

Влияние режимов получения шрота на микроструктуру и термографические свойства коллагена кости

Л. Л. ФАЙВИНШТЕЙН, В. И. ПЛОТНИКОВ, О. О. БАБЛОНН, М. А. БОРИСОВА, С. Е. ПАНКОВА
 Московский научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

Э. Б. ИВАНОВ
 Научно-производственное объединение "Комплекс", Москва, СССР

Существующие методы обезжиривания кости для получения костного шрота, используемого в качестве сырья при производстве желатина и клея, как в СССР, так и за рубежом предусматривают тепловую обработку при температурном режиме менее 100°C. Лимитирование этого параметра обусловлено тем, что коллаген, являющийся основным белком кости, претерпевает более или менее глубокие деструктивные изменения в зависимости от применяемой температуры обработки. Из литературных данных известно, что при продолжительном воздействии температуры выше 100°C происходят глубокие деструктивные изменения коллагена, приводящие к его гидролизу до полипептидов и аминокислот (1, 2, 3). Вследствие этого получаемая кость не пригодна для последующего использования в качестве сырья в производстве желатина и клея.

Нами проведены исследования, направленные на выбор режимов интенсивного обезжиривания кости тепловым методом, при котором обработка кости проводилась при повышенной температуре. В связи с этим большой теоретический и практический интерес представило изучение микроструктуры и структурно-химических свойств коллагена кости после обработки таким способом.

Для определения микроструктуры коллагена кости, подвергнутой обработке при давлении 0,05-0,15 МПа в течение 23-40 мин., отбирали образцы позвонков говяжьих и тазовой говяжьей кости.

Образцы фиксировали в 20%-ном растворе формалина в течение 7 суток, выпиливали кусочки размером 10x10x5 мм, декальцинировали 10%-ной азотной кислотой в течение 15-17 суток, промывали в проточной воде в течение 24 часов, обезжировали в спирте восходящей крепости, заливали на деревянные блоки, а затем уплотняли в 70° спирте и резали на микротоме на срезы толщиной 10-15 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха с последующей докраской эозином, а также по Ван-Гезону.

Параллельно с заливкой исследуемого материала в целлоидин проводили заключение материала в желатин с целью дифференциации жира с окраской его суданом Шо.

Как показали исследования исходных образцов кости, жировые клетки округлой формы, покрыты оболочкой и плотно прилегают друг к другу, костная перегородка компактна, остеоны окрашены в синий цвет, остеоны плотно прилегают друг к другу, гаверсовы каналы и костные клетки четко выражены (рис. 1)

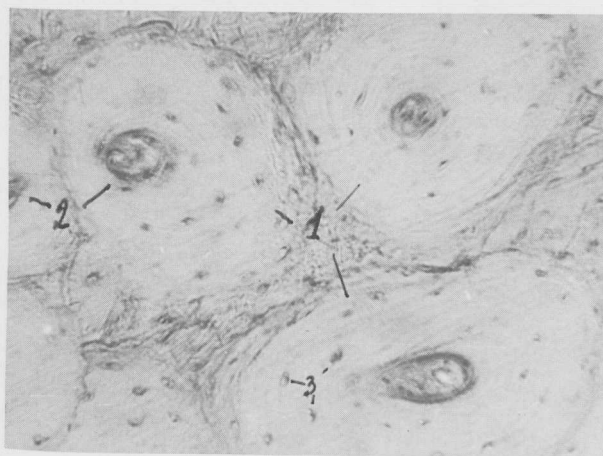


Рис. 1. Микроструктура исходных образцов
 1. Остеоны; 2. Гаверсовы каналы; 3. Костные
 клетки (остеоциты).

Fig. 1 Microstructure of initial samples

- 1 - osteonis
- 2 - Haversian canals,
- 3 - bone cells (osteocytes)

После термической обработки в течение 23- и 40 мин при давлении 0.05-0.1 МПа установлено, что оболочки жировых клеток разрушены, произошла гомогенизация форменных элементов кости, жир вытек из костно-мозговых полостей, остециты частично разрушены (рис.2).

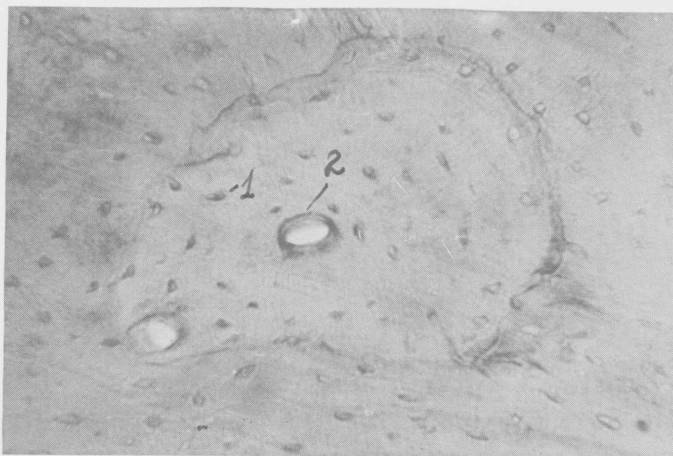


Рис.2. Микроструктура образцов кости после обработки при давлении 0,075 МПа.

1.- частично разрушенные костные клетки (остециты).
2.- гаверсовы каналы.

Fig. 2 Microstructure of bones samples after treatment at pressure 0.075 MPa

1 - partially destroyed bone cells (osteocytes)
2 - Haversian canals

При дальнейшей интенсификации нагрева (до 0.15 МПа) происходит набухание и гомогенизация остеонов, в которых клетки полностью разрушены (рис.3).



