

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ НА ФИЛЕ «КОРОЧКИ ПОДСЫХАНИЯ»

В. Х. Озолинг

ON THE QUESTION OF PRODUCING RIND ON THE SURFACE OF THE FILLETS BY DRYING

By V. Ch. Osoling

Превалирующую роль при хранении охлажденного мяса играет низкая температура, но наряду с этим большое влияние на процесс хранения имеет также подсушивание поверхности туш, или, иначе, получение так называемой «корочки подсыхания». Образование этой корочки достигается путем применения сравнительно низкой относительной влажности и повышенных скоростей воздуха в камерах охлаждения мяса. При усиленном обмене воздуха не только быстро идет процесс охлаждения, но и ускоряется процесс подсушивания.

Исключительная важность «корочки подсыхания» мяса объясняется тем, что она служит защитой глубинных слоев от проникновения в них микроорганизмов, так как при недостатке влаги на поверхности указанной корочки микроорганизмы развиваться не могут. Поэтому нет необходимости высушиванием понижать процентное содержание влаги во всей массе объекта, а необходимо лишь подсушивать поверхностный слой ткани таким образом, чтобы в результате развития микроорганизмов, жизнедеятельность которых уже и без того значительно подавлена низкой температурой, мясо не могло в течение 3-4 недель значительно ухудшиться в своем качестве. По мере высыхания давление пара на поверхности мяса уменьшается, а его способность всасывать воду, как это наблюдается у всех тел, способных набухать, увеличивается. Между уменьшением давления пара на поверхности тела, способностью набухать и увеличением всасывающей способности существует приблизительная пропорциональность, и всасывающая способность может быть определена по изменению давления набухания, а последнее при уменьшении относительной влажности на 1% возрастает приблизительно на 14 атм.

На подсушенной поверхности филе со значительно возросшим давлением набухания бактерии могут развиваться значительно хуже, чем на влажной поверхности, где они легко получают необходимую для их жизни влагу. С плесеньями, которые могут переносить гораздо большие давления набухания (например, для *Penicillium* и *Aspergillus* давление может достигать 200 атм), в опытах с филе нам не пришлось встретиться.

По аналогии с «корочкой подсыхания» на мясе теплокровных животных, которая, как мы видели, играет такую крупную роль в технике хранения этого продукта, совершенно естественно возникло

стремление перенести этот опыт и в рыбную промышленность для удлинения сроков хранения охлажденного рыбного филе. Но так как рыбное филе представляет собой все же объект другого характера, чем мясо млекопитающих, то конечно был предложен и другой метод получения «корочки подсыхания». Н. Т. Березин¹⁾ считал необходимым для этой цели обработать филе током горячего воздуха с $t = 80^\circ$ в течение 2 мин. Для установления основных закономерностей сушки и тех изменений, которые наступают в филе при различных способах обработки и сушки, и были проведены опыты.

Все наши основные серии опытов проводились главным образом для выяснения вопросов: можно ли вообще успешно подсушить поверхность рыбного филе; нужно ли перед сушкой обработать филе каким-нибудь способом (например, растворами NaCl), или корочка получается благодаря свертыванию поверхностных белков; как корочка влияет на величину усушки при хранении; каково влияние различных температур и сроков подсушивания на процент усушки и т. д.

При предварительной обработке филе нами употреблялись главным образом 25, 20 и 15%-ные растворы поваренной соли, кроме того, ряд опытов был проведен с гипохлоритом натрия, давшим в отношении образования корочки отрицательные результаты. Температура воздуха в сушилке изменялась в пределах от 40 до 90°. Продолжительность подсушивания колебалась от 0,5 до 30 мин. Скорость движения воздуха почти во всех опытах равнялась 4 м/сек; для выяснения влияния последней на процесс подсушки филе был проведен ряд опытов со скоростью измерения как температуры в толще филе (для основных вариантов), так и воздуха сушилки.

Из первых же опытов с подсушиванием филе из судака, проведенных при различных температурах воздуха и сроках подсушивания, выяснилось, что получить корочку на необработанной поверхности филе очень затруднительно. Применение высоких температур порядка 75—90° и длительная выдержка филе в сушилке (5 мин. и выше) имели следствием появление на филе признаков частичной варки его. Этот процесс, как правило, начинается с лобовой торцевой стороны куска филе, в которую с силой ударяется горячий воздух с образованием завихрений. Благодаря этому, условия теплопередачи здесь особенно благоприятствуют быстрому прогреванию филе, которое в этих частях приобретает такие температуры, что белки начинают свертываться.

