

*Л.А. Чернявская, к.т.н., доцент, С.А. Гордынец, к.с-х.н., В.М. Напреенко  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ДЛИТЕЛЬНОЕ «СУХОЕ» СОЗРЕВАНИЕ ОТРУБОВ ИЗ ГОВЯДИНЫ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

*L. Charniauskaya, S. Gordynets, V. Napreenko  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **DRY-AGING OF BEEF CUTS: TECHNOLOGICAL ASPECTS**

*e-mail: lilia-pavlova@mail.ru, otmp210@mail.ru, vika19930505@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по изучению изменения функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей отрубов из говядины (спинного и тазобедренного) в процессе их длительного «сухого» созревания. На основании комплексного анализа, включающего кроме вышеприведенных показателей также оценку потребительских характеристик (органолептических показателей, потерь массы при термообработке) изготовленных из них полуфабрикатов кусковых натуральных (стейков), установлены рациональные сроки длительного «сухого» созревания мяса. Для получения стейков, обладающих наилучшими потребительскими характеристиками (общая дегустационная оценка – 8,5–8,7 баллов по 9-ти балльной шкале), насыщенными ароматом и вкусом, не требующими использования соли и специй при приготовлении, целесообразно использовать длительное «сухое» созревание при температуре 2–4°C и относительной влажности воздуха 80–85% в вентилируемых камерах в течение 14–21 сут. для спинного отруба и 28 сут. для тазобедренного отруба. Однако, использование данного способа сопряжено с высокими потерями массы продукта при созревании за счет интенсивного испарения влаги и удаления корки подсыхания для придания товарного вида перед реализацией.*

**Ключевые слова:** бескостный отруб; говядина; созревание; влагоудерживающая способность; жирудерживающая способность; органолептические характеристики; предельное напряжение сдвига; полуфабрикаты кусковые.

*The article presents the results of research on the study of changes in functional-technological, structural-mechanical and organoleptic parameters of beef cuts (spinal and hip) during their "dry-aging" maturation. Based on a comprehensive analysis, which includes, in addition to the above indicators, also an assessment of consumer characteristics (organoleptic indicators, weight loss during heat treatment) of semi-finished natural lump products (steaks) made from them, rational terms of "dry-aging" maturation of meat have been established. To obtain steaks with the best consumer characteristics (the overall tasting score is 8.5–8.7 points on a 9–point scale), rich in aroma and taste, which do not require the use of salt and spices during cooking, it is advisable to use "dry-aging" at a temperature of 2-4° C and a relative humidity of 80-85% in ventilated chambers during 14-21 days. for the dorsal cut and 28 days. for the hip cut. But the use of this method is associated with high weight losses of the product during maturation due to intensive evaporation of moisture and removal of the drying crust to give a marketable appearance before sale*

**Keywords:** boneless cuts; beef; maturation; moisture-retaining capacity; fat-retaining capacity; organoleptic characteristics; shear stress limit; lump semi-finished products.

**Введение.** Говядина содержит все жизненно важные для человека питательные вещества животного происхождения и оказывает значительное влияние на формирование, становление и жизнедеятельность организма. В ней содержатся

легкоусвояемые полноценные белки, жиры (в том числе ненасыщенные жирные кислоты), минеральные вещества, в том числе железо, цинк, магний, калий, ферменты, витамины группы В, особенно В<sub>12</sub> и В<sub>6</sub>, а также Е, РР, поэтому говядину рекомендуют употреблять хотя бы 2–3 раза в неделю [1].

Качество кулинарно обработанного мяса и готовых мясных изделий в значительной мере зависит от свойств мясного сырья. Чем меньше жесткость мяса, лучше его аромат, выше влагоудерживающая способность, тем нежнее и сочнее изготовленная из него продукция и меньше потери в процессе технологической обработки, приятнее вкус и аромат, выше переваримость и усвояемость. Важным потребительским свойством мяса являются его вкусовые достоинства, такие как нежность и сочность [2].

