remote control)		OP1		6 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	
junction box		JB1		3 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	
terminal box		TB1		a: 24 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC] b: 16 x 1 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	
valve cabinet (gas valve box)		A8103: YB1		a: 24 x 1,5 mm <sup>2</sup> [US: NEC] b: 13 x 0,75 mm <sup>2</sup> + screen	
cold water			200 - 400 kPa [30 - 60 PSI]	1 - 20 °C [34 - 68 °F]	Rp 3/8 [3/8 NPT] 0,25 m <sup>3</sup> /h [1.1 GPM]
carbon dioxide			800 - 1000 kPa [120 - 150 PSI]		Rp 3/4 [3/4 NPT] Nm <sup>3</sup> /h** [CFM]**
oxygen			800 - 1000 kPa [120 - 150 PSI]		Rp 1/2 [1/2 NPT] Nm <sup>3</sup> /h** [CFM]**
compressed air			400 - 600 kPa [60 - 90 PSI]		Rp 1/2 [1/2 NPT]
overflow					ø 110 mm [4" PVC]
drainage					ø 160 mm [6" PVC]
airborne noise emissions			LpA = 80 dB(A)		
mass model		mass			
	CAS-1000T/4	7000 kg [15,400 lb.]			
	CAS-1000T/5	7500 kg [16,500 lb.]			
	CAS-1000/6 CAS-1000T/6	8800 kg [19,400 lb.]			
	CAS-1000/7 CAS-1000T/7	9700 kg [21,400 lb.]			
	CAS-1000/8 CAS-1000T/8	10600 kg [23,400 lb.]			
	CAS-1000/9 CAS-1000T/9	.. kg [... lb.]			
	CAS-1000/10	.. kg [... lb.]			

\*\* contact Stork Poultry Processing



## Technical Data

Marel Stork Poultry Processing B.V.  
Boxmeer, The NetherlandsMarel Stork Poultry Processing Inc.  
Gainesville, USA

3690127\_03\_C

Схема и описание системы электрического оглушения птицы HDII-4,5F

**STORK®**

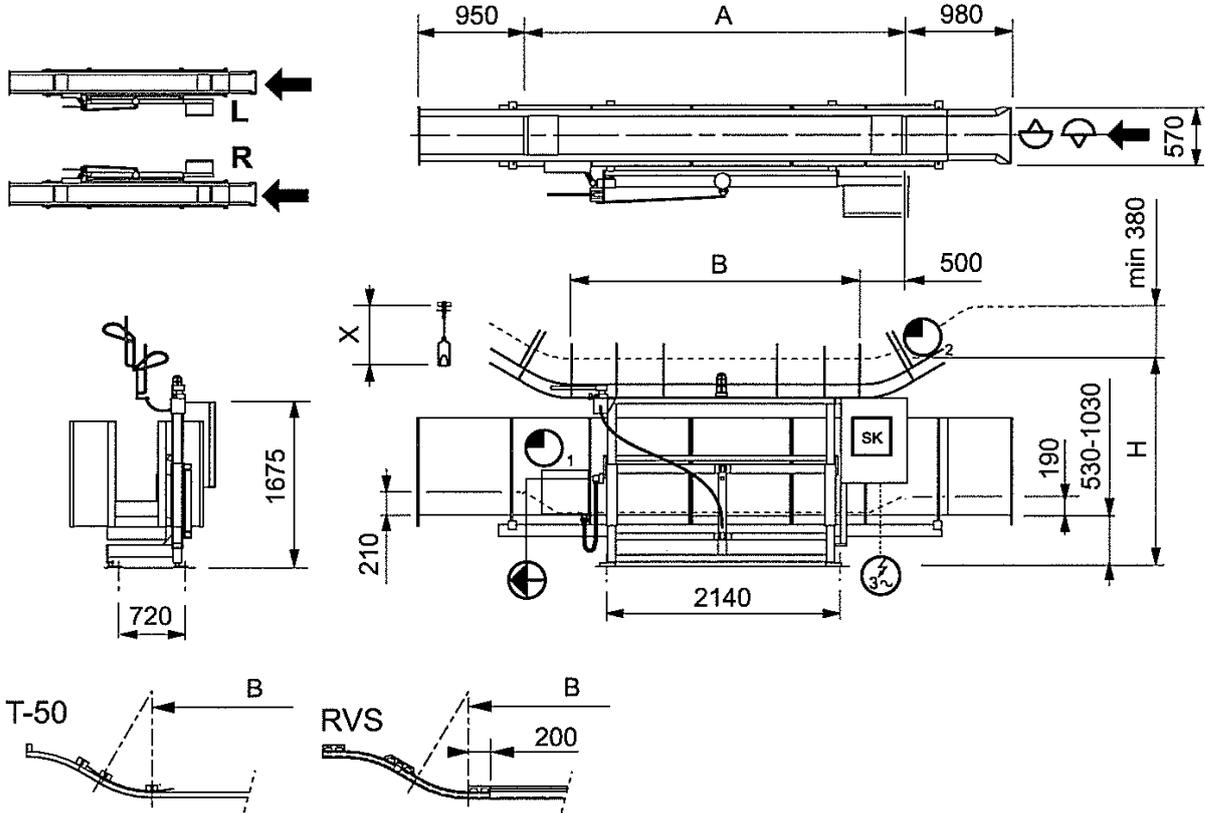
**Technical Data**

**Stunner**

HDII-3,5F  
HDII-4,5F

B0735  
B0736

Dimensions in mm



NOTE:  
MAXIMUM DISTANCE  
FROM CONTROL PANEL  
TO STUNNER IS  
25 METERS (80 FEET)

SI units [US units]

	H	X	A	B
broilers / poulets / Broiler / broilers / pollos	1700	555		
eenden / canards / Enten / ducks / patos	2000	700		
HDII-3,5F			4570	3570
HDII-4,5F			5570	4570
HDII-5,5F			6570	5570

MEDIUM		UNIT	TEMPERATURE	CONNECTION	CONSUMPTION
power supply		W1		4 x 2,5 mm <sup>2</sup> [US: NEC]	50-60Hz - 500Wh 50-400Hz - 1,5kWh
switch box		SK1			
cold water			200 - 400 kPa [30 - 60 PSI]	1 - 20°C [34 - 68°F]	$\varnothing$ 12mm [1/2" Tube] 0,025 l/kg product 0.2 oz/lb product
cold water			200 - 400 kPa [30 - 60 PSI]	1 - 20°C [34 - 68°F]	R 1/4 [1/4 NPT] 0,028 m <sup>3</sup> /h [0.12 GPM]
drainage				$\varnothing$ 53mm	
mass	HDII-3,5F = 650kg [1430 lb.] / HDII-4,5F = 700kg [1540 lb.] / HDII-5,5F = 750kg [1650 lb.]				

Stork Food Systems  
Stork PMT B.V.  
Boxmeer, The Netherlands

Stork Food Systems  
Stork Gamco Inc.  
Gainesville, USA

Confidential  
Reprinting prohibited  
All data given with reservation

**529856\_C**

page 1 of 1 (28-07-2005)

## Приложение 6.

## Акт дегустации вареного мяса цыплят-бройлеров



309300, РФ, Белгородская область,  
п. Ракитное, Васильевское шоссе, 1  
[www.jasnuzori.ru](http://www.jasnuzori.ru)

## МПК «ЯСНЫЕ ЗОРИ»

филиал ООО «Белгородские гранулированные корма»

Телефон/факс: (4722) 37-65-22  
(4722) 37-65-23

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор  
МПК «Ясные Зори»

О.Г. Орехов  
«17» октября 2014 г.