Таблица 1

Влияние температуры сушки на прогревание лобовой части филе

Температура воздуха (в °C)	Время подсушивания в мин.	Температура филе (в °C)				Нагрев филе (в °C)		Усушка (в %)	Изменение вида филе
		до подсушки		после подсушки					
		центр	край	центр	край				
80	15	16	16	36	44	20	28	8,4	Сварилось частично, корочки нет
80	10	17	7	32	42	15	25	4,8	Сварилось, корочки нет.

¹⁾ Давняя работа возникла в целях проверки предложенного Н. Т. Березиным и В. Н. Потгоржельским комбинированного способа обработки филе с целью увеличения его прочности (обработка NaCl коптильной жидкостью, по сушивание и охлаждение)

Из приведенных выше цифр (табл. 1) видно, в какой степени успевали нагреваться края (лобовая часть) и сердцевина филе при 15 и 10 мин. подсушивания воздухом с $t=80^{\circ}$.

Очевидно, что самые поверхностные слои ткани имели еще более высокую температуру. Несмотря на значительную величину усушки в обоих случаях, корочка подсыхания не образовалась, а поверхность филе оставалась влажной; такое явление происходило благодаря тому, что на поверхность филе успевали поступать под влиянием капиллярных сил и диффузии все новые и новые количества влаги, и потеря поверхностной воды тем самым компенсировалась.

Получить равномерную корочку подсыхания из свернувшихся белков оказалось совершенно невозможным: 1) как сказано выше, свертывание белков распространялось очень неравномерно по поверхности филе, 2) если свертывание белков начиналось в одном месте, то оно очень быстро захватывало глубинные слои, отчего данная часть куска оказывалась сваренной и, наконец, 3) белки после свертывания не давали плотной сухой поверхности, необходимой для подавления жизнедеятельности бактерий.

Кроме того при высоких температурах филе очень легко припеклось к металлическим сеткам сушилки, почему металлические сетки и пришлось заменить веревочными.

Трудность получения корочки подсыхания особенно велика при работе с дефростированным судаком, так как при дефростации ткань легко отдает влагу и поверхность филе всегда остается влажной.

При обработке филе растворами поваренной соли на поверхности филе образуется при известных концентрациях NaCl налет липкой слизи, повидимому, состоящей из белков, частично перешедших в раствор; эта слизь при подсушивании и может образовать плотную корочку. Мы поставили ряд опытов с обработкой филе более высокими концентрациями поваренной соли, дающими на филе указанный налет в более интенсивной форме.

Филе, обработанное 25%-ным раствором поваренной соли и подсушенное после этого воздухом с температурой 45° в течение 20 мин., дало корочку значительной прочности; при увеличении срока подсушивания до 30 мин. получалась плотная корочка, которая придавала филе красивый вид благодаря образованию глянца на его поверхности.

В процессе образования корочки подсыхания необходимо, повидимому, различать, на основании данных Г. Ф. Бромлей, два момента: с одной стороны, подсушивание поверхностного слоя ткани приводит к уплотнению нескольких слоев клеток, просветы между ними уменьшаются или даже совершенно пропадают; с другой же стороны, растворы поваренной соли, проникшие в тот же поверхностный слой клеток, вызывают растворение белков и их выщелачивание на поверхность филе, что и создает ощущение липкости последней.

При быстром высушивании поверхности филе получается не только тонкая поверхностная корочка: высыхание растворенных белков между клетками приводит, повидимому, к цементированию их и созданию настоящей корочки толщиной в $2-2\frac{1}{2}$ мм.

При длительном хранении такого филе эта корочка теряет, благодаря увлажнению, свой блеск, но сама она не пропадает. Это особенно хорошо видно при сравнении количеств вытекающего сока из подсушенного и неподсушенного филе. Последнее теряет в течение хранения очень большие количества сока; подсушенное филе остается почти всегда абсолютно сухим, даже в случае применения для его приготовления дефростированного судака. Это обстоятельство играет очень большую роль при хранении, так как вытека-

ние сока не только портит вид упакованного в пергамент филе, но и должно снижать его сроки хранения из-за громадного количества микроорганизмов, которые имеют возможность развиваться на поверхности смоченного питательным субстратом пергамента.

