

Сессия Д
Session E
Session E
Session E

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СОСТАВОМ И КАЧЕСТВОМ ГОВЯДИНЫ

Д-р, проф. Й. Висмер-Педерсен
Королевский Ветеринарно-сельскохозяйственный университет, Копенгаген, Дания

Продукты животного происхождения следует считать основной частью рациона питания человека не только из-за их питательной ценности, но и из-за их вкусовых качеств. Изучая рацион питания населения Англии в период "хлопкового голода" в 1860-х годах Oddy & Yudkin (1969) установили, что более обеспеченные рабочие употребляли в пищу не только такие довольно дорогостоящие продукты, как мясо, молоко, животные жиры и сахар, но и дешевые продукты, например хлеб и картофель, и причем в большем количестве, чем менее обеспеченные рабочие. Калорийность потребляемой пищи может быть ниже фактической нормы, если имеющиеся продукты не обладают достаточными вкусовыми качествами.

Даже сейчас существует некоторая недостаточность питания у населения с хорошим рационом. Исследование "Питание населения десяти штатов", проведенное в США в 1968-1970 гг. (Ten-State Nutrition Survey, 1972), показало, что недостаточность питания наблюдается чаще среди групп населения с низкими доходами по сравнению с населением с высокими доходами, которое употребляет в пищу больше продуктов животного происхождения. Выбор продуктов животного происхождения может, однако, быть обусловлен отношением потребителей к их качеству, на которое влияют фактические вкусовые достоинства продуктов. Кроме того, наличие продуктов в той или иной местности и экономические соображения могут оказывать воздействие на потребление.

Элементы концепции качества мяса

Когда мясо предлагается как продукт питания, потребитель может быть уверен, что оно свободно от бактерий, вирусов, плесеней или химикатов, которые могут представлять опасность в результате употребления большого количества мяса в пищу. При таком уверенности мнение потребителя о качестве мяса может быть результатом комбинированной оценки химических и физических свойств мяса и субъективного отношения к мясу и надежд на мясо. На рис. I я попытался разделить концепцию "качество мяса" на объективный компонент, который можно, в основном, измерить химико-физическими методами, и субъективный компонент. "Объективный" компонент может изменяться в зависимости от генетики, возраста, упитанности животного в момент убоя, выбора отруба мяса, способов убоя и дальнейшей обработки мяса при охлаждении, разделке и созревании мяса. Термин "качество мяса" в последующем будет относиться к "объективному" компоненту. Свойства ткани можно оценить с помощью органов чувств человека, например цвет, текстуру, аромат, сочность, которые составляют "субъективный" компонент. На окончательное суждение при субъективной оценке окажут влияние цена, питательность, доступность мяса и социально-психологические факторы. Среди прочих факторов существенными могут быть вкусовые предпочтения и социальный престиж с точки зрения потребления мяса. Последние могут быть неодинаковы в отдельных странах, но обычно потребители предпочитают нежные отруба мяса. Следовательно, для международных отношений и для международной торговли представляется желательной разработка объективных методов для возможно более точного описания свойств мяса. Таким образом, различные слои населения могут получить то качество, которое они желают.

Задачи мясного производства

В мире с растущей численностью населения и ограниченными ресурсами экономика мясного производства является важной. Разработки, направленные на повышение эффективности производства, могут сделать продукцию промышленности более доступной для широких слоев населения, а тем самым способствовать ликвидации недостаточности питания. Следовательно, желательно создавать такие породы живот-

ных, которые могут эффективно давать максимальный выход мяса и других продуктов, например молока, обладающих требуемыми сенсорными и питательными качествами. Как источник пищевых ресурсов жвачные животные являются многообещающими, так как они могут усваивать корм, который для человека непригоден и даже губителен. В опытах на мочевине и азоте аммония как источнике азота и на очищенных углеводах как источнике энергии при откорме к.р.с. было установлено, что все незаменимые аминокислоты синтезируются микрофлорой рубца (Loosli et al., 1949; Virtanen, 1963). Разработка методов откорма других видов животных, например свиней и птицы, может обеспечить прогресс в области более эффективного использования ресурсов. Как пример недавних исследований, направленных на развитие мясной промышленности и, в частности, повышение качества мяса, я бы упомянул только что опубликованные результаты датской работы (Bech Andersen et al., 1977). Она иллюстрирует некоторые зависимости между объективными измерениями и сенсорным анализом мяса к.р.с.

Изучение производства говядины

Эти исследования включают данные пятилетних опытов по разведению пород крупного рогатого скота. В опытах использовали три двухцелевые породы: красная датская (RDM), датская черно-белая (SDM) и датская красно-белая (DRK). Общее число опытных телят составило 1319 (живая масса 250 кг), а общее число молодых быков - 1011 (живая масса 450 кг). Откорм проводили по стандартной схеме; всех животных убивали на одной бойне при строгом контроле. Качество мяса изучали на центральной части мышцы *longissimus dorsi* (рис.2); сюда входили органолептическая оценка, определение величины сопротивления резанию, измерение pH и влагоудерживающей способности, размера мышечных волокон, определение химического состава. В табл. I приведены средние результаты объективных измерений, а в табл. 2 - средние результаты сенсорной оценки. Вероятно, существует достоверное различие между весовыми группами по всем показателям, перечисленным в табл. I. При более высокой живой массе в момент убоя мясо было темнее, содержало больше жира и азота и отличалось повышенной влагоудерживающей способностью. При большей массе туши средний диаметр мышечных волокон был больше, изме-

нялся характер распределения типов волокон. Сопротивление срезу для мяса быков было ниже по сравнению с мясом телят. Это, вероятно, связано с более длительным созреванием мяса быков и с тем, что мясо телят более склонно к "холодному сокращению" при температуре остывочной камеры 6°C.

Между породами существуют достоверные различия по всем показателям, перечисленным в таблицах I и 2, за исключением сенсорного балла за цвет. Наиболее постоянным является различие в нежности и общей оценке. По этим двум показателям порода RDM превосходит остальные, и это превосходство находит свое отражение в величине сопротивления резанию. Это наблюдение регистрировали неоднократно, и оно интересно, потому что порода RDM отличается более поздним развитием, чем две другие. В этой связи следует заметить, что средний диаметр волокон в тушах скота породы RDM меньше.

Диаметр мышечных волокон и показатели туши и мяса

На рис.3 представлены некоторые зависимости между средним диаметром мышечных волокон и показателями состава туши и качества мяса. На нем показаны фенотипические коэффициенты корреляции. Они рассчитаны по сумме вариаций в пределах одной туши и между тушами быков после поправки на возраст, породу и конечную массу. Как и можно было ожидать, диаметр мышечного волокна имеет положительную зависимость от показателей мясности туши (площади l.dorsi и соотношения мяса и костей). Он же находится в отрицательной зависимости от содержания костей, не связан с жиро содержанием туши и имеет высокоположительную зависимость от убойного выхода.