Рис.3. Резкое набухание и гомогенизация остеонов

1-остеоны, 2-гаверсовы каналы,
3-костные клетки (остециты).

Fig. 3 Sharp swelling and homogenization of osteons

1 - osteon,
2 - Haversian canals,
3 - bone cells (osteocytes)

Микроструктурные исследования показали, что во всех образцах позвонков и тазовой кости, подвергнутых обработке при давлении 0.05; 0.075; 0.1 МПа и продолжительности 23 и 40 мин микроструктура костной ткани не претерпела значительных изменений: в гаверсовых системах сохраняются костные клетки, пластинки остеонов хорошо различимы и сохраняют свою структуру.

Установлено, что обработка при давлении 0.075 МПа наиболее благоприятна с точки зрения сохранения микроструктуры костной ткани при извлечении жира.

Для изучения влияния режимов обработки на тонкую структуру коллагена кости были проведены определения структурно-химических его свойств методом дифференциально-термического анализа (ДТА). В основе метода лежит автоматическая регистрация теплоглашения образцов, равномерно нагреваемого с заданной скоростью. В момент химических или физических превращений в образце, сопровождаемых тепловым эффектом, на термограмме регистрируются пики теплоглашения, по положению которых судят о температуре превращения /4/.

В ходе исследований изучали процесс сваривания или термической усадки коллагена, в основе которого лежит конформационное превращение этого белка, переход типа "спираль-клубок". Процесс сваривания сопровождается поглощением тепла, идущего на разрыв связей, стабилизирующих структуру коллагена.

Пик теплопоглощения на термограмме коллагена образуется отклонением дифференциальной кривой от базовой линии. Величина этого отклонения пропорциональна количеству тепла, поглощаемого в процессе превращения. Начало отклонения отвечает началу сваривания, максимум отклонения отвечает скорости реакции, а возвращение к базовой линии - завершению процесса в образце. Наличие двух стадий сваривания коллагена характерно для этого белка в натуральном состоянии. Поэтому их наличие или отсутствие, а также температурные параметры процесса сваривания могут характеризовать степень воздействия обработки на качество костного шрота.

В наших исследованиях в качестве объекта изучения служили образцы недеминерализованной кости, обработанной при разных условиях обезжиривания. Контролем служили образцы аналогичной кости (говяжьих позвонков) без тепловой обработки (обезжиривание эфиром).

Дифференциально-термический анализ образцов предварительно измельченной и обводненной кости проводили на 0 - дериватографе производства ВНР при скорости нагрева 2.5 град/мин, скорость записи 2 мм/мин, давление - атмосферное, чувствительность 1/1, эталон - измельченный капралон, нагрев производился до 100°C, масса образца - 1г, держатели - платиновые.

Термограммы, полученные в результате исследований, представлены на рис.4. На представленных термограммах (рис.4) видно, что как в контрольном варианте (сырая измельченная кость, обезжиренная эфиром при комнатной температуре), так и в опытных процессах сваривания протекает в две стадии. Причем температурные характеристики второй стадии сваривания идентичны

$$T_1 = 70 \pm 5^\circ\text{C}; \quad T_2 = 80 \pm 3^\circ\text{C}; \quad T_3 = 96 \pm 3^\circ\text{C},$$

где:

- T_1 - температура начала превращения;
- T_2 - температура максимума превращения;
- T_3 - температура конца превращения.

Эти результаты свидетельствуют о том, что в процессах обезжиривания в условиях термобработки при повышенном давлении 0.05-0.1 МПа в течение 23-40 мин не происходит существенных изменений в структуре коллагена кости.

На основании проведенных микроструктурных и термографических исследований установлено, что разработанные режимы обезжиривания кости давлений 0.05-0.1 МПа в течение 23 и 40 мин обеспечивают получение сырья, пригодного для производства желатина и клея.

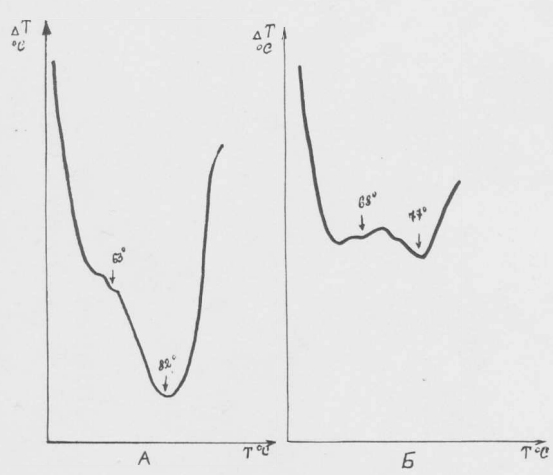


Рис.4. Термограммы шрота после обезжиривания

- А - в условиях термообработки при давлении 0,1 МПа в течение 40 минут.
- Б - при комнатной температуре эфиром, давление атмосферное.

Fig. 4 Thermograms of defatted ground bone
 A - cooking at 0.1MPa during 40 minutes
 B - ether extraction at room temperature and atmospheric pressure

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Зайдес А.Л. - Структура коллагена и ее изменение при обработках. Изд. научно-технической литературы, М., 1960, 262с.
2. Михайлова А.И. - Коллаген кожного покрова и основы его переработки. М., Легкая промышленность, 1971, 528с.
3. Уруджев Р.С. - Термическая усадка коллагена. М., Легкая Индустрия, 1976, 183с.
4. Баблюн О.С.
Шишкин Ю.Л. - Термографический контроль структурных изменений оссеина при из-
вестковом золении, " Мясная индустрия СССР", 1975, № 7, с.32-33.