Изученные нами растворы поваренной соли (15, 20, 25%-ные) способствуют образованию на филе «корочки подсыхания»; необходимо, однако, отметить, что чем концентрированнее раствор, тем больше он придает поверхности филе «мазиковатую» консистенцию, тем легче происходит образование корочки, тем лучше она при равенстве всех прочих условий.

В еще большей степени образование корочки зависит от условий подсушивания и от величины усушки. Из приведенных ниже рисунков видно, что в пределах температур от 45 до 70° на филе образуется ясно заметная корочка и получается значительная усушка. При более низких температурах корочка образуется при увеличении продолжительности подсушивания свыше 30 мин., что удлиняет процесс обработки филе до его охлаждения и может иметь следствием усиленное размножение микроорганизмов и тем самым уменьшение срока хранения филе. Температуры выше 70° могут привести, как указано выше, к частичному подвариванию филе с лобовой стороны или даже к его полной варке. В полученном нами таким образом температурном интервале между 40 и 70° можно варьировать сроки подсушивания филе, чтобы выбрать парное значение для температуры и времени подсушивания, дающее лучшие результаты.

Для выяснения вопроса о том, при каких значениях температуры, продолжительности подсушивания и величины усушки получается хорошая корочка, опытный материал был разбит на основании органолептической оценки на следующие группы:

I. Отсутствие видимых признаков подсыхания поверхности. В межклеточных пространствах находится влага, при надавливании выступающая наружу.

II. Легкое подсыхание поверхности выступающих частей ткани и, несмотря на это, полное отсутствие какой бы то ни было корочки.

III. Слабая корочка по всей поверхности.

IV. Хорошая, плотная корочка, выдерживающая давление. Мускульная плазма (даже дефростированной) ткани нигде не выступает на поверхность даже при надавливании. Корочка имеет очень гладкую, глянцевую поверхность.

V. Несколько отличается от предыдущей только более красивым внешним видом и прочностью корочки. Филе может быть отнесено к группе IV.

Особняком стоит группа VI, к которой отнесены все опыты с частичной варкой филе как с одной лобовой части, так и со всех остальных сторон.

Выведенные по отдельным группам средние величины усушки очень наглядно показывают зависимость между образованием корочки и усушкой. В том случае, когда под воздействием горячего воздуха имеет место варка филе, такой зависимости, конечно, существовать не может. Но, как сказано выше, одна усушка даже при отсутствии признаков обварки еще не обуславливает образования корочки: необходимо кроме того воздействие на поверхность филе поваренной соли.

С увеличением концентрации поваренной соли усиливается и ее значение в процессе образования поверхностной корочки.

В I группе имеется семь вариантов различных методов подсушивания филе без его предварительной обработки и только один вариант

с применением обработки самого слабого из применявшихся растворов соли.

Во II группе удельное значение необработанного филе уже падает, превалируют методы подсушки с предварительной обработкой 15%-ным раствором NaCl. Количество вариантов с применением обработки 20—25%-ным раствором NaCl меньше.

В III нетипичной группе мы имеем только обработку 20%-ным раствором NaCl.

В IV группе представлены все варианты методов обработки, отсутствует только филе необработанное. Удельный вес 15%-ного раствора NaCl сильно падает по сравнению со II группой, зато более крепкие концентрации (20—25%) играют превалирующую роль.

В V группе, которая может быть также отнесена и к IV, имеются только два варианта с обработкой 25%-ными растворами NaCl. При обработке всеми другими методами хорошей корочки подсыхания не было получено.