В указанном исследовании убойный выход имел положительную корреляцию с субъективной оценкой отдельных частей туши, с содержанием мышечной ткани, соотношением костей и мяса в туше, а отрицательную - с содержанием костей. Таким образом, это желательная характеристика. Диаметр волокна не связан со скоростью роста и усвоением корма. Что касается качества мяса, то диаметр волокон имеет отрицательную корреляцию с цветом мяса (по величине отражающей способности). Более крупные волокна, следовательно, обуславливают более темное мясо. Зависимость между диаметром волокон и величиной сопротивления резанию и сенсорной нежностью показывает, что большой диаметр обуславливает менее нежное мясо. Эти

результаты совпадают с результатами May et al. (1977). Они установили положительную связь диаметра волокон мышцы l.dorsi с содержанием внутримышечного жира, но не установили достоверной корреляции с показателями состава туши. Диаметр волокон не имел достоверной связи с цветом мышечной ткани, ее твердостью или текстурой. Эти результаты также совпадают с данными Melton et al. (1975). Они, однако, обнаружили достоверную зависимость между соотношением различных типов волокон и баллами органолептической оценки сочности.

Следовательно, что касается среднего диаметра волокон, то высокие величины связаны с желательными характеристиками туши, но с менее нежным мясом. Окончательный анализ наиболее желательного среднего диаметра волокон будет зависеть от технологической обработки мяса, например "тендер-стретч", и от способности потребителя замечать тонкие различия в текстуре.

Зависимость между содержанием внутримышечного жира и показателями туши и мяса

На рис.3 показана также зависимость между содержанием внутримышечного жира и показателями туши и мяса. Как и ожидали, существует отрицательная связь с различными показателями туши, обеспечивающими мясо, и положительная с жиро содержанием туши и потреблением корма в процессе роста животных. Если не принять специальных мер, селекция скота с целью ускорить рост и улучшить усвоение корма приведет к снижению содержания внутримышечного жира в поясничной части, что может оказаться на пищевом качестве мяса. Из рисунка видно, что существует обратная зависимость с сопротивлением резанию и положительная с нежностью, сочностью и ароматом. Однако, зависимость с сочностью и ароматом находится на границе достоверности.

Значение внутримышечного жира

Как видно из табл. 3 содержание внутримышечного жира в мясе в различных группах животных является довольно низким. Тем не менее, численные значения коэффициентов корреляции между различным компонентами пищевого качества и содержанием внутримышечного жира являются низкими - ниже, чем соответствующие коэффициенты корреляции с диаметром волокон. Следовательно, внутримышечный жир не играет

существенного значения в пищевом качестве мяса по сравнению с другими компонентами тканями.

Многочисленные работы, результаты которых опубликованы, касались изучения зависимости между внутримышечным жиром (мраморностью) и общим сенсорным качеством мяса. Blumer (1963) проводил опыты примерно на 2600 головах к.р.с. различного возраста, пола, породы, откорма и упитанности. Он определял связь между мраморностью и нежностью (органолептическим баллом) и установил, что числовое выражение зависимости нежности от мраморности составило 0,01–36% в разных экспериментах. Если взять среднее для всего числа опытных образцов, то оно составит около 5%. Другие ученые (Parrish, 1974; Rhodes, 1973) также делают вывод, что различие в пищевом качестве говядины не связано существенно с упитанностью скота (причем не имеет значения, каким образом определяли содержание жира – визуально как жировой полив или как мраморность мышечной ткани).

Различия между мышцами одной туши

Во многих производственных опытах образцы берут из мышцы 1.dorsi для изучения состава мяса и его пищевого качества. Однако вызывает сомнения, что эта мышца адекватно представляет тушу в целом с точки зрения качества мяса. Содержание белка, воды и жира, величина pH, влаго-связывающая способность, размер мышечных волокон, длина саркомеров; содержание, распределение и растворимость коллагена – все это может изменяться в широких пределах даже в одной туше. Даже когда туши были одинаково обработаны во время убоя и охлаждения, зависимость между величиной сопротивления резанию различных мышц и зрелостью туши может быть неодинаковой. Поэтому в исследовании на молодняке к.р.с. различного убойного возраста мы обнаружили низкие коэффициенты корреляции между сопротивлением срезу по Уорнеру-Братцлеру и адгезией (Bouton and Harris, 1972) мышц 1.dorsi и semitendinosus после нагревания до 64 и 80°C (табл.3). Относительно величины сопротивления резанию зависимость между мышцами снижается с увеличением зрелости (возраста) животного. На рис. 4 представлены результаты измерений на мышцах psoas (низкое содержание коллагена) и biceps femoris (довольно высокое содержание коллагена). Основной причиной различий является неодинаковое содержание коллагена в этих мышцах (Frost, Puszynska, Kotula, 1975).

и различия в поперечных связях коллагеновых волокон, влияющие на растворимость (Boscard et al., 1967).

Различия, связанные со зрелостью туш, влияют на мышцы с относительно высоким содержанием коллагена (*Semimembranosus*, *Semitendinosus* и *Biceps femoris*) в большей степени, чем на мышцы с относительной низким содержанием коллагена (*psoas* и *l.dorsi*). Анализируя мышцы *Longissimus* и *Semitendinosus* молодняка к.р.с., убитого в возрасте 7,5 и 12 мес., в опытах по скрещиванию датских двухцелевых пород и нескольких мясных пород, Liboriusse (1974) установил, что убойный возраст оказывает сильное влияние на растворимость коллагена, в то время как генотип животных влияет, главным образом, на количество коллагена в мышцах. Чем ниже содержание коллагена, тем нежнее становится мясо.

Различия в механических свойствах из-за коллагена могут усиливаться различной степенью сокращения мышц, как показали в 1976 году Dutson et al. и как это проиллюстрировано на рис.5 применительно к сопротивлению резанию.

ВЫВОД

В современной мясной промышленности эффективность мясного производства должна быть скоординирована с требованиями потребителя к качеству мяса. Вероятно, средний диаметр мышечных волокон мышцы *l.dorsi* к.р.с. связан с показателями качества туши и мяса. Содержание внутримышечного жира обычно сокращается, когда животных мясного направления разводят таким образом, чтобы повысить эффективность производства мяса, но оно, видимо, не имеет большого значения с точки зрения качества. При изучении качества различных мышц туши следует уделять внимание содержанию и растворимости коллагена.

Bibliography

- Bech Andersen, B., Th.Lykke, K. Kousgaard, L. Buchter, J. Wimmer-Pedersen (1977). Growth, feed utilization, carcass quality, and meat quality of Danish dual-purpose cattle. 453. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøgscenter. Copenhagen.
Blumer, T.n.(1963). Relationships of marbling to the palatability of beef. J.Animal Sci., 22,771.