Известно, что мясо, полученное сразу после убоя животного (парное) не обладает вышеперечисленными достоинствами. Это обусловлено высоким содержанием АТФ и гликогена, а также низким содержанием глюкозы и молочной кислоты, которые оказывают решающее влияние на органолептические показатели при дегустации мяса. В связи с этим мясо подвергают процессу созревания [3].

Созревание мяса – совокупность сложных биохимических процессов в мышечной ткани и изменений физико-коллоидной структуры белка, протекающих под воздействием его собственных ферментов, в результате которых мясо приобретает хорошо выраженный аромат и вкус, становится мягким и сочным, более влагоемким и доступным действию пищеварительных ферментов [4].

На протяжении долгих лет формировались различные способы созревания мяса. Пища, приготовленная из незрелого мяса, – невкусная и не вызывает аппетита, который имеет большое значение в усвоении пищи. Великий физиолог И.П. Павлов доказал зависимость выделения пищеварительных соков от аппетита, указав, что аппетит есть первый и сильнейший раздражитель секреторных нервов желудочных желез. Пища, не вызывающая аппетита, не может быть хорошо усвоена, а хорошее пищеварение зависит от вкусно и аппетитно приготовленной пищи. Таким образом, незрелое мясо никогда не рекомендовалось и не рекомендуется использовать в кулинарии и употреблять в виде кулинарных блюд.

Скорость созревания мяса зависит как от анатомического происхождения, типа мышцы, количества молочной кислоты и гликогена, так и от внешних факторов, главными из которых являются температура окружающей среды, условия тепло- и массопереноса [5]. Говядина (в полутушах) считается созревшей не менее, чем через 5–7 суток ее хранения при температуре 0–4°C и влажности воздуха 85%. К этому моменту развитие автолиза приводит к значимым положительным изменениям качества мяса – наблюдается заметное снижение жесткости, улучшение аромата и вкуса. Однако созревание мяса может продолжаться достаточно долго в зависимости от желаемой степени выраженности органолептических характеристик.

В связи с развитием в хореке и ритейле торговли говядиной, подвергнутой продолжительной (до 90 суток) выдержке с момента убоя до момента продажи в розничной торговой сети или потребления в ресторане в качестве «продукта премиум класса», в последние годы в нашей стране и за рубежом научный интерес вызывает процесс длительного созревания мяса [5–8].

**Целью данной работы** явилось изучение изменения функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей бескостных отрубов из говядины в процессе длительного «сухого» созревания, и оценка потребительских свойств изготовленных из них полуфабрикатов кусковых натуральных (стейков).

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследований являлись бескостные отруба из говядины (спинной и тазобедренный) различных сроков

созревания «сухим» способом, полуфабрикаты кусковые натуральные (стейки) из говядины, подвергнутой созреванию (в том числе термообработанные).

Эксперимент по длительному созреванию проводили на спинном и тазобедренном (боковая часть) отрубках, полученных при разделке туш (10 голов) крупного рогатого скота – кастратов черно-пестрой породы категории экстра в возрасте двух лет. Убой и первичная переработка туш осуществлялась в условиях ООО «Велес-Мит» (г. Молодечно) сотрудниками предприятия. Отрубы для длительного созревания выделяли через 6 суток после убоя без нарушения пучков мышечных тканей, без лишних надрезов и повреждений мышечной ткани во избежание избыточного бактериального обсеменения и потери мясного «сока». Подготовленные части немедленно помещали в вакуумные пакеты и упаковывали для транспортирования.

Длительное «сухое» созревание говядины проводили в лабораторных условиях РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в воздушном хладотермостате ХТ-3/40 при температуре 2–4°C и влажности 80–85% (рисунок 1) в течение 42 сут. Перед закладкой в хладотермостат упаковку снимали.



Рисунок 1 – Внешний вид образцов бескостных отрубков из говядины, заложенных на созревание

Источник данных: собственная разработка

В качестве контроля использовали образцы, не подвергнутые длительному созреванию (8 суток созревания).

