

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СЕНСОРНЫМИ ОЦЕНКАМИ КАЧЕСТВА <sup>Н14</sup> ГОВЯДИНЫ И ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Н.Н.Крылова, Г.Л.Солнцева, Г.П.Динариева

Применение современных органолептических и физико-химических методов дает возможность наиболее объективно и полно оценить качество мяса, а также позволяет выяснить природные связи между отдельными показателями в таком сложном биологическом объекте, каким является мясо.

Целью настоящей работы является изучение взаимосвязи между органолептическими показателями качества мяса, полученными с помощью современных методов сенсорного анализа, и физико-химическими характеристиками, полученными с помощью объективных методов.

## Материал и методы исследования

Исследование проводили на молодняке крупного рогатого скота (кастраты), симментальской породы, высшей упитанности в возрасте 18-24 месяцев. Было отобрано 21 животное. Изучали: *m.longissimus dorsi* на уровне 6-13 ребер и *m.semitendinosus* правой и левой полутуш. Образцы отбирали после 96 часов выдержки туш при температуре +4°C с момента убоя животного.

Указанные выше мускулы от правых полутуш исследовали в сыром виде, а мускулы от левых - подвергали тепловой обработке (сухое тепло) в электрическом шкафу при температуре 180°C в течение 1 час. 30 мин. - 1 час. 45 мин. Критерием готовности была температура 75°C в центре куска мяса. Органолептические и физико-химические исследования производили в эксикаторе после остывания мяса до температуры 25-30°C.

**Обоснование и выбор показателей.**  
В соответствии с задачей исследования были выбраны показатели, которые могли бы более полно характеризовать качество мяса как по органолептическим, так и по отдельным физико-химическим характеристикам сырого мяса и подвергнутого тепловой обработке, а также позволили бы выяснить взаимосвязь между этими показателями с помощью корреляционного анализа.

Сенсорный анализ осуществлялся дегустаторами, прошедшими проверку чувствительности и подготовленными (тренированными) для целей данного исследования.

Для сенсорной оценки сырой мышечной ткани были выбраны следующие органолептические показатели: цвет (интенсивность и оттенки ес-

тественной окраски мяса); мраморность (количество и распределение внутримышечного жира).

Для сенсорной оценки мяса, подвергнутого тепловой обработке, были выбраны органолептические показатели: аромат, вкус, нежность, сочность.

Для изучения корреляционных связей отобраны физико-химические показатели сырой и подвергнутой тепловой обработке мышечной ткани:

- величина оптической плотности поперечного среза сырой мышечной ткани, измеренная при  $\lambda$  545 и 582 нм;
- величина pH;
- содержание общей и связанной влаги;
- содержание жира;
- содержание соединительнотканых белков (общего и растворимого коллагена, эластина);
- потери веса при тепловой обработке мяса, потери сока при варке;
- напряжение среза в кг/см<sup>2</sup> мяса, подвергнутого тепловой обработке.

Методы исследования. Для оценки органолептических и физико-химических свойств мяса и определения корреляционных связей между ними использовали следующие методы.

Органолептические:

- определение цвета мышечной ткани и мраморности по 5-балльной шкале;
- измерение усилия на раскус мышечной ткани, подвергнутой тепловой обработке (вдоль мышечных волокон), по 5-балльной шкале;
- подсчет количества жевательных движений;
- определение аромата, вкуса, сочности, нежности по 9-балльной шкале;

Физико-химические:

- потенциометрическое определение величины pH в водной вытяжке мяса I:10;
- определение влагоудерживающей способности сырой и подвергнутой тепловой обработке мышечной ткани пресс-методом;
- определение интенсивности окраски мышечной ткани на регистрирующем спектрофотометре при длинах волн 545 и 582 нм;
- определение мышечной ткани оксипролина по Ньюмену и Логену

II/ с применением кислотного гидролиза по Вербицкому и Детериджу /2/;

- определение растворимого коллагена по Хиллу /3/;
- определение влаги в мясе высушиванием навески при  $t = 105^{\circ}\text{C}$  до постоянного веса;
- определение эластина в мышечной ткани по методу Бендолла /4/;
- определение весовых потерь в процессе тепловой обработки;
- определение количества свободно отделяющегося мясного сока при варке мяса ( $t = 75-77^{\circ}\text{C}$ );
- определение общего азота по Кьельдалю с отгонкой в чашках Конвея;
- определение влагоудерживающей способности мяса, подвергнутого тепловой обработке, пресс-методом Грау и Гамма (модифицированном в лаборатории);
- напряжение среза мяса (в  $\text{кг}/\text{см}^2$ )-на приборе ПМ-3 /5/.

