

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

В. Н. Подсевалов, Г. П. Ионас, Д. Е. Бунин,
В. А. Алсуфьев, Т. Н. Куклеева

Башенные установки Н16-ИКМ конструкции Гипрорыбпрома для холодного копчения рыбы получают все большее распространение в нашей стране. Несмотря на более совершенную конструкцию по сравнению с существующими кустарными установками, аэродинамический режим подачи дымовоздушной смеси в них нуждается в тщательном изучении и совершенствовании [1].

В башенных копильных камерах, установленных на рыбокомплексах в Минске, Ленинграде, Иванове, Донецке и других городах, рыба коптится более двух суток вместо 24 ч, предусмотренных проектом. Кроме того, содержание влаги в рыбе велико, а колер недостаточно интенсивен. При усовершенствовании схемы подачи дымовоздушной среды в камеру и установлении оптимального соотношения параметров процесса производительность камеры может быть значительно повышена.

Во ВНИРО совместно с Гипрорыбпромом разработана принципиально новая схема подачи дымовоздушной среды в камеру копчения с индивидуальным кондиционером автономного типа КС-75 (рис. 1).

Оборудование по новой схеме установлено на одной из копильных камер Минского комплекса, где и были проведены исследования холодного копчения рыбы в новых условиях.

В процессе копчения при различных значениях влажности дымовоздушной среды изучали изменения количества влаги, массы рыбы, степень окрашивания ее поверхности, определяли дисперсный состав и весовую концентрацию дымовоздушной среды, а также химический состав копченой рыбы и конденсата дыма.

Методы исследования. Влажность дымовоздушной среды измеряли психрометром, температуру — регистрирующими термометрами, обеспечивающими непрерывную запись, скорость движения дымовоздушной смеси — крыльчатым электроанемометром. Замеры делали в нескольких местах системы, отстоящих на различном расстоянии от дымогенератора, в копильной камере на уровне первого и пятого этажей. Дисперсный состав и весовую концентрацию дымовоздушной смеси определяли по методикам, разработанным ВНИРО совместно с НИФХИ им. Л. Д. Карпова [3].

Интенсивность окрашивания кожного покрова рыбы в процессе копчения определяли методом спектрофотометрии, разработанным ВНИРО [2], изменение массы рыбы — методом взвешивания контрольных прутков, количество влаги в рыбе — по стандартной методике. Химический состав копченой рыбы и конденсата дыма методом хроматографиче-

ского анализа определяли сотрудники НИИОГАЗа (г. Дзержинск). Подготовленную скумбрию и ставриду размером 22—25 см навешивали по 7 шт. на прутки длиной 50 см. Контрольные прутки с рыбой предварительно взвешивали и располагали в камере на носителях с определенной плотностью (расстояние между рыбами 5—8 см, между прутками — 15 см), поскольку это имеет немаловажное значение для создания необходимого потока дымовоздушной смеси вокруг рыбы, что влияет на продолжительность ее подсушки и степень осаждения дымовых частиц. Через каждые 5—6 ч пребывания рыбы в камере при полной ее загрузке транспортер останавливали и производили отбор проб контрольных прутков для исследований.

Температуру генерации дыма в дымогенераторе ПСМ-2 поддерживали в пределах 400—450°С. Расход опилок (хвойных влажностью 14,6%) составил 6,5 кг/ч.

Было проведено четыре опытных цикла копчения:

I цикл — без рециркуляции, кондиционирования (ставрида);

II цикл — с рециркуляцией, кондиционированием первые 9 ч (ставрида);

III цикл — без рециркуляции, с кондиционированием (скумбрия);

IV цикл — кондиционирование первые 6 ч и рециркуляция последующие 31 ч 30 мин (скумбрия).

Установлено, что температура дыма, выходящего из дымогенератора во всех опытных циклах копчения, колебалась от 50 до 84°С.

У входа в камеру температура снижалась более чем в два раза (до 26—32°С) и только во II цикле, когда были подключены обогреватели, температура выходящего из камеры дыма составила 32—40°С. Температура выходящего из камеры дыма снижалась по сравнению с входящим более чем на 10°С.

Скорость движения дымовоздушной среды в камере копчения (пространстве, занятом рыбой) в среднем составляла 0,2 м/с (0,05—0,3 м/с).

Установлено, что генератор ПСМ-2 позволяет получить дым практически постоянной концентрации. Весовая концентрация дымо-воздушной смеси, выходящей из дымогенератора, составляла в среднем 0,45 г/м³. Перед поступлением в камеру копчения дым разбавляется, что ведет к значительному уменьшению весовой концентрации; на входе в коптильную камеру дым разбавляется кондиционным воздухом, в результате чего весовая концентрация дымовоздушной смеси на выходе из камеры копчения была равна в среднем 0,05 г/м³.

