

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ МЯСА

Д-р Жарко Трумич
Институт технологии мяса,
СФРЮ

В прошлом году, в Мальме, в сессии "Охлаждение, замораживание и размораживание мяса" во вступительном докладе под названием "Холод в производстве мяса" д-р Олушки представил исчерпывающий обзор литературы и трудов, в которых исследовались воздействие холода на мышцу, а также способы, затормаживающие сокращение саркомера в течение охлаждения, т.е. механические, замедляющие интенсивное охлаждение и электрической стимуляции, как эвентуального рутинного способа в практике (В.Олушки, 1976). Именно поэтому я ограничусь в своем вступительном докладе преимущественно на новейших трудах по собственному выбору, делая в основном упор на труды, представленные на этот Конгресс, а также на эвентуальную, ими вызванную дискуссию.

Кроме того, я хотел бы напомнить, что здесь, в Москве, в сентябре 1975 года, состоялся XIV Международный конгресс по холоду, на котором, именно на сессии рассматриваемой области, был представлен ряд интересных докладов. Естественно, что я в своем докладе обращаюсь к некоторым из них.

О х л а ж д е н и е

Для получения мясных продуктов высокого качества требуется широкое использование холода. Всесторонние исследования биофизических, биохимических, гистологических и других изменений, происходящих в мясе при его холодильной обработке, указывают на целесо-

образность интенсификации процессов охлаждения, замораживания и размораживания мяса. Чем быстрее осуществляются эти процессы, тем выше товарное качество мяса и меньше естественные потери (А.П.Шейфер, А.К.Саатчан, Г.Д.Кончаков, 1972).

Согласно этому, быстрое снижение температуры мяса до температуры хранения имеет первостепенное значение. Однако быстрое снижение температуры как на поверхности, так и в толще мяса, неизбежно замедляет развитие автолитических процессов. Понижение температуры до близкой к 15°C значительно уменьшает скорость распада АТФ и, следовательно, интенсивность развития окоченения (Бендалл, 1973). Поэтому последующие стадии автолиза мяса отстают в их развитии, как это происходит в медленноохлажденном мясе, что дало основание для сомнения в целесообразности интенсивного охлаждения мяса.

Установлено (Локер, Даинес, 1976), что при повышении температуры мышцы в завершающей фазе окоченения (24 часа при 2°C , а затем 7 час. при 37°C) вполне устраняется жесткость мяса, в котором саркомеры, из-за воздействия холода, сокращены. Хотя окоченение мышцы осталось, жесткость все-таки исчезла. Возможно, что повышение температуры в завершающей фазе окоченения действует в течение окоченения на связь между миозин- и актин-тропомиозин-тропоминовыми комплексами.

С той же целью — как можно более длительного хранения мяса — потому что потребители, однако, предпочитают охлажденное, а не замороженное мясо и требуют, чтобы оно было высокого товарного качества, могло храниться длительное время, на XIV Международном конгрессе по холоду (Москва, 1975) был затронут важный вопрос о возможности разделки туш в парном состоянии с последующим охлаждением кусков мяса (К.Вален, А.Лакур, К.Турай, Ж.Фурно). Проведенные опыты привели к выводу что, если парные бескостные отрубы мяса немедленно упаковать в пленку под вакуумом, выдержать в течение 36 час. при 11°C для развития посмертного окоченения без холодового стресса, а затем охладить до 1°C , то по качеству мясо не уступит полученному по обычной технологии и может храниться до 3 недель.

Для сопоставительной оценки влияния способов охлаждения на биологическую ценность белков мяса можно использовать метод ферментативного гидролиза (А.Соколов, С.Елизарян, Е.Минковский, 1972). Пос-

ле 7 суток хранения некоторое предпочтение было отдано органолептическим показателям мяса медленного охлаждения; в последующем более высокие оценки неизменно получили образцы мяса, подвергавшегося интенсивному охлаждению (А.Союлов, Т.Рудинцева, Н.Шишкина, Л.Колесникова, 1976).

Один из важных вопросов – быстрое охлаждение говяжьего мяса и его способность поглощать воду. Это нужно знать в производстве колбасы, тем более что кондиционирование перед охлаждением уменьшает способность поглощения воды.

На основании результатов лабораторных и производственных опытов по выработке колбас из быстроохлажденного мяса (при 0°C) и мяса, хранившегося 24 часа при 12°C, а потом охлажденного при 0°C, установлено (О.С.Браатен), что мясо, охлаждаемое после кондиционирования, имеет ту же способность поглощения воды, как и быстроохлажденное, что до сих пор не было известно.

