

НАУЧНОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ МЯСА, ЗАМОРОЖЕННОГО В ПАРНОМ СОСТОЯНИИ ИЛИ ПОСЛЕ ОХЛАЖДЕНИЯ

Архипов Л.О., канд. техн. наук, Дибирасулаев М.А., д-р техн. наук

ВНИХИ - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г. Москва

Аннотация. В статье описан метод идентификации термического состояния мяса, отражено его научное и практическое значение. Предложен и научно обоснован показатель M для идентификации мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения. Метод, позволяет внедрить эффективную технологию размораживания мяса, обеспечивающую сохранение его качества и снижение потерь массы.

В настоящее время из-за недостаточного количества крупного рогатого скота в России на предприятиях мясной отрасли перерабатывается значительный объем импортного бескостного замороженного мяса. За рубежом, например, в Новой Зеландии 40% всего производимого мяса замораживается в парном состоянии в виде бескостных мясных отрубов.

Исходное термическое состояние сырья перед замораживанием оказывает существенное влияние на качество мяса и потери его массы при размораживании. Потери при размораживании мяса, замороженного в парном состоянии выше, чем для мяса, замороженного после охлаждения [1].

С целью сохранения качества и снижения потерь массы при размораживании мяса, замороженного в парном виде, следует применять дифференцированные технологии размораживания с применением предварительного темперирования сырья. Однако до настоящего времени нет метода идентификации мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения, приемлемого для производственного контроля.

Разработке методов идентификации термического состояния и дифференциации мясного сырья различных качественных групп на основе исследования состава и содержания свободных нуклеотидов посвящены работы ряда отечественных и зарубежных ученых: Соловьева В.И., Пискарева А.И., Tikka M., Aliani M. и др. [2-5].

Ранее проведенными исследованиями ВНИХИ по определению состава и содержания свободных нуклеотидов при холодильной обработке и хранении мяса был разработан и запатентован способ определения количества стадий, которым было подвергнуто мясо при замораживании [6]. За основу для разработки метода использовано соотношение концентраций АТФ/ИМФ, определяемых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Однако для реализации этого метода используется жидкостная хроматография высокого давления, что создает трудности в его применении для производственного контроля на предприятиях.

Целью работы являлась разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации термического состояния мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения, для обоснования выбора технологических режимов его размораживания.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили препараты свободных нуклеотидов – АТФ, АДФ, АМФ, ИМФ и нуклеозидов – инозин и гипоксантин («SIGMA», США), мышцы КРС – 1. dorsi, в парном ($t_{\text{мышц}}=35-39^{\circ}\text{C}$) и охлажденном состоянии ($t_{\text{мышц}}=2\pm 2^{\circ}\text{C}$), замороженные в парном виде и после охлаждения.

Величина рН мяса определялась комбинированным рН-метром - 205 фирмы «Testo» для непосредственного измерения величины активной кислотности в мышечной ткани, согласно ГОСТ Р51478-99. Диапазон измерения активной кислотности среды от 0-14 единиц с погрешностью $\pm 0,01$ ед.

Свободные нуклеотиды и нуклеозиды мяса экстрагировали по методике Северина С. Е. и др. 1989 [7]. Их качественный состав и количественное содержание в мясе определяли на универсальном жидкостном хроматографе "agilent-1200" Agilent Technologies (США) на колонке Phenomenex Sphere Clone ODS (2) 250*4/6,5 мкм.

Определение оптической плотности эталонных растворов и экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса спектрофотометрическим путем проводили с применением спектрофотометров Spekol-1500 «AnalytikJENA» (Германия), Cary-50Bio «AgilentTechnologies» (США), UV-3600 «Shimadzu» (Япония). Анализ проводили в УФ-области при длине волн от 240 до 280 нм, характерных для свободных нуклеотидов [8].

Результаты исследований

Определение рН мяса

Сортировка мяса КРС по качественным группам проводилась на основании измерения рН мяса условиях убойного цеха предприятия «МИКОН».

Установлено, что на долю мяса группы NOR пришлось 91,4%, а на долю DFD-мяса 8,6%, что свидетельствует о высоком качестве поставляемого сырья.

Для обеспечения однородности сырья и корректного проведения экспериментальных исследований по разработке метода идентификации мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения, использовали мясное сырье, с показателями рН в диапазоне от 5,4 до 6,2, что соответствует качественной группе NOR-мяса.

Таким образом, спектрофотометрические исследования были проведены на однородном по качеству мясе группы NOR.

Определение свободных нуклеотидов и нуклеозидов методом ВЭЖХ

Данные по определению качественного состава и количественного содержания свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения, представлены в таблице 1, более подробно описаны в ранее проведенных исследованиях [9,10].