АКТ  
дегустации

Комиссией специалистов и руководителей МПК «Ясные Зори» проведена дегустация вареного мяса цыплят-бройлеров (филе грудки, филе бедра) и бульонов, полученного от убой птицы с газовым оглушением (на производстве ПЗ и ГПП (Ракитное 2)) и электрическим оглушением (на производстве ПЗ и ГПП (Ракитное 1)). Представленные образцы соответствуют «Гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Результаты дегустации представлены в таблице (оценка проводилась по 10-балльной шкале):

Наименование показателя	Филе грудки		Филе бедра	
	электрическое оглушение	газовое оглушение	электрическое оглушение	газовое оглушение
Внешний вид	9,8	9,8	9,8	9,8
Вид и цвет на разрезе	9,8	9,8	9,8	9,8
Аромат мяса	8,7	8,8	9,0	9,3
Аромат бульона	9,8	9,9	9,8	9,8
Прозрачность бульона	8,8	9,0	8,9	9,1
Консистенция мяса	8,5	8,7	8,8	9,2
Сочность	8,0	8,5	8,6	9,0
Нежность	8,0	8,5	8,6	9,1
Общая оценка	8,9	9,1	9,2	9,4

Подписи членов комиссии:

Генеральный директор МПК «Ясные Зори»

Зам. генерального директора по переработке мяса

Начальник отдела технологии ПМ,МиР

Директор производства ПЗ и ГПП (Ракитное 1)

Директор производства ПЗ и ГПП (Ракитное 2)

Зам. директора – гл.технолог ППЗ и ГПП (Ракитное 1)

Зам. директора ППЗ и ГПП (Ракитное 2) по технологии

О.Г. Орехов

С.А. Корабельников

Н.И. Семикопенко

А.И. Панченко

Г.А. Петран

О.Г. Харченко

Ю.Ф. Маслова

Приложение 7.

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОГЛУШЕНИЯ ПТИЦЫ  
В РЕГУЛИРУЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

## РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОГЛУШЕНИЯ ПТИЦЫ В РЕГУЛИРУЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

Расчет объема производства продукции

Объем выпуска продукции – до 110 тыс. тонн в год (расчет представлен в таблице 1):

Таблица 1. – Расчет объема производства продукции в натуральном выражении

Наименование и ассортимент продукции	Структура ассортимента, %	Суточная выработка продукции, тонн	Число смен работы в год	Годовой объем производства, тонн
Тушки целые	30	97,920	336	32 901
Полуфабрикаты	70	228,480		76 769
<i>в т.ч. филе грудки</i>	<i>13,3</i>	<i>43,350</i>		<i>14 566</i>
<i>в т.ч. филе бедра и голени</i>	<i>11,2</i>	<i>36,414</i>		<i>12 235</i>
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>326,400</b>		<b>336</b>

Расчет капитальных затрат на приобретение и установку оборудования

Сравнительный расчет стоимости оборудования для оглушения птицы газом и электричеством представлен в таблице 2:

Таблица 2 – Расчет затрат на приобретение и установку оборудования

Наименование затрат	стоимость для линии газового оглушения, €	стоимость для линии электро оглушения, €
Система оглушения: <i>Для газового оглушения: CAS-1000, в т.ч. дозирование газа Hydromax (анализ, регулировка, смешение)</i> <i>Для электрооглушения: Автомат HDII-4,5F</i>	425 665	66 638
Система электростимуляции Rapid Rigor, 47,2 м	86 624	-
Система охлаждения тушек: Туннель "Downflow+": <i>Для газового оглушения: 1-й этап: интенсивное охлаждение с промежуточным орошением тушек изнутри и снаружи; 2-й этап: охлаждение с эффектом созревания Maturation</i> <i>Для электрооглушения: только 1-й этап интенсивного охлаждения с промежуточным орошением тушек</i>	2 552 594	2 297 009
Шеф-монтаж	5 000	4 000
Доставка	2 000	1 000
Таможенное оформление	367 786	283 638
НДС	551 679	425 456
<b>ИТОГО, €</b>	<b>3 991 348</b>	<b>3 077 741</b>
<b>ИТОГО, руб. (1 € = 70 руб.)</b>	<b>279 394 378</b>	<b>215 441 852</b>

Экономический эффект от применения установки оглушения птицы в регулируемой газовой среде приведен в таблице 3.

Фактический экономический эффект от внедрения технологии оглушения птицы в газовой атмосфере в виде справки, заверенной генеральным директором предприятия, отражен в Приложении 8.

Таблица 3. – Экономический эффект от применения установки оглушения птицы в регулируемой газовой среде

Наименование и ассортимент продукции	Суточная выработка продукции, тыс.голов	Стоимость продукции, руб./кг	Выход продукции, %		Суточная выработка продукции, тонн (расчетный живой вес 2,5 кг)		Разница суточной выработки, тонн	Разница в суточной выручке, тыс. руб.	Годовая выработка продукции, тонн (расчетный живой вес 2,5 кг)		Разница годовой выработки, тонн	Разница в годовой выручке, тыс. руб.
			электрооглушение	газовое оглушение	электрооглушение	газовое оглушение			электрооглушение	газовое оглушение		
Тушки целые	61,200	100	73,09%	73,49%	111,828	112,440	0,612	61,20	37 574	37 780	206	20 563
Полуфабрикаты	142,800	70			260,931	262,359	1,428	99,96	87 673	88 153	480	33 587
<i>в т.ч. филе грудки</i>	<i>102</i>	<i>170</i>	<i>22,28%</i>	<i>24,95%</i>	<i>56,814</i>	<i>63,623</i>	<i>6,809</i>	<i>1 157,45</i>	<i>19 090</i>	<i>21 377</i>	<i>2 288</i>	<i>388 902</i>
<i>в т.ч. филе бедра и голени</i>	<i>61,2</i>	<i>190</i>	<i>19,88%</i>	<i>20,24%</i>	<i>30,412</i>	<i>30,960</i>	<i>0,548</i>	<i>104,07</i>	<i>10 218</i>	<i>10 402</i>	<i>184</i>	<i>34 968</i>
<b>Итого</b>	<b>204,000</b>				<b>372,759</b>	<b>374,799</b>		<b>(тушки + филе) 1 323</b>	<b>125 247</b>	<b>125 932</b>		<b>(тушки + филе) 444 432</b>

## Справка о достижении экономического эффекта при внедрении оборудования для оглушения птицы в газовой атмосфере



309300, РФ, Белгородская область,  
п. Ракитное, Васильевское шоссе, 1  
[www.jasnzori.ru](http://www.jasnzori.ru)

«18» сентября 2015 г. № \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_

### МПК «ЯСНЫЕ ЗОРИ»

филиал ООО «Белгородские гранулированные корма»

Телефон/факс: (4722) 37-65-22  
(4722) 37-65-23

#### СПРАВКА

**о фактическом экономическом эффекте переработки цыплят-бройлеров при использовании газового оглушения в условиях производства ПЗ и ГПП (Ракитное 2) МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм»**

Настоящим подтверждается, что с 1 мая 2014 года (дата выхода производства на проектную мощность) по 31 августа 2015 года включительно на производстве по забою и глубокой переработке птицы (Ракитное 2) МПК «Ясные Зори», филиал ООО «Белгранкорм», где установлено оборудование для оглушения цыплят-бройлеров в регулируемой газовой атмосфере, было произведено 137,16 тыс. тонн мяса птицы (без учета субпродуктов), полученных от убоя цыплят-бройлеров кросса Кобб, поставленных на убой из девяти площадок по выращиванию бройлеров ООО «Белгранкорм» в возрасте 39-42 дней (в соответствии с Графиком убоя), средним живым весом 2,435 кг, соответствующих требованиям ГОСТ Р 52837-2007 Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия, сопровождаемые ветеринарной справкой формы № 4 (по Ракитянскому району) или ветеринарным свидетельством формы № 1 (по другим районам Белгородской области). Убой и переработка бройлеров осуществлялась в соответствии с действующей на производстве Технологической инструкцией по производству мяса птицы, полуфабрикатов и субпродуктов, утвержденной в установленном порядке 1 марта 2013 года; Технологической инструкцией по производству мяса птицы (ВНИИПП, утв. Росптицесоюзом 13.03.2006), Инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю тушек, мяса птицы, птицепродуктов, яиц и яйцепродуктов на птицеперерабатывающих предприятиях (утв. Главным управлением ветеринарии с Государственной ветеринарной инспекцией 1990 г), Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарной экспертизы мяса и мясных продуктов (утв. Главным управлением ветеринарии Минсельхоза СССР 1988г), Ветеринарно-санитарных правил для предприятий (цехов) переработки птицы и производства яйцепродуктов (№ 4261-87, утв. Госагропромом и Минздравом СССР 1987 г), а также ГОСТ Р ИСО 22000-2007 (ISO 22000:2005) Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции и Директивам (93/119/ЕС, 2002/99/ЕС, 2160/2003, 853/2004) Европейского Союза.