В процессе созревания изучали функционально-технологические (рН, влагоудерживающую (ВУС) и жирудерживающую (ЖУС) способности, потери массы при созревании), структурно-механические (предельное напряжение сдвига (ПНС)) и органолептические показатели мяса.

Измерение величины рН осуществляли потенциометрическим методом с использованием портативного рН-метра «HANNA HI 8314». Определение ВУС и ЖУС – в соответствии с методикой [9].

Измерение показателя ПНС приводили на консистометре Гепплера по следующей методике. Емкость для продукта заполняли исследуемым образцом, устанавливая ее уровень относительно нулевого деления шкалы прибора. По шкале определяли глубину погружения конуса в продукт (в мм), устанавливая и подбирая определенный груз. Все измерения проводили с четырехкратной повторностью. За

окончательный результат принимали среднее арифметическое значение при уровне доверительной вероятности  $P > 0,95$ .

ПНС определяли по формуле 1:

$$\theta_0 = K_\alpha \cdot \frac{M}{h^2}, \quad (1)$$

где  $\theta_0$  – предельное напряжение сдвига, Па;  
 $K_\alpha$  – константа конуса, зависящая от угла  $\alpha$  при его вершине, для  $\alpha = 90^\circ$ ;  
 $K_\alpha = 0,159$  м/кг;  
 $M$  – масса нагрузки, действующей на конус, кг;  
 $h$  – глубина погружения конуса, м.

Органолептические исследования бескостных отрубов (состояние поверхности, внешний вид отруба, внешний вид мышц на разрезе, цвет, запах, внешний вид и консистенция жира, прозрачность и запах бульона) проводили по ГОСТ 7269.

Для проведения исследований по изучению переваримости и микробиологических показателей из каждого образца отрубов выделяли стейки (куски размером  $50 \times 20 \times 6$  мм).

Переваримость определяли в опытах *in vitro* путем последовательного воздействия на белковые вещества исследуемого продукта системой протеиназ, состоящей из пепсина и трипсина, в соответствии с «Методикой выполнения измерений по определению переваримости белков мясных продуктов» от 04.12.2020.

Микробиологические показатели определяли: КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15, БГКП – по ГОСТ 31747, *Listeria monocytogenes* – по ГОСТ 32031, патогенные, в т.ч. сальмонеллы – по ГОСТ 31659.

Для проведения оценки потребительских свойств готовых изделий (внешний вид, нежность, сочность, вкус, аромат, потери при термообработке) полуфабрикаты обжаривали до температуры в центре куска  $70-72$  °С. Потери массы продукта при термообработке определяли путем взвешивания до и после обжарки. Органолептическую оценку проводили по 9-ти балльной шкале.

**Результаты и их обсуждение.** По данным литературных источников, чем меньше жесткость мяса, выше ВУС, тем нежнее и сочнее изготовленная из него продукция, лучше вкус и аромат, выше переваримость. Величина рН мяса влияет на органолептические показатели, такие как цвет, вкус, нежность, а также на сохранность продукта. В связи с этим были изучены функционально-технологические (рН, ВУС, ЖУС, потеря массы при созревании) и структурно-механические (предельное напряжение сдвига) показатели бескостных отрубов из говядины через 8, 14, 21, 28, 42 суток созревания.

Изменение рН, ВУС и ЖУС образцов говядины в процессе созревания представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение рН образцов говядины в процессе длительного «сухого» созревания

Сутки созревания	Величина рН		ВУС, %		ЖУС, %	
	спинного отруба	тазобедренного отруба	спинного отруба	тазобедренного отруба	спинного отруба	тазобедренного отруба
8 (контроль)	5,77±0,10	6,60±0,05	38,0	45,8	82,7	84,0
14	5,90±0,02	5,75±0,10	42,3	37,3	82,0	83,7
21	5,72±0,03	5,61±0,02	39,3	37,0	81,9	83,6
28	5,64±0,04	5,72±0,05	36,3	42,0	81,9	83,4
42	6,79±0,03	5,86±0,01	55,5	41,5	81,6	83,0

Источник данных: собственная разработка.