С другой стороны, исследования показали (К.Хоникел, Р.Хамм, 1977), что, пройдя через стадию **"cold shortening"**, мясо обладает меньшей способностью поглощать воду, чем медленноохлажденное. Однако часто разница между отдельными мышцами одного и того же животного, а также между отдельными животными, больше, чем в случае между медленно или быстроохлажденным мясом.

Исследования в Югославии (Ф.Бучар, А.Фрэнлих, Б.Цлендер, 1977) показывают, что вызванная охлаждением жесткость мяса возникает в существующих технологических условиях получения мяса и особенно у качественных кусков говяжьего мяса и, что очень важно, – в мясе телят. Сопоставляя результаты исследований по определению жесткости мяса в нашей стране с литературными данными, создается впечатление, что этот фактор у нас более резко выражен. Это, вероятно, потому, что этот феномен у нас более резко выражен. Это, вероятно, потому, что говяжье мясо в Югославии менее жирное, чем в странах, в которых проведены первые и главные исследования (Новой Зеландии, Великобритании, США, Австралии). Достопримечательно, что даже потребители замечают ухудшение нежности телячьего мяса, не зная причины.

Эти факты показывают необходимость изменений в области технологии мяса; иными словами, новых операций в технике убоя, способов охлаждения, новых методов в строительстве боен и в распределении мяса (Ф.Бучар, В.Олушки, 1977), с основной целью интенсифицировать

процесс охлаждения с получением желаемой нежности охлажденного мяса и его лучшей сохраняемости.

Особое значение придается сегодня проблеме консервирования мяса в охлажденном виде (А.М.Бражников, Б.П.Камовников, Э.И.Каучешвили, 1976). В СССР в десятой пятилетке предстоит решить серьезную задачу — расширить реализацию охлажденного мяса до 80% всего объема его продажи. Учитывая весьма ограниченные сроки хранения охлажденного мяса (от 7 до 10 дней), необходимо разработать способы, с помощью которых продолжительность хранения будет увеличена до 3-4 недель. В первую очередь, целесообразно использовать возможность хранения мяса в регулируемой газовой среде, в условиях близкриоскопических температур, в полимерной упаковке.

З а м о р а ж и в а н и е

Несмотря на применяемый метод охлаждения, он часто, по ряду причин (длительная транспортировка или хранение) не в состоянии продлить сроки хранения мяса. Для более продолжительного хранения мясо должно быть замороженным. Кроме того, замораживание мяса в отдельных случаях является частью технологического процесса, посредством которого обеспечивается более экономичный и качественный продукт (В.Олушки, 1973).

Замораживание мяса однофазным способом, в отличие от двухфазного с предварительным охлаждением, производится немедленно, т.е. когда оно находится еще в парном состоянии. При этом вследствие увеличения перепада температур между мясом и воздухом в морозилке процесс замораживания резко интенсифицируется, что дает существенный технико-экономический эффект (А.П.Шеффер и др., 1972).

Многочисленные труды говорят в пользу однофазного замораживания мяса. Мясо должно быть замороженным, когда его влагопоглощаемость самая большая, а это значит, когда оно находится еще в парном состоянии, поскольку тогда и денатурация белков меньшая, особенно, если мясо замораживается быстро. В нашей стране проведенные исследования полностью согласуются с этими утверждениями (С.Каран-Джурдич, 1969).

Преимуществом применения быстрого однофазного замораживания мяса является экономия производственных площадей и снижение капитальных затрат при строительстве мясоперерабатывающих предприятий (А.П.Шеффер и др., 1972). Однако общеизвестно, что качество замо-

роженного мяса ниже, чем незамороженного. Это влияние замораживания особенно очевидно, когда мясо замораживается при температуре, близкой к его точке замерзания. В литературе можно найти целый ряд объяснений этого явления, но ни одно из них не доказано. Новейшая гипотеза (С.Тышкевич, И.Тышкевич, 1975) заключается в том, что снижение качества мяса при замораживании главным образом связано со скоростью и характером криодиффузии. Происходит миграция минеральных веществ во внутренний слой мяса при замораживании, в результате чего содержание их внутри куска замороженного мяса оказывается почти вдвое больше, чем в наружных слоях, тогда как содержание растворимых белков во внутренних слоях, наоборот, снижается. Изменение концентрации ионов в меж- и внутриклеточной жидкости оказывает влияние на поведение протеинов. Степень увеличения концентрации ионов зависит от скорости движения фронта льда, таким образом, более низкая скорость замораживания должна вызвать более сильные изменения в характеристиках ткани.