- Boccard, R., B.L. Dumont, O.Schmitt (1967). Characteristiques du tissu con jongtif. 13. European Meeting of Meat Research Workers.
- Bouton, P.E., P.V. Harris (1972). A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *J.Food Science*, 37, 218.
- Dutson, T.R., R.L.Hostetler, S.L.Carpenter (1976). Effect of collagen levels and sarcomere shortening on muscle tenderness. *J. Food Science*, 41, 863.
- Liboriussen, T. (1974). Nogle objektive malemetoders egnethed til bestemmelse af oksekøds mørhed. Internal report. Department of Meat Technology, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Loosli, J.K., H.H.Williams, W.E.Thomas, F.H.Harris, L.A.Maynard (1949). Synthesis of amino acids in the rumen. *Science*, 110, 144.
- May, L.M., M.E.Dikeman, R.Schalles (1977). Muscle histological characteristics of beef cattle. *J.Animal Science*, 44, 571-580.
- Melton, C.C., M.E.Dikeman, H.J.Tuma, D.H.Kropf (1975). Histochemical relationships of muscle biopsies with bovine muscle quality and composition. *J.AnimalSci.*, 40, 451.
- Oddy, D.J., J.Yudkin (1969). An evaluation of English diets of the 1860's. *Proceedings of the Nutrition Society*, 28, I3A-I4A.
- Parrish, F.C.jr. (1974). Relationships of marbling to meat tenderness. Proceedings of the meat industry research conference. AMIF, Arlington, ISA.
- Prost, E., E.Peczynska, A.W.Kotula (1975). Quality characteristics of bovine meat. I. *J. Animal Science*, 41, 550.
- Rhodes, D.N.(1973). Fatness of beef and eating quality. MRI Memorandum No. 15, Langford, U.K.
- Ten-State Nutrition Survey (1972). V.Dietary. DHEW, Washington, No. 72-8133.
- Virtanen,A.I.(1963). Production of cows milk without proteins, using area and ammonium-nitrogen as the source of nitrogen and purified carbohydrates as the source of energy. *Suomen Kemiste-lehti*, B36, 83.

Таблица I

Результаты наблюдений за мышцей *longissimus dorsi* телят и молодых быков
датского к.р.с. двухцелевого направления
(даны средние значения наименьших квадратов)

Число животных	Цвет мяса ^{a)}	Усилие среза мяса по Вородке ^{b)}	Содержание жира в мясе ^{c)}	Средний диаметр волокон, мк	Количество волокон, %	Количество белых волокон, %	Количество промежуточных волокон, %	Содержание азота, % ^{d)}	Количество жиросодержащего способа ^{e)} , %
<u>Влияние конечного веса</u>									
250 кг	I236	I6,4	I2,8	0,84	32,82	30,91	31,97	37,12	3,47
450 кг	995	I3,8	I2,0	I,6I	42,85	29,07	25,05	45,87	3,52
Уровень достоверности ^{f)}		XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XXX
<u>Влияние породы</u>									
RDM	I278	I5,3	II,0	I,40	36,29	27,10	29,56	43,34	3,48
SDM	835	I4,7	I2,6	I,I7	39,15	31,63	28,33	40,04	3,51
DRK	II18	I5,3	I3,7	I,II	38,08	31,24	27,64	41,II	3,49
Уровень достоверности		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	NД	XXX	XXX
<u>Суммарное влияние веса и породы</u>									
250 кг	RDM	709	I6,8	II,0	0,95	31,48	28,32	32,70	3,45
	SDM	46I	I5,9	I3,3	0,77	33,90	32,17	33,4I	3,49
	DRK	66	I6,5	I4,I	0,79	33,09	32,23	29,79	3,47
450 кг	RDM	569	I3,8	IO,9	I,85	4I,09	25,88	26,42	3,50
	SDM	374	I3,4	II,9	I,56	44,4I	31,09	23,24	3,54
	DRK	52	I4,2	I3,3	I,43	43,06	30,25	25,49	3,51
Уровень достоверности		XXX	XX	XXX	NД	NД	XX	NД	XX

a) Отражательная способность при 535 нм

б) Разрезание перпендикулярно направлению волокон после нагревания мяса до 71°C

в) По методу Schmid-Bondzynski-Ratzlaff

г) По методу окрашивания суданом черным Б.

д) По методу Кильдаля

е) По методу Grau & Hamm

ж) Следующие уровни достоверности: х - 5%; xx - 1%; xxx - 0,1%; НД - недостоверно

Таблица 2

Результаты органолептической оценки мышц 1.dorsi
телят и молодых быков датского к.р.с. двухцелевого
направления
(даны средние значения наименьших квадратов)

	Число животных	Баллы за цвет	Баллы за вкус	Баллы за нежность	Баллы за сочность	Баллы за общуюность	Баллы впечатление
<u>Влияние породы при постоянном весе</u>							
RDM	I278	2,82	2,27	I,89	2,49	I,74	
SDM	835	2,81	2,22	I,63	2,57	I,53	
DRK	II8	2,85	2,22	I,43	2,58	I,41	
Уровень достоверности		НД	x	xxx	xx	xxx	
<u>Влияние породы при неодинаковом весе</u>							
RDM	799	2,80	2,25	I,92	2,41	I,75	
250 кг SDM	46I	2,80	2,15	I,63	2,49	I,51	
DRK	66	2,81	2,24	I,64	2,58	I,57	
Уровень достоверности		НД	xx	xx	xx	xxx	
RDM	569	2,84	2,29	I,85	2,57	I,73	
450 кг SDM	374	2,82	2,28	I,63	2,65	I,55	
DRK	52	2,88	2,20	I,24	2,59	I,27	
Уровень достоверности		НД	НД	xx	НД	xx	

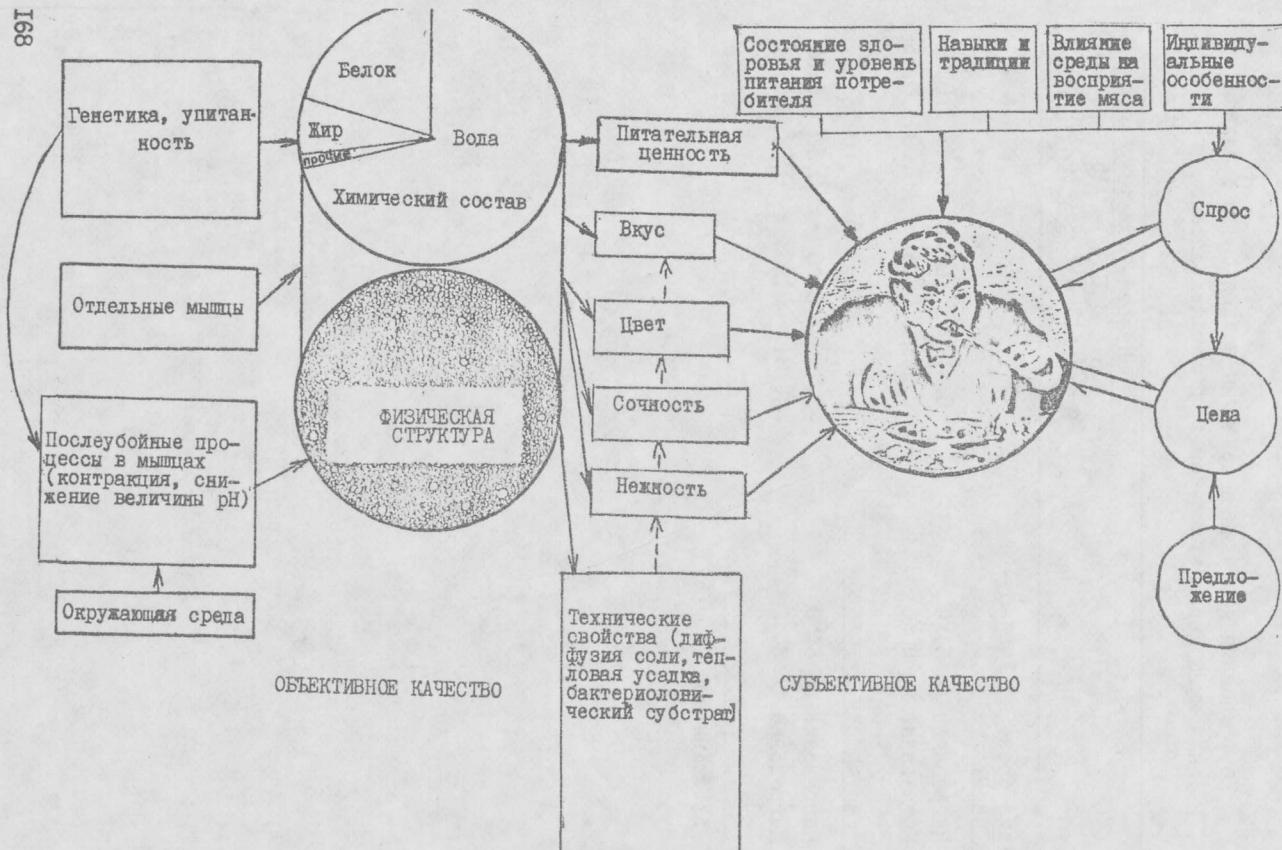
Для оценки пользовались II-балльной гедонической шкалой:
-5 - очень плохо; 0 - ни хорошо, ни плохо; +5 - идеально