Согласно средним значениям, представленным в таблице 1, самое высокое значение рН составило 6,79 в спинном отрубе через 42 сут (без учета значений рН сразу после убоя), что, вероятно, связано с развитием процессов гнилостной порчи и постепенным накоплением продуктов распада белков, имеющих щелочную рН. При созревании тазобедренного отруба значение рН снижалось до 21 суток созревания, а затем медленно увеличивалось и через 42 сутки составило 5,86.

ВУС по мере созревания мяса изменяется в разных мышцах по-разному. В спинном отрубе через 14 сут она увеличивается достигая значения 42,3%. Увеличение ВУС происходит за счет набухания коллагена внутримышечной соединительной ткани, а также белков созревшего мяса. Последующее созревание приводит к снижению ВУС, что отражается на сочности готового изделия. Через 42 сут отмечено резкое увеличение ВУС до 55,5%, что обусловлено, по-видимому, ростом показателя рН. ВУС тазобедренного отруба снижалась в течение 21 сут, а на 28 сут возросла, однако начального значения не достигла даже на 42 сут., вследствие того, что рН среды осталась на сравнительно низком уровне (5,86).

ЖУС всех образцов находилась на уровне 81,6–84%. Данный показатель зависит от исходной жирности мясного сырья: чем ниже массовая доля жира, тем ниже значение ЖУС в образце. Как видно из данных таблицы 1, ЖУС спинного отруба меньше, чем тазобедренного. В процессе созревания установлено незначительное снижение данного показателя (на 1,19–1,33%), более выраженное через 14 сут. созревания.

Одним из потребительских свойств пищевых продуктов являются потери массы при термообработке. В связи с этим были проведены исследования по изучению данного показателя при приготовлении полуфабрикатов (стейков) из говядины разных сроков созревания (рисунок 1).

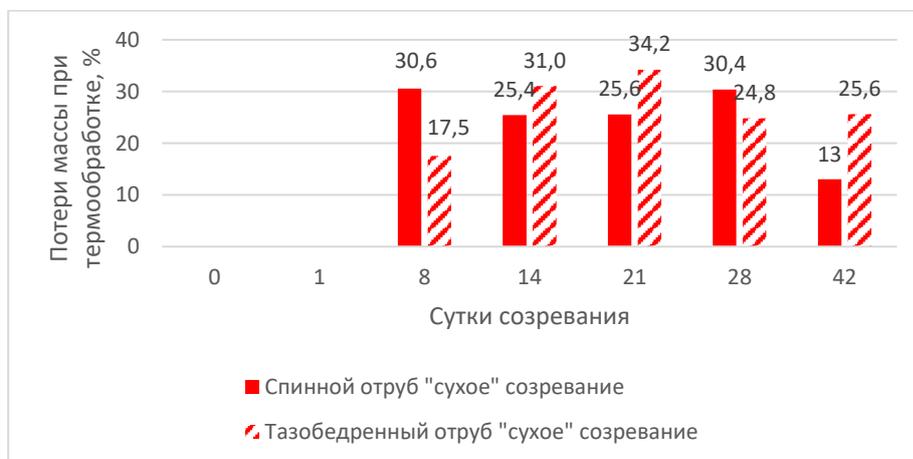
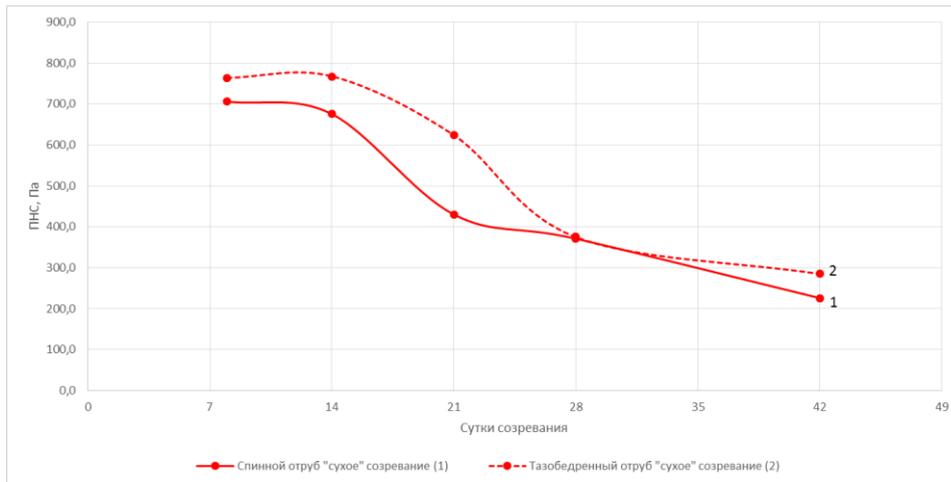