Характер и степень изменений ткани у животных в течение замораживания большей частью зависят и от свойств механической структуры мышечной ткани. Максимальный предел прочности мышечной ткани отмечен в период до окоченения; в течение посмертного периода окоченения структурно-механические свойства ткани теряются; под влиянием однофазного замораживания, однако, они только изменяются. В результате замораживания-размораживания (А.Т.Пискарев, Н.К.Федорова, М.А.Дибирасулаев, 1975) прочность мышечной ткани крупного рогатого скота, определяемая в направлении мышечных волокон, снижается на 30-50%, а определяемая поперечно - 15-30%. С этими изменениями в значительной степени связаны и изменения морфологической структуры и гидрофильных свойств мышечной ткани.

Особенно хорошо прослеживаются структурные изменения, возникающие в мышечной ткани как следствие замораживания и хранения замороженного мяса с помощью гистологических и электронно-микроскопических исследований. Парное и предварительно охлажденное мясо замораживалось и хранилось 2 года при -20°C неупакованное или упакованное в полиэтиленовую пленку (Е.Сканский, П.Павловский, Л.Медведева, А.Белосов, 1976). Результаты этих исследований показывают, наряду с известными разнициами в объеме ледяных кристаллов, ясную разницу в автолизе гранулированных элементов саркоплазмы между

мясом, замораживаемым в парном состоянии, и предварительно охлажденным. В первом случае автолиз продолжается до 8 мес. хранения, а в другом — заканчивается еще до замораживания. Кроме того, формирование губкообразного слоя под поверхностью мяса, как следствие сублимации льда, отсутствует у упакованного мяса, из-за чего и предлагается хранение замороженного мяса, упакованного после замораживания в полиэтиленовые пленки.

Также исследована и протеолитическая активность мяса, замороженного в парном состоянии, хранившегося год при -10°C , -18°C и -28°C (Н.А.Головкин, Л.А.Мелузова, 1975). Отмечен минимум протеолитической активности в течение 5-7 месяцев хранения. Отмечено также, что активность катепсина изменяется самым сильным образом при замораживании и хранении при -28°C . Снижение протеолитической активности замороженного хранившегося мяса связано с накоплением мукополисахаридного компонента внутри мышечной ткани и с формированием комплекса, в котором катепсин имеет низкую активность. Вторичное повышение активности катепсина и действие ферментов миофибриллярных белков в юнце хранения доказывает диссоциацию упомянутого комплекса.

Также следили за биохимическими и органолептическими изменениями рубленой говядины, быстрозамороженной при -40°C и хранившейся под вакуумом или в присутствии воздуха при -20°C (Ж. Жиррар, К. Туррай, Д.Симатос, К. Вален, 1975).

Протеолитические и липолитические изменения происходят преимущественно на протяжении двух первых месяцев хранения, затем они замедляются. Напротив, значительное изменение органолептических характеристик отмечалось только после двухмесячного хранения.

Быстрым замораживанием рубленой соленой и несоленой говядины сразу же после убоя возможно на протяжении недель и месяцев сохранить высокое содержание АТФ; варенные колбасы, сделанные из этого сырья, имеют превосходное качество при условии, что замороженное мясо до переработки не размораживали (Р.Хамм, А.Бадави, К.Хоникел). При хранении такого мяса при -12°C на протяжении нескольких недель значительно снижается количество АТФ и гликогена; это разложение при -20°C в большой мере замедлено, а при -30°C совсем прекращается. Поэтому нужно рубленое соленое и несоленое говяжье мясо хранить при температурах ниже -20°C . Что касается

температуры хранения замороженного мяса и вообще замороженных продуктов, на XIV Международном конгрессе по холоду в ряде докладов подтверждался ставший традиционным взгляд, что наилучшие результаты дает хранение при возможно более низких температурах (Д.Г.Рютов, 1976). Установлено, что применение температуры -30°C позволяет лучше сохранить качество мяса и удлинить срок хранения упакованных говяжьих отрубов до 15 мес., свинины мясной — до 12 мес. вместо 12 и 9, соответственно, при -18°C (Л.Д.Васильева, Г.З.Якубов, И.И.Каргальцев, А.И.Пискарев, Е.Л.Моисеева, Г.А.Баландина, Л.М.Хохлова, Н.Т.Донцова, Е.В.Гунар, 1955). Однако существует и обоснованное мнение, что чрезмерно низкие температуры хранения замороженных продуктов ухудшают качество. Исходя из питательной ценности белков, характеризуемой по их атакуемости ферментами, наиболее целесообразное замораживание мяса в парном состоянии и хранение его при -10°C в течение 12 мес. в условиях, исключающих естественную убыль за счет испарения (Н.А.Головкин, Л.А.Мелузова, 1975).