Таблица 3

Коэффициенты корреляции величины усилия среза и адгезии
для мышц longissimus dorsi и semitendinosus

	Возраст в момент убоя, мес.				Все животные (n=83)
	7,5 (n=27)	12 (n=31)	15 (n=25)		
<u>Усилие среза по Уорнеру-Браттлеру</u>					
Нагревание до 64°C	0,31	0,07	-0,13	0,01	
Нагревание до 80°C	0,52 ^{xx}	0,34	0,00	0,16	
<u>Адгезия мышечных волокон</u>					
Нагревание до 64°C	-0,25	0,10	-0,30	0,02	
Нагревание до 80°C	-0,13	-0,26	0,02	0,11	

По Liberiussem , 1974.



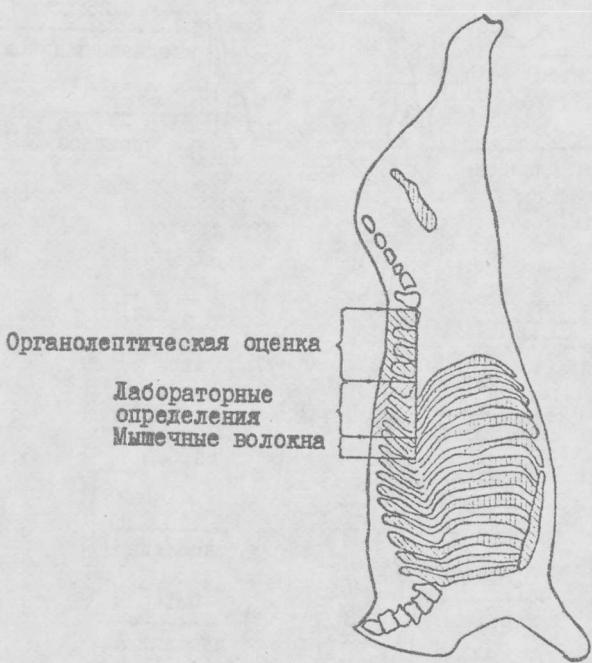


Рис. 2. Места отбора проб при изучении качества мяса в Дании

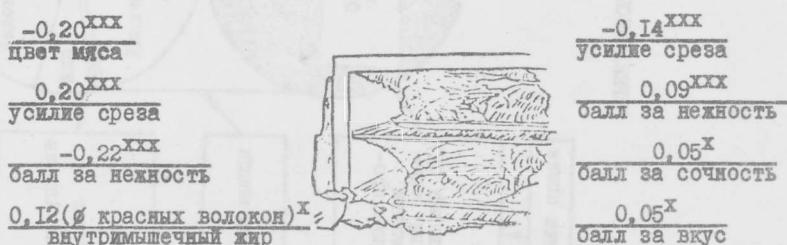
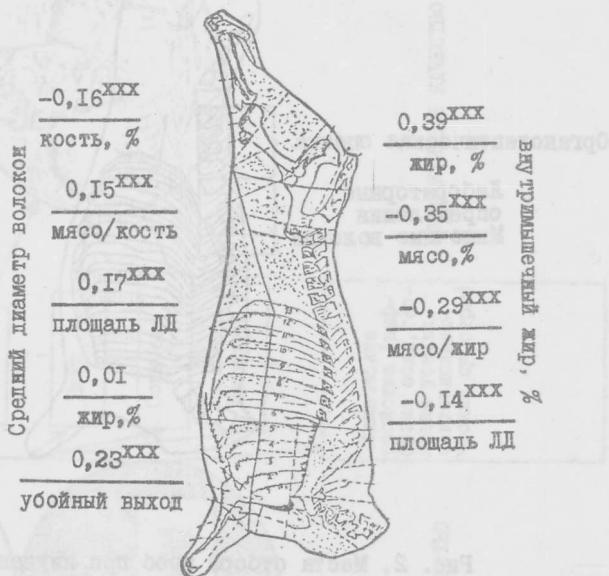
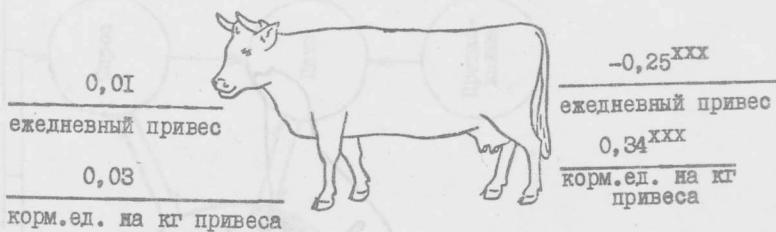


Рис.3. Зависимость между средним диаметром волокон и содержанием внутримышечного жира, с одной стороны, и производственными и качественными показателями мяса, с другой (выражено через коэффициенты корреляции)

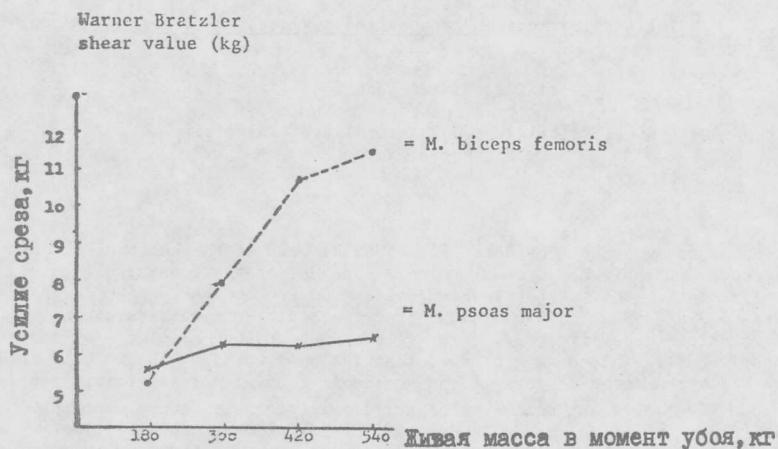


Рис. 4. Величина усилия среза (по Уорнеру-Братцлеру) двух мышц в зависимости от живой массы в момент убоя датских бычков породы