Исследовали центральную часть *m. semitendinosus*.

Физико-химические исследования как сырой, так и подвергнутой тепловой обработке, мышечной ткани осуществляли на одном и том же участке мускула.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывали статистически с использованием методов корреляционного анализа /6/. Были вычислены коэффициенты корреляции.

Все вычислительные операции выполнены на ЭВМ.

Результаты исследования представлены в табл. I и 2.

Т а б л и ц а I

Корреляция между сенсорными показателями качества мяса и физико-химическими характеристиками *m. long. dorsi*

( r )

Показатели	Ед. изм.	Цвет	Мраморность	Аромат	Вкус	Сочность	Нежность	Величина pH (сырой мышечной ткани)
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Интенсивность окраски								
Дλ 545 нм		0,810 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0,671 <sup>b)</sup>
Дλ 582 нм		0,859 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0,921 <sup>a)</sup>
Величина pH (сырой мышечной ткани)		0,727 <sup>a)</sup>	-	0,555 <sup>b)</sup>	0,294	0,524 <sup>b)</sup>	0,560 <sup>b)</sup>	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Величина pH (мышечн. ткани, подвергн. тепловой обработке)	-	-	-	-	-	-	-	0,974 <sup>a)</sup>
Влага сырой мышечной ткани	%	-	-0,483 <sup>Г)</sup>	-	-	-	-	-
Влага мышечн. ткани, подвергнутой тепловой обработке	"	0,403	-0,481 <sup>Г)</sup>	0,183	0,294	0,667 <sup>Г)</sup>	0,670 <sup>a)</sup>	0,827 <sup>a)</sup>
Влагоудерживающая способность сырой мышечн. ткани	"	0,620 <sup>б)</sup>	0,231	-	-	0,746 <sup>a)</sup>	0,474 <sup>Г)</sup>	0,873 <sup>a)</sup>
Влагоудерживающая способность мышечн. ткани, подвергн. тепл. обработке	"	0,398	0,310	0,167	0,098	0,129	0,488 <sup>Г)</sup>	0,342
Жир, % к сухому обезжир. веществу	"	-	0,776 <sup>a)</sup>	0,239	0,139	0,319	-0,288	-
Содержание коллагена (по оксипролину)	мг%	-	0,218	-0,180	0,111	-0,458 <sup>Г)</sup>	-0,185	-
Содержание растворимого коллагена, % к общему	%	-	-	0,068	0,020	0,215	0,578 <sup>б)</sup>	0,514 <sup>Г)</sup>
Содержание эластина, % к белку	"	-	-	-	-	-	0,069	-
Отделение сока при варке (t = 75-77°C)	"	-0,729 <sup>a)</sup>	0,316	-	-	-0,327	-0,580 <sup>б)</sup>	0,881 <sup>a)</sup>
Потери веса (под действием тепла и остывания)	"	-0,453 <sup>Г)</sup>	0,407	-	-	-0,781 <sup>a)</sup>	-0,504 <sup>Г)</sup>	0,598 <sup>б)</sup>

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение среза	кг/см <sup>2</sup>	-0,465 <sup>Г)</sup>	0,306	-	-	0,077	-0,638 <sup>б)</sup>	-0,732 <sup>а)</sup>
Усилие на раскус	балл	-0,369	0,102	-	-	-	-0,890 <sup>а)</sup>	-0,736 <sup>а)</sup>
Количество жевательн. движений	ед.	-0,549 <sup>В)</sup>	0,115	-	-	-	-0,879 <sup>а)</sup>	-0,475 <sup>Г)</sup>

а)  $P < 0,001$

б)  $P < 0,01$

$n = 15 - 20$

в)  $P < 0,02$

г)  $P < 0,05$

Т а б л и ц а 2  
Корреляция между сенсорными показателями качества мяса и физико-химическими характеристиками *m.semitendinosus*  
(r)