Содержание свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения

Свободные нуклеотиды и нуклеозиды мяса	Содержание свободных нуклеотидов и нуклеозидов в мясе замороженном, $\mu\text{моль / г}$	
	в парном виде ($x \pm s$)	после охлаждения ($x \pm s$)
АТФ	$3,48 \pm 0,54$	$0,16 \pm 0,14$
АДФ	$1,40 \pm 0,55$	$0,25 \pm 0,21$
АМФ	$0,32 \pm 0,22$	$0,18 \pm 0,15$
ИМФ	$0,44 \pm 0,29$	$5,39 \pm 1,26$
Инозин	$0,22 \pm 0,19$	$0,15 \pm 0,12$
Гипоксантин	0	$0,05 \pm 0,02$

Из таблицы 1 следует, что основное содержание свободных нуклеотидов мяса, замороженного в парном виде, приходится на АТФ. В процессе охлаждения АТФ почти полностью переходит в ИМФ, содержание АТФ в 21,8 раз выше, а количество ИМФ в 12,3 раза ниже, чем в мясе, замороженном после охлаждения, поэтому, для идентификации мясного сырья различных способов замораживания было предложено использовать количественное отношение нуклеотидов АТФ к ИМФ.

Таким образом, подтверждено, что мясо, замороженное в парном виде, имеет характерные отличия по количественному содержанию нуклеотидов от мяса, замороженного после охлаждения, что позволяет дифференцировать его методом ВЭЖХ. Однако данный метод неприемлем для производственного контроля, требует длительного времени проведения анализа, высококвалифицированного персонала и значительных материальных затрат.

Результаты спектрофотометрических исследований

Спектрофотометрическими данными исследований установлено [11,12], что монораствор АТФ имеет характерный максимум поглощения при длине волны 260 нм, АДФ –259 нм, АМФ –260 нм, ИМФ –250 нм, инозин –250 нм, гипоксантин –249 нм. Следует отметить, что вещества, содержащие аденозин - АТФ, АДФ, АМФ имеют максимум поглощения в диапазоне длин волн 259–260 нм, а инозиновая кислота, инозин и гипоксантин – при 249–250 нм.

Результаты исследований экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения, показаны на рисунке 1.

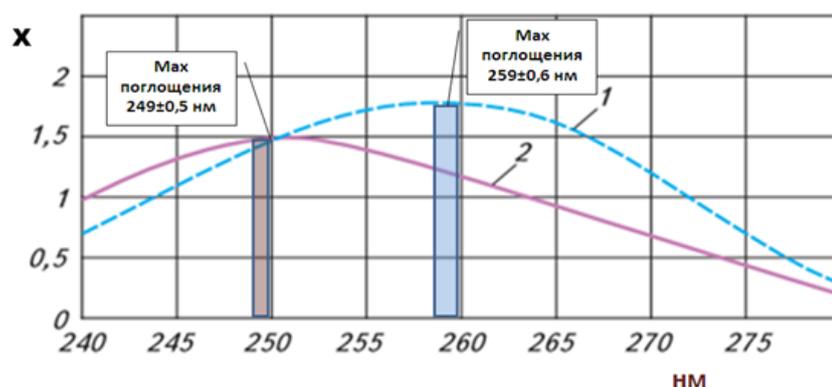


Рисунок 1. Спектры поглощения экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде (1) и после охлаждения (2)

Установлено, что характерные пики спектров поглощения для экстрактов свободных нуклеотидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения, отличаются друг от друга. Разница достоверна при $p < 0,01$.

Данные измерений оптической плотности при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения растворов свободных нуклеотидов и нуклеозидов в мясе, замороженном в парном виде и после охлаждения (таблица 2), показывают на возможность применения показателя M для дифференцирования исследуемых растворов:

$$M = \frac{D_{AT\Phi}}{D_{ИМ\Phi}}$$

где $D_{AT\Phi}$ – оптическая плотность экстракта, измеренная при 260 нм; $D_{ИМ\Phi}$ – оптическая плотность экстракта, измеренная при 250 нм.

