

ПАСТЕРИЗАЦИЯ ИКРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Кандидат технических наук Т. И. Макарова

Лаборатория контроля производства ВНИРО

Пастеризация икры осетровых рыб была предложена Центральным институтом рыбного хозяйства еще в 1927 г. В течение 1928—1930 гг. был разработан способ консервирования икры посолом с последующей фракционной пастеризацией (тиндализацией), сущность которого состоит в следующем. Икру, посоленную чистой солью (без антисептика) зернистым переделом, расфасовывают и герметически укупоривают в банки небольшой емкости, после чего ее трижды в течение часа прогревают в воде температурой 60°; между прогреваниями банки с икрой выдерживают в течение суток в термостате при температуре 24—26°.

Работы ЦНИРХ по пастеризации икры проводились со свежим зерном и состояли из многочисленных технологических опытов, сопровождавшихся преимущественно органолептической оценкой получаемых образцов. Микробиологические и химические исследования проводились недостаточно углубленно и не могли служить основанием для выбора режима пастеризации. Однако опыты хранения пастеризованной икры показали, что тепловая обработка, мало влияя на вкусовые свойства икры, позволяет значительно увеличить ее стойкость при хранении, и данный продукт, в отличие от обычной зернистой икры, может хорошо сохраняться даже при комнатной температуре. Предложенный способ фракционной (трехкратной) пастеризации икры стал применяться в промышленности с 1947 г. Одновременно с этим возник вопрос об отсутствии должного научного обоснования принятого режима пастеризации и необходимости уточнения технологического процесса. В связи с этим было проведено настоящее исследование, в задачи которого входило:

1. Микробиологическая проверка эффективности принятого режима трехкратной пастеризации.
2. Изыскание возможности упрощения технологического процесса путем замены трехкратной пастеризации однократной.
3. Уточнение техники посола икры для пастеризации.
4. Изучение стойкости пастеризованной икры в зависимости от способа ее приготовления и условий хранения.

Для решения поставленных задач было проведено большое количество опытов приготовления пастеризованной икры способом трехкратной пастеризации и путем однократного прогревания в различных условиях (температура от 55 до 70°, продолжительность от 0,5 до 3 часов), а также хранения заготовленных образцов при разной температуре (от -2° до +36°). Опыты проводили как со свежей икрой различных осетровых рыб (белуги, осетра и севрюги), полученной от живой рыбы и посоленной непосредственно перед прогреванием, так и с обычной баночной зернистой икрой (без антисептика), сохранявшейся до пастеризации от 1,5 до 4,5 месяцев на холодильнике.

Для посола свежей икры перед пастеризацией применяли чистую соль (без антисептика), стерилизованную прогреванием при 150—160° в течение двух часов. В опытах с баночной зернистой икрой использо-

вали икру, специально приготовленную на стерилизованной соли, а также обычной промышленной заготовки. Для выяснения влияния содержания соли и влажности икры на вкусовые свойства и стойкость ее после пастеризации были проведены специальные посолы свежей икры с разными дозировками соли (от 3 до 10%) и с различной степенью удаления тузлука (полное и частичное), а также без удаления тузлука.

Икру для пастеризации расфасовывали в стеклянные баночки емкостью 56 г, но в ряде случаев применяли также банки емкостью 28, 114 и 170 г (рис. 1). Банки с икрой укупоривали на вакуум-укупорочной машине при показаниях вакуумметра не ниже 450 мм.

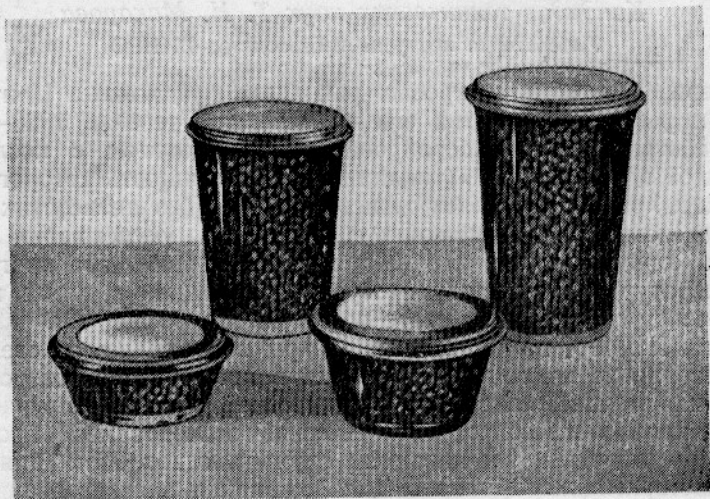


Рис. 1. Внешний вид банок с пастеризованной икрой.

Для выяснения изменений, происходящих в икре при прогревании, до и после пастеризации проводили органолептическое, микробиологическое и химическое исследования. Изучение изменений в пастеризованной икре при хранении было также основано на всестороннем исследовании различных образцов, проводившемся через определенные сроки.

Испытание, которому подвергалась икра, включало следующий комплекс основных определений:

а) характеристика товарных признаков — внешнего вида, цвета, запаха, вкуса и консистенции;

б) характеристика общих химических свойств — определяли содержание влаги, соли, жира и общего азота общепринятыми способами (по ОСТ НКРП 55), pH (потенциометром со стеклянным электродом) и общую титруемую кислотность (титрованием водной вытяжки щелочью по фенолфталеину);

в) характеристика степени изменения белков — учитывали содержание следующих форм азота:

1) небелковый азот — путем определения общего азота в водной вытяжке из икры после осаждения из нее белков трихлоруксусной кислотой;

2) азот аминокислот — определяли в той же вытяжке, что и небелковый азот формальным титрованием;

3) азот летучих оснований — по разработанному ВНИРО упрощенному методу выделения летучих оснований из водной вытяжки отгоном с паром и последующего колориметрирования отгона с реактивом Несслера;

г) характеристика степени изменения жира —

определяли кислотное и иодное числа, а также числа перекисей жира; жир выделяли путем настаивания обезвоженной серноокислым натрием икры с серным эфиром при комнатной температуре;

д) характеристика микрофлоры — определяли общую обсемененность и видовой состав микробов. В последнем случае выявлялось наличие споровых, аэробных и анаэробных форм; гнилостных бактерий типа *B. Proteus vulgaris*; кишечной палочки, жиррасщепляющих молочнокислых и маслянокислых микробов; термофильных форм, а также актиномицет, дрожжевых и плесневых грибов.

В зависимости от целей отдельных опытов проводили также специальные испытания икры, как-то: определения активности ферментов, содержания свободного тирозина и витамина А, определение степени уплотненности оболочек икринок с помощью специального прибора.