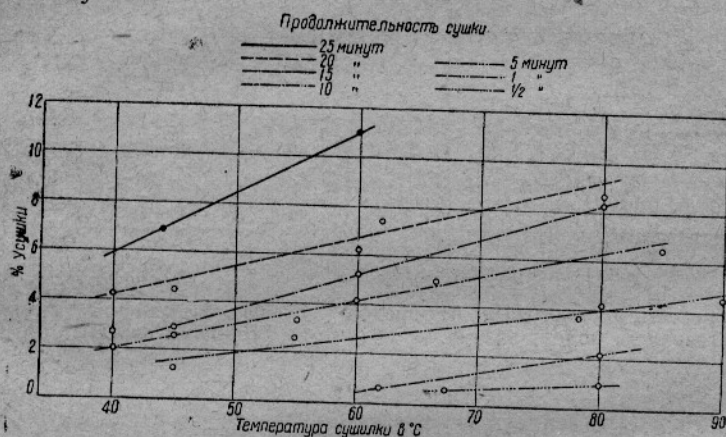


Рис. 1. Зависимость усушки филе от температуры сушки.

Таким образом, образование корочки на поверхности обработанного рассолом филе находится в зависимости от продолжительности подсушивания, но, как сказано выше, этим методом злоупотреблять нельзя, не подвергая филе опасности ухудшения качества.

Как мы уже выяснили, основным фактором, определяющим процесс образования корочки на филе, обработанном раствором поваренной соли, является потеря воды поверхностным слоем филе во время процесса подсушивания. Нами выведены на основании полученных данных основные закономерности этого процесса.

Очень большое значение в процессе подсушивания играет температура воздуха. В исследованном нами незначительном интервале температур (от 40 до 90°) кривая возрастания величины усушки не может иметь большой кривизны, поэтому для всех наших опытов она представляется в виде прямой.

На рис. 1 нанесены величины усушки филе при температурах от 40 до 90° и продолжительности подсушивания от 0,5 до 25 мин. Эти данные не являются средними из нескольких определений, а представляют результаты отдельных опытов. На этих кривых особенно видно, какое влияние имеют эти два фактора на процесс подсушивания.

На кривых зависимости усушки от продолжительности процесса подсушивания (рис. 2) видно, насколько бурно идет этот процесс вначале, когда поверхность филе является еще сильно увлажненной,

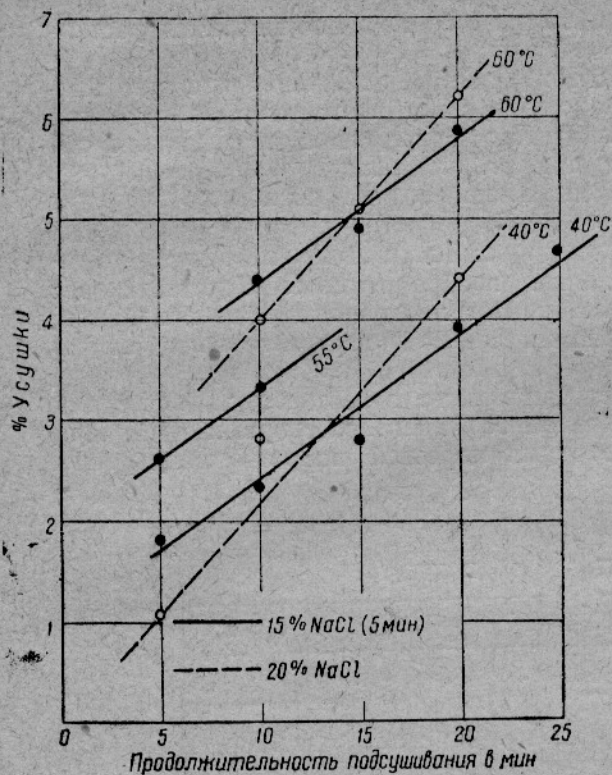


Рис. 2. Зависимость усушки филе от продолжительности подсушивания.

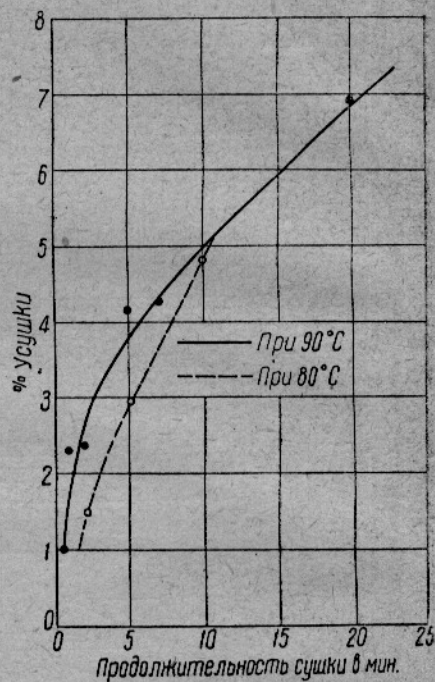


Рис. 3. Зависимость усушки необработанного филе от продолжительности подсушивания.