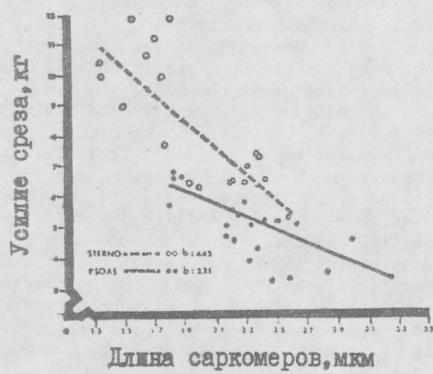


Рис. 5. Линии регрессии для зависимости между усилием среза и длиной саркомеров мышц psoas major и sternomandibularis (Dutson et al., 1976)

(Dutson et al. 1976)

Relationships between composition and quality of beef

J. Wismér-Pedersen

Department of Meat Technology

Royal Veterinary- and Agricultural University

Copenhagen, Denmark.

Animal products must be considered an essential part of the human diet, not only because of their nutritional value as because of their palatability. In an analysis of the dietary surveys in Britain during the cotton famine in the 1860ties Oddy and Yudkin (1969) found that the better-off workers ate not only more expensive foods like meat, milk, fats and sugar, but also more of the cheapest food like bread and potatoes than the poor workers. The calorie intake may be below true requirements if the available food is not sufficiently palatable. Even today some nutrient deficiencies still exist in well fed populations. The Ten-State Nutrition survey in USA in 1968-1970 (Ten-State Nutrition Survey 1972) indicated that dietary deficiencies are more frequent in low- than in high-income groups, in which consumption of animal products is greater. The choice of animal products may however be governed by the consumers concept of their quality which besides actual palatability is influenced by consumer attitudes. In addition availability and economics in the market place may influence consumption.

Elements of the meat quality concept

When meat is offered as food the consumer may take for granted that it is free from bacteria, virus, molds or chemicals which can constitute health hazards after consumption of the meat in the biggest conceivable amount. When that is given, may the consumers opinion of meat quality be a result of a combined evaluation of the chemical and physical properties of the meat, and the subjective attitude and expectation to the meat. On figure 1 I have attempted to divide the concept of meat quality into an "objective" part which by and large can be measured by chemical and physical technique and a "subjective" part". The "objective" part can be changed according to genetics, age and nutritional status of the animal at slaughter, choice of meat cut, the procedures of slaughtering and handling of carcass during chilling, cutting and ageing of the meat. The term "meat quality" in the following discussion refers to the "objective" part. The properties of the tissue can be evaluated by the human senses as color, texture, flavor, juiciness which enter the "subjective" part. The final judgment in the "subjective" part will be influenced by price, nutritional value, availability of the meat and socio-psychological factors. Taste preferences, and social prestige in eating the meat may among others be important.

These may vary between and within nations, but i.e. reasonably tender meat cuts are usually preferred. In international communication and trade it seems consequently desirable that we strive to develop objective methods which as accurately as possible describe the properties of meat. The different population segments may thus be supplied with the quality they most desire.

Goals in meat production

In a world with a growing population and limited resources economy of meat production seems important. Developments in efficient production would contribute to make available to broader population segments and thus hopefully contribute to elimination of nutritional deficiencies. It is thus desirable to endeavour to develop breeds of animals which efficiently can produce the maximum yield of meat and other foods, like milk, with sensoric and nutritional qualities in highest demand. The ruminants are most promising from the point of view of food resources as they may utilize feed on which humans would succumb. In studies with urea and ammonium-nitrogen as the source of nitrogen and purified carbohydrates as the source of energy in cattle feeding it has been shown that all essential amino acids are synthesized by the rumen microflora (Loosli et al 1949, Virtanen 1963). Developments in feeding technique of other species like pigs and poultry may however bring about advances in efficient utilization of resources. As an example of recent studies in development of meat production involving meat quality investigations I should like to mention a newly published Danish study (Bech Andersen et al 1977). It illustrates some relationships between objective measurements and sensoric analysis of the meat in relation to production of beef.

A beef production study

The study comprise five years data from the progeny tests for beef production involving three dual purpose breeds, namely Danish Red Cattle (RDM), Danish Black and White Cattle (SDM) and Danish Red and White Cattle (DRK). A total of 1319 calves slaughtered at 250 kg live-weight and 1011 young bulls slaughtered at 450 kg were included in the analysis. The feeding was carried out according to a standardized feeding scheme and all animals were slaughtered at the same slaughterhouse under strictly supervised conditions. The meat quality studies were made on the central part of the M.longissimus dorsi (figure 2) and involved taste panel evaluation, determination of shearforce, pH and water holding capacity, muscle fiber measurement as well as chemical composition. In table 1 is given selected average results of the objective measurements on the muscle and in table 2 the average results of the sensoric analysis. It appears that there is a strongly significant difference between final weight groups for all the traits listed in table 1. The higher live weight at slaughter produced darker meat with higher fat and nitrogen content and better water holding capacity. The increased weight of the carcass is reflected in higher av.fiber diameter and a change in the distribution of the fiber types. The shear value of the bull meat is lower than that of the calves. This result is probably due to a two day longer aging period for the bull meat and possibly to the calves may have a higher tendency to cold shortening at the applied chill room temperature of 6°C.

Between breeds there are significant differences in all traits listed in tables 1 and 2 with the exception of taste panel score for color. Most consistent is the difference in tenderness and total impression. In both these traits is the RDM breed superior and that superiority is also reflected in the shear value. This is an observation which repeatedly has been made and is interesting because the RDM breed is developing later than the two other breeds. In this context should be noticed that the average fiber diameter is smaller in the RDM breed.

Muscle fiber diameter and carcass and meat traits

On figure 3 is shown some relationships between average fiber diameter and some carcass composition and meat quality traits. On the figure is shown phenotypic correlation coefficients. They are calculated on the sum of variation within and between bulls, after adjustment for testyear, breed and final weight has been made. As might be expected is the muscle fiber diameter positively related to indices of meatiness of the carcass as LD area, and lean/bone ratio. It is negatively related to percentage bone, not related to carcass fat content and highly positively related to dressing percentage.

In the study is dressing percentage positively correlated to the subjective evaluation of the individual parts of the carcass, % lean, lean/bone ratio and % pistol lean, and negatively correlated to % bone. This is thus a desirable characteristic. The fiber diameter is not related to rate of growth and feed conversion. With regard to the meat quality is the fiber diameter negatively correlated with meat color as expressed in reflectance values. Large diameters thus tend to give darker meat. The relationships to shear values and sensoric tenderness indicate that large diameters tend to give less tender meat. These results are in general agreement with those reported by May et al (1977). They found the diameters of the M.long.dorsi fibers positively associated with intramuscular fat, but were not significantly associated with carcass composition traits. The fiber diameters were not significantly related to lean color, firmness or texture. The results also generally agree with the work of Melton et al (1975). They found however a significant association between proportions of the various fiber types and taste panel juiciness scores.