Настоящая работа выполнена в основном в течение 1948—1949 гг. коллективом научных работников лаборатории контроля производства ВНИРО под общим руководством и при участии автора. Химические исследования, характеризующие изменения белков икры и испытание активности ферментов икры, были проведены ст. научным сотрудником З. П. Успенской. Мл. научный сотрудник Т. В. Сергеева исследовала общие химические свойства икры и изменения жира; ею же выполнена часть технологических работ. Микробиологические исследования икры проведены ст. научным сотрудником А. Н. Куликовым.

Опытные работы по приготовлению пастеризованной икры из свежей икры-сырца проводились в производственных условиях на Северо-Каспийском краснорыбном комбинате в г. Астрахани.

Микробиологическая проверка способа трехкратной пастеризации

Проверка принятого способа трехкратной пастеризации имела целью выяснить эффективность процесса в целом, а также отдельно каждого прогревания и термостатной выдержки икры. Для пастеризации были взяты 5 образцов обычной зернистой баночной икры различного качества и сроков хранения (1,5—4,5 месяца) и 21 образец свежепосоленной икры. Посол свежей икры производили обычным зернистым переделом стерилизованной чистой славянской солью с дозировкой 5%. После посола икру немедленно расфасовывали и подвергали пастеризации.

Исследование исходной икры показало, что микрофлора зернистой икры, хранившейся некоторое время на холодильнике, по численности и видовому составу заметно отличается от микрофлоры свежепосоленной икры. Однако как в том, так и в другом случае основная масса микробов икры была представлена психрофильными и мезофильными формами, плохо переносящими нагревание выше 50°. После пастеризации во всех случаях наблюдалось резкое снижение численности и количества видов микробов в икре. Количество остаточных микробных клеток в пастеризованной икре обычно составляло лишь сотые доли процента от микрофлоры исходной икры (10—100 клеток в 1 г икры), а в 20% случаев посевы совсем не дали роста. Немногочисленные остаточные микробы в разных пробах были представлены 1—3 видами кокковых или споровых аэробных форм, не относящихся к активным возбудителям порчи пищевых продуктов.

К числу наиболее часто встречающихся в пастеризованной икре микробов относились: *M. candicans*, *Sarcina lutea*, *Bac. megatherium*, *Bac. cereus* var. *Bac. fluorescens*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus* и *Bac. mycoides*.

Наблюдения за изменением микрофлоры икры на различных этапах пастеризации показали, что снижение обсемененности икры происходит в основном при первом прогревании. Термостатные выдержки, чередуемые с повторными нагреваниями икры, не оказывают заметного влияния

на микрофлору, оставшуюся после первого нагревания и практически бесполезны.

Таким образом, было установлено, что способ фракционной (трехкратной) пастеризации икры, хотя и позволяет получать практически стерильный продукт, но является нерациональным.

Подробная характеристика микрофлоры зернистой икры осетровых дана в работе А. Н. Куликова, «Микрофлора зернистой икры осетровых и ее изменения при пастеризации», публикуемой в настоящем томе.

Опыты однократной пастеризации икры

Проверка способа фракционной пастеризации выявила возможность почти полного обеспложивания икры путем однократного прогревания. Поэтому с целью выбора оптимального режима пастеризации были проведены многочисленные опыты однократного прогревания икры в разных условиях, а именно: при температуре 55, 60, 65 и 70° и продолжительности от 30 минут до 3 часов, не считая времени, потребного на прогревание икры после погружения банок в нагретую воду (рис. 2). Опыты проводились с образцами свежесоленной икры (16 образцов) и баночной зернистой икры (6 образцов).

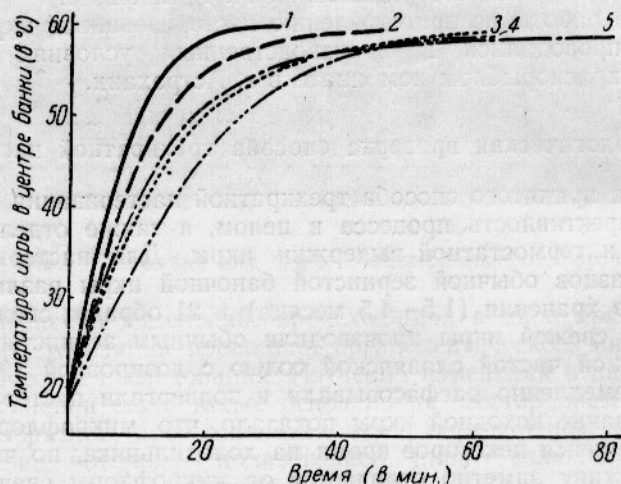


Рис. 2. Прогревание икры в банках различной емкости: 1 — 28-граммовая банка, диаметр 56—42 мм, высота 28 мм; 2 — 56-граммовая банка, диаметр 61—46 мм, высота 36 мм; 3 — 115-граммовая банка, диаметр 56—43 мм, высота 82 мм; 4 — 170-граммовая банка, диаметр 61—46 мм, высота 97 мм; 5 — 115-граммовая банка, диаметр 81—58 мм, высота 40 мм.

Ниже излагаются результаты наблюдений за изменениями, происходящими в икре при прогревании в разных условиях.

Изменение товарных свойств. Прогревание влияет на внешние признаки икры следующим образом: цвет становится несколько темнее и более тусклым; аромат приобретает своеобразный оттенок, слегка напоминающий запах вареного яйца; оболочки икринок уплотняются, а консистенция икры делается более сухой и рассыпчатой. Как правило, прогревание наиболее заметно отражается на плотности оболочек икры и ее консистенции.

Степень изменений зависит от условий прогревания, причем повы-

шение температуры влияет на изменение внешних признаков икры более заметно, чем удлинение срока прогревания.

Прогревание икры при температуре 55° длительностью до 3 часов вызывало незначительное изменение ее товарных свойств; получаемый продукт имел нежный приятный вкус, но слегка мажущую консистенцию (икринки слипаются). Повышение температуры до 60° вызывает более заметное, чем при 55°, уплотнение икринок, которое несколько возрастает с удлинением срока прогревания от 0,5 до 3 часов. Однако, в общем, все образцы икры, прогревавшиеся при 60°, имели небольшое уплотнение оболочек (от слабого до среднего), приятные вкус и запах и рассыпчатую консистенцию. Прогревание при 65° вызывает значительное уплотнение оболочек (от среднего до сильного) и соответственное изменение вкуса икры, заметно возрастающее с увеличением длительности нагревания, особенно в пределах от 2 до 3 часов. Однако товароведческая экспертиза признала большинство образцов икры, прогретых при 65°, вполне приемлемыми во вкусовом отношении (исключение составили 3 образца осетровой икры, подвергнутые трехчасовому прогреванию).