В дыме по мере его движения по каналу системы изменялось содержание частиц по сравнению с исходным, причем наиболее интенсивно — в дыме, выходящем из камеры копчения. Во-первых, значительно (более чем в 10 раз) сокращается относительное содержание самых мелких частиц, что вызвано, по-видимому, как частичным диффузионным осаждением их, так и процессом коагуляции, ведущими к укрупнению размеров частиц (от 0,35 мкм до 1,25 мкм). Во-вторых, заметно уменьшается количество частиц более крупных размеров (1,25 мкм и более) — с 30,8 до 14%.

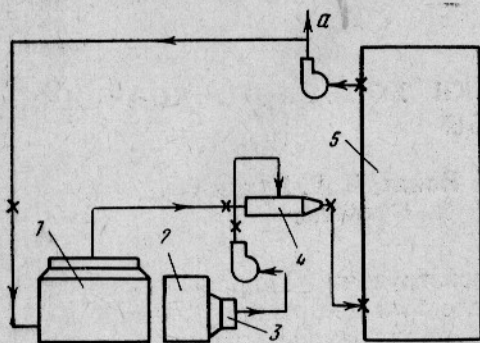


Рис. 1. Схема подачи дымовоздушной смеси в камеру башенного типа конструкции ВНИРО:

1 — дымогенератор; 2 — кондиционер; 3 — калорифер; 4 — эжектор; 5 — коптильная камера.

Относительная влажность воздуха в помещении составляла около 60%. В I цикле, когда копчение велось без кондиционирования и без рециркуляции дыма, влажность входящего дыма (59—62%) существенно не отличалась от влажности выходящего. Влага из тела рыбы в процессе копчения удалялась медленно (рис. 2). Через 40 ч копчения рыба потеряла 4,5% влаги, тогда как во II цикле с кондиционным воздухом (влажность в среднем 15%) количество влаги уменьшилось на 7%. После 40 ч копчения содержание влаги в рыбе составляло соответственно 70 и 68%, в дальнейшем количество влаги изменялось незначительно и даже после 48 ч копчения не достигло стандартного.

В производственных условиях мы вынуждены были использовать скумбрию. У этой, более жирной рыбы исходное содержание влаги в III цикле составляло 60%, что соответствует ГОСТу готовой продукции, поэтому процесс копчения в этом случае сводился только к получению колера, запаха и вкуса. В IV цикле исходная влажность скумбрии составляла 69%. Оба цикла копчения скумбрии проходили с кондиционированием воздуха. Через 40 ч копчения в III и IV циклах скумбрия потеряла соответственно 7 и 5% влаги и в конце процесса содержала 53 и 64% ее.

Интенсивность отдачи влаги в III цикле была выше, так как использовался кондиционный воздух без рециркуляции с влажностью 27%, а в IV цикле — кондиционный воздух с рециркуляцией с исходной влажностью 31%.

Вследствие удаления влаги при копчении уменьшается масса рыбы (рис. 3): у ставриды на 19—21%, у скумбрии на 11—19%.

Зависимость интенсивности окрашивания поверхности рыбы от продолжительности процесса копчения представлена на рис. 4.

Характер кривых, отражающих интенсивность окрашивания поверхности рыбы в процессе копчения, для скумбрии и ставриды качественно идентичен, а количественно различен.

Скумбрия приобретает более интенсивный колер, чем ставрида. На поверхности скумбрии имеется тонкий слой жира, на котором удерживаются мелкодисперсные частицы дыма, и рыба интенсивно и наиболее быстро окрасилась в III цикле. В первые 20 ч копчения поверхность рыбы окрашивалась слабо, а затем, когда влага с поверхности испарилась, интенсивность окрашивания возросла. Увеличение интенсивности окрашивания скумбрии в III цикле копчения происходило более равномерно, чем в IV цикле, когда на протяжении первых 30 ч копчения образцы окрашивались слабо и в последующие 10 ч — очень интенсивно.

В момент окончания копчения интенсивность окрашивания скумбрии, которая коптилась в III и IV циклах, одинакова.

Через 40 ч копчения рыба приобретает оттенок от светло- до темно-золотистого; встречаются небольшие светлые пятна. Примерно через 50—60 ч копчения окрашивание достигает максимума и дальше практически не изменяется.