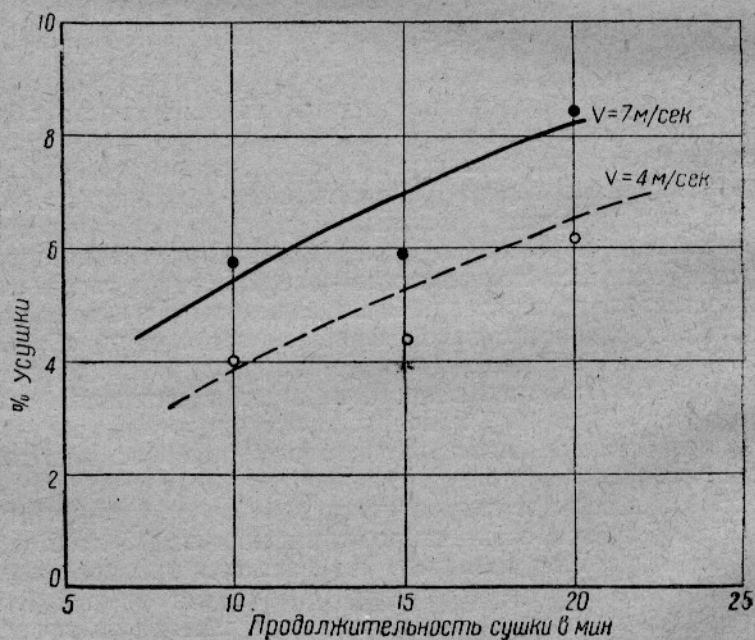


Рис. 4. Зависимость усушки филе от скорости воздуха в сушилке при 60°.

причем медленная диффузия влаги из глубинных слоев ткани не действует здесь замедляюще на процесс подсушивания. Кривые для высоких температур подсушивания имеют больший угол наклона, чем кривые для более низких температур, как это видно на рис. 3. При менее значительных перепадах температур, различие в угле наклона кривых сглаживается: существенно изменяется только расстояние от оси абсцисс.

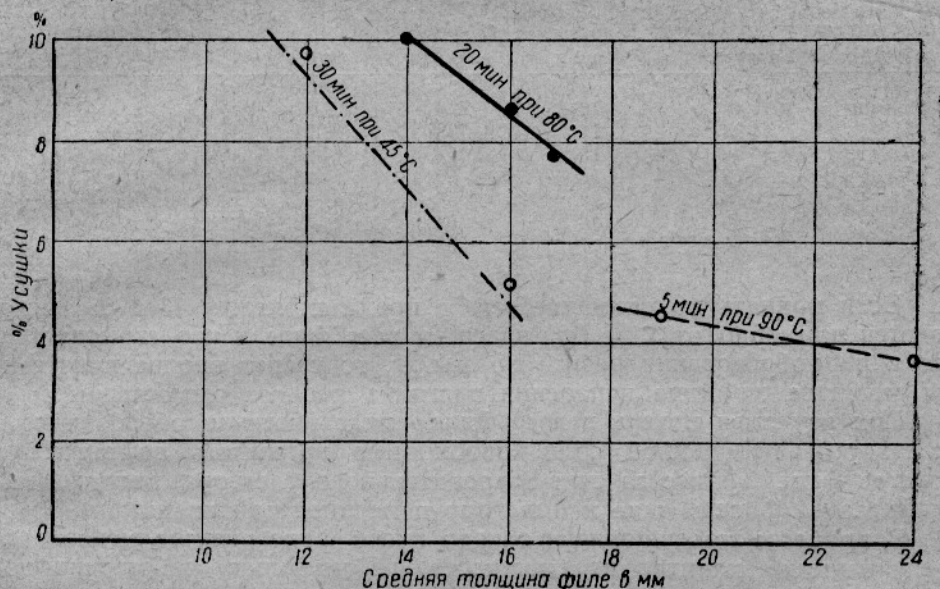


Рис. 5. Зависимость усушки филе от средней толщины.