Прогревание при 70° даже в течение 30 минут делает оболочки икринок очень жесткими и лишает икру свойственного ей аромата и вкуса, хотя содержимое икринок (молочко) сохраняет еще полужидкую консистенцию; икра имеет неприятный тусклый вид, вследствие свертывания белка в тузлуке, обволакивающим икринки.

Контрольные образцы пастеризованной икры, приготовленные способом трехкратной пастеризации (при 60°), по вкусовым свойствам в разных опытах были найдены близкими к образцам икры, подвергавшимся однократному прогреванию при 60° в течение 3 часов или при 65° в течение 30 минут.

Опыты показали, что зернистая баночная икра более склонна к уплотнению при прогревании, чем свежепосоленное зерно. Это явление, повидимому, в значительной мере обусловлено различной влажностью икры вследствие разной степени удаления тузлука.

Установлено также, что степень уплотнения икры известным образом связана с естественными особенностями икры. При одинаковых условиях прогревания наименее уплотняется белужья икра, значительно больше — севрюжья и более всего — осетровая; крепкое зерно уплотняется более заметно, чем слабое.

Определение степени уплотнения икры при разных условиях прогревания путем измерения «прочности» икринок прибором Леванидова дало результаты, совпадающие с полученными при органолептической оценке (табл. 1).

Таблица 1

Объекты исследования	Условия прогревания		Зернистая икра, образцы № 1 и 3		Свежепосоленная икра, образцы № 8, 9, 10, 11, 15, 16, и 17	
	темпера- тура (в °C)	длитель- ность наг- ревания (в мин.)	показа- ния прибора	органолеп- тическая оценка уплотнения	показа- ния прибора	органолеп- тическая оценка уплотнения
Исходный образец икры	—	—	—	—	6—10	—
Икра после одно- кратного прог- ревания	55	30—180	9—12	Едва ощутимое	8—14	Едва ощутимое
То же	60	30—120	20—41	От слабого до среднего	12—20	Слабое

Объекты исследования	Условия прогрева		Зернистая икра, образцы № 1 и 3		Свежепосоленная икра, образцы № 8, 9, 10, 11, 15, 16 и 17	
	темпера- тура (в °С)	длитель- ность на- гревания (в мин.)	показа- ния прибора	органолеп- тическая оценка уплотнения	показа- ния прибора	органолеп- тическая оценка уплотнения
Икра после одно- кратного прогре- вания	60	180	—	—	20—29	От слабого до среднего
"	65	30	64—67	Выше среднего	—	—
"	65	60	—	Сильное	35—74	От среднего до сильного
"	65	120	101—105	Очень сильное	—	Сильное, реже сред- нее
Икра после трех- кратной пасте- ризации	—	—	55—72	Выше среднего	22—38	От слабого до среднего

Изменение химических свойств. Для характеристики использованно-го в работе сырья и пищевой ценности пастеризованной икры в табл. 2 приведены данные химического анализа образцов икры. Исходные образцы баночной зернистой икры были заготовлены в ноябре 1948 г., а образцы свежепосоленной икры — в мае 1949 г.

Таблица 2

Номера образцов икры	Вид икры	Дозировка соли при посоле (в %)	Удаление тузлука при посоле (откидке) икры	Содержание в пастеризованной икре (в %)				
				влага	жир	общий азот (N)	белок (N × 6,25)	соль

Исходное сырье — баночная зернистая икра

3	Осетровая	5	Полное	51,78	13,18	4,58	28,62	4,08
4	"	5	То же	51,31	—	4,84	27,12	5,25
2	Белужья	5	"	51,47	15,79	4,20	26,25	4,28
5	"	5	"	51,36	—	4,21	26,31	4,16
6	Севрюжья	5	"	47,79	19,14	4,41	27,56	3,69

Исходное сырье — свежепосоленная икра

24	Осетровая	5	Частичное	52,99	15,41	2,24	26,50	4,17
25	"	5	То же	53,44	14,6	4,28	26,75	4,13
26	Севрюжья	5	"	48,47	18,41	4,33	27,06	4,31
27	"	5	"	48,37	18,35	4,45	27,81	4,35
28	Осетровая	4	Тузлука не удаляли	57,99	13,61	3,80	23,75	4,50
29	Севрюжья	3		53,46	17,00	4,15	25,94	3,68

Наблюдения за изменением содержания различных форм азота и свойств жира икры (табл. 3 и 4) показали, что прогревание не вызывает заметного гидролиза белков икры, но способствует расщеплению жира с образованием свободных кислот. Гидролиз жира заметно усиливается с повышением температуры и удлинением срока прогревания. Однако при однократном прогревании икры при 60° продолжительностью до 3 часов, а также при 65° до 2 часов расщепление жира происходит менее интенсивно, чем в процессе трехкратной пастеризации.

Общая кислотность и рН икры при прогревании не менялись.

Таблица 3

Объекты исследования	Условия прогревания		Содержание различных форм азота в икре						Кислотное число жира икры (мг KOH на 1 г жира)	pH икры
	температу- ра (в °C)	длительн. прогрева- ния (в мин.)	в мг на 100 г икры			в % отобщего азота				
			белковый	аминокис- лот	летучих оснований	белковый	аминокис- лот	летучих оснований		

Икра осетровая № 3

Исходный образец баночной зернистой икры (хранилась в холодильнике 3 м-ца)	—	—	335	61	10	7,14	1,30	0,21	2,13	5,47
Икра после однократного прогревания .	55	30	372	88	15	7,93	1,87	0,32	2,55	5,50
		120	372	94	15	7,93	2,00	0,32	2,49	5,49
Икра после однократного прогревания .	60	30	375	91	15	7,99	1,94	0,32	2,41	5,46
		60	372	105	15	7,93	2,24	0,32	2,92	5,48
		120	372	105	—	7,93	2,24	0,32	3,21	5,50
Икра после однократного прогревания .	65	30	348	105	12	7,42	2,24	0,26	4,20	5,49
		60	—	—	—	—	—	—	—	—
		120	348	107	12	7,42	2,28	0,26	4,36	5,50
Икра после трехкратной пастеризации .	—	—	369	95	14	7,87	2,02	0,30	5,54	5,49