Сводные данные (за 16 месяцев работы) приведены в таблице:

Вид и вес мяса птицы (суммарно)		Выход мяса, %	Факт.затраты на убой, руб./ кг	Цена реализации, руб./кг	Выручка фактическая, тыс. руб.
наименование	тонн				
Получено мяса всего, в т.ч.:		137 156	9,98		
мясо ЦБ 1 сорт (тушки целые)		47 835		101	4 831 334
разделка, всего, в т.ч.:		86 016			
филе грудки		17 633		185	3 262 151
филе бедра		6 021		190	1 144 011
ИТОГО		137 156			9 237 495

Фактический экономический эффект за 16 месяцев составил более 250.000 тыс. рублей.

Генеральный директор  
МПК «Ясные Зори»



О.Г. Орехов

Приложение 9.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ОГЛУШЕНИЮ ПТИЦЫ В ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЕ,  
ЕЕ УБОЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ

<b>АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ХОЛДИНГ «БЭЗРК-БЕЛГРАНКОРМ»</b>	
<b>МПК «Ясные Зори»</b> <b>Производство по забою и глубокой переработке птицы (Ракитное 2)</b>	
309310, Россия, Белгородская область, п. Ракитное, Васильевское шоссе, 1	

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ОГЛУШЕНИЮ, УБОЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ МЯСА ПТИЦЫ**

**СОГЛАСОВАНО:**

Генеральный директор  
МПК «Ясные Зори»  
О.Г. Орехов

« 30 » сентября 2014 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

/Зам. генерального директора  
по переработке мяса

С.А. Корабельников

« 30 » сентября 2014 г.

## **Технологическая инструкция по оглушению, убою и переработке мяса птицы**

*Дата введения «01» октября 2014 г.*

Настоящая технологическая инструкция распространяется на процесс оглушения птицы в газовой среде, убою и ее переработки.

Технологическая инструкция устанавливает технологические режимы, требования и порядок проведения процессов.

### **Основные положения**

Технологический процесс осуществляется с соблюдением основных нормативных документов, утвержденных в установленном порядке: «Ветеринарно-санитарные правила для предприятий (цехов) переработки птицы» №4261-87 от 6 мая 1987 г., «Санитарные правила для предприятий мясной промышленности» № 3238-85 от 27 марта 1985 г., «Инструкции по мойке и профилактической дезинфекции на предприятиях мясной и птицеперерабатывающей промышленности» от 16 января 1976 г., «Инструкции по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности» от 14 января 2003 г., «Программа производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий при производстве мяса птицы, полуфабрикатов из мяса птицы и субпродуктов», а также с соблюдением требований Директив Европейского союза (93/119/ЕС, 98/83/ЕС, 852/2004, 853/2004, 2073/2005).

## Технологическая инструкция по переработке птицы

### ***Приемка птицы и предубойная выдержка***

Приемка птицы на убой осуществляется партиями. Птица, сдаваемая на убой, по состоянию здоровья должна соответствовать требованиям действующего ветеринарного законодательства. Предварительно птица должна пройти предубойную выдержку в хозяйстве по выращиванию для освобождения желудочно-кишечного тракта.

Предубойная выдержка осуществляется при оптимальной вентиляции, температурном режиме и освещении специальными синими лампами в течение не менее 30 минут. Это позволяет снизить стресс у птицы перед убоем, улучшить обескровливание и повысить качество мяса.

### ***Подача на убой. Взвешивание.***

Погрузчиком контейнера с птицей устанавливают на конвейер с электронным взвешивающим устройством. На участке разгрузки происходит автоматическое взвешивание контейнера с птицей, контейнер кантуется и опрокидывается в окно загрузки. Разгрузка контейнеров происходит автоматически, птица подаётся на мягкий ленточный транспортёр по отдельным для каждого уровня направляющим, что предотвращает падение и исключает повреждения птицы на данном этапе. После разгрузки происходит проверка контейнера инфракрасными датчиками на предмет отсутствия птицы. При необходимости контейнер наклоняется повторно. После выгрузки пустой контейнер взвешивается снова. Вес живой птицы определяется как разница между весом полного и пустого контейнера в электронном весовом учете.

Пустой контейнер взвешивается и поступает на мойку.

### ***Оглушение птицы***

Оглушение птицы в модифицированной газовой среде производится в два этапа. После разгрузки из контейнера GP птица подаётся на ленточный конвейер, предназначенный для подачи продуктов в систему CAS-1000.

Конвейер подачи птицы на оглушение включает специальный участок, позволяющий контролировать наличие падежа и своевременно убирать его с линии. Падеж собирается в ящики в отведенном месте. Периодически, в процессе его накопления падеж комиссионно пересчитывается и взвешивается. После этого подаётся в дробилку и транспортируется отдельной вакуумной системой в специальный бункер.

Птица попадает в секцию с модифицированной газовой средой. На первом этапе птица проходит через отделение с повышенным содержанием кислорода (25% - O<sub>2</sub>, 15% - CO<sub>2</sub>, 60% - N<sub>2</sub>). На данном этапе происходит кислородная анестезия птицы, которая снимает напряжение и готовит птицу ко второму этапу.

На втором этапе птица помещается в секцию с повышенным содержанием углекислого газа (65% - CO<sub>2</sub>, 15% - O<sub>2</sub>, 20% - N<sub>2</sub>). На данном этапе происходит потеря сознания с сохранением дыхания и работы сердца.

Для справки: согласно рекомендациям STORK содержание газов в атмосфере следующее: на первом этапе: 30% - O<sub>2</sub>, 40% - CO<sub>2</sub>, 30% - N<sub>2</sub>; на втором этапе: до 80% - CO<sub>2</sub>, 15% - O<sub>2</sub>, 5% - N<sub>2</sub>.