Рисунок 1 – Потери массы при термообработке полуфабрикатов (стейков) из говядины разных сроков созревания  
Источник данных: собственная разработка.

Как видно из диаграмм, представленных на рисунке 1, потери массы при термообработке полуфабрикатов из спинного отруба «сухого» созревания через 14 сут снизились на 5,2 п.п. и оставались приблизительно на таком же уровне через 21 сут. Самое низкое значение отмечено через 42 сут созревания – 13%. Наименьшие потери при термообработке полуфабрикатов из тазобедренного отруба отмечены в контрольном образце – 17,5%. Последующее созревание приводит к увеличению данного показателя, что коррелирует со значениями ВУС.

Структурно-механические испытания показали, что достаточно глубокое размягчение мышечной ткани отрубов наступает к 28 сут созревания (рисунок 2).



1 – спинной отруб; 2 – тазобедренный отруб

Рисунок 2 – ПНС образцов отрубов из говядины на разных сроках созревания

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из графиков на рисунке 2 спинной отруб размягчается более интенсивно, чем тазобедренный, что обусловлено меньшим содержанием соединительной ткани в данной мышце. В целом, снижение значений ПНС связано со структурными изменениями миофибриллярных компонентов, происходящими в период созревания. Высокие значения ПНС на 14 сутки созревания, обусловлены интенсивными потерями влаги (таблица 2).

Таблица 2 – Потери массы при созревании бескостных отрубов из говядины

Наименование отруба	Потери влаги, %	Корка подсыхания, %	Общие потери, %
Спинной (14 сутки)	12,6	13,5	24,4
Тазобедренный (14 сутки)	7,4	7,1	13,9
Спинной (21 сутки)	17,3	15,7	30,3
Тазобедренный (21 сутки)	14,5	14,8	27,1
Спинной (28 сутки)	27,2	28,6	48,0
Тазобедренный (28 сутки)	14,3	23,3	34,3
Спинной (42 сутки)	49,9	29,9	64,9
Тазобедренный (42 сутки)	31,0	31,6	52,8

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из данных таблицы 2, с увеличением срока созревания увеличиваются общие потери массы при созревании: для спинного отруба – с 24,4% на 14 сут до 64,9% на 42 сут, для тазобедренного отруба – с 13,9% на 14 сут до 52,8% на 42 сут.

Таким образом, в связи с большими потерями массы при «сухом» созревании, включающими как испарение влаги, так и корку подсыхания, срезанную для придания товарного вида, длительное «сухое» созревание рекомендуется осуществлять только в крупных кусках.

Органолептические свойства говядины после 8 суток созревания (контроль) характеризовались следующими показателями:

- поверхность – слегка влажная, мышцы – красного цвета с прослойками жира светло-желтого цвета;
- мышцы на разрезе – слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, цвет – свойственный для говядины;
- на разрезе – мясо плотное и упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается;
- запах – специфический, приятный, свойственный свежему мясу;
- жир – белого цвета и твердой консистенции, при раздавливании крошится;
- бульон – прозрачный и ароматный.