Икра белужья № 5

Исходный образец баночной зернистой икры (хранилась в холодильнике 4 м-ца)	—	—	374	172	21	9,19	4,22	0,51	2,24	5,31
Икра после однократного прогревания .	55	30	395	176	22	9,70	4,32	0,54	3,08	5,36
		120	416	178	22	10,22	4,37	0,54	3,24	5,30
Икра после однократного прогревания .	60	30	382	184	22	9,38	4,52	0,54	3,33	5,33
		60	416	189	21	10,22	4,64	0,51	3,53	5,33
		120	416	170	21	10,22	4,18	0,51	4,40	5,33
Икра после однократного прогревания .	65	30	416	160	21	10,22	3,93	0,51	4,66	5,29
		60	402	193	22	9,88	4,74	0,54	5,51	5,36
		120	402	168	22	9,88	4,13	0,54	5,70	5,35
Икра после однократного прогревания .	70	30	416	160	21	10,22	3,93	0,51	5,73	5,41
Икра после трехкратной пастеризации .	—	—	472	177	25	11,60	4,35	0,61	5,80	5,34

Таблица 4

Образцы исходной икры	Условия прогрева и периоды	Содержание различных форм азота в икре							Кислот- ность икры (мг кон на 1 г икры)	Кислотное число жира икры (мг кон на 1 г жира)	рН икры
		в мг на 100 г икры			в % от общего азота						
		небел- ковый	амино- кислот	летучих основа- ний	небел- ковый	амино- кислот	летучих основа- ний				
Свежепосоленная осетровая икра											
Образец № 24	Однократное прогревание при 60° 120 минут	159	41	8,4	3,7	1,0	0,2	1,48	1,48	5,65	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	155	31	8,4	3,6	0,7	0,2	1,48	1,70	5,63	
	Однократное прогревание при 65° 120 минут	155	35	8,4	3,6	0,8	0,2	1,48	2,56	5,65	
	Однократное прогревание при 65° 120 минут	152	39	8,4	3,6	0,9	0,2	1,48	2,86	5,62	
	Трехкратная пастеризация	238	43	8,4	5,6	1,0	0,2	1,77	1,15	5,47	
Образец № 25	Однократное прогревание при 60° 120 минут	224	41	7,7	5,2	1,0	0,2	1,77	1,43	5,48	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	252	40	7,7	5,9	0,9	0,2	1,77	1,52	5,49	
	Однократное прогревание при 65° 120 минут	224	41	7,7	5,2	0,9	0,2	1,77	1,44	5,47	
	Трехкратная пастеризация	147	25	6,9	3,9	0,7	0,2	1,77	1,01	5,55	
	Однократное прогревание при 60° 120 минут	147	29	6,9	3,9	0,8	0,2	1,77	1,12	5,56	
Образец № 28	Однократное прогревание при 65° 120 минут	140	25	6,9	3,7	0,7	0,2	1,77	1,60	5,59	
	Однократное прогревание при 60° 120 минут										
Свежепосоленная севрюжья икра											
Образец № 26	Однократное прогревание при 60° 120 минут	173	19	9,5	4,0	0,4	0,2	1,18	1,18	5,56	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	180	23	15,3	4,2	0,5	0,3	1,48	1,52	5,56	

Образцы исходной икры	У с л о в и я прогрева ния	Содержание различных форм азота в икре							Кислот- ность икры (мг КОН на 1 г икры)	Кислотное число жира икры (мг КОН на 1 г жира)	рН икры
		в мг на 100 г икры			в % от общего азота						
		бел- ковый	амино- кислот	летучих основа- ний	бел- ковый	амино- кислот	летучих основа- ний				
Свежепосоленная севрюжья икра											
Образец № 26	Однократное прогревание при 65° 120 минут	155	17	9,5	3,6	0,4	0,2	1,77	2,07	5,54	
	Трехкратная пастеризация	180	16	11,4	4,2	0,4	0,3	1,77	2,52	5,52	
	Однократное прогревание при 60° 120 минут	168	41	7,7	3,8	0,9	0,2	1,77	1,24	5,43	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	168	40	7,7	3,8	0,9	0,2	2,07	2,10	5,43	
Образец № 27	Однократное прогревание при 65° 120 минут	168	43	8,4	3,8	1,0	0,2	2,07	2,43	5,44	
	Трехкратная пастеризация	168	47	7,7	3,8	1,0	0,2	2,36	2,96	5,43	
	Однократное прогревание при 60° 120 минут	126	15	7,6	3,0	0,4	0,2	1,77	1,05	5,48	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	140	16	11,4	3,4	0,4	0,3	1,77	1,57	5,48	
Образец № 29	Однократное прогревание при 65° 120 минут	140	43	7,7	3,4	0,5	0,2	1,77	1,96	5,48	
	Трехкратная пастеризация	154	16	9,6	3,7	0,4	0,2	1,77	2,05	5,47	
Баночная зернистая белужья икра											
Образец № 71	Однократное прогревание при 60° 120 минут	252	48	15	5,8	1,1	0,3	--	1,33	5,46	
	Однократное прогревание при 60° 180 минут	259	39	15	6,0	0,9	0,3	—	2,17	5,45	
	Однократное прогревание при 65° 120 минут	245	40	15	5,6	0,9	0,3		2,31	5,46	

Икра I сорта сохранялась 48 суток на холодильнике.

Испытание активности ферментов икры¹ до и после прогревания, проведенное на одном образце баночной зернистой севрюжьей икры (табл. 5), не обнаружило влияния прогревания на жиррасщепляющие ферменты (липазы), но выявило наличие частичного разрушения протеолитических ферментов (протеаз) икры, заметно усиливающегося с повышением температуры и длительности нагревания.

Таблица 5

Условия прогревания	Длительность выдерживания пробы в термостате (в часах)	Активность протеаз				Активность липаз (% расщепленн го жира)
		азот небелковый (мл 0,1N NaOH)		азот аминокислот (мл 0,02N NaOH)		
		результаты титрования	разница по сравнению с исходной пробой	результаты титрования	разница по сравнению с исходной пробой	
Исходная зернистая икра	0	24,10	—	3,60	—	—
	3	24,00	0,10	3,80	0,20	—
	24	23,10	1,00	4,00	0,40	3,20
Однократное прогревание при 55° 120 минут	0	24,10	—	3,70	—	—
	3	24,00	0,10	3,70	0	—
	24	23,70	0,40	4,20	0,50	3,17
Однократное прогревание при 60° 120 минут	0	24,05	—	3,50	—	—
	3	23,90	0,15	3,80	0,30	—
	24	23,50	0,55	3,70	0,20	3,63
Однократное прогревание при 60° 180 минут	0	24,00	—	3,60	—	—
	3	23,85	0,15	3,80	0,20	—
	24	23,70	0,30	3,80	0,20	3,30
Однократное прогревание при 65° 120 минут	0	24,00	—	3,50	—	—
	3	24,00	0	3,60	0,10	—
	24	23,90	0,10	4,00	0,50	3,05
Трехкратная пастеризация	0	24,00	—	3,60	—	—
	3	24,00	0	3,90	0,30	—
	24	23,70	0,30	3,90	0,30	3,21

По активности протеаз икра, однократно прогретая при 60° в течение 3 часов, оказалась близкой икре, прошедшей трехкратную пастеризацию; у икры, прогретой 2 часа при 60°, активность протеаз была больше, а у прогретой 2 часа при 65° — меньше.