Не входя в дискуссию по этой практически важной проблеме, считаем, что вопрос об оптимальном температурном режиме хранения замороженных продуктов животного происхождения представляется весьма спорным и требует глубокого изучения.

Размораживание

Изыскание наиболее рационального способа размораживания, при котором сокращается продолжительность процесса и сохраняется товарное качество мяса, представляет большой научный и практический интерес. Размораживание — это завершающий технологический процесс холодильной обработки мяса, целью которого является максимальное восстановление его первоначальных свойств. При замораживании и последующем хранении мясо претерпевает некоторые необратимые изменения, обусловленные развитием биохимических и других процессов. В связи с этим исходные свойства мяса при размораживании восстанавливаются не полностью. Однако при правильном ведении процесса размораживания отрицательное влияние замораживания на биологические свойства и пищевую ценность мяса может быть существенно уменьшено (А.П.Шеффер и др., 1972).

Основываясь на аналитических исследованиях размороженного мяса (свободное вытекание сока, способность поглощения воды, изменение

цвета, pH, растворимость белка, микробиологические количественные показатели), можно получить наилучшее качество говяжьего мяса, применяя следующие параметры воздуха при размораживании: температура 14-15°C, скорость 2,5 м/с, относительная влажность 95-98% (З.Нидзилски, Л.Кулаговска, 1975).

Однако оптимальный способ размораживания мяса для всех условий практически невозможно определить. Технические возможности, экономические интересы и гигиенические требования не совпадают во всех случаях. Поэтому выбор способа размораживания является в самом деле компромиссом, который в данной ситуации как можно лучше отвечает на вопрос.

ЛИТЕРАТУРА

- Bendal J.R. (1973); *The Biochemistry of Rigor Mortis and Cold Contracture*; XIX-ème Réunion Européenne des Chercheurs en Viande, VI, Paris.
- Bražnikov A.M., Kamovnikov B.P., Kauhčesvili E.I. (1976): *Holodilnaja tehnika*; №11, 7-8.
- Braathen O.S. (1975): *Comparison of the Water-Holding Capacity of Quick Chilled Beef and Beef Chilled after a Conditioning Period*; 21st European Meeting of Meat Research Workers; Berne.
- Bušar F. (1977): *Tehnologija mesa*; №1, 3-6.
- Bušar F., Oluški V. (1977): *Tehnologija mesa*; №1, 7-10.
- Valin C., Lacourt A., Touraille C., Fournaud J. (1975): *XIV Meždunarodnij kongres po holodu (XIV M.K.X.)*; C2.54; Moskva.
- Vasilyeva L.D., Yakubov G.Z., Kargaltsev I.I., Piskarev A.I., Moiseyeva E.L., Balandina G.A., Khokhlova L.M., Dontsova N.T., Gunar E.V. (1955): *XIV M.K.X.*; C2.56; Moskva.
- Girard J.P., Touraille C., Simatos D., Valin C. (1975): *XIV M.K.X.*; C2.57; Moskva.
- Golovkin N.A., Meluzova L.A. (1975); *XIV M.K.X.*; C2.49; Moskva.
- Karan-Durdić Sonja (1961): *Tehnologija mesa*, №1, 7-8.
- Locker R.H., Daines J.G. (1976): *Tenderness and Relation to the Temperature of Rigor in Cold Shortened Beef*; J. Sci. Fd. Agric.
- Niedzielski Z., Kulagowska L. (1975): *XIV M.K.X.*; C2.60; Moskva.
- Oluški V. (1973): *Prerada mesa*, Beograd.
- Oluški V. (1976): *Cold and Meat Production. Congress Documentation, V.I.*; 22nd European Meeting of Meat Research Workers, Malmö.

Piskarev A.T., Fyodorova N.K., Dibirasulayv M.A. (1975): XIV M.K.X.; C2.24; Moskva.

Rjutov D.G. (1976): Obzor dokladov na zasedanijax komisiji C2; Holodiljnaja tehnika, №2, 34-38.