На основании результатов оценки свежести говядины органолептическим методом образцы после 8 суток созревания отнесены к категории «мясо свежее».

Органолептические показатели говядины после 14–21 суток созревания имели незначительные отличия от предыдущего срока созревания:

- поверхность – сухая, с наличием корочки подсыхания темно-красного цвета толщиной 0,1–0,2 см через 14 сут и 0,2–0,4 см через 21 сут;
- мышцы на разрезе – слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, цвет – свойственный для говядины;
- на разрезе мясо – плотное и упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается;
- запах – специфический, приятный, свойственный свежему мясу;
- жир – белого цвета, твердой консистенции, при раздавливании крошится;
- бульон – прозрачный и ароматный.

Внешний вид образцов через 14 сут созревания и внешний вид на разрезе через 21 сут созревания представлены на рисунке 3.



а) спинной отруб через 14 сут; б) тазобедренный отруб через 14 сут;  
в) спинной отруб через 21 сут; г) тазобедренный отруб через 21 сут.

Рисунок 3 – Внешний вид бескостных отрубов из говядины через 14 и 21 сут созревания

Источник данных: собственная разработка.

На основании результатов оценки свежести говядины органолептическим методом образцы после 14-ти и 21-х суток созревания отнесены к категории «мясо свежее».

Через 28 сут созревания органолептические показатели говядины были следующими:

- поверхность – сухая с наличием корочки подсыхания темно-красного цвета толщиной 0,6–0,9 см;
- мышцы на разрезе – слегка суховатые для спинного отруба, слегка влажные для тазобедренного, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге;
- цвет – свойственный для говядины;
- на разрезе – плотное и упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается;
- запах – специфический, свойственный свежему мясу;
- жир – белого цвета, твердой консистенции, при раздавливании крошится;
- бульон – прозрачный и ароматный.

Через 42-е сут отмечено увеличение корки подсыхания до 1 см; на разрезе мясо было менее плотное, менее упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивалась медленно, мышцы на разрезе – влажные, на фильтровальной бумаге оставались влажные пятна, запах – специфический, свойственный свежему мясу, бульон – прозрачный и ароматный.

Внешний вид образцов через 28 и 42 сут представлен на рисунке 4.



а) спинной отруб через 28 сут; б) тазобедренный отруб через 28 сут;  
в) спинной отруб через 42 сут; г) тазобедренный отруб через 42 сут

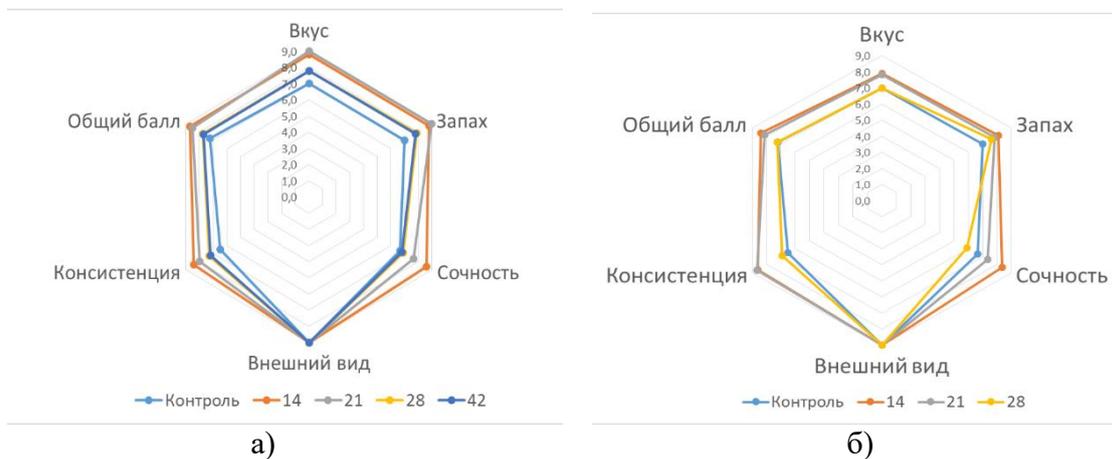
Рисунок 4 – Внешний вид бескостных отрубов из говядины через 28 и 42 сут созревания

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, предлагаемый способ подготовки сырья положительно влияет на цвет, аромат, консистенцию и физическое состояние мяса на протяжении 28 суток

созревания. Мясо через 42 сут созревания по отдельным показателям можно отнести к категории «сомнительной свежести».