Весьма интересные результаты были получены при исследовании икры на содержание витамина А². В части проб (4 пробы) икры как подвергавшейся, так и не подвергавшейся прогреванию, витамин А не

¹ Активность протеолитических ферментов учитывалась по количеству небелкового азота и азота аминокислот, образующихся при воздействии водной вытяжки из икры на 2%-ный раствор казеина в фосфатном буфере с pH 5,5 (свойственным икре) при температуре 36—37°. Активность жиррасщепляющих ферментов определялась методом Фольгард-Штаде.

² Исследование икры на содержание витамина А проведено мл. научным сотрудником витаминной лаборатории ВНИРО М. Н. Румянцевой.

был обнаружен совсем, а в других (3 пробы) найден только в виде следов — в количестве 6,5—9 инт. ед. на 1 г икры. Обнаруженное практически отсутствие витамина А в икре находится в противоречии с распространенным в литературе указанием, что икра осетровых рыб «богата витамином А».

Изменение микрофлоры. Наблюдения за изменением микрофлоры показали, что увеличение длительности нагревания икры при 55°, а также повышение температуры с 55 до 60° способствуют значительному сокращению численности и количества видов микробов в икре. Однако однократное прогревание икры при 55° продолжительностью до 2—3 часов не обеспечивает все же достаточного обеспложивания икры и среди остаточных микробов, выделенных из разных проб, найдено значительное количество неспоровых бактерий. Прогревание при 60° в течение 1 часа оказалось более эффективным. В пробах икры, прогретой при 60° в течение 1 часа, содержание микробов не превышало 370 клеток на 1 г икры; остаточная микрофлора в отдельных пробах была представлена 1—3 видами микробов, главным образом кокков и споровых палочек, но наряду с ними в некоторых случаях были найдены и неспоровые бактерии. Повышение температуры с 60 до 65 и 70°, а также увеличение длительности прогревания при данной температуре не повлияли заметным образом на изменение микрофлоры.

Прогревание при 60° в течение 2 и 3 часов, а также во всех случаях при 65 и 70° дало практически одинаковые результаты. В разных пробах на 1 г икры найдено от 0 до 80 клеток; остаточная микрофлора представлена обычно одним, реже, двумя видами исключительно кокков и споровых палочек (не считая изредка находимых плесневых грибов), причем первые заметно преобладают.

Наблюдаемый характер зависимости изменения микрофлоры икры от условий прогревания объясняется тем, что основная масса микробов исходной соленой икры относится к мезофильным формам, которые плохо переносят температуру выше 50° и при нагревании икры быстро отмирают. Близкие же к термофилам микробы (термотолерантные), количество которых в икре сравнительно не велико, как известно, реагируют на повышение температуры до 80° значительно слабее, так же, как и на увеличение длительности нагревания до известного предела.

Видовой состав остаточной микрофлоры в икре, подвергавшейся прогреванию, был тщательно исследован, но поскольку прогреванием при 55° не удалось достигнуть желательного обеспложивания, а прогревание при 70° дало продукт, неприемлимый по товарным свойствам, результаты, относящиеся к икре, прогретой при указанной температуре, не представляют практического интереса. В случаях прогревания икры при 60 и 65° увеличение продолжительности прогревания (при 60° с 2 до 3 часов и при 65° с 1 до 2 часов) сопровождалось ясно выраженным уменьшением общего числа видов микробов, выделенных из различных образцов икры одинакового приготовления (табл. 6).

Таблица 6

Условия прогревания		Число исследованных проб	Число найденных видов микробов				Число случаев нахождения плесневого грибка
			кокки	споровые палочки	неспоровые палочки	всего (без плесеней)	
Однократное прогревание при 60°							
	60 минут	20	7	4	3	14	5
	120 "	20	6	6	0	12	2
	180 "	15	3	3	0	6	1

Условия прогревания	Число исследованных проб	Число найденных видов микробов				Число случаев нахождения плесневого грибка
		кожи	споровые палочки	неспоровые палочки	всего (без плесневой)	
Однократное прогревание при 65°						
60 минут	20	8	6	0	14	5
120 "	20	6	1	0	7	5
180 "	13	6	3	0	9	0
Трехкратная пастеризация при 60°	15	4	3	0	7	4

К числу микробов, наиболее часто встречаемых в икре, прогретой при 60 и 65°, относились *M. candicans*, *Sarcina lutea*, *M. luteus*, *M. tetragenus*, *Bac. megatherium*, *Bac. cereus* var. *Bac. fluorescens*, *Bac. subtilis* и *Bac. mycoides*; в ряде случаев найдены также споры плесневого грибка. Частая повторяемость этих видов микробов в разных пробах икры, прогретой при 60 и 65°, указывает на известную термоустойчивость их в икре при данных температурах. Однако некоторые из выделенных форм смогли проявить жизнеспособность на элективных питательных средах лишь через 3—5 дней, причем не всегда оказались в состоянии полностью восстановить нормальный жизненный цикл.

Малочисленность и угнетенное состояние остаточных микробов, наряду с полным отсутствием роста при посевах значительного количества проб (26 из 117), показывают, что однократное прогревание икры при 60 и 65° достаточно эффективно в целях пастеризации.

По характеру и численности остаточной микрофлоры однократное прогревание икры при 60° в течение 2 и 3 часов, а также при 65° в течение от 1 до 3 часов дало результаты, совпадающие с полученными при трехкратной пастеризации. Наблюдения за изменением различных свойств икры при нагревании показали, что пастеризацию икры осетровых вполне возможно осуществлять однократным прогреванием по одному из следующим режимов:

- 1) прогревание при 60° в течение 2 часов;
- 2) » » 60° » » 3 »
- 3) » » 65° » » 2 »

Пастеризация икры по второму варианту режима дает продукт, весьма близкий по товарным признакам к получаемому по способу трехкратной пастеризации; по первому варианту получается более нежный и вкусный продукт; третий вариант дает продукт несколько более плотной консистенции, но в общем удовлетворительного вкуса. Данные о стойкости пастеризованной икры, приготовленной по различным режимам, приводятся ниже.