Показатели	Ед. изм.	Цвет	Мраморность	Аромат	Вкус	Сочность	Нежность	Величина pH (сырой мышечной ткани)
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Интенсивность окраски								
$D\lambda 545$ нм		0,921 <sup>а)</sup>	-	-	-	-	-	0,630 <sup>б)</sup>
$D\lambda 582$ нм		0,922 <sup>а)</sup>	-	-	-	-	-	0,596 <sup>б)</sup>
Величина pH (сырой мышечной ткани)		0,712 <sup>а)</sup>	-	0,333	0,474 <sup>Г)</sup>	0,245	0,305	-
Величина pH (мышечн. ткани, подвергн. тепловой обработке)		-	-	-	-	-	-	0,962 <sup>а)</sup>
Влага сырой мышечной ткани	%	-	-0,673 <sup>б)</sup>	-	-	-	-	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Влага мышечн. ткани, подвергнутой тепловой обработке %	0,300	-0,760 <sup>a)</sup>	0,125	0,350	0,515 <sup>b)</sup>	0,340	0,730 <sup>a)</sup>		
Влагоудерживающая способность сырой мышечн. ткани "	0,780 <sup>a)</sup>	-0,116	0,522 <sup>b)</sup>	0,475 <sup>г)</sup>	0,260	0,272	0,813 <sup>a)</sup>		
Влагоудерживающая способность мышечн. ткани, подвергн. тепл. обработке "	0,346	-0,275	0,103	0,133	0,103	0,095	0,483 <sup>г)</sup>		
Жир, % к сухому обезж. веществу "	-	0,942 <sup>a)</sup>	0,205	0,173	0,288	-0,243	-		
Содержание коллагена (по оксипролину) мг%	-	0,200	-0,378	-0,487 <sup>г)</sup>	-0,217	-0,529 <sup>b)</sup>	-		
Содержание растворимого коллагена, % к общему %	-	-	0,559 <sup>г)</sup>	0,485	0,630 <sup>b)</sup>	0,844 <sup>a)</sup>	0,323		
Содержание эластина, % к белку "	-	-	-	-	-	0,036	-		
Отделение сока при варке (t=75-77°C) "	-0,765 <sup>a)</sup>	0,260	-	-	-0,539 <sup>г)</sup>	-0,432	-0,790 <sup>a)</sup>		
Потери веса (под действием тепла и остывания) "	-0,314	-0,095	-	-	-0,636 <sup>г)</sup>	-0,462 <sup>г)</sup>	-0,157		
Напряжение среза кг/см <sup>2</sup>	-0,416	-0,234	-	-	-0,072	-0,525 <sup>b)</sup>	-0,274		
Усилие на раскус балл	-0,47 <sup>г)</sup>	0,092	-	-	-	-0,828 <sup>a)</sup>	-0,326		
Количество жевательных движений ед.	-0,271	-0,072	-	-	-	-0,776 <sup>a)</sup>	-0,240		

a) P < 0,001

b) P < 0,01

в) P < 0,02

г) P < 0,05

n = 15 - 21

## Обсуждение результатов

Как видно из данных, приведенных в табл. 1 и 2, органолептическая оценка мышечной ткани в баллах находилась в тесной положительной корреляционной связи с величинами оптической плотности при длинах волн 545 и 582 нм, а также с влагоудерживающей способностью (% связанной влаги) сырой мышечной ткани, величиной рН и в тесной отрицательной корреляции с количеством сока, отделяющегося при варке мяса в обеих мышцах.

Статистически значимая отрицательная связь имела место между цветом и потерями веса под действием тепла в *m.long.dorsi*, однако в *m.semitendinosus* корреляция между этими признаками была недостаточна для суждения о наличии связи.

Приведенные в таблицах коэффициенты корреляции между сенсорной оценкой цвета и нежностью мяса, измеренной с помощью прибора ПМ-3, а также органолептическим измерением усилия на раскус и количеством жевательных движений показывают наличие связи между ними, хотя эти коэффициенты имеют небольшую величину.

При изучении взаимосвязи мраморности с физико-химическими характеристиками наблюдали статистически значимую связь этого признака с содержанием влаги в сырой и подвергнутой тепловой обработке мышечной ткани, а также содержанием жира в обеих мышцах.

Аромат *m.long.dorsi* находился в положительной корреляции только с величиной рН, а в мускуле *semitendinosus* — с влагоудерживающей способностью и содержанием растворимого коллагена.

Не получили значимой корреляции между вкусом и какой-либо из изучаемых характеристик в *m.long.dorsi*, в то время как вкус в *m.semitendinosus* находился в положительной корреляции с величиной рН, влагоудерживающей способностью и отрицательной — с содержанием общего коллагена.