Результаты дегустационной оценки обжаренных полуфабрикатов кусковых (стейков) из говядины разных сроков длительного созревания представлены на рисунке 5. Образец из спинного отруба 42 сут созревания не подвергался органолептическим исследованиям, так как мясное сырье было оценено как «сомнительной свежести».



а) спинной отруб; б) тазобедренный отруб

Рисунок 5 – Органолептическая оценка образцов полуфабрикатов кусковых (стейков) обжаренных на разных сроках созревания отрубов

Источник данных: собственная разработка.

Сравнение результатов исследований показало, что наилучшими органолептическими характеристиками обладают полуфабрикаты, полученные из спинного отруба в течение 14 (общий балл 8,7) и 21 сут (общий балл 8,5) созревания и полуфабрикаты, полученные из тазобедренного отруба в течение 28 сут созревания (общий балл 8,6). Причем, на 21 сутки созревания в готовых стейках из спинной части и на 28 сутки из тазобедренной части появляется насыщенный вкус (9,0 и 8,9 балла) и аромат (9,0 и 8,8 балла), не требующие использования специй и соли при их приготовлении. Высокий общий балл полуфабрикатов, полученных из спинного отруба через 14 сут «сухого» созревания, обусловлен гораздо более высокой сочностью (8,6 балла), чем через 21 сут (7,7 балла).

Одной из важнейших характеристик пищевой ценности мяса и показателем способности наиболее полно удовлетворить потребность организма в незаменимых аминокислотах является переваримость. В результате изучения переваримости *in vitro* белков полуфабрикатов из говядины «сухого» созревания установлено, что интенсивность комплексного воздействия на белки мяса протеолитических ферментов желудочного тракта (пепсина и трипсина) зависит от типа мышцы. Изучаемый способ созревания повышает переваримость стейков. Продолжительность переваривания снизилась: для полуфабрикатов из спинного отруба с 5 ч на 8 сут до 4 ч на 14 сут и до 3 ч на 21 сут.; для полуфабрикатов из тазобедренного отруба – с 6 ч на 8 сут до 3 ч на 28 сут.

Поскольку при длительном созревании мяса возможно развитие процессов, вызывающих его порчу, на заключительном этапе исследований были изучены микробиологические показатели полуфабрикатов (без термообработки) из говяжьих отрубов различных сроков созревания.

Установлено, что в целом, полуфабрикаты кусковые соответствовали требованиям Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52, Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52 на протяжении 28 суток созревания. БГКП, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes* в исследованных образцах не были обнаружены. Через 42 сут отмечено превышение по КМАФАнМ во всех образцах, а также обнаружены БГКП в образце из спинного отруба.

**Заключение.** В ходе выполнения НИР на основании комплексного анализа функционально-технологических и структурно-механических показателей бескостных отрубов из говядины (спинного и тазобедренного) и потребительских характеристик (органолептических показателей, потерь массы при термообработке) изготовленных из них полуфабрикатов кусковых натуральных (стейков) установлены рациональные сроки длительного «сухого» созревания мяса.

Для получения стейков, обладающих наилучшими потребительскими характеристиками (общая дегустационная оценка – 8,5–8,7 баллов по 9-ти балльной шкале), насыщенными ароматом и вкусом, не требующими использования соли и специй при приготовлении, целесообразно использовать длительное «сухое» созревание при температуре 2–4°C и относительной влажности воздуха 80–85% в вентилируемых камерах в течение 14–21 сут. для спинного отруба и 28 сут. для тазобедренного отруба. Однако, использование данного способа сопряжено с высокими потерями массы продукта при созревании за счет интенсивного испарения влаги и удаления корки подсыхания для придания товарного вида перед реализацией. В связи с этим, длительное «сухое» созревание рекомендуется осуществлять только в крупных кусках.