With regard to the average fiber diameter are high values thus associated with desirable carcass characteristics but with less tender meat. The final analysis of the most desirable size of the average fiber diameter would depend on the technological treatment of the meat as f.ex. tender stretching and the consumer ability to discern minor texture differences.

Intramuscular fat related to carcass and meat

On figure 3 is also given relationships between percentage intramuscular fat and carcass and meat traits. As might be expected exist negative relationships with the different traits of the carcass which are associated with the meatiness of the carcass and positive to fatness of carcass and feed consumption during growth. If no special measures are taken, selection of cattle for rapid gain and improved feed conversion will tend to decrease intramuscular fat of the loin. A decrease in intramuscular fat may however have consequences for the eating quality of the meat. From the figure appears that an inverse relationship exist with the shear value and a positive with tenderness, juiciness and flavor. The relationship with juiciness and flavour is however just on the verge of significance.

Importance of intramuscular fat

As table 1 shows is the intramuscular fat content of the meat for the different groups in the study on a fairly low level. Nevertheless are the numeric correlation coefficients between the different components of the eating quality picture and the intramuscular fat less than the corresponding with the average fiber diameter. The intramuscular fat appears thus not to have paramount importance to the eating quality of beef when compared to other tissue components.

Numerous papers in the literature have dealt with the relationships between intramuscular fat, or marbling, and the sensoric quality of meat. Blumer (1963) examined studies presenting about 2600 cattle with variations of age,

sex, breeding, feeding experiments and degree of fatness. He made an estimate of the association of marbling and panel tenderness and found that the amount of marbling accounted for 0.01 to 36% of the variance in the tenderness in the various experiments. Prorated according to number of samples represented among the several studies, this value would be about 5%. Other workers (Parish 1974, Rhodes 1973) also conclude that the variability in eating quality of beef is not greatly related to fatness, measured either as visible fat or as marbling fat in lean tissue.

Variations between muscles within carcass

In many beef production experiments only the M.longissimus dorsi is sampled for meat composition and eating quality studies. It is however questionable if that muscle adequately represents the carcass as a whole with regard to meat quality. The content of protein, water and fat, pH, water-binding capacity, size of muscle fibers, sarcomere length, amount, distribution and solubility of collagen may vary considerably between muscles within the carcass. Even when the carcasses have received identical treatment during slaughter and chilling the relationships between the shear value of the different muscles may vary in relation to the maturity of the carcass. In a study involving bull calves slaughtered at different ages we have thus found low correlation coefficients of Warner Bratzler shear and adhesion values (Bouton and Harris 1972) between M.longissimus dorsi and Semitendinosus after heating of the meat to 64° and 80°C as illustrated on Table 3. For the shear values the relationships between the muscles decrease with increasing maturity of the animals. The trend in the measurements is illustrated on figure 4 for M.psoas (low collagen) and M.biceps femoris (rather high collagen content). The main reason for the variation is the different content of collagen in the muscles (Prost, Puczynska, Kotula 1975), and difference in degree of cross-links in the collagen fibers affecting solubility (Boccard et al 1967).

The variations due to the maturity of the carcasses affect the muscles with a relative high collagen content like M. Semimembranosus, Semitendinosus and Biceps Femoris more compared to M. psoas and M.longissimus dorsi with relatively low collagen content. In an analysis of the M.longissimus and M.Semitendinosus from bullcalves slaughtered at an age of 7½ and 12 month in a cross-breeding experiment involving Danish dual purpose breeds and several meat type breeds Liboriussen (1974) found that the age at slaughter had a strong influence on the solubility of the collagen, whereas the geno-type of the animals mainly affected the quantitative collagen content of the muscle. The lower than collagen content the more tender will the muscle tend to be.

The differences in mechanical properties due to collagen may be amplified by various degrees of shortening as shown by Dutson et al 1976, and illustrated on figure 5 for the shear force.

Conclusion

In modern meat production efficiency of meat production should be coordinated with the consumers meat quality perception. Average muscle fiber diameter of M.longissimus dorsi of beef appears related to carcass and meat quality traits. Intramuscular fat tend to be reduced when beef animals are selected for increase meat production efficiency but appears of minor importance for quality. When the quality of the various muscles of the carcass are considered attention should be paid to quantity and solubility of collagen.

References:

- Bech Andersen, B., Th. Lykke, K. Kougaard, L. Buciter, J. Wismer-Pedersen (1977). Growth, feed utilization, carcass quality, and meat quality of Danish dual-purpose cattle. 453. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Copenhagen.
- Blumer, T.N. (1963). Relationships of marbling to the palatability of beef. *J. Animal Sci.*, 22, 771.
- Boccard, R., B.L. Dumont, O. Schmitt (1967). Characteristiques du tissu con jongtif. 13. European Meeting of Meat Research Workers.
- Bouton, P.E., P.V. Harris (1972). A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *J. Food Science*, 37, 218.
- Dutson, T.R., R.L. Hostetler, Z.L. Carpenter (1976). Effect of collagen levels and sarcomere shortening on muscle tenderness. *J. Food Science*, 41, 863.
- Liboriussen, T. (1974). Nogle objektive målemetoder egnethed til bestemmelse af oksekøds mørhed. Internal report. Department of Meat Technology, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Loosli, J.K., H.H. Willians, W.E. Thomas, F.H. Ferris, L.A. Maynard (1949). Synthesis of amino acids in the rumen. *Science*, 110, 144.
- May, L.M., M.E. Dikeman, R. Schalles (1977). Muscle histological characteristics of beef cattle. *J. Animal Science*, 44, 571-580.
- Melton, C.C., M.E. Dikeman, H.J. Tuma, D.H. Kropf (1975). Histochemical relationships of muscle biopsies with bovine muscle quality and composition. *J. Animal Sci.*, 40, 451.
- Oddy, D.J., J. Yudkin (1969). An evaluation of English diets of the 1860'ies. Proceedings of the Nutrition Society, 28, 13A-14A.
- Parrish, F.C.jr. (1974). Relationships of marbling to meat tenderness. Proceedings of the meat industry research conference. AMIF, Arlington, USA.
- Prost, E., E. Peczynska, A.W. Kotula (1975). Quality characteristics of bovine meat. I. *J. Animal Science*, 41, 550.
- Rhodes, D.N. (1973). Fatness of beef and eating quality. MRI Memorandum No. 15. Langford, U.K.
- Ten-State Nutrition Survey (1972). V. Dietary. DHEW, Washington, No. 72-8133.
- Virtanen, A.I. (1963). Production of cows milk without proteins, using urea and ammonium-nitrogen as the source of nitrogen and purified carbohydrates as the source of energy. *Suomen Kemisteletti*, B36,83.

Table 1. Results of selected observations on *M. Longissimus dorsi* on calves and young bulls of Danish dual-purpose cattle (least squares means).