Таблица 2

Значения оптической плотности экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения и показателя M

№	Мясо, замороженное в парном виде			Мясо, замороженное после охлаждения		
	$D_{260\text{ нм}}$	$D_{250\text{ нм}}$	M	$D_{260\text{ нм}}$	$D_{250\text{ нм}}$	M
1	1,6	1,4	1,11	0,87	1,20	0,72
2	1,4	1,3	1,10	0,85	1,17	0,72
3	1,5	1,4	1,10	0,85	1,19	0,71
4	1,5	1,4	1,10	0,90	1,21	0,75
5	1,6	1,4	1,08	1,12	1,54	0,73
6	1,6	1,4	1,10	1,11	1,47	0,76
$\pm s$	$1,57 \pm 0,07$	$1,43 \pm 0,07$	$1,10 \pm 0,01^*$	$0,95 \pm 0,13$	$1,30 \pm 0,16$	$0,73 \pm 0,02^*$

*Различия достоверны по критерию Стьюдента для показателя M сравниваемых экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса при $p < 0,01$

Значение показателя M для свободных нуклеотидов, полученных из мяса, замороженного в парном виде в 1,5 больше значений показателя M для мяса, замороженного после охлаждения. Разница между определяемым показателем для мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения достоверна при

уровне значимости $p < 0,01$, что позволяет с высокой точностью идентифицировать исходное термическое состояние исследуемого сырья.

Научное и практическое значение метода

Установлена связь изменения оптической плотности экстрактов свободных нуклеотидов замороженной говядины и исходного термического состояния сырья до замораживания;

Предложен и научно обоснован показатель M для ускоренной идентификации термического состояния мяса, определяемого как отношение оптических плотностей экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов, измеряемых при характерных для АТФ и ИМФ длинах волн;

Разработанный метод, позволяет внедрить эффективную дифференцированную технологию размораживания мяса, замороженного в парном виде, обеспечивающую сохранение его качества и снижение потерь массы.

Выводы

1. Экспериментально установлены качественный состав и количественное содержание свободных нуклеотидов мяса, замороженного в парном виде и после охлаждения методом ВЭЖХ.

2. Установлены характерные признаки отличия экстрактов свободных нуклеотидов и нуклеозидов мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения, по длине волн максимумов спектров поглощения и обоснована возможность идентификации термического состояния мяса по величине показателя M .

3. Разработан спектрофотометрический метод идентификации мяса, замороженного в парном виде или после охлаждения. Метод апробирован на предприятии АО «Мясокомбинат Клинский».

Литература

1. Дибирасулаев М.А. Научно-практические аспекты прогнозирования «окоченения-оттаивания» и разработка новой технологии размораживания мяса / М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Г.Е. Лимонов, С.И. Хвыля // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2002. - №2. - С.36-39.
2. Соловьев В.И. Исследование в области созревания мяса. - М.: Пищевая промышленность, 1966. -210 с.
3. Пискарев А.И. Изменение свободных нуклеотидов при созревании размороженного мяса / А.И. Пискарев, М.А. Дибирасулаев // Холодильная техника. -1971. - № 10. - С. 43-44.
4. Aliani M., Farmer, L., Kennedy J., et al. Post-slaughter changes in ATP metabolites, reducing and phosphorylated sugars in chicken meat //Meat science. – 2013. – Т. 94. – №. 1. – С. 55-62.
5. Tikk, M., Tikk, K., Tørngren, M. A., Meinert, L. et al. Development of inosine monophosphate and its degradation products during aging of pork of different qualities in relation to basic taste and retronasal flavor perception of the meat //J. of agricultural and food chemistry.–2006.–Т.54.–№. 20.–С. 7769-7777.

6. Способ определения количества стадий, которым было подвергнуто мясо при замораживании: пат. 1520439. СССР / Дибирасулаев М.А, Строганова Н.З.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии.- №4370197, заяв. 28.01.1988, опубл. 07.11.1989.
7. Северин, С.Е. Практикум по биохимии: учеб. пособие / С.Е. Северин, Г.А. Соловьева; под ред. С.Е. Северина. - М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.
8. Карнаухова Л.И. УФ-спектроскопия биологических макромолекул: учебно-методическое пособие / Л.И. Карнаухова, Е.Н. Тупицын. - Саратов: СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 2002. - 15 с.
9. Дибирасулаев М.А. Разработка быстрого спектрофотометрического метода идентификации мяса, замороженного в парном состоянии или после охлаждения / М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Л.О. Архипов // Холодильная техника.– 2015.– № 7.– С. 44-48.
10. Дибирасулаев, М.А. Исследование состава и содержания свободных нуклеотидов мяса КРС на различных этапах холодильной обработки и хранения/ М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Л.О. Архипов, Е.Д. Шибанова, И.В. Белянчикова // Холодильная техника.– 2016.– №4.– С. 58-61.
11. Архипов, Л.О. Разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации термического состояния мяса для обоснования выбора технологических режимов его размораживания: автореф...канд. техн. наук / Л.О. Архипов.– М., 2016.– 24 с.
12. Дибирасулаев М.А. Разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации замороженных блоков, выработанных из парного или охлажденного мяса, для обоснования выбора технологических режимов их размораживания / М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Л.О. Архипов // Все о мясе.– 2017.– № 5.– С. 48-52.