

# ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТКАНЕЙ РЫБЫ

Канд. техн. наук А. И. ЮДИЦКАЯ

Изучение проникновения и распределения в рыбе во время копчения различного рода веществ, образующихся при сжигании древесного топлива, представляет значительный интерес. Однако подобные исследования весьма затруднены из-за отсутствия методов обнаружения и определения малых количеств отдельных химических веществ в тканях рыбы.

К наиболее перспективным методам в настоящее время относятся микроскопические и гистохимические методы анализа.

Исследуя ткани копченой рыбы под микроскопом, мы установили возможность обнаружения этим способом двух групп веществ, проникающих в рыбу при копчении. Одни из этих веществ, способные к полимеризации, оседают на поверхности кожи рыбы, образуя пленку толщиной 10—20 мк, и частично проникают в кожу, окрашивая ее в коричневый цвет. Другой вид веществ проходит через кожу (через межволоконные промежутки и чешуйные пазухи) и концентрируется в верхнем слое мышц на глубине 300—350 мк. Эти вещества в результате описанной нами ранее гистохимической реакции вызывают синее окрашивание подкожного слоя мышц при обработке его гематоксилин-эозином при особых условиях<sup>1</sup>.

Накапливание под кожей лишь части веществ, проникающих в рыбу из дыма и проходящих по всей ее толще, можно объяснить только их относительно высоким молекулярным весом. При исследовании относительной субмикроскопической плотности тканей рыбы установлено, что верхний подкожный слой мышц отличается меньшей плотностью по сравнению с остальной частью мышечной ткани, что и обуславливает накопление в нем копильных веществ с более крупными частицами.

Проведенные недавно опыты еще раз подтвердили специфичность принятой нами гистохимической реакции и диффузионный характер проникновения копильных веществ в ткани рыбы.

На Ленинградском консервном заводе «Пищевик» были взяты образцы свежей (охлажденной) салаки, а также коптившейся горячим копчением, в течение различного времени — 15, 30 и 45 мин.

Отобранные образцы немедленно помещали в 10%-ный раствор формалина и далее обрабатывали в соответствии с условиями выполнения вышеупомянутой гистохимической реакции.

На рис. 1 представлены снимки окрашенных гематоксилин-эозином срезов ткани салаки, свежей и коптившейся различное время. Как видно на рис. 1, а, у свежей салаки подкожный слой мышц не отличается по окраске от более глубоких слоев.

У салаки, коптившейся в течение 15 мин (рис. 1, б), видна неширокая, относительно светлоокрашенная зона подкожного слоя мышц, содержащего копильные вещества. Через 30 мин копчения (рис. 1, в) и в еще большей степени через 45 мин (рис. 1, г) количество копильных веществ, проникших в рыбу, увеличивается и соответствует этому зона темноокрашенного подкожного слоя мышц становится ярче и шире.

Таким образом, мы наблюдали как постепенно, по мере увеличения продолжительности копчения рыбы, в верхнем слое мышечной ткани накапливались копильные вещества, что свидетельствует о диффузионном характере их проникновения в рыбу.

На приведенных снимках срезов салаки, коптившейся 30 и 45 мин, границы зоны синего окрашивания очень резки, что обусловлено наличием септы, отделяющей подкожный мышечный слой от более глубоких слоев мышц; если такой септы нет, то границы синей зоны бывают размыты.

У свежей (необработанной) рыбы синее окрашивание мышечной ткани гематоксилином, называемое базофилией, возникает обычно в связи с изменением ее состояния в результате гидролитических процессов, протекающих под действием микроорганизмов или тканевых ферментов. Базофилия, наблюдаемая нами у копченой рыбы,

<sup>1</sup> См. журнал «Рыбное хозяйство», 1959, № 2.