Skanski E., Pavlovski P., Medvedeva L., Belousov A. (1976): M.I. SSSR; №5.

Sokolov A., Egizarjan S., Minkovskij E. (1972): M.I. SSSR, №4, 36-37.

Sokolov A., Rudinceva T., Šiškina N., Kolesnikova L. (1976): M.I. SSSR, №10, 17-20.

Tyszkiewicz St., Tyszkiewicz I. (1975): XIV M.K.X.; C2.53; Moskva.

Fröhlich A., Zlender B., Bučar F. (1977): Tehnologija mesa; №1; 11-6.

Hamm R., Badawi A.A., Honikel K.O. (1977): Einfluss des Gefrierens auf biochemische Veränderungen in zerkleinertem vorge-salzenem Rindfleisch; Kulmbacher Woche.

Honikel K.O., Hamm R. (1977): Einfluss des Kühlens auf bioche-mische Veränderungen in frisch erschlaachtetem Rindfleisch; Kulm-bacher Woche.

Seffer A.P., Saatčan A.K., Končakov G.A. (1972): Intensifika-cija chlaždenija, zamozaživanija i razmoraživanija mjesa; Piščevaja promišljenost; Moskva.

COLD UTILIZATION FOR MEAT PRESERVATION

Dr. Ž. Trumić, The Institute of Meat Technology,
Yugoslavia.

Last year in Malmö at the Session "Meat chilling, freezing and thawing" Dr. V. Oluški in his introductory paper "Cold and Meat Production" gave a comprehensive review of the literature dealing with cold effect upon muscles, as well as with the procedures retarding sarcomere contraction during chilling, i.e. mechanical ones which inhibit intensive chilling, and electric stimulation as an eventual, routine practical method (V. Oluški, 1976). That is why I shall restrict my introductory paper mostly with

the latest results(according to my own preference) and concentrate on the contributions to this Congress, as well as on the probable discussion induced by them.

Besides, I would like to remind you, that here in Moscow, in September 1975, the International Congress of Refrigeration was held where at a similar session a number of interesting papers was presented. In my report I shall, naturally, refer to some of them.

Chilling

To prepare high-quality meat products, it is necessary to extensively use refrigeration. Comprehensive studies into biophysical, biochemical, histological, etc. changes in meat during its cold treatment points to the expediency of intensifying meat chilling, freezing and thawing processes. The faster these processes, the better meat appearance and the lower shrinkage (A.P. Sheffer, A.G. Saatchan, G.D. Kontchakov, 1972).

In this regard, a quick reduction of meat temperature down to the storage one is of primary importance. However, quick temperature lowering both on the surface and in the depth of meat, inhibits inevitably the development of autolytic processes. A temperature fall down to nearly 15°C slows down considerably ATP decomposition and, hence, the course of rigor mortis (J.R. Bendall, 1973). The subsequent stages of meat autolysis are, therefore, retarded like in slowly chilled meat, this being the reason for doubting the expediency of meat intensive cooling.

It was established (R.H. Locker, J.G. Daines, 1976) that increased muscle temperature at the final stage of rigor (24 hours at 2°C, then 7 hours at 37°C) eliminates fairly toughness of meat with cold-shortened sarcomeres. Though the rigor has not been resolved, toughness was eliminated. It is probable that a temperature increase at the final stage of rigor mortis influences the links between myosin- and actin-tropomyosin-troponin complexes.

It was with the same purpose - to keep meat as long as possible (the consumers prefer chilled rather than frozen meat and demand that it should be of a high salable quality and of good keepability), that the XIVth International Congress of Refrigeration (Moscow, 1975) touched upon an important aspect of feasible

freshly-warm meat carcass cutting followed with out cooling (C. Valin, A. Lacourt, C. Touraille, J. Fournaud, 1975). The experiments carried out allowed to conclude that if fresh-warm boneless meat cuts were immediately vacuum-packed, conditioned at 11°C for 36 hr to permit rigor development with cold stress, and then cooled down to 1°C , such meat was not inferior in quality to that treated conventionally and could be stored for up to 3 weeks.

To compare the effect of a cooling procedure upon the biological value of meat proteins, the enzymatic hydrolysis method might be used (A. Sokolov, S. Egizaryan, E. Minkovsky, 1972). After 7-month storage slowly-cooled meat was organoleptically preferred; later on, intensively-cooled meat samples were invariably scored higher (A. Sokolov, T. Roudintseva, N. Shishkina, L. Kolesnikova, 1976).