Положительную связь имели между сочностью в баллах и величиной рН, содержанием влаги мышечной ткани, подвергнутой тепловой обработке, и отрицательную связь — с содержанием общего коллагена и потерями веса при тепловой обработке. В *m.semitendinosus* сочность была положительно связана с влагой мяса, подвергнутого тепловой обработке, содержанием растворимого коллагена и отрицательно связана с количеством отделяемого мясного сока при варке мяса и по-

терями веса под действием тепла.

Нежность мяса *m. long. dorsi* (в баллах) находилась в положительной связи с величиной рН, содержанием влаги в мясе, подвергнутом тепловой обработке, влагоудерживающей способностью сырой и подвергнутой тепловой обработке мышечной ткани и содержанием растворимого коллагена. Отрицательная связь имела место между нежностью и количеством сока, отделяемым при варке, потерями веса под действием тепла, а также напряжением среза, усилием на раскус и количеством жевательных движений.

В *m. semitendinosus*, помимо указанных выше отрицательных корреляций, наблюдалась отрицательная связь с общим содержанием коллагена. Содержание эластина не коррелировалось с нежностью в обеих мышцах.

При изучении взаимосвязи между величиной рН и перечисленными выше показателями наблюдали, что эта характеристика имеет тесную корреляцию со многими показателями, в том числе: оптической плотностью при длинах волн 545 и 582 нм, влагой мышечной ткани, подвергнутой тепловой обработке, влагоудерживающей способностью, отделением сока при варке, потерями веса и др.

## ВЫВОДЫ

1. Изучена и установлена взаимосвязь между органолептическими показателями качества мяса молодняка крупного рогатого скота симментальской породы — цветом, мраморностью, ароматом, вкусом, сочностью, нежностью, и некоторыми физико-химическими характеристиками сырой и подвергнутой тепловой обработке мышечной ткани.

2. Изучены корреляции между величиной рН сырой мышечной ткани и физико-химическими характеристиками мяса сырого и подвергнутого тепловой обработке.

3. Результаты исследований обработаны статистически с применением методов корреляционного анализа и электронно-вычислительной техники.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Neuman R.E., Logan M.A. Determination of collagen and elastin in tissue. J.Biol. Chem., 186, 549, 1950.
2. Wierbicki E., Deatherage F.E. Meat assay. Hydroxyproline as an index of connective tissue in muscle. J.Agr. Food Chem., 2, 878, 1954.
3. Hill F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. J.Food Sci., 31, 2, 161, 1966.
4. Venable J.R. The elastin content of various muscles of beef animals. J.Sci. Food Agric., 18, 12, 553, 1967.
5. Большаков А., Фомин А., Демьяновский В. Прибор для определения консистенции пищевых продуктов. Сб. "Пищевая промышленность (мясная и птицеперерабатывающая)", ЦИНТИПищепром, 12, 1963, 7.
6. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. "Наука", М., 1968.

Table 1

Correlation between the sensory indices of meat quality and physico-chemical characteristics of l.dorsi (r)