### Список использованных источников

1. Зеленков, П.И. Технология производства, хранения и переработки говядины / П.И. Зеленков, А.В. Плахов, А.П. Зеленков. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 352 с.

2. Henchion, M.M. Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives / M.M. Henchion, M. McCarthy, V.C. Resconi // Meat Science. – 2017. – Vol. 128. – P. 1–7.

3. Рогожин, В.В. Биохимия сельскохозяйственной продукции : учеб. / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина. – СПб. : ГИОРД, 2014. – 544 с.

4. Куцакова, В. Е. Холодильная технология пищевых продуктов. Часть III. Биохимические и физико-химические основы : учеб. для вузов : в 3 частях / В.Е. Куцакова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2011. – 272 с.

1. Zelenkov, P.I. Tekhnologiya proizvodstva, hraneniya i pererabotki govyadiny [*Beef production, storage and processing technology*] / P.I. Zelenkov, A.V. Plahov, A.P. Zelenkov. – Rostov n/D: Feniks, 2002. – 352 s.

3. Rogozhin, V.V. Biohimiya sel'skohozyajstvennoj produkcii : ucheb. [*Biochemistry of agricultural products*] / V.V. Rogozhin, T.V. Rogozhina. – SPb. : GIORД, 2014. – 544 s.

4. Kucakova, V. E. Holodil'naya tekhnologiya pishchevyh produktov. CHast' III. Biohimicheskie i fiziko-himicheskie osnovy : ucheb. dlya vuzov [*Refrigeration technology of food products. Part III. Biochemical and physico-chemical bases*] : v 3 chastyah / V.E. Kucakova. – Sankt-Peterburg : GIORД, 2011. – 272 s.

5. Лисицын, А.Б. Формирование качества говядины в процессе длительного созревания / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, И.В. Козырев, Т.М. Миттельштейн, А.И. Синичкина // Все о мясе. – № 5. – 2017. – С. 5–10.

6. O'Sullivan, M.G. Affective and descriptive (novel) sensory and physiochemical comparison of traditional bone-in dry-aged beef loin. / M.G. O'Sullivan, M. Cruz Romero, J.P. Kerry. // 63rd International Congress of Meat Science and Technology. – Cork, Ireland, 2017. – P. 768–769.

7. Dashdorj, D. Quality characteristics of dry aged biceps femoris and longissimus thoracis muscles from Hanwoo beef / D. Dashdorj, Ch. Ochirbat, M.N. Uddin, D. Aguayo, J.S. Lee, M.J. Kim, Y.H. Kim, S.H. Cho, I.H. Hwang. // 63rd International Congress of Meat Science and Technology. – Cork, Ireland, 2017. – P. 392–393.

8. Kang, S.M. Effect of dry-aging on sensory properties of loin and tri-tip muscle from hanwoo beef. / S.M. Kang, S.G. Chung, P. – N. Seong, Y. Kim, Y. Kim, H.V. Ba, J. – H. Kim, S. Cho. // 63rd International Congress of Meat Science and Technology. – Cork, Ireland, 2017. – P. 348–349.

9. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. М.: Колос, 2001. – 376 с.

5. Lisicyн, A.B. Formirovanie kachestva govyadiny v processe dlitel'nogo sozrevaniya [*Formation of beef quality in the process of long-term maturation*] / A.B. Lisicyн, A.A. Semenova, I.V. Kozyrev, T.M. Mittel'shtejn, A.I. Sinichkina // Vse o myase. – № 5. – 2017. – S. 5–10.

9. Antipova L.V. Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov [*Methods of research of meat and meat products*] / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. M.: Kolos, 2001. – 376 s.