An important questions that of fast cooling of beef meat and of its water-absorbing capacity. It is to be known in sausage production, moreover that conditioning prior to cooling reduces meat water-absorbing capacity.

On the basis of laboratory and production tests on sausage production from quickly-chilled meat (at 0°C) and from meat conditioned at 12°C for 24 hours and then chilled at 0°C , it was found (O.S. Braathen, 1975) that the water-absorbing capacity of chilled, pre-conditioned meat was similar to that of quickly-chilled meat. This was not known previously.

On the other hand, K.O. Honikel and R. Hamm (1977) showed that, upon passing through the "cold-shortening" phase, meat absorbed less water than slowly-chilled one. But differences among individual muscles of the same animal or among animals were greater as compared to slowly- or quickly-chilled meat.

Studies carried out in Yugoslavia (F. Bučar, 1977; A. Frönllich, B. Zlender, F. Bučar, 1977) demonstrate that cold-induced meat toughness occurs under the existing technological conditions of meat production and especially in high-quality beef cuts, and this is very important - in veal.

Comparison of meat toughness, observed in Yugoslavia, with the data available in literature (such a comparison is possible due to different conditions and procedures used) gives an impres-

sion that this phenomenon is more pronounced in our country. This is, probably, due to the fact that in Yugoslavia beef meat is less fatty than in the countries where the early and very important studies were performed (New Zealand, Great Britain, USA, Australia). It is noteworthy that even consumers notice a decrease in veal tenderness without understanding the reason.

These facts indicate the necessity of changing meat technology; in other words, the necessity of new operations in slaughter technique, chilling procedures, new methods in abattoir construction and in meat distribution (F. Bučar, V. Oluški, 1977), aimed at intensifying chilling to achieve desirable tenderness and keepability of chilled meat.

Of special importance is now the problem of meat preservation by refrigeration (A.M. Brazhnikov, B.P. Kamovnikov, E.I. Kaukhcheshvili, 1976). In the USSR, during the 10th Five-Year Period they are to solve a serious task, viz., to enlarge chilled meat sale up to 80% of the total meat volume. Considering a rather limited storage life of chilled meat (7-10 days), it is necessary to develop procedures which would help increase the storage life up to 3-4 weeks. First of all, it is expedient to practise polymer-wrapped meat storage in a controlled gas atmosphere, under the conditions of near-cryoscopic temperatures.

Freezing

Despite a cooling procedure applied, it often cannot extend meat storage time by a number of reasons (long transportation, prolonged storage, etc.). For longer storage meat must be frozen. In addition, in some cases meat freezing is a part of a technological process which ensures a more economical and a higher-quality product (V. Oluški, 1973).

One-stage meat freezing, as distinct from two-stage one with pre-chilling, is carried out immediately when meat is still warm. Due to a higher temperature difference between the meat and the air in a freezer, freezing is greatly accelerated, thus yielding a considerable technico-economical effect (A.P. Sheffer et al., 1972).

Numerous articles support meat one-stage freezing. Meat must be frozen when its water-absorbability is at maximum; it means when

it is still in the fresh-warm condition, as at that moment protein denaturation is minimal, especially if meat is frozen quickly. The investigations carried out in our country agree well with these statements (S. Karan-Djurđić, 1969).

Advantages of the application of quick one-stage freezing of meat are lower production space and capital investments in the construction of meat processing plants (A.P. Sheffer et al., 1972). It is, however, well-known that frozen meat quality is inferior to that of fresh meat. This effect of freezing is especially pronounced when meat is frozen at the temperature close to its freezing point. In literature one can find several explanations of this phenomenon, but none of them has been proved yet. The latest hypothesis (S. Tyszkiewicz, I. Tyszkiewicz, 1975) consists in that meat quality during freezing is lowered, mainly due to the rate and nature of cryodiffusion. Minerals migrate into meat interior layers, this resulting in their almost doubled content in the inner layers as compared to the outer ones, whereas soluble proteins level in meat interior layers is, vice versa, reduced. Changes in ion concentrations in the inter- and intracellular liquid influence proteins behaviour. The rate of ion concentration growth depends on ice front velocity; thus a lower freezing rate should cause more severe changes in tissue characteristics.