Весьма существенную роль в подсушивании имеет скорость движения воздуха над подсушиваемым объектом. Условия, в которых производилась работа, не позволили нам испытать много вариантов скоростей воздуха; нами были применены лишь две скорости — 4 и 7 м/сек. Значительные скорости были нами выбраны в целях ускорения процесса образования корочки и тем самым уменьшения продолжительности подсушивания филе при высоких температурах, чтобы последние не могли повлиять на его качество в отрицательную сторону. Аналогичные скорости применяются при сушке сардин в Америке; для обычных сушилок такие скорости выше нормы.

На рис. 4 даны кривые усушки филе, полученные при 60°, для сроков подсушивания от 5 до 20 мин.

Толщина филе в заметной степени влияет на величину усушки филе. Тонкие куски филе обладают значительной удельной поверхностью, а потому усушка в них больше. Большой угол наклона прямых, соответствующих более длительному периоду подсушивания (рис. 5), в основном объясняется тем, что здесь сильнее сказывается подсыхание более глубоких слоев ткани; тонкие куски быстрее прогреваются и легче теряют влагу. Необходимо отметить, что определение средней толщины кусков не может быть выполнено с большей точностью, а поэтому возможны отклонения в ту и другую стороны.

Во время процесса подсушивания не только теряется из филе некоторая часть влаги, но и происходит повышение температуры как в центральных слоях, так и на поверхности филе.

Можно было бы предполагать, что абсолютное значение этого нагревания очень велико. В действительности этого нет, так как значительное количество тепла, поступающего извне, поглощается за счет интенсивного испарения влаги с поверхности филе.

Последнее в особенности становится ясным, если сравнить кривые повышения температур в центре филе при различных температурах сушки.

Несколько характерных примеров изменения температуры филе даются в табл. 2.

Таблица 2

Продолжительность подсушивания	Начальная температура (в °C)		Конечная температура (в °C)		Повышение температуры филе в процессе сушки (в °C)	Число опытов
	воздуха	филе	воздуха	филе		
15 минут	43	13	30	21	8	4
15 „	54	16	38	24	8	3
15 „	68	15	53	26	11	4
15 „	68	13	55	25	12	2
15 „	68	12	56	27	15	1
15 „	80	16	64	36	20	1
15 „	80	17	63	32	15	1

Если принять во внимание, что в пределах между 43 и 68° испаряется примерно от 2 до 3% влаги от веса филе и что скрытая теплота парообразования равна 595 кал/кг, то станет вполне понятным тормозящее действие испарения влаги на процесс охлаждения.

При изучении потерь в весе филе, предварительно обработанного раствором поваренной соли, необходимо принимать во внимание привес филе (привес за счет закрепительного раствора, который находится на филе в виде капиллярно поверхностной жидкости).

В процессе подсушивания такого куска филе сначала испаряется поверхностно капиллярная жидкость, не имеющая, собственно го-