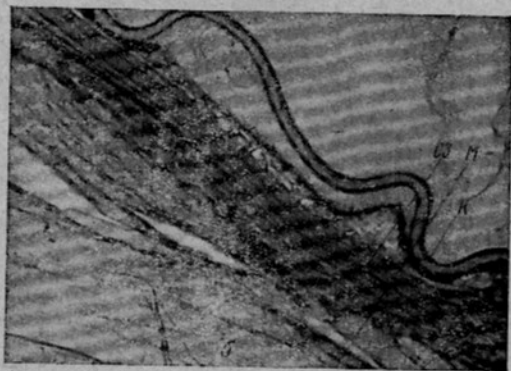
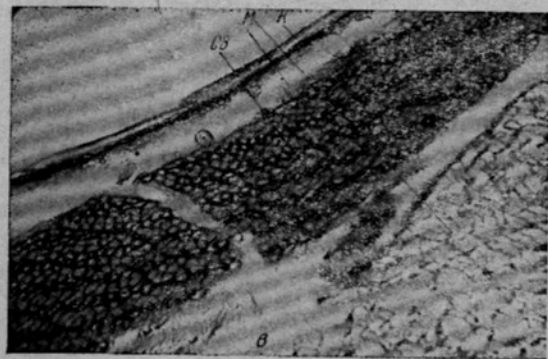
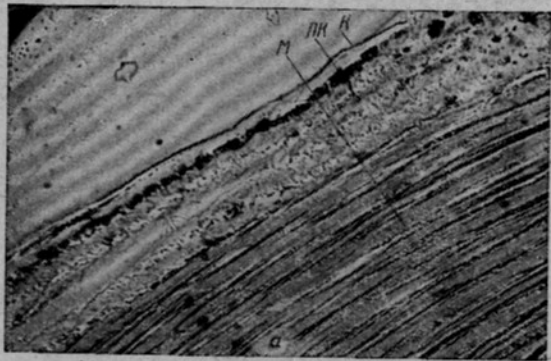


Рис. 1. Микрофотография окрашенных срезов салаки:  
 а — свежей, б — коптившейся 15 мин, в — коптившейся 30 мин, г — коптившейся 45 мин. К — кожа, М — мышцы,  
 СЗ — зона синего окрашивания, ПК — подкожная клетчатка.

вызывается проникновением в рыбу копильных веществ дыма, способных вызывать изменение реакции среды (рН) в ее тканях.

Это подтверждается проведенными нами наблюдениями за изменением рН тканей салаки до и после копчения. рН тканей измеряли в спинно-плечевой части рыбы на поверхности кожи и с нижней стороны ее, прилегающей к мышцам, на поверхности подкожных мышц и в глубине мышц — на расстоянии 1—1,5 мм от поверхности,

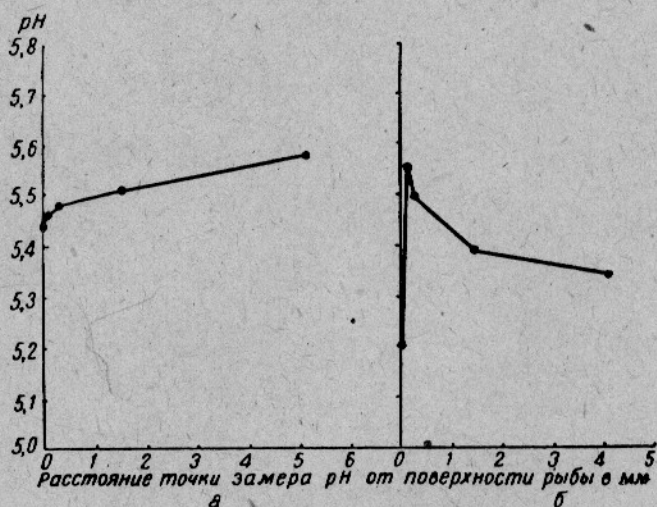


Рис. 2. рН тканей салаки на разном расстоянии от поверхности рыбы:

а — охлажденной подсолонной, б — обычного горячего копчения через сутки после приготовления.

а также в середине тела у позвоночника. При этом рН определяли с точностью до 0,05, пользуясь потенциометром датской фирмы «Радиометр» со специальными электродами для замера на плоской поверхности.

Расстояние от места измерения рН в мышцах до поверхности рыбы измеряли микрометром. рН кожи и мышц определяли с обеих сторон тела рыбы; в каждом опыте исследовали по 5 рыб. Копченую рыбу исследовали, как правило, на другой день после приготовления, а в некоторых опытах также после 2 суток хранения при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Результаты определения рН охлажденной и копченой салаки (средние данные 5 опытов) приведены в таблице и на рис. 2 и 3.