The nature and degree of animal tissue changes during freezing depend, mostly, on the properties of muscle mechanical structure. The maximum limit of muscle strength falls to the pre-rigor period; during rigor mortis the muscular tissue loses its structural-mechanical properties; one-stage freezing, however, only causes their changes. Freezing-thawing result in decreased strength of beef muscle: by 30-50% along muscle fibers, by 15-30% across them (A.T. Piskaryov, N.K. Fyodorova, M.A. Dibirasoulayev, 1975). Changes in muscle morphological structure and hydrophilic properties are greatly related to the above alterations.

It is especially efficient to follow the structural changes in the muscular tissue as a consequence of freezing and frozen storage by means of histological and electrono-microscopic examinations. Fresh-warm and pre-chilled, non-packed or polyethylene-packed meat, could be frozen-stored at -20°C for two years (E. Skansky, P. Pavlovsky, L. Medvedeva, A. Belousov, 1976). Their results indicate a clear difference in the autolysis of sarcoplasmic granu-

lated elements in fresh-frozen and prechilled-frozen meat, as well as known differences in ice crystal size. In the former case (fresh-frozen) the autolysis proceeds during 8-month storage, in the latter one it is completed prior to freezing. Besides, sponge-like layer formation under the meat surface as a result of ice sublimation does not occur in packed meat; due to this, it is suggested that meat be frozen and polyethylene-packed after freezing for storage.

The proteolytic activity of fresh-frozen meat, stored at -10°C , -18°C and -28°C for one year was also studied (N.A. Golovkin, L.A. Melouzova, 1975). The minimal proteolytic activity was noted during 5-7-month storage. It was also noticed that cathepsin activity altered immensely during freezing and storage at -28°C . Lower cathepsin activity of frozen and stored meat is connected with the intramuscular accumulation of the mucopolysaccharide component and with the formation of a complex where cathepsin is of a low activity. Cathepsin re-activation and the action of the enzymes of myofibrillar proteins at the end of storage prove the dissociation of the above complex.

The authors also followed the biochemical and organoleptical changes in ground beef quick-frozen at -40°C and stored at -20°C under vacuum or in the air (J.P. Girrard, C. Taureille, D. Simotos, C. Valin, 1975). Proteolytic and lypolytic changes occur, predominantly during the first 2 months of storage, then they slow down. Unlike it, considerable changes in organoleptical scores were observed only after 2-month-storage.

By freezing ground cured or fresh beef immediately after slaughter it is possible to maintain a high ATP content for weeks and months; cooked sausages made of this meat are of a superior quality provided that meat is not thawed prior to processing (R. Hamm, A.A. Badawi, K.O. Honikel, 1977). Storage of such meat at -12°C for several weeks reduces greatly ATP and glycogen levels, this reduction being much slower at -20°C and completing at -30°C . Therefore, it is necessary to store ground cured and non-cured beef meat at the temperatures lower than -20°C . As far storage temperatures of frozen meat and, in general, of frozen foods, a number of papers of the XIVth International Congress of Refrigeration confirmed the traditional point of view that the best re-

sults are achieved in case of storage at as low temperatures as possible (D.G. Ryutov, 1976). It was found that the temperature of -30°C allowed to preserve meat quality and to extend the storage time of packed beef cuts up to 15 months, of meaty-type porc up to 12 months instead of 12 and 9 months, respectively, at -18°C (L.D. Vasilyeva, G.Z. Yakoubov, I.I. Kargaltsev, A.I. Piskaryov, E.L. Moiseyeva, G.A. Balandina, L.M. Khokhlova, N.T. Dontsova, E.V. Gunar, 1955). However, there is a reasonable opinion that extraordinarily low storage temperatures of frozen foods are harmful for their quality. From the viewpoint of proteins nutritive value characterized by their digestibility with enzymes, it is most reasonable to freeze fresh meat and to store it at -10°C for 12 months under such conditions which eliminate meat shrinkage through evaporation (N.A. Golovkin, I.A. Melouzova, 1975).

Without going into details on this, practically very important problem, I think that the question of the optimum storage temperatures of frozen animal foods seems rather disputable and needs comprehensive studying.

Thawing

The search for the most rational thawing method, which cuts the process time and helps to retain the salable quality of meat, is of great scientific and practical interest. Thawing is the final technological process of meat cold treatment aimed at the maximal recovery of its initial qualities. During freezing and subsequent storage meat is subject to some irreversible changes determined with the biochemical and other processes. In this connection the initial properties of meat cannot be reconstituted completely. However, the proper course of thawing can considerably diminish the unfavourable effect of freezing upon meat biological properties and food value (A.P. Sheffer et al., 1972).