Indices	Unit	Colour	Marbling	Aroma	Taste	Juiciness	Tenderness	pH of raw muscle tissue
Colour intensity								
D λ 545 nm		0.810 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0.671 <sup>b)</sup>
D λ 582 nm		0.859 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0.921 <sup>a)</sup>
pH of raw muscle tissue		0.727 <sup>a)</sup>	-	0.555 <sup>c)</sup>	0.294	0.524 <sup>c)</sup>	0.560 <sup>c)</sup>	-
pH of heated muscle tissue		-	-	-	-	-	-	0.974 <sup>a)</sup>
Water in raw muscle tissue	%	-	-0.483 <sup>d)</sup>	-	-	-	-	-
Water in heated muscle tissue	"	0.403	-0.481 <sup>d)</sup>	0.183	0.294	0.667 <sup>d)</sup>	0.670 <sup>a)</sup>	0.827 <sup>a)</sup>
Water-holding capacity of raw muscle tissue	"	0.620 <sup>b)</sup>	-0.321	-	-	0.746 <sup>a)</sup>	0.474 <sup>d)</sup>	0.873 <sup>a)</sup>
Water-holding capacity of heated muscle tissue	"	0.398	0.310	0.167	0.098	0.129	0.488 <sup>d)</sup>	0.342
Fat, % of nonfat solids	"	-	0.776 <sup>a)</sup>	0.239	0.139	0.319	-0.288	-
Collagen content (by oxyproline)	mg%	-	0.218	-0.180	0.111	-0.458 <sup>d)</sup>	-0.185	-
Soluble collagen content, % of the total	%	-	-	0.068	0.020	0.215	0.578 <sup>b)</sup>	0.514 <sup>d)</sup>
Elastin content, % of protein	"	-	-	-	-	-	0.069	-
Juice release during cooking (t=75-77°C)	"	-0.729 <sup>a)</sup>	0.316	-	-	-0.327	-0.580 <sup>b)</sup>	-0.881 <sup>a)</sup>
Weight loss (effected with heating and chilling)	"	-0.453 <sup>d)</sup>	0.407	-	-	-0.781 <sup>a)</sup>	-0.504 <sup>d)</sup>	-0.598 <sup>b)</sup>
Shear stress	kg/cm <sup>2</sup>	-0.465 <sup>d)</sup>	0.306	-	-	0.077	-0.638 <sup>b)</sup>	-0.732 <sup>a)</sup>
Biting force	scores	-0.369	0.102	-	-	-	-0.890 <sup>a)</sup>	-0.736 <sup>a)</sup>
No. of chewings	units	-0.549 <sup>c)</sup>	0.115	-	-	-	-0.879 <sup>a)</sup>	-0.475

a) P < 0.001  
 b) P < 0.01  
 c) P < 0.02  
 d) P < 0.05

n = 15 - 20

Table 2

Correlation between the sensory indices of meat quality and physico-chemical characteristics of *m. semitendinosus* (r)

Indices	Unit	Colour	Marbling	Aroma	Taste	Juiciness	Tenderness	pH of raw muscle tissue
Colour intensity								
Dλ 545 nm		0.921 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0.630 <sup>b)</sup>
Dλ 582 nm		0.922 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	0.596 <sup>b)</sup>
pH of raw muscle tissue		0.712 <sup>a)</sup>	-	0.333	0.474 <sup>d)</sup>	0.245	0.305	-
pH of heated muscle tissue		-	-	-	-	-	-	0.962 <sup>a)</sup>
Water in raw muscle tissue	%	-	-0.673 <sup>b)</sup>	-	-	-	-	-
Water in heated muscle tissue	"	0.300	-0.760 <sup>a)</sup>	0.125	0.350	0.515 <sup>c)</sup>	0.340	0.730 <sup>a)</sup>
Water-holding capacity of raw muscle tissue	"	0.780 <sup>a)</sup>	-0.116	0.522 <sup>c)</sup>	0.475 <sup>d)</sup>	0.260	0.272	0.813 <sup>a)</sup>
Water-holding capacity of heated muscle tissue	"	0.346	-0.275	0.103	0.133	0.103	0.095	0.483 <sup>d)</sup>
Fat, % of nonfat solids	"	-	0.942 <sup>a)</sup>	0.205	0.173	0.288	-0.243	-
Collagen content (by oxyproline)	mg%	-	0.200	-0.378	-0.487 <sup>d)</sup>	-0.217	-0.529 <sup>c)</sup>	-
Soluble collagen content, % of the total	%	-	-	0.559 <sup>d)</sup>	0.485	0.630 <sup>c)</sup>	0.844 <sup>a)</sup>	0.323
Elastin content, % of protein	"	-	-	-	-	-	0.036	-
Juice release during cooking (t=75-77°C)	"	-0.765 <sup>a)</sup>	-0.260	-	-	-0.539 <sup>d)</sup>	-0.432	-0.790 <sup>a)</sup>
Weight loss (effected with heating and chilling)	"	-0.314	-0.095	-	-	-0.636 <sup>b)</sup>	-0.462 <sup>d)</sup>	-0.157
Shear stress	kg/cm <sup>2</sup>	-0.416 <sup>a)</sup>	-0.234	-	-	-0.072	-0.525 <sup>b)</sup>	-0.274
Biting force	scores	-0.471 <sup>a)</sup>	0.092	-	-	-	-0.828 <sup>a)</sup>	-0.326
No. of chewings	units	-0.271	-0.072	-	-	-	-0.776 <sup>a)</sup>	-0.240

a) P < 0.001  
 b) P < 0.01  
 c) P < 0.02  
 d) P < 0.05

n = 15 - 21