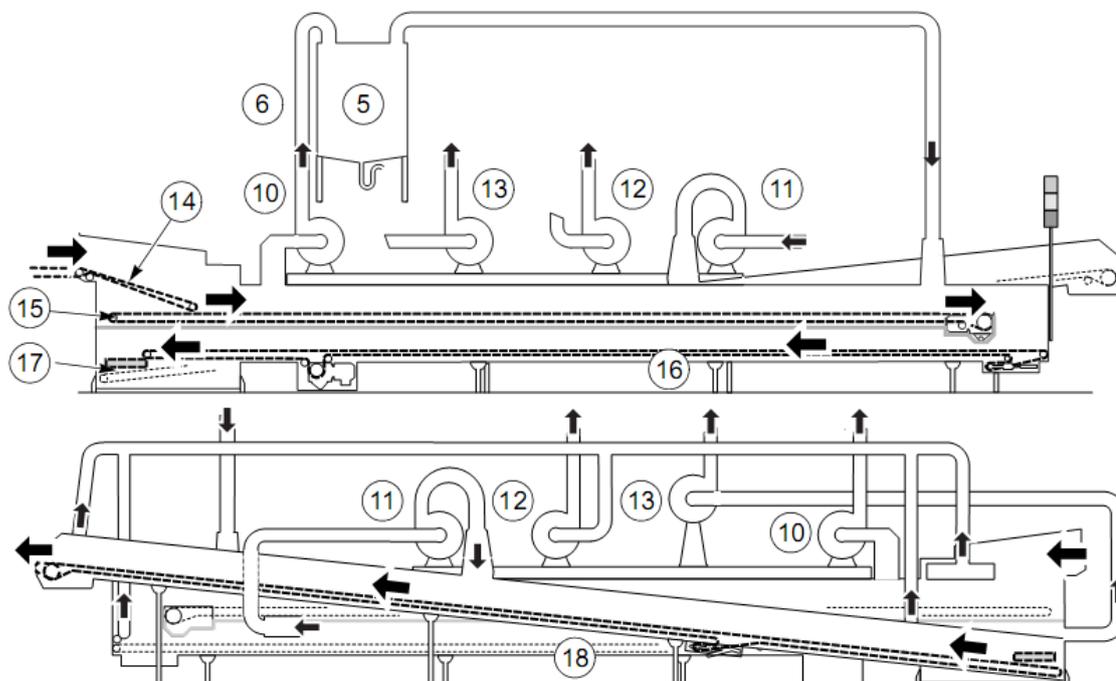
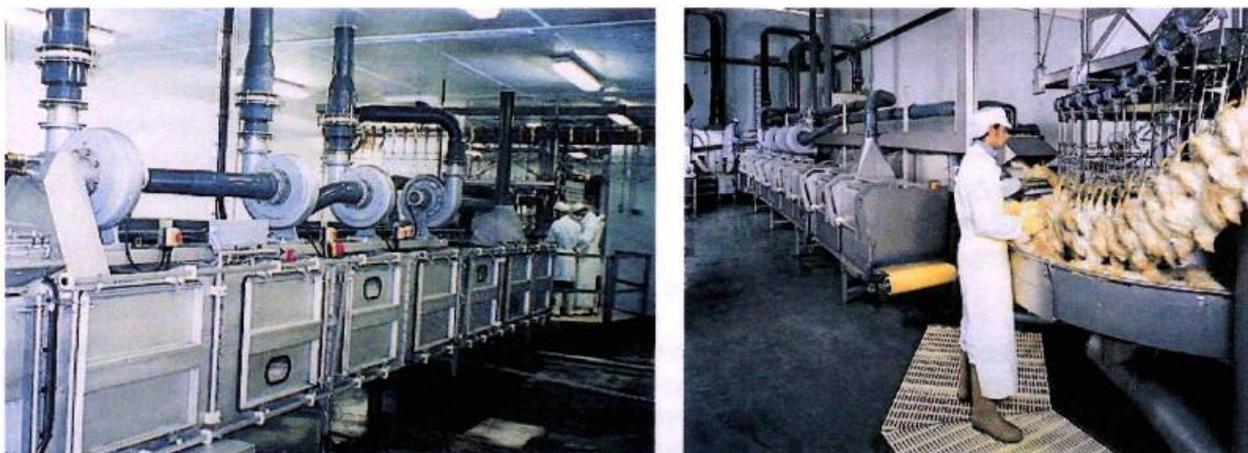


Рис. 1 Система CAS-1000. Компоненты. Вид справа и слева

- |  |   |
|--|---|
| 1. Загрузочная секция  | 11. Вентилятор для прокачки газовой смеси второй фазы                                     |
| 2. Мотор-редуктор верхнего транспортера  | 12. Вентилятор для непрерывной откачки газовых смесей на входной и выходной стороне       |
| 3. Мотор-редуктор нижнего транспортера   | 13. Вентилятор для откачки газовых смесей в экстренных ситуациях и после окончания работы |
| 4. Натяжной механизм нижнего транспортера                                      | 14. Загрузочный транспортер   |
| 5. Буферный резервуар газовой смеси первой фазы                                | 15. Верхний транспортер оглушения   |
| 6. Труба подачи газовой смеси второй фазы в буферный резервуар                 | 16. Нижний транспортер оглушения  |
| 7. Труба подачи газовой смеси второй фазы из буферного резервуара              | 17. Поперечный транспортер  |
| 8. Мотор-редуктор подъемного транспортера                                      | 18. Подъемный транспортер   |
| 9. Натяжной механизм подъемного транспортера                                   | 19. Звуковой сигнализатор и проблесковый световой сигнализатор                            |
| 10. Вентилятор для прокачки газовой смеси первой фазы через буферный резервуар |   |

Общее время оглушения составляет 180 сек.

Подача и смешивание газов осуществляется автоматически, концентрация газов определяется при помощи газоанализатора так же в автоматическом режиме. Система дозирования газа ГидроМАКС является аналитическим оборудованием для определения состава газовых смесей в разных секциях системы CAS. Система оглушения CAS контролирует и смешивает два газа: кислород и углекислоту. Азот, указываемый в смеси, представляет собой атмосферный воздух.



*Рис. 2. Камера оглушения птицы в модифицированной газовой среде*

От качества оглушения зависит полнота обездвиживания и обескровливания птицы.

Оглушение в модифицированной атмосфере имеет ряд существенных преимуществ:

- Потеря сознания происходит без удушья, резкого сокращения мускулатуры и не сопровождается конвульсиями;
- Потеря сознания происходит без стресса, связанного с навеской птицы на подвески и погружением в ванну оглушения;
- Процесс навески птицы, находящейся в бессознательном состоянии, более удобен и комфортен для рабочих, а также способствует существенному снижению количества травм и переломов у навешиваемой на карусель птицы.

#### ***Навешивание на карусель навески***

По транспортёру оглушенная птица поступает на вращающийся стол для навески птицы. Стол рассчитан на 9 рабочих мест для операторов навески птицы, включает систему вытяжки пыли и остатков отработанного газа.

Конвейер движется по кругу, линия с подвесками движется в одном направлении с конвейером. Оператор конвейерной линии производит навешивание птицы на подвески.

Производительность убойной линии – 12000 голов птицы в час.

После навески птицы линия проходит модуль, который прижимает ноги птицы, гарантируя правильное положение тушки на подвеске. Кроме того, данный модуль значительно облегчает тяжёлую работу персонала участка навески, которым более не приходится большим усилием фиксировать тушку в подвеске.

#### ***Убой и обескровливание***

Убой птицы происходит на установке для убоя К-15. Для надлежащего функционирования установки для убоя птицы продукция должна удовлетворять следующим требованиям:

- птица должна быть надёжно подвешена к подвескам за две ноги,

- при подаче птицы в установку для убоя птицы крылья должны быть вытянуты и прилегать к телу, а голова должна расслабленно свисать вниз.

Положение головы птицы во время надреза дисковым ножом фиксируется прутковыми направляющими, что требует постоянного контроля и наладки машины при переработке новой партии птицы. Подпружиненный диск обеспечивает правильное положение шеи.

Аппарат в своем оснащении имеет *2 вращающихся ножа*, защищенных кожухом. Использование такой технологии убоя позволяет одновременно производить надрез левых и правых вены и артерии для лучшего обескровливания при сохранении целостности трахеи и пищевода.

Весь режущий узел с вращающимися ножами можно регулировать в горизонтальном направлении с помощью рукоятки.

В том случае, когда оборудование пропускает живую птицу, рабочий конвейерной линии обязан сделать прокол вручную.

Работнику конвейерной линии необходимо находиться лицом к спине птицы, в том месте, где птица будет находиться через 10 секунд после прохода киллера (время, необходимое для вытекания крови). Когда сток крови птицы не интенсивен, работник выполняет прокол вручную на 15-20 мм ниже ушной мочки, не шире 10-15 мм, при этом следует не проколоть трахею и не отрезать голову. Работник конвейерной линии обеспечивает поступление птицы в шпаритель только в обескровленном состоянии.

Продолжительность процесса обескровливания 3 минуты. Длина пути в ванне обескровливания составляет 83,5 метра.

При убое и обескровливании птицы кровь поступает в ванну обескровливания. Кровь, собирающаяся в ванне, перекачивается в накопительный бункер при помощи насоса. Далее кровь поступает на производство по утилизации боенских и ветеринарно-санитарных отходов для дальнейшей переработки.

### *Ошпаривание*

Тепловая обработка тушки (ошпаривание) производится в автоматических шпарителях. В процессе тепловой обработки тушка находится на подвесках и в течение определённого времени проходит через ванны ошпаривания, наполненные водой определённой температуры.

Для усиления эффективности процесса применяется перемешивание путём впрыскивания в ванну воздуха (барботаж). Потоки воздушных пузырьков поднимают перо, позволяя воде напрямую воздействовать на перьевые фолликулы. Правильное положение тушек позволяет эффективно обработать всю поверхность тушки.