Влияние способа посола на свойства пастеризованной икры

С целью уточнения техники посола свежей икры было проведено около 40 опытов пастеризации различным образом посоленной икры при одинаковой температуре (60°) и длительности нагревания (2 часа). Посолы икры осуществляли зернистым переделом с полным или частичным удалением тузлука, а также без удаления тузлука; дозировка соли при посоле была принята в 3, 4 и 5%. Зерно перед посолом в боль-

шинстве опытов промывали охлажденной водой, но производился также посол непромытого зерна.

Опыты сопровождалось учетом выхода посоленной икры, наблюдениями за удобством раскладки ее в баночки и товароведческой экспертизой готовой пастеризованной икры. Равномерность распределения икры разных переделов по отдельным баночкам контролировалась путем определения солености и влажности икры не менее чем в 10 баночках от каждого передела.

Было установлено, что степень удаления тузлука при посоле, качество передела и содержание соли в икре существенно влияют на степень уплотнения оболочек икринок при пастеризации. В случае посола с полным удалением тузлука путем длительного выдерживания икры (откидки) на решете, а также отжима в икорных банках икра после пастеризации имеет заметно большее уплотнение и соответственно менее нежный вкус, чем при посоле с частичным удалением тузлука кратковременной откидкой на решете.

Икра, посоленная без удаления тузлука, при прогревании почти не уплотняется и хорошо сохраняет естественный вкус. Однако расфасовка такой икры затруднительна ввиду быстрого образования отстоя тузлука; кроме того, наличие избытка тузлука при дозировке соли 4 и 5% сильно ухудшает внешний вид готового продукта.

Икра густого («перепущенного») передела, а также приготовленная из непромытого перед посолом зерна неудобна для расфасовки и более склонна к уплотнению при пастеризации, чем икра нормального или несколько «недопущенного» и влажного передела, приготовленная из промытого зерна.

Повышение содержания соли в икре от 3 до 5% способствует усилению уплотнения оболочек икринок. Однако экспертиза нашла, что при 4 и 5%-ном посоле вкус готового продукта лучше, чем при 3%-ном посоле; в последнем случае образцы были найдены слишком пресными.

При посоле икры с дозировкой соли 5% потери по отношению к весу промытой икры-сырца в среднем составили:

- | | |
|---|------|
| 1) посол с полным удалением тузлука откидкой на решете (1,5—2 минуты) и последующим отжимом икры в обычных икорных банках | 4,6% |
| 2) посол с частичным удалением тузлука обычной откидкой на решете (1 минута) | 1,2% |
| 3) посол с частичным удалением тузлука кратковременной откидкой на решете (30 секунд) | 0,9% |

Колебания солености и влажности икры в отдельных баночках, наполненных из одного передела, при посолах с полным и частичным удалением тузлука оказались практически одинаковыми: содержание соли колебалось в пределах от 0,5 до 1%, влаги — от 1,5 до 2,5%. При посоле без удаления тузлука колебания солености икры в разных баночках от одного передела составили от 0,1 до 0,6%, а влаги — от 1,1 до 8,7%. При наблюдениях за пастеризованной икрой, приготовленной из одной банки обычной баночной зернистой икры, хранившейся три месяца на холодильнике, колебания в содержании соли составляли 0,3—0,9%, влаги — 0,7—2,2%.

Микробиологические наблюдения не обнаружили влияния степени удаления тузлука при посоле на обсемененность посоленной икры. Однако было найдено, что промывание зерна перед посолом способствует сильному снижению обсемененности соленой икры, исходя из чего при посоле для пастеризации икру обязательно следует промывать.

Икру после посола следует по возможности быстрее расфасовывать и подвергать пастеризации. При выдерживании в вазах свежесоленная икра обычно быстро «садится», причем слабеет зерно и отделяется тузлук, что весьма затрудняет расфасовку.

Длительное хранение расфасованной икры до пастеризации сопровождается развитием в ней микробов, особенно интенсивным в комнатных условиях (рис. 3), и способствует ухудшению вкуса пастеризованной икры (появляются привкусы сырости, остроты, окиси).

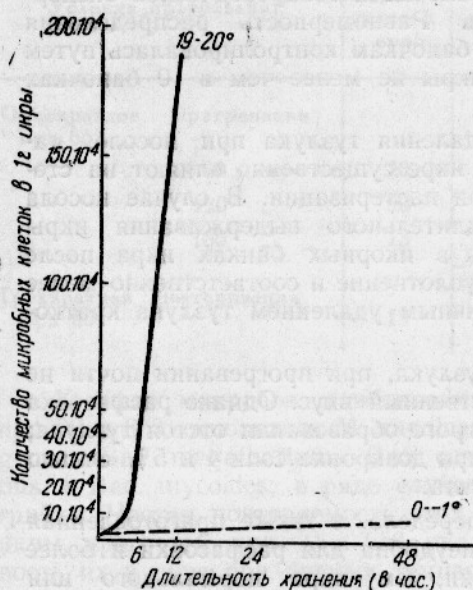


Рис. 3. Изменение численности микробов в икре после посола при хранении до пастеризации (средние данные из 5 опытов).

Хранение пастеризованной икры

Многочисленные опыты хранения различных образцов пастеризованной икры проводились с целью выяснить характер изменений, происходящих в пастеризованной икре, и допустимые сроки ее хранения, в зависимости от следующих факторов:

1) качества исходной соленой икры (степень удаления тузлука из свежесоленой икры, длительность хранения зернистой баночной икры до пастеризации);

2) содержания соли в икре (дозировки соли при посоле от 4 до 10%);

3) режима прогревания икры (принятая фракционная пастеризация и однократное прогревание при 60° в течение 1, 2 и 3 часов, а также при 65° в течение 1 и 2 часов);

4) температуры хранения готового продукта.

Опытное хранение икры проводили в холодильной камере при температуре -10° и -2° , в комнатных условиях при 18–20° и в термостате при 36°.

В процессе хранения икру периодически подвергали товароведческой экспертизе, микробиологическому и химическому исследованиям.

Фактический материал, накопленный при различных опытах хранения икры, ввиду его обширности не может быть представлен в данной статье, поэтому мы ограничимся изложением выявленных закономерностей, по возможности иллюстрируя их данными отдельных опытов.

Изменение свойств икры при хранении

Товарные свойства пастеризованной икры при хранении изменяются следующим образом.

Вкус. Икра постепенно приобретает привкусы сначала остроты, затем горечи и, наконец, своеобразный привкус сыра. Появление кислого привкуса отмечалось редко, обычно лишь в случаях хранения икры при повышенной температуре (36°) и преимущественно во влажной икре, содержащей избыток тузлука.