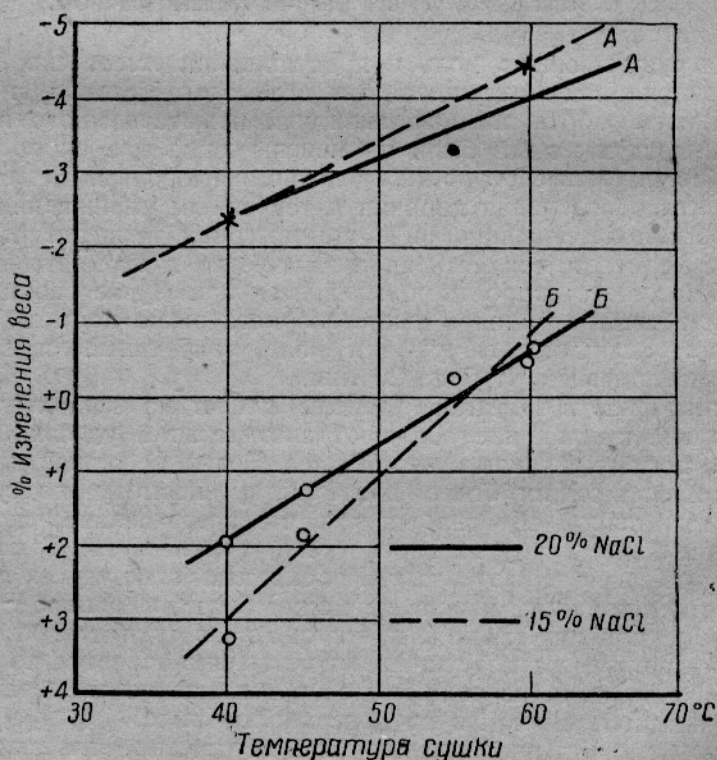


Рис. 6. Изменение веса филе, обработанного раствором NaCl при его подсушивании: А — с учетом веса набухания (т. е. по весу после обработки); Б — без учета веса набухания (т. е. по весу до обработки).

вора, никакого отношения к самой ткани. Лишь после ее исчезновения с поверхности ткани начинает испаряться уже конституционная влага. Уменьшение первоначального веса филе наступает не во всех случаях его подсушивания. Для каждого вида обработки филе раствором NaCl и последующего подсушивания можно найти такое значение для температуры и продолжительности сушки, которое сводит истинную усушку к нулю. На кривых рис. 6 это показано графически, откуда следует, что при температуре подсушивания в 55° кривая усушки, не учитывающая привеса от набухания (Б), пересекает нулевую линию. Конечно, в этом случае происходит потеря той влаги (А), которая была приобретена в результате обработки филе раствором NaCl.

Следовательно при температурах подсушивания, лежащих ниже 55°, филе в результате всего цикла обработки (обработка раствором NaCl и подсушивание) прибавляет в весе; выше этой температуры оно теряет в весе.

Для характеристики процесса подсушивания в отношении влажности воздуха в сушилке необходимо сказать, что при температурах от 50 до 60° относительная влажность поступающего воздуха равнялась примерно 20%; при 40—45° она равнялась 25%.

Крупным недостатком нашей самодельной и весьма примитивной сушилки являлось ее высокое бактериальное загрязнение, от которого мы не могли по ряду причин избавиться. На степень бактериального загрязнения нас натолкнули результаты бактериологического анализа подсушенного филе, которое всегда давало увеличенное количество бактерий по сравнению с контрольным образцом. Анализ воздуха в сушилке (посев в чашках Петри) тоже показал его значительное загрязнение. Из этого обстоятельства следует, что сушилки для подсушивания филе должны иметь идеально чистый воздух, так как охлажденное филе является чрезвычайно благоприятной почвой для микроорганизмов.

С точки зрения органолептических свойств подсушенное филе является вполне удовлетворительным. По оценке экспертов подсушенное филе выше качеством, чем обработанное одним раствором NaCl. Отличие подсушенного филе от последнего заключается только в наличии сухой поверхности, глубинные же слои в обоих случаях оставались совершенно идентичными.

В наших опытах нам не удалось полностью доказать большую стойкость подсушенного филе, главным образом, из-за заражения микроорганизмами его поверхности в сушилке.

Необходимо проверить, насколько хорошо сохраняется корочка на свежем филе. На дефростированном судаке она после нескольких дней хранения теряла свой блеск и первоначальную сухость: происходило, повидимому, ее увлажнение за счет глубинных слоев дефростированной ткани. Если аналогичное явление будет происходить и со свежей рыбой, то одно из преимуществ «корочки подсыхания», а именно ее стойкость по отношению к бактериям, не будет иметь места. Другое ее преимущество — задержка вытекания сока — должно в случае применения свежей рыбы только улучшить качество филе.

SUMMARY

The rind made on the surface of meat by drying protects chilled meat from the development of microbes on the surface. An analogous rind on the fish fillet should produce the same effect. It is very difficult to get the rind on the fish fillet. If we dry the fillet at a medium temperature (e. g. $+45^{\circ}$) the rind will form after the lapse of a rather long time (twenty minutes), the fillet must have a preliminary treatment with high concentrates of NaCl (25 per cent). Under the indicated conditions we get a firm rind of fine lustre. This rind keeps well even for a long time in storage, but it easily loses its lustre. A dry surface of the fillet protects the wrapping paper from moistening and, consequently, hinders the development of microbes on the fillet. We can minimize the loss of weight of the fillet during the treating process. We cannot consider the results of this work yet completed.