Выбор режима шпарки зависит от вида и возраста перерабатываемой птицы.

На применяемом оборудовании фирмы «STORK» тушки шпарят по «мягкому» режиму шпарки. Температура при данном процессе составляет 50-55°C. При этом режиме поверхностный слой тушки (эпидермис) остаётся неповреждённым, тушки имеют лучший внешний вид. При шпарке по «мягкому» режиму тушки после охлаждения и замораживания имеют поверхность матового естественного вида.

На производстве применяется многофазовое шпарение. При этом используется 4 шпарителя. При переходе из одного шпарителя в другой продукты споласкиваются чистой водой. Для улучшения санитарных показателей шпарка производится в четыре этапа, происходит удаление пера при отсутствии повреждений или «подваривания» тушек.

Каждый шпаритель имеет поплавковый выключатель, служащий для поддержания надлежащего уровня воды в ванне шпарителя. В ходе многофазового шпарения продукты становятся все чище и чище к концу процесса.

Продукт, прошедший мягкий режим шпарки, сохраняет большую часть эпидермиса, вследствие чего имеет натуральный цвет. Такой продукт обладает более привлекательным внешним видом для покупателя. Сохранение эпидермиса так же оказывает влияние на сроки хранения продукта в охлаждённом виде, так как он является менее благоприятной средой для фиксации и размножения бактерий. Кроме того, потери массы тушки при испарении влаги после ошпарки, а также при охлаждении и последующем хранении ниже при осуществлении мягко-температурной шпарки.

Процесс шпарки занимает 3 минуты.

### *Обесперивание птицы*

Удаление пера производится автоматическими перосъёмными машинами. Для данной линии с учётом производительности 12000 голов в час предусмотрены автомат удаления хвостового оперения, 6 основных машин удаления пера, автомат окончательной доработки и мойки и устройство мойки тушек снаружи.

В устройстве для удаления хвостового оперения установлены зубчатые валы. Тушка по конвейерной линии попадает в него, при этом гузка расположена на такой же высоте что и ось валов. Валы приводятся в действие, осуществляя удаление оперения.

Устройства обесперивания и окончательной доработки состоят из рядов вращающихся дисков, на которых находятся гибкие ребристые «пальцы». При быстром вращении дисков пальцы скребут тело птицы в направлении, обратном вращению, и за счет трения извлекают ослабленное перо. Процесс обесперивания происходит при участии воды, которая имеет температуру 40-45°C.

Неправильная регулировка машины, особенно если остается слишком малый зазор между птицей и пальцами, может привести к разрывам тканей в области бедра, грудки и переломам крыльев, ног и ребер. При слишком большом зазоре машина не может полностью удалить перо.

Продолжительность процесса обесперивания 1 минута.

Рабочий после выхода тушек из перосъёмного шкафа должен осуществлять контроль качества обесперивания и, при необходимости, доощипку.

Обесперенные тушки цыплят-бройлеров проходят через автомат мойки и окончательной обработки тушек Stork WFL, удаляющий остатки пера и следы крови с поверхности тушки.

### *Электростимуляция*

После мойки тушка поступает в систему электростимуляции Rapid Rigor. Тушка движется по подвесному конвейеру, при этом грудная мышца скользит по плоской металлической направляющей, на которую с равной периодичностью подаётся ток. Время электростимуляции составляет 90 секунд. Длина пути на участке электростимуляции – 45,6 метра.

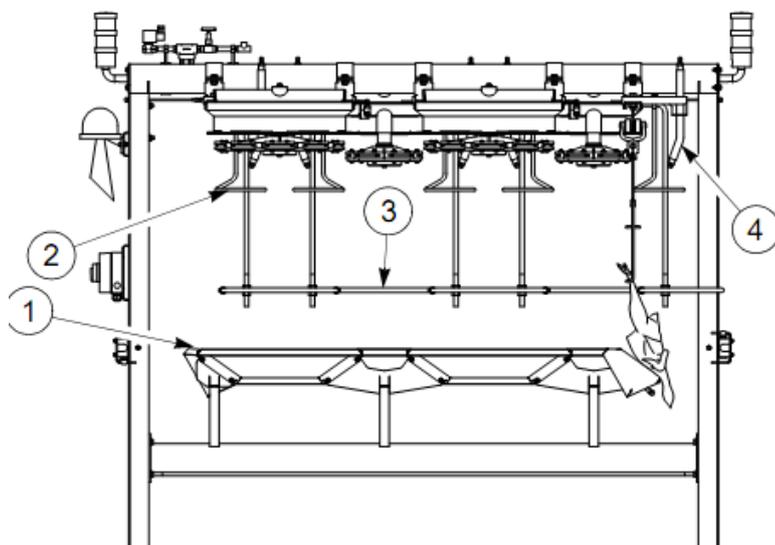


Рис.3 Участок электростимуляции

Описание технологического процесса (рис. 3): между грудкой и ножками тушки проводится электрическое напряжение. Напряжение приводится к грудке через наклонные контактные пластины (1), направляющие для подвесок (2) и ног (3) направляют движение тушки по контактными пластинам. Разбрызгиватели (4) увлажняют поверхности контакта между подвеской и направляющей подвесок, ножками и направляющими для ножек, тушкой и контактной пластиной.

После прохождения участка электростимуляции тушка проходит через устройство мойки.

Периодические сокращения мускулатуры вызывают биохимические изменения в мышечной ткани. В сочетании с оглушением CAS и охлаждением с созреванием это позволит сократить период rigor mortis (трупное окоченение), повысить сочность и нежность мяса, улучшить отделение мяса от кости, что положительно влияет на выход мяса при обвалке.

### *Автоматическое потрошение*

Потрошение осуществляется в автоматическом режиме в следующей последовательности:

1. Отделения головы с трахеей и пищеводом. Головы отделяются между первым и вторым или вторым и третьим шейными позвонками.
2. Отделение ног по заплюсневому суставу. Все ноги могут поступать на обработку (ошпаривание при  $t=58...62^{\circ}\text{C}$ , удаление эпидермиса и охлаждение) или направляться на измельчение в дробилке с последующей вакуумной транспортировкой в цех сбора технических отходов.
3. Вырезание клоаки. Автомат вырезает клоаку и фабрициеву сумку и вывешивает их в определенном положении вдоль спинки тушки.

4. Извлечение внутренностей. Автомат надрезает брюшную полость тушки, отделяет и извлекает наружу пакет внутренностей и перевешивает его на подвеску линии обработки пакетов внутренностей. Внутренности далее обрабатываются на отдельной линии (выделяются, обрабатываются и сортируются печени, сердца и желудка) и проходят вместе с тушками ветеринарно-санитарный контроль.

5. Проверка кожи шеи. Автомат удаляет с кожи шеи остатки зоба, трахеи, пищевода и части зубной железы и тщательно промывает тушки изнутри и снаружи.

6. Отделение шеи.

7. Отрезание кожи шеи.

8. Конечный контроль. Автомат при помощи вакуума отсасывает остатки внутренностей из полости тушки.

В сумме процесс автоматического потрошения длится 4 мин 30 сек. После потрошения тушки подвергаются окончательной мойке, после чего перенавешиваются на линию воздушного охлаждения.

### *Охлаждения*

#### *Охлаждение субпродуктов*

Субпродукты после разделения комплекта внутренностей поступают в туннель воздушного охлаждения на специальных ленточных транспортёрах. Охлаждение производится в туннеле охлаждения тушки, где субпродукты проходят по ленточным транспортёрам с дополнительным обдувом. Транспортёры расположены так, чтобы не допустить попадания влаги с тушек на субпродукты. Охлаждение производится до температуры + 4°C.

При применении воздушного охлаждения субпродуктов повышается срок хранения и улучшается качество и внешний вид субпродуктов, особенно печени (сохранение цвета, предотвращение водянистости продукта, а также отсутствие свободной влаги в упаковке).

#### *Охлаждение тушек*

На производстве применяется инновационная двухфазная система охлаждения птицы.