No. of animals	Colour	Volod- ^{x*} kevich		Av. fiber diameter	% inter-			Water- ^{oo} holding capacity
		shear force	% fat		% red fibers	% white fibers	% medium fibers	
<u>Effect of final weight</u>								
250 kg	1236	16.4	12.8	0.84	32.82	30.91	31.97	37.12
450	295	13.8	12.0	1.61	42.85	29.07	25.05	45.87
								3.47
								501.7
								3.52
								481.0
<u>Level of significance</u> [△]								
		x x x	x x	x x x	xxx	xx	xxx	xxx
<u>Effect of breed</u>								
RDM	1278	15.3	11.0	1.40	36.29	27.10	29.56	43.34
SDM	835	14.7	12.6	1.17	39.15	31.63	28.33	40.04
DRK	118	15.3	13.7	1.11	38.08	31.24	27.64	41.11
								3.51
								493.9
								3.49
<u>Level of significance</u>								
		x x x	x x x	x x x	xxx	xxx	N.S.	xxx
<u>Weight x breed interaction</u>								
250 kg RDM	709	16.8	11.0	0.95	31.48	28.32	32.70	38.98
SDM	461	15.9	13.3	0.77	33.90	32.17	33.41	34.42
DRK	66	16.5	14.1	0.79	33.09	32.23	29.79	37.97
								3.47
								501.4
450 kg RDM	569	13.8	10.9	1.85	41.09	25.88	26.42	47.70
SDM	374	13.4	11.9	1.56	44.41	31.09	23.24	45.67
DRK	52	14.2	13.3	1.43	43.06	30.25	25.39	44.26
								3.54
								474.5
								3.51
								486.4
<u>Level of significance</u>								
		x x x	x x	x x x	N.S.	N.S.	xx	N.S.

x reflectance at 535 nm

xxx determined after Schmid-Bondzynski-Ratslaff method

xxxx determined after Sudan Black B. Staining

o determined after Kjeldahl

oo determined after Grau & Hamm

xx shear perpendicular to fiber direction after heating of the meat to 71°C

△ the following levels of significance are applied:

x significant on the 5% level

xx - - - 1% - -

xxx - - - 0.1% - -

Table 2. Results of taste panel evaluations on *M. Longissimus dorsi* from calves and young bulls of Danish dual-purpose breeds. (Least squares means).

No. of animals	Scores for colour	Scores for flavour	Scores for tenderness	Scores for juiciness	Scores for total impression
<u>Effect of breed at constant weight</u>					
RDM	1278	2.82	2.27	1.89	2.49
SDM	835	2.81	2.22	1.63	2.57
DRK	118	2.65	2.22	1.43	2.58
<u>Level of significance</u>	N.S.	x	x x x	x x	x x x
<u>Effect of breed at different weight</u>					
RDM	799	2.80	2.25	1.92	2.41
250 kg SDM	461	2.80	2.15	1.63	2.49
DRK	66	2.81	2.24	1.64	2.58
<u>Level of significance</u>	N.S.	x x	x x	x x	x x
RDM	569	2.84	2.29	1.85	2.57
450 kg SDM	374	2.82	2.28	1.63	2.65
DRK	52	2.88	2.20	1.24	2.59
<u>Level of significance</u>	N.S.	N.S.	x x	N.S.	x x

For scoring a 11 point hedonic scale was used where -5 is extremely bad, 0 is neither good nor bad, and +5 is ideal.

Table 3. Correlation coefficients of shear and adhesion values between beef *M. Longissimus dorsi* and *semitendinosus*.

age of slaughter				
	7½ month (n = 27)	12 month (n = 31)	15 month (n = 25)	all animals (n = 83)
<u>Warner Bratzler shear</u>				
Heat treatment 64°C	0.31	0.07	-0.13	0.01
- - 80°C	0.52 ^{xx}	0.34	0.00	0.16
<u>Muscle fiber adhesion</u>				
Heat treatment 64°C	-0.25	0.10	-0.30	0.02
- - 80°C	-0.13	-0.26	0.02	0.11

(Liboriussen, 1974)

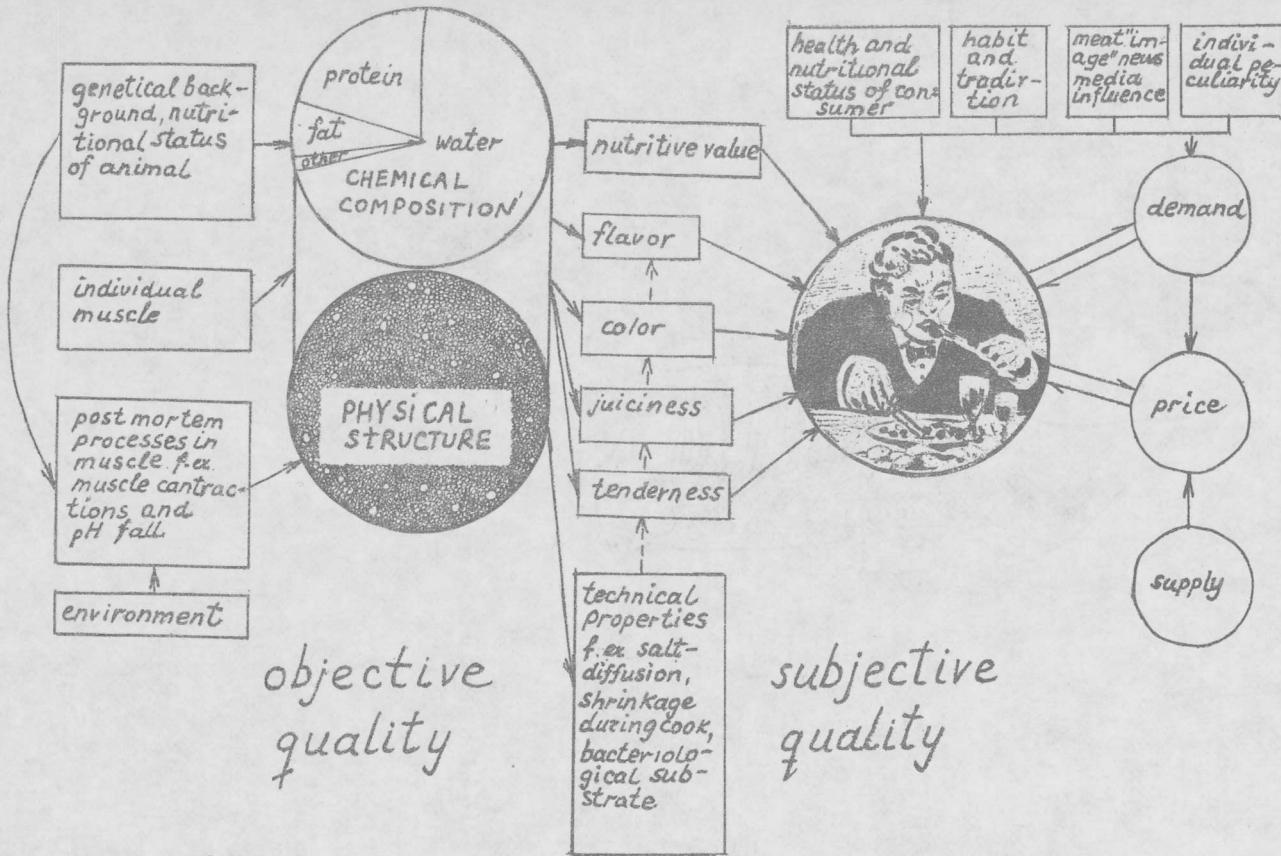


Figure 1. Elements of the concept of meat quality.