On the basis of the analytical studies into thawed meat (free juice release, water-holding capacity, colour, pH, protein solubility, microbiological quantitative characteristics), one can achieve the best possible quality of beef meat, applying the following air parameters during thawing: temperature $14-15^{\circ}\text{C}$, velocity 2.5 m/s, R.H. 95-98% (Z. Niedzielski, L. Kulagowska, 1975).

It is , however, practically impossible to determine the universal optimum method of meat thawing. Technical possibilities, economic interests and hygienic requirements do not coincide in all the cases. Therefore, the choice of a thawing method is, in fact, a compromise which solves the problem in the best way in any given situation.

Literature

- Bendall J.R. (1973): The Biochemistry of Rigor Mortis and Cold Contracture; XIX-eme Réunion Européenne des Chercheurs en Viande, VI, Paris.
- Bražnikov A.M., Kamovnikov B.P., Kauhčesvili E.I. (1976): Holadi-ljnaja tehnika; No II, 7-8.
- Braathen O.S. (1975): Comparison of the Water Holding Capacity of Quick Chilled Beef and Beef Chilled after a Conditioning Period; 21st European Meeting of Meat Research Workers; Bern.
- Bučar F. (1977): Technologija mesa, No. I, 3-6.
- Bučar F., Oluški V. (1977): Technologija mesa V No I, 7-10.
- Valin C., Lacourt A., Touraille C., Fournaud J. (1975): XIV Meždunarodnij kongres po holodu (XIV M.K.X); C2.54; Moskva.
- Vasilyeva L.D., Yakubov G.Z., Kargaltsev I.I., Piskarev A.I., Moiseyeva E.L., Balandina F.G.A., Khokhlova L.M., Dontsova N.T., Gunar E.V. (1975): XIV M.K.X; C2.56; Moskva.
- Girard J.P., Touraille C., Simatos D., Valin C. (1975): XIV M.K.X. C2.57; Moskva.
- Golovkin N.A., Meluzova L.A. (1975): XIV M.K.X.; C2.49; Moskva.
- Karan-Durđić Sonja (1969): Technologija mesa, No I, 7-8.
- Locker R.H., Daines J.G. (1976): Tenderness and Relation to the Temperature of Rigor in Cold-Shortened Beef; J.Sci. Fd. Agric.
- Niedzielski Z., Kulagowska L. (1975): XIV M.K.X.; C2.60; Moskva.
- Oluški V. (1973): Prerada mesa. Beograd.
- Oluški V. (1976): Cold and Meat Production, Congress Documentation, V.I.; 22nd European Meeting of Meat Research Workers, Malmö.

Piskarev A.T., Fyodorova N.K., Dibirasulayev M.A. (1975): XIV M.K.X.; C2.24; Moskva.

Rjutov D.G. (1976): Obzor dokladov na zasedaniyah komisiji C2; Holodiljnaja tehnika, No 2, 34-38.

Skanski E., Pavlovski P., Medvedeva L., Belousov A. (1976): M.I. SSSR; No 5.

Sokolov A., Egizarjan S., Minkovskij E. (1972): M.I. SSSR, No 4, 36-37.

Sokolov A., Rudinceva T., Šiškina N., Kolesnikova L. (1976): M.I. SSSR, No 10, 17-20.

Tyszkiewicz St., Tyszkiewicz I. (1975): XIV M.K.X; C2.53; Moskva.

FRöhlich A., Zlender B., Bučar F. (1977): Technologija mesa No I, II-6.

Hamm R., Badawi A.A., Honikel K.O. (1977): Einfluss des Gefrierens auf biochemische Veränderungen in zerkleinertem vorgesalzenem Rindfleisch; Kulmbacher Woche.

Honikel K.O., Hamm R. (1977): Einfluss des Kühlens auf biochemische Veränderungen in frisch erschlachtetem Rindfleisch; Kulmbacher Woche.

Šeffler A.P., Saatčan A.G., Končakov G.A. (1972): Intenzifikacija ohlaždenija, zamožaživanja i razmoraživanja mesa; Piščevaja promišljenost; Moskva.

ОХЛАЖДЕНИЕ, ЗАМОРОЗКА, РАЗМОРОЗКА

Д-р, проф. В. Олушки
Институт технологии мяса, СФРЮ

Уважаемый товарищ председатель!
Дорогие коллеги!

На заводах, производящих и перерабатывающих мясо, используют большое количество холода. С самого начала промышленного способа его производства решался целый комплекс вопросов, связанных с созданием для этой цели оборудования.