Для **быстрого охлаждения** реализуется охлаждение тушки нисходящими потоками воздуха с раздельным орошением вне туннеля Downflow+. Воздушное охлаждение происходит в двухуровневом туннеле охлаждения в течение 43 минут. Туннель оснащён испарителями и вентиляторами для циркуляции воздуха. Испарители с вентиляторами располагаются над путями для прохождения продукта, обеспечивая постоянный ток воздуха определённой температуры с постоянной скоростью.

Система увлажнения находится в отдельном помещении. Тушка проходит увлажнители в строго определённые промежутки времени. Мелкодисперсное орошение осуществляется ледяной водой. Тушка проходит модули орошения при развороте подвесного конвейера на поворотном колесе. Орошение ледяной водой происходит в строго определённые промежутки времени посредством неподвижных и движущихся форсунок. Форсунки распыляют холодную воду как на тушку, так и внутрь тушки в определённое время и в определённом количестве, что

создаёт на поверхности и в полости тушки тонкую водяную плёнку, снижая потери влаги, предотвращая термические ожоги и способствуя быстрому и эффективному охлаждению.

Данная система позволяет:

- Значительно повысить эффективность охлаждения за счёт снижения общей влажности воздуха в туннеле и образования тонкой водяной плёнки на тушке;
- сократить время охлаждения до требуемой температуры;
- сократить потребление электроэнергии и воды в сравнении с воздушно-капельным орошением;
- исключить перекрёстное обсеменение и повысить гигиену мясопродукции.

**Охлаждение с эффектом созревания (Maturation chilling)** происходит в течение 146 минут и до температуры  $+2^{\circ}\text{C}$ . Созревание мяса обеспечивает улучшение его вкусовых качеств, нежности, сочности. Кроме того, после созревания улучшается отделение мяса от кости, что повышает выход филе при обвалке.

На данном этапе медленное охлаждение при более высокой температуре и менее интенсивном обдуве (собственно стадия созревания). В сочетании с системой орошения CAS и системой электростимуляции продукта на линии обеспечивает наилучшие результаты в части улучшения потребительских свойств продукции и увеличения выхода мяса при обвалке.



*Рис. 4 Камера охлаждения тушек цыплят-бройлеров*

#### ***Определение качества тушек. Сортировка и калибровка***

После предварительного охлаждения происходит взвешивание продукта на автомате перевески и определение качества при прохождении через две телеметрические станции определения качества AQS.

Автоматическая система (AQS) получает изображение продукта в трёх проекциях при помощи видеокамеры (телеметрия). Изображение каждой тушки направляется в систему компьютерного анализа, где в зависимости от заданных параметров и их интенсивности, учитывая так же индивидуальный вес каждой тушки, происходит распределение продукта (сброс в виде целой тушки определённого весового диапазона, автоматическая перевеска на линию разделки, обвалка и т.д.). Система AQS позволяет гибко регулировать параметры контроля качества тушки и вести статистику качества продукции.

После AQS происходит сброс на станциях выгрузки, или направление на разделку. Программное обеспечение линии позволяет качественно калибровать тушки птицы по весу и выгружать на нужные станции сброса. Весовая система взвешивает тушки и сортирует их по качеству, определяя категорию. Тушки ЦБ, соответствующие по качеству 1 сорту, направляются на упаковку, а несоответствующие 1 сорту – на разделку. Тушки 1 сорта система MAREL сортирует по накопительным бункерам по 10-15 кг в партии.

### ***Разделка тушек на части***

Линия АСМ-NT – представляет собой модульную конвейерную линию для высококачественной разделки целой тушки. На производстве установлены 2 линии разделки. После сортировки по весу и качеству тушка, направляемая программой на разделку, распределяется между двумя линиями в зависимости от веса. Скорость каждой линии может достигать 6500 тушек в час.

Отличие одной линии от другой заключается в оснащении модулем отсечения гузки и модулем анатомического отделения ног.

Процесс разделки осуществляется в следующей последовательности:

#### 1. Отделение крыла

- расправление крыла статическими направляющими и подвижными узлами,
- отрезание кончика крыла (при необходимости),
- отрезание второго сустава (при необходимости),
- отрезание целого крыла с регулируемым выходом мяса спинки.

#### 2. Отделение грудки

Грудка в дальнейшем поступает на линию обвалки для выделения филе.

#### 3. Отделение спинно-лопаточной части

Модуль отрезания спинно-лопаточной части удаляет верхнюю часть позвоночника, с крыльями или без крыльев в зависимости от заказов. При помощи вакуумной транспортировки спинно-лопаточная часть перемещается на участок сбора.

#### 4. Отделение гузки

Модуль отрезания гузки имеется на одной из двух линий разделки, и является отличием одной от другой. Модуль используется только при наличии заказов на гузку.

#### 5. Разделка задней части тушки

Разделка задней части тушки производится при помощи одинарного или двойного ножа. Для выделения окорочков происходит разделение задней полутушки двойным ножевым блоком. Полутушка разрезается на два окорочка (впоследствии при необходимости делятся на бедро и голень) и пояснично-крестцовую часть. Отрезанная пояснично-крестцовая часть выпадает из модуля. Разрезание одинарным ножом используется при производстве четвертины. При этом двойной ножевой блок тушки обходятся байпасом. Разрезание задней полутушки производится точно вдоль хребта.

#### Отделение анатомических окорочков

Модуль отделения анатомических окорочков имеет в своем оснащении одна из двух линий разделки. С помощью данного модуля задняя часть полутушки разделяется на две ножки, разрезанные по суставу, и пояснично-крестцовую часть. Разрезание осуществляется двойным ножом. Отличительной особенностью модуля является расположение ножей по отношению друг к другу. Они расположены под определенным углом, что позволяет совершать разрез анатомически точно. Анатомическое разделение используется в случае направления таких окорочков на автоматическую обвалку.

#### 6. Отделение голени от бедра

Модуль отрезания бедра предназначен для отделения бедра от голени. Резка производится при соответствующих настройках очень точно – анатомически, разрезая окорочок по коленному суставу. После расчленения бедро попадает в бункер, а голень остается на подвеске. При производстве целого окорочка, модуль отрезания бедра не включают.

### *Автоматическая обвалка мяса*

#### Обвалка окорочка

На автоматическую обвалку направляются только окорочка анатомически точно разделенные. Производительность линии обвалки окорочка – 3600 пар ног в час.

Обвалка окорочков осуществляется в следующей последовательности:

- позиционирование окорочков
- отделение кожи
- отделение мяса бедренной части
- отделение мяса голени

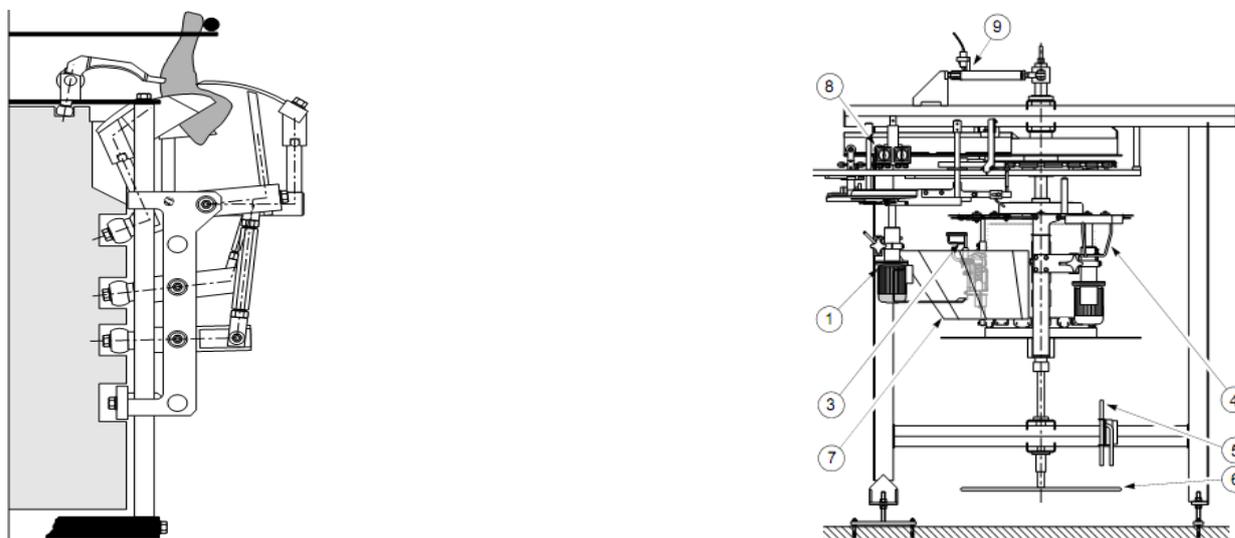


Рис. 5 Обвалка бедренной части (слева) окорочка и голени (справа)