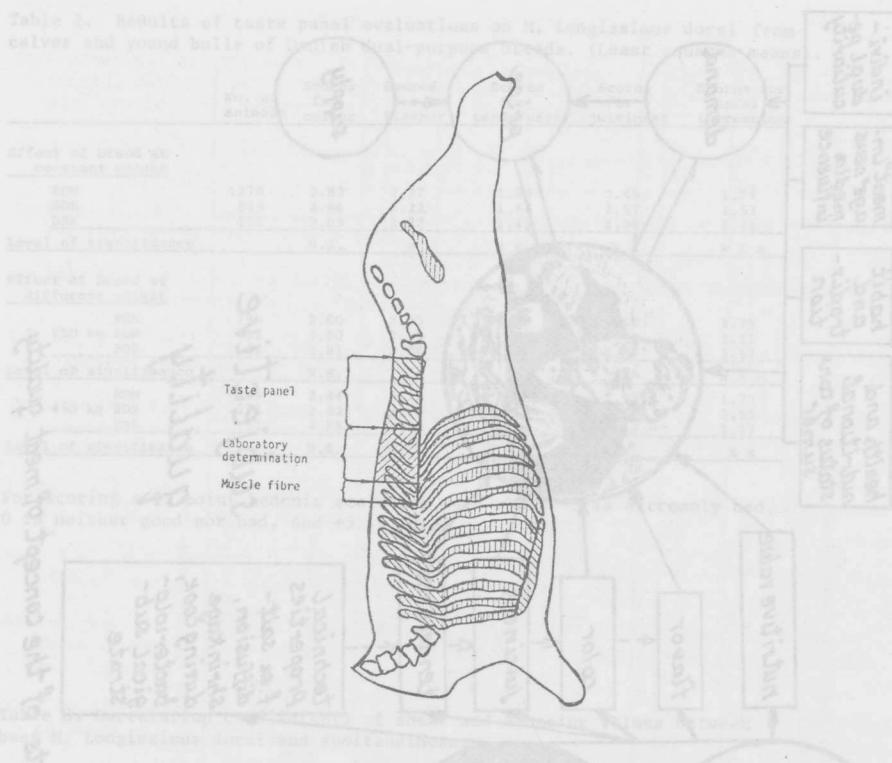


Figure 2. Positions of meat sampling in Danish beef quality study.

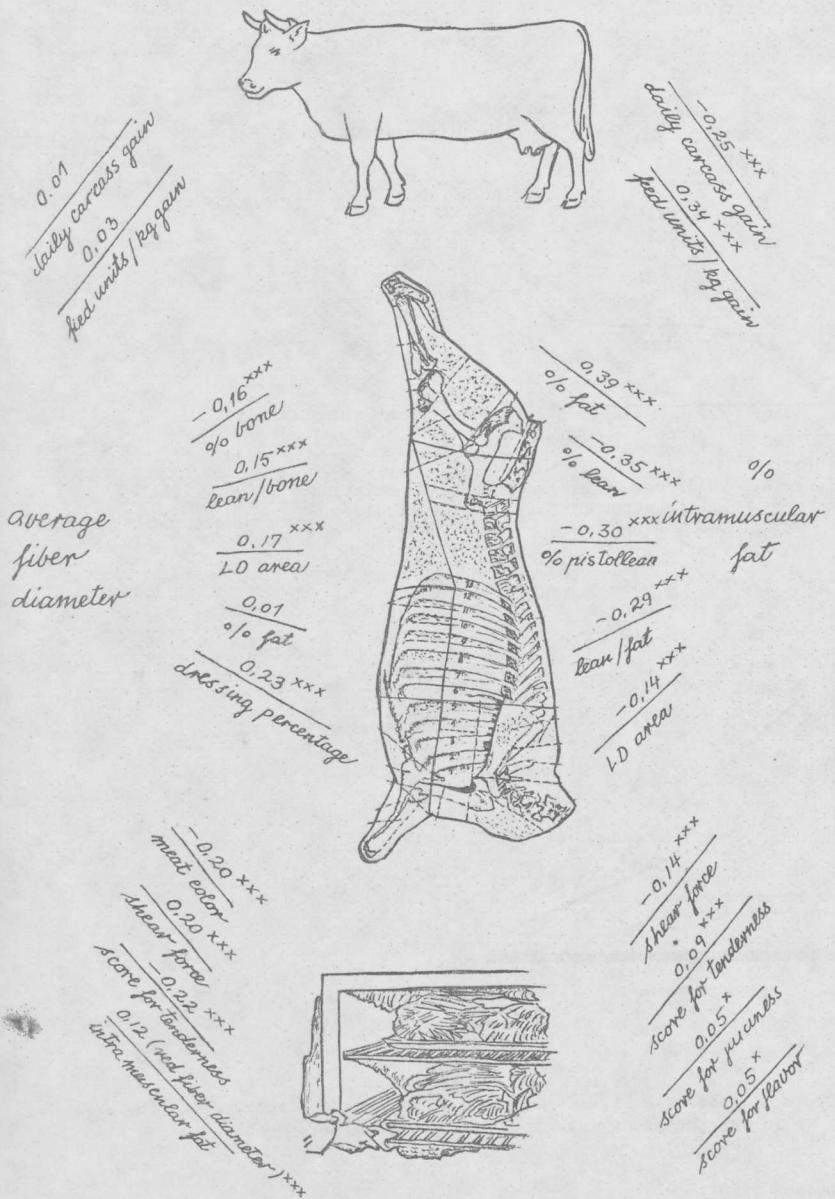


Figure 3. Relationships of average fiber diameter and intramuscular fat to production and meat quality traits expressed as correlation coefficients.

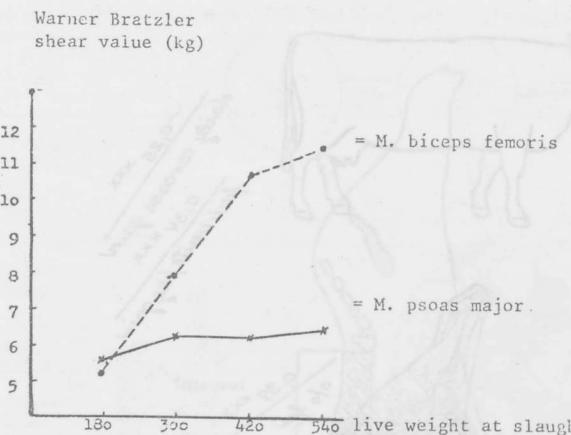


Figure 4. Shear values of two muscles in relation of live weight at slaughter of Danish RDM bullcalves.

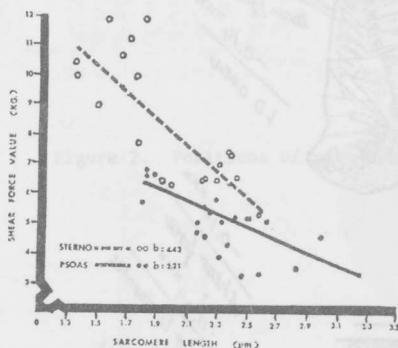


Figure 5. Regression lines for shear force versus sarcomere length of the psoas major and sternomandibularis muscles.

(Dutson et al. 1976)