Запах. Меняется весьма слабо; лишь при достаточно глубоком изменении икры на грани порчи появляется запах сыра или окиси. В редких случаях наблюдается также появление специфического селедочного запаха.

Внешний вид. Икра постепенно приобретает коричневатый оттенок (повидимому, в связи с изменением свойств жира); консистенция становится более влажной и появляется отстой тузлука, но плотность икринок заметно не меняется (некоторое размягчение оболочек отмечено только при очень глубоком изменении икры).

При длительном хранении в икре появляются «белые включения» в виде небольших крупинок округлой формы или довольно крупных образований неправильной формы с лучистыми краями (рис. 4), а также многочисленных мелких «блесток», взвешенных в тузлуке. Обычно к моменту появления «белых включений» вкус икры изменяется настолько, что она практически утрачивает товарную ценность.

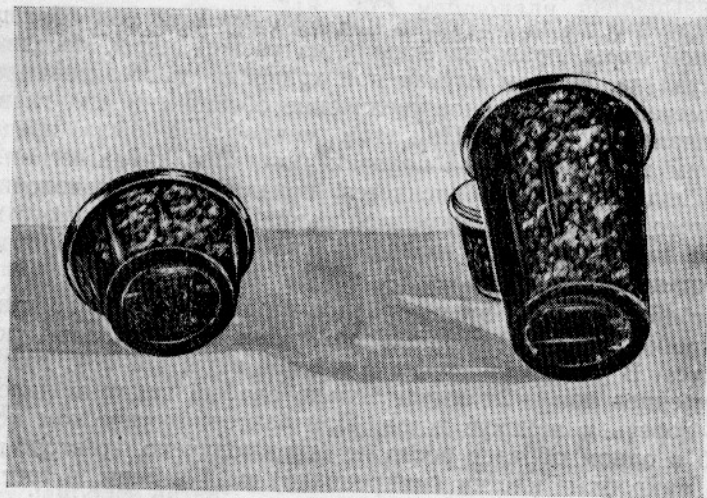


Рис. 4. Банки с икрой, пораженной белыми включениями.

Микробиологические анализы не обнаружили развития микрофлоры при хранении пастеризованной икры, приготовленной как из баночной зернистой икры, так и из свежей икры-сырца, посоленной с полным или частичным удалением тузлука (были исследованы 188 проб, отобранных из 11 партий икры в процессе хранения ее до глубокого изменения).

Посевы значительного числа проб (45) совсем не дали роста. В других случаях находили обычно от 2—3 до 30—40 клеток на 1 г икры, которые были представлены одним, реже двумя видами микробов, главным образом кокков. Как исключение, в нескольких пробах икры разных партий, сохранявшихся при 18 и 36°, было обнаружено довольно большое число клеток: 300—500 (5 случаев) и даже 1000 и 1600 клеток (2 случая), притом исключительно одного вида микробов, а именно: споровой палочки типа *Bac. megatherium*. Неспоровые палочки (*Achromobacter sulfureum*, *B. ruber* и *Flavobacterium aquatile*) были обнаружены только в нескольких пробах икры, однократно прогретой при 60° в течение 1 часа.

Численность и видовой состав микрофлоры пастеризованной икры при хранении не менялись и были близки к исходным; колебания носили случайный характер и не зависели от продолжительности и температуры хранения икры. Из отдельных видов микробов в разных пробах икры, отобранных в процессе хранения, встречались преимущественно *M. capdicans*, *Sarcina lutea*, *Bac. megatherium*, *Bac. mesentericus* и *Bac. mycoides*; в единичных случаях были выделены: *Sarcina alba*, *Sarcina flava*, *M. luteus*, *M. aurantiacus*, *Str. citrovorum*, *Str. thermophilus*, *Staph. citreus*, *M. tetragenus*, *M. albus liquefaciens*, *Bac. subtilis*, *Bac. fluorescens* var. *Bac. cereus*, *Bac. niger*, *Bac. circulans*, *Bac. polymyxa*, а также неопределенный вид микрококка, вырабатывающего оранжевый пигмент; в нескольких пробах найдены также споры плесневого грибка.

Отсутствие увеличения численности микробов, а также случаев бом-

бажа банок во время хранения икры даже при $+36^{\circ}$ показывает, что остаточная микрофлора в пастеризованной икре находится в весьма угнетенном состоянии. Хотя некоторые выделенные формы микробов относятся к протеолитическим, они не могут, видимо, проявлять себя в качестве активных возбудителей порчи. Отсюда следует, что изменение при хранении товарных свойств пастеризованной икры, приготовленной из баночной зернистой икры и свежей икры, посоленной с удалением тузлука, вызывается не бактериальными процессами.

Иная картина была получена при наблюдениях над образцами пастеризованной икры, приготовленными из свежей икры, посоленной без удаления тузлука. В этом случае при хранении пастеризованной икры при 18° отмечено значительное увеличение обсемененности, главным образом в начальный период. При этом микрофлора была представлена только одним видом споровой палочки типа *Bac. megatherium*. Развитием этого вида микроба объясняется, повидимому, и появление неприятного кислого привкуса (прокисшего картофеля), отмеченного во время наблюдений за изменением товарных свойств данных образцов икры во время хранения их при $18-20^{\circ}$ и 36° .

Однако при хранении этих образцов на холоде (-2°) роста численности микробов не наблюдалось, равно как и появления указанного кислого вкуса. В частности пробы осетровой икры (№ 28), хранившиеся около 16 месяцев при -2° , имели только слабый запах лежалой икры, несильную горечь и привкус жира. При бактериологическом исследовании 3 проб в одном образце роста не было получено, во втором образце найдены 3 микробные клетки (микрококки) на 1 г икры, в третьем — 57 (*Bac. mesentericus*, *Bac. megatherium* и микрококки).

Таким образом, наблюдения показали, что отдельные формы остаточных микробов, хотя и находятся в угнетенном состоянии после пастеризации, но не утрачивают полностью способности к активной жизнедеятельности в икре. В частности *Bac. megatherium* через известный промежуток времени при определенных условиях может выходить из «теплого очоенения», развиваться и способствовать порче икры. Условиями, благоприятствующими развитию остаточных клеток *Bac. megatherium*, являются, видимо, наличие в икре избытка жидкой фазы (тузлука) и хранение продукта при повышенной температуре.

Исходя из этих представлений, отмеченные выше случаи повышенной обсемененности (притом исключительно *Bac. megatherium*) пастеризованной икры, приготовленной из баночной зернистой икры и свежей икры, посоленной с удалением тузлука и сохранявшейся в тепле, можно объяснить неравномерным распределением икры по баночкам при расфасовке, когда в отдельные баночки со дна вазы или икорной банки попадает более влажная икра, содержащая отстой тузлука. Отсюда следует, что для получения наиболее стойкого и однородного продукта посола свежей икры перед пастеризацией необходимо проводить обязательно с откидкой на решето для удаления тузлука. Практически полезным мероприятием может быть также замена сплошного дна в вазах, из которых раскладывается икра, дырчатым, в целях стекания отделяющегося во время расфасовки тузлука.

Наблюдения за химическими свойствами икры показали, что при хранении в пастеризованной икре происходит расщепление белков и жира и накопление первичных продуктов распада белков, аминокислот и свободных жирных кислот.

Количество азота летучих оснований в икре во всех случаях увеличивалось весьма незначительно, что известным образом указывает на отсутствие типичных гнилостных бактериальных процессов в пастеризованной икре при хранении.

Окисления жира икры не было обнаружено. Иодные числа жира

большей частью незначительно колебалась вокруг исходных значений, а в ряде опытов обнаружили даже тенденцию к небольшому увеличению.

Активная кислотность (рН) пастеризованной икры составляла в среднем 5,5 (с колебаниями в отдельных случаях от 5,2 до 5,7) и в процессе хранения не менялась. Зависимости между рН икры и ее вкусовыми свойствами не обнаружено. Общая титруемая кислотность икры несколько увеличивалась по мере хранения, причем более заметно в тепле, чем на холоде. Однако для некоторых образцов икры при хранении в комнатных условиях (18—20°) наблюдали непрерывное возрастание кислотности, в то время как при температуре —2 и +36° вначале было отмечено ее повышение, а затем понижение (рис. 5), несмотря на появление в икре кисловатого привкуса. Недостаточно отчетливая картина в отношении кислотности икры и частое несовпадение аналитических данных с вкусовыми ощущениями объясняются, по-видимому, недостаточным совершенством принятой методики учета свободных кислот в икре.

Процесс расщепления белков и жира в икре протекает наиболее интенсивно в начале хранения и определенным образом связан с температурой хранения (рис. 6 и 7) и режимом пастеризации икры (рис. 8 и 9). Расщепление белка и жира и накопление продуктов их распада происходит значительно интенсивнее в тепле, чем на холоде; при хранении икры в замороженном состоянии этот процесс выражен очень слабо. Интересно отметить, что при положительной температуре хранения увеличение содержания всего небелкового азота в икре происходит значительно быстрее, чем накопление азота аминокислот.

Повышение температуры и увеличение длительности нагревания икры при пастеризации способствует замедлению изменения свойств белков и жира икры при хранении. При этом, как видно из рис. 8 и 9, замедлению способствует в большей степени повышение температуры нагревания, чем увеличение его длительности. Близкие результаты в отношении хода накопления продуктов гидролиза белка и жира при хранения были получены для икры, подвергнутой трехкратной пастеризации и однократному нагреванию при 60° в течение 3 часов. Икра, прогретая при 60° в течение 1 и 2 часов, оказалась более подверженной изменениям, а прогретая при 65° — менее.

Для характеристики тормозящего действия нагревания на процесс распада белков икры на рис. 10 дано сопоставление данных по накоплению небелковых форм азота в пастеризованной (фракционным способом) и непастеризованной икре при хранении на холоде (—2°). Установлено, что повышение содержания соли в икре не влияет на гидролиз белков, но стимулирует расщепление жира (рис. 7).

Различий в изменении химических свойств для пастеризованной икры разных видов осетровых не обнаружено.

Характер накопления продуктов расщепления белков и жира, наряду с малочисленностью и неактивным состоянием остаточных микроорганизмов, позволяет предполагать, что изменение свойств пастеризованной икры при хранении происходит под воздействием ферментов.

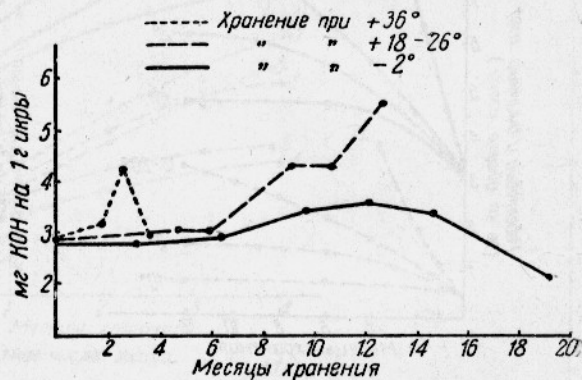


Рис. 5. Изменение общей кислотности икры при хранении.

свойственных самой икре, т. е. в результате автолитических процессов. Кислая реакция пастеризованной икры (рН 5,5), способствующая в известной степени угнетению микрофлоры, благоприятна для автопротеолитических процессов. Различие в интенсивности изменений, отмеченное

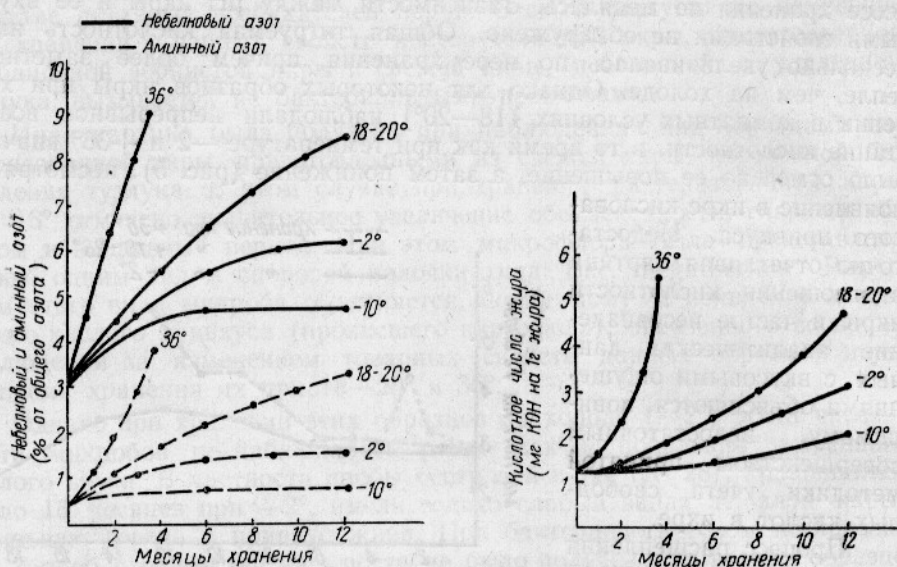


Рис. 6. Изменение содержания небелковых форм азота и кислотного числа жира в пастеризованной икре при хранении. Продукт приготовлен из свежесоленного зерна трехкратной пастеризацией (средние данные трех опытов).