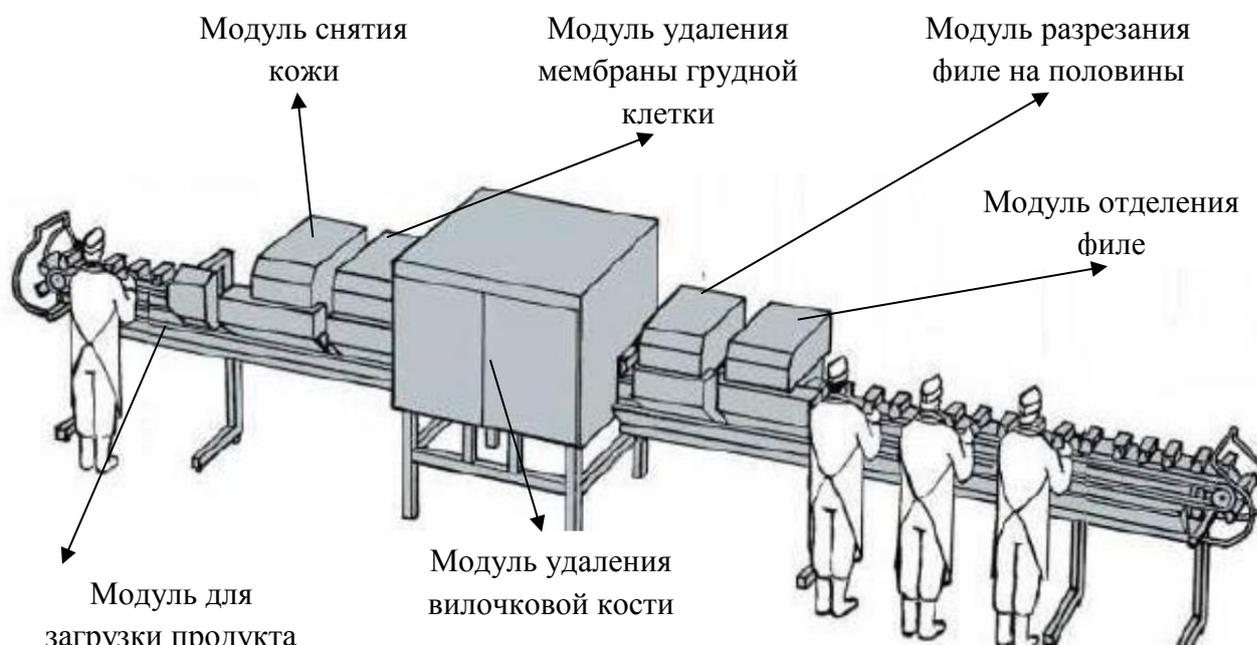
#### Обвалка грудки

Система обвалки включает две линии отделения филе грудки АМФ-ВХ производительностью 3000 грудок в час каждая. Линии выполняют следующие автоматические операции:

- позиционирование грудки на линии,

- отделение кожи,
- отделение мембраны,
- отделение вилочковой кости,
- разделение филе на половины,
- отделение филе.