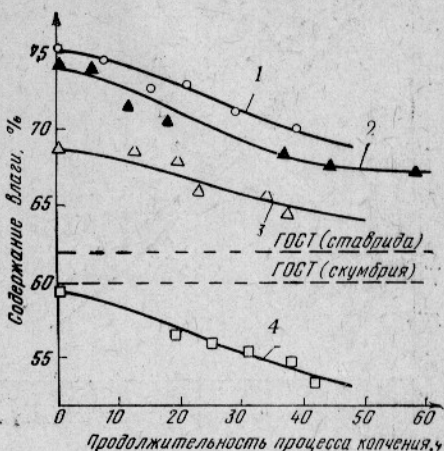


Рис. 2. Изменение содержания влаги в рыбе в процессе копчения: ставриды: 1 — I цикл; 2 — II цикл; скумбрии: 3 — IV цикл; 4 — III цикл.

Определен групповой химический состав копильного древесного дыма и те его компоненты, которые адсорбируются ставридой в процессе копчения (табл. 1). Количественное сравнение групп веществ в дыме до и после камер копчения показывает их большое содержание в исходном дыме. Так, фенолов в исходном дыме $23,9 \text{ мг/м}^3$, в дыме, выходящем из камеры, — $13,6 \text{ мг/м}^3$; кислот в дыме, входящем в камеру, $102,4 \text{ г/м}^3$, в выходящем из камеры — $51,9 \text{ г/м}^3$, т. е. в процессе копчения рыбы наблюдается уменьшение фенолов и кислот почти в два раза.

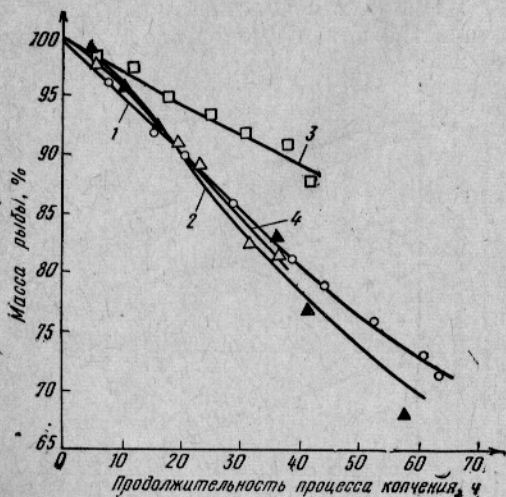


Рис. 3. Изменение массы рыбы в процессе копчения:

ставриды: 1 — I цикл; 2 — II цикл; скумбрии: 3 — III цикл; 4 — IV цикл.

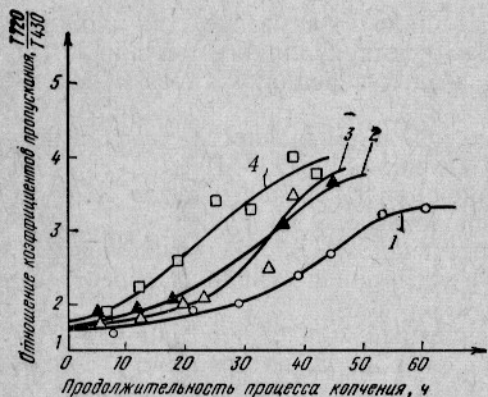


Рис. 4. Изменение интенсивности окрашивания поверхности рыбы в процессе копчения:

ставриды: 1 — I цикл; 2 — II цикл; скумбрии: 3 — IV цикл; 4 — III цикл.

В конденсате копильного дыма и в экстракте рыбы преобладают фенол, гваякол и метилгваякол, в мясе копченой рыбы — одноатомные фенолы диоксибензолы (76%) и триоксибензолы (16%); в коже рыбы при наличии тех же фенолов содержание триоксибензолов возрастает до 35%.

В составе нейтральной группы конденсатов копильного дыма преобладает фурфурол (17—35% от суммы всех нейтральных веществ).

В фенольной группе конденсатов преобладают фенол, гваякол, метилгваякол (всего 62—72% от общего количества).

В кислотной группе дыма преобладают уксусная, пропиоловая и капроновая кислоты (всего 65—91% от общего содержания).

Если в копильном дыме на выходе из копильных камер содержание кислот и фенолов уменьшается, то в процессе копчения в теле рыбы увеличивается (табл. 2). Так, в свежей ставриде содержание кислот равно $12,0 \text{ г/м}^3$. Через 37 ч копчения ставриды их содержание возрастает до $27,0 \text{ г/м}^3$, а в готовом продукте составляет $36,0 \text{ г/м}^3$.

В процессе копчения содержание фенолов в рыбе I цикла копчения увеличивается в два раза, а кислот в три раза.