Исследованные участки кожи и мышц	рН тканей салаки			
	охлажденной, подсолон- ной	обычного горячего копче- ния (через сутки после приготовления)	электрокопчения	
			через сутки после приготовления	через 2 суток после приготовления (хра- нилась при $-15^{\circ}\text{C}$ )
Кожа:				
наружная поверхность . . . . .	5,45	5,20	5,44	5,13
со стороны мышц . . . . .	5,47	5,56	5,68	5,77
Мышцы:				
непосредственно под кожей . .	5,48	5,50	5,51	5,24
на глубине 1—1,5 мм . . . . .	5,51	5,39	5,39	5,40
в середине тела у позвоночни- ка . . . . .	5,58	5,34	5,42	5,71

Из таблицы и рис. 2 видно, что у свежей (охлажденной) рыбы перед копчением рН в разных участках кожи и мышц почти одинаков, но все же несколько увеличивается по направлению от поверхности к середине тела рыбы. У копченой же рыбы (см. таблицу и рис. 2 и 3) как обычного, так и электрокопчения в подкожном слое мышц имеется отчетливый сдвиг рН в щелочную сторону.

В более глубоких слоях мышц у рыбы обычного горячего копчения, в отличие от охлажденной рыбы, наблюдалось постепенное снижение рН (т. е. увеличение кислотности), а у рыбы электрокопчения сначала понижение, а затем снова повышение рН. Эта особенность в изменении рН глубинных слоев мышц у рыбы электрокопчения особенно отчетливо проявилась в том случае, когда копченую рыбу исследовали после двухсуточного хранения при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ .

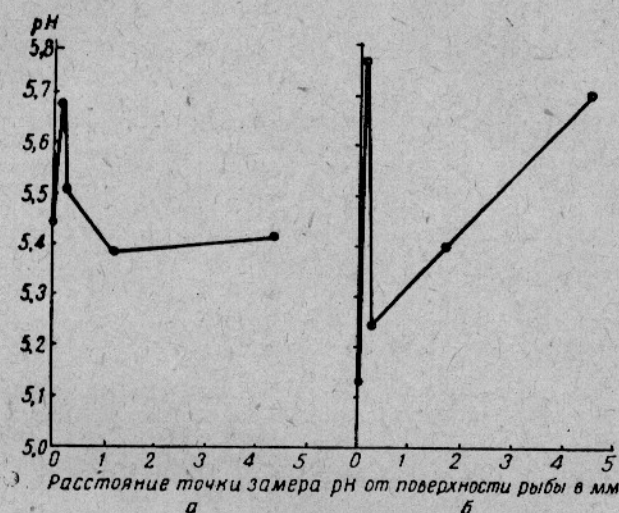


Рис. 3. рН тканей у салаки электрокопчения на разном расстоянии от поверхности рыбы:

а — рыбу исследовали через сутки после копчения, б — рыбу исследовали после двухсуточного хранения при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Повышение рН верхнего слоя мышц копченой рыбы можно объяснить тем, что накапливающиеся в этом слое копильные вещества дыма вступают в химическое взаимодействие с веществами тканей рыбы, главным образом белками, причем образуются соединения со свойствами оснований.

Различие в значениях рН мышц у рыбы обычного и электрического копчения является, по-видимому, следствием того, что состав и глубина проникновения копильных веществ в рыбу при разных способах копчения неодинаковы. Это подтверждается различием органолептических показателей (в частности, вкуса) у рыб обычного и электрического копчения, а также найденным нами различием в составе выделенных из них фенолов<sup>1</sup>.

## ВЫВОДЫ

1. Пользуясь гистохимическим методом, можно проследить за накоплением копильных веществ дыма в тканях рыбы (в коже и подкожном слое мышц) во время копчения.

2. Накопление копильных веществ в подкожном слое рыбы, обнаруживаемое при помощи гистохимической реакции (посинение мышечной ткани при окрашивании гематоксилин-эозином), сопровождается повышением рН верхнего слоя мышц.

3. Изменение рН тканей рыбы в результате проникновения в них копильных веществ свидетельствует о наличии химического взаимодействия между копильными веществами и веществами, входящими в состав тканей рыбы.

<sup>1</sup> См. статью А. И. Юдицкой и Т. М. Лебедевой в настоящем сборнике Трудов ВНИРО, а также в журнале «Рыбное хозяйство» № 9 за 1960 г.