Одна из линий дополнительно снабжена модулем отделения малого (внутреннего) филе

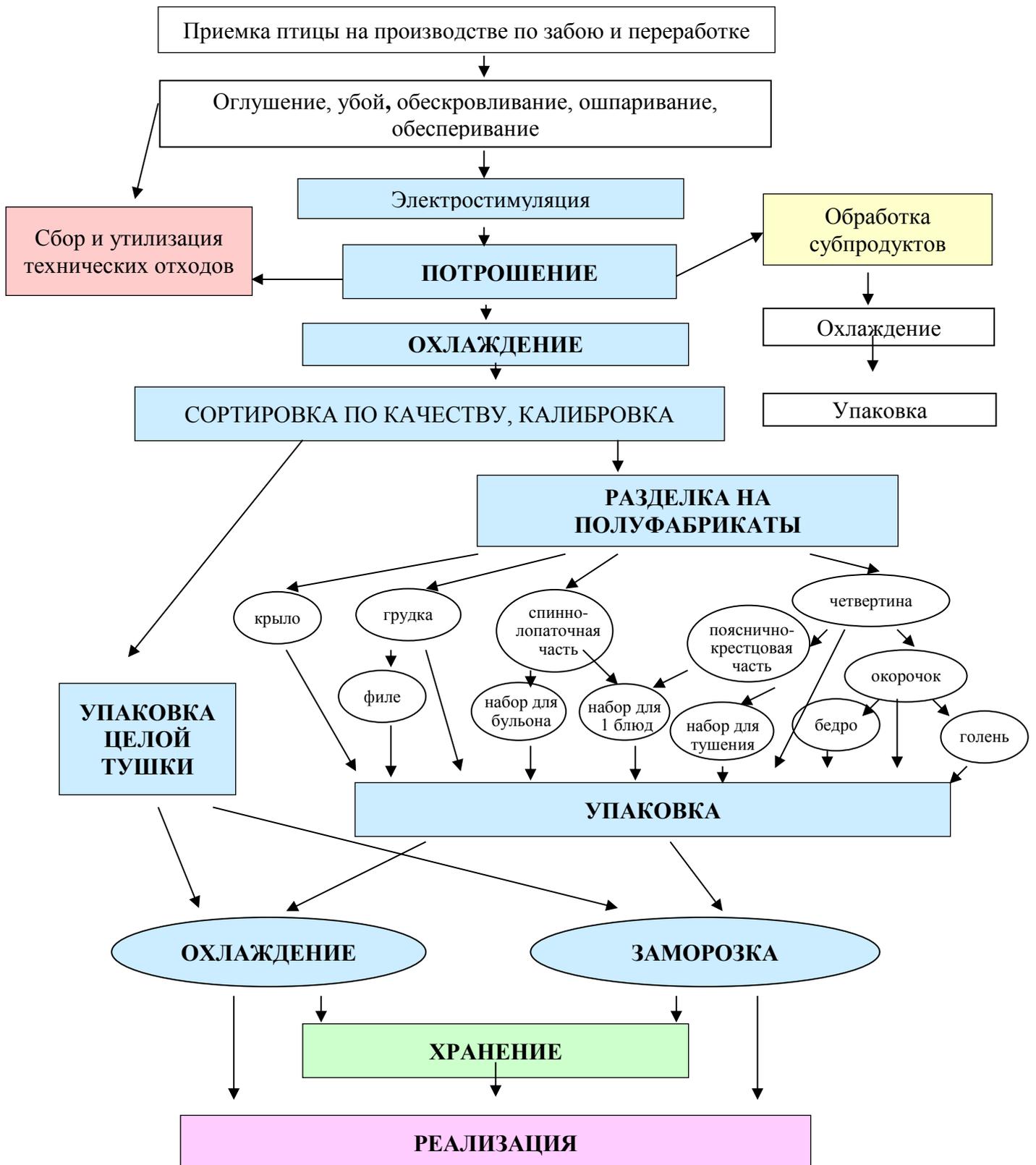


*Рис. 6 Автоматическая система филетирования*

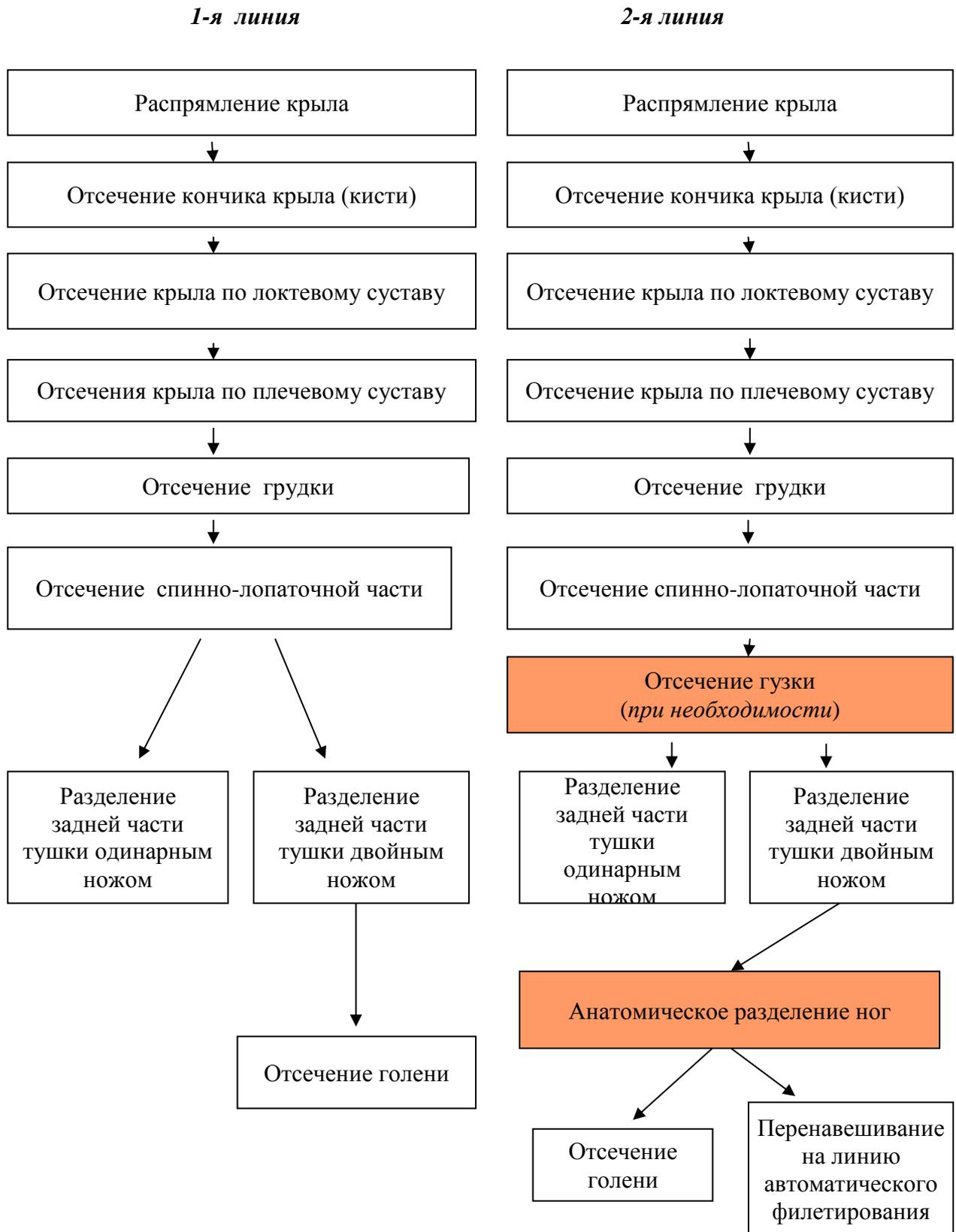
### ***Упаковка продукции и сдача на склад***

После выделения полуфабрикатов они направляются на столы, где работники укладывают их на лотки, затем упаковываются в упаковочных автоматах и поступают на склад для хранения / замораживания и последующей отправки потребителям.

## Технологическая схема уоя и переработки птицы



## Технологическая схема разделки птицы



Приложение 10.

**ДИПЛОМЫ, СЕРТИФИКАТЫ**

# ДИПЛОМ



НАГРАЖДАЕТСЯ

**ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации  
«Лучший традиционный продукт»*

**Тушка и/б 1 сорт**

**ООО «БЕЛГРАНКОРМ»**

Э.Ф. Дзюк



**Asti Group**  
Exhibition company

G. Leeuwenburgh



**vnu exhibitions**  
europe

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА 21-23 МАЯ 2013 ГОДА МОСКВА, РОССИЯ  
INTERNATIONAL EXHIBITION MAY 21-23 2013 MOSCOW, RUSSIA

# ДИПЛОМ



**НАГРАЖДАЕТСЯ  
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации  
«Лучший традиционный продукт»*

**Филе и/б без кожи**

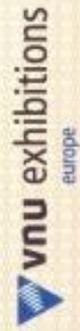
**ООО «БЕЛГРАНКОРМ»**

*Э.Ф. Дзюба*



*G. Leeuwenburgh*

G. Leeuwenburgh



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА 21-23 МАЯ 2013 ГОДА МОСКВА, РОССИЯ  
INTERNATIONAL EXHIBITION MAY 21-23 2013 MOSCOW, RUSSIA

# ДИПЛОМ



**НАГРАЖДАЕТСЯ**

**ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации*

*«Лучший традиционный продукт»*

**Окорочок и/б с кожей**

**ООО «БЕЛГРАНКОРМ»**

*Э.Ф. Дзкуня*

Э.Ф. Дзкуня



**Asti Group**  
Exhibition company

*G. Leeuwenburgh*

G. Leeuwenburgh

**vnu exhibitions**  
europe

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА 21-23 МАЯ 2013 ГОДА МОСКВА, РОССИЯ  
INTERNATIONAL EXHIBITION MAY 21-23 2013 MOSCOW, RUSSIA

# ДИПЛОМ



**НАГРАЖДАЕТСЯ  
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации  
«Лучший традиционный продукт»*

**Филе ц/б «По-баварски»**

**ООО «БЕЛГРАНКОРМ»**

G. Leeuwenburgh



Э.Ф. Дзюя



# ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

**СЕРЕБРЯНОЙ МЕДАЛЬЮ**

за высокое качество продукции в номинации  
«*Лучший традиционный продукт*»

*Крыло ц/б к.в.*

ООО «БЕЛГРАНКОРМ»



Э.Ф. Дзюка



**Asti Group**  
Exhibition company

G. Leeuwenburgh



**vnu exhibitions**  
europe

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА 21-23 МАЯ 2013 ГОДА МОСКВА, РОССИЯ  
INTERNATIONAL EXHIBITION MAY 21-23 2013 MOSCOW, RUSSIA

# ДИПЛОМ



**НАГРАЖДАЕТСЯ  
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации  
«Лучший традиционный продукт»*

**Крыло и/б «По-мексикански»**

**ООО «БЕЛПРАНКОРМ»**

*Э.Ф. Дзюя*

Э.Ф. Дзюя



*G. Leeuwenburgh*

G. Leeuwenburgh



# ДИПЛОМ



НАГРАЖДАЕТСЯ

**ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ**

*за высокое качество продукции в номинации  
«Лучший традиционный продукт»*

**Грудка и/б без кости к.в.**

ООО «БЕЛГРАНКОРМ»

Э.Ф. Дзкуя



G. Leeuwenburgh



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА 21-23 МАЯ 2013 ГОДА МОСКВА, РОССИЯ  
INTERNATIONAL EXHIBITION MAY 21-23 2013 MOSCOW, RUSSIA

# CERTIFICATE



Cargill Meats Europe

**Награждается**

**Агропромышленный холдинг  
«БЭЗРК-Белгранкорм»**

Первый поставщик куриного мяса завода по производству замороженных полуфабрикатов из мяса птицы «Каргилл» за плодотворное сотрудничество на этапе старта производства, за успешное внедрение культуры гуманного обращения с птицей

Руководитель бизнес-подразделения  
Каргилл Мясные продукты Европа



Пилар Круз



