В свежей ставриде фенолы отсутствуют. Через 15 ч копчения содержание их равно 14 мг на 100 г рыбы, а в готовом продукте — 29 мг на 100 г рыбы.

В конденсате копильного дыма преобладают уксусная и валериановая кислоты, а в экстракте копченой рыбы — изовалериановая. Таким образом, в процессе копчения в рыбе концентрируется изовалериановая кислота, причём содержание ее в коже ставриды (87%) несколько выше, чем в мясе (75%).

Таблица 1

Результаты группового анализа конденсатов

| Конденсаты | Объем пропущенного воздуха, м | Конденсат | | Группа вещества | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | | масса, г | объем, мл | основная | | нейтральная | | кислоты | | фенолы | |
| | | | | привес, г | мг/м ³ | привес, г | мг/м ³ | привес, г | мг/м ³ | привес, г | мг/м ³ |
| Первый | 1500 | 12,9 | 12,8 | 0,044 | 9,6 | 0,028 | 18,6 | 0,1540 | 102,4 | 0,0359 | 23,9 |
| Второй | 2100 | 21,7 | 20,0 | 0,0057 | 2,7 | 0,016 | 7,6 | 0,1090 | 51,9 | 0,0285 | 13,6 |
| Третий | 2400 | 20,1 | 18,0 | 0,0097 | 4,4 | 0,009 | 3,7 | 0,0166 | 6,9 | 0,0167 | 6,9 |
| Четвертый | 2400 | 14,9 | 13,0 | 0,0125 | 5,2 | 0,0156 | 6,5 | 0,0098 | 4,1 | 0,0079 | 3,3 |

Примечание. Первый и второй конденсаты отбирали в разное время в течение I цикла копчения, причем первый — после дымогенератора, а второй — из вентиляционной системы на крыше. Третий и четвертый конденсаты отбирали одновременно в течение II цикла (с рециркуляцией дыма) соответственно на входе и выходе из камеры.

Таблица 2

| Конденсаты | Название групп | I цикл | | | | II цикл | | | |
|------------|-----------------|-------------------------------|-------|-------|----------------------|---------|-------|--------|----------|
| | | Продолжительность копчения, ч | | | | | | | |
| | | 6 | 15 | 39 | конечная | 5 | 12 | 37 | конечная |
| Первый | Фенолы | 0,014 | 0,014 | 0,030 | 0,029 | 0,016 | 0,018 | 0,018 | 0,0254 |
| Второй | Кислоты | 0,012 | — | 0,027 | 0,036 | 0,032 | 0,022 | 0,0133 | 0,036 |
| Третий | Основные | — | — | 0,06 | 0,021 | — | — | — | 0,007 |
| Четвертый | 3,4-бензилперен | — | — | — | 0,5210 ⁻⁸ | — | — | — | — |

Вывод

Установлено, что новая схема подачи дымовоздушной смеси в копильную камеру дает возможность варьировать температуру и влажность дымовой смеси и устанавливать соотношение этих параметров, близкое к оптимальному для различных видов рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холодное копчение рыбы на башенных установках. М., ЦНИИТЭИРХ, 1974. 52 с. Авт.: Хван Е. А., Гудович А. В., Бунии Д. Х., Попов М. В., Алсуфьев В. А., Ионас Г. П.
2. Характеристика цвета копченой рыбы. — «Рыбное хозяйство», 1971, № 1, с. 72—74. Авт.: Т. Н. Радакова, Н. А. Воскресенский, В. А. Алсуфьев, Л. Е. Макаров.
3. Хван Е. А. Современное представление о копильном дыме при копчении — В сб.: «Мировое рыболовство». М., 1969, № 12, с. 16—30.
4. Хван Е. А., Радакова Т. Н., Алсуфьев В. А. Характеристика физических параметров копильного дыма из различных дымогенераторов. М., ЦНИИТЭИРХ, «Экспресс-информация», 1974, серия 3, вып. 6, с. 1—5.

Improvement in the techniques of cold smoking of fish

V. N. Podsevalov, G. P. Ionas,
D. E. Bunin, V. A. Alsufyev, T. P. Kukleeva

SUMMARY

The new layout of feeding the smoking chamber of a tower type with the smoke-air mixture includes an air conditioner Model KC-75 for control of the air humidity in the smoking chamber. Introducing various quantitative combinations of the re-circulation smoke and conditioned air changes in the moisture content and weight of fish were studied during the smoking process at various values of humidity, temperature and velocity of the smoke-air mixture; determinations were also made on the dispersion composition and weight concentration of the smoke-air mixture, colouration of fish, chemical composition of smoked fish and smoke condensate. The cold-smoking process is accelerated owing to advantages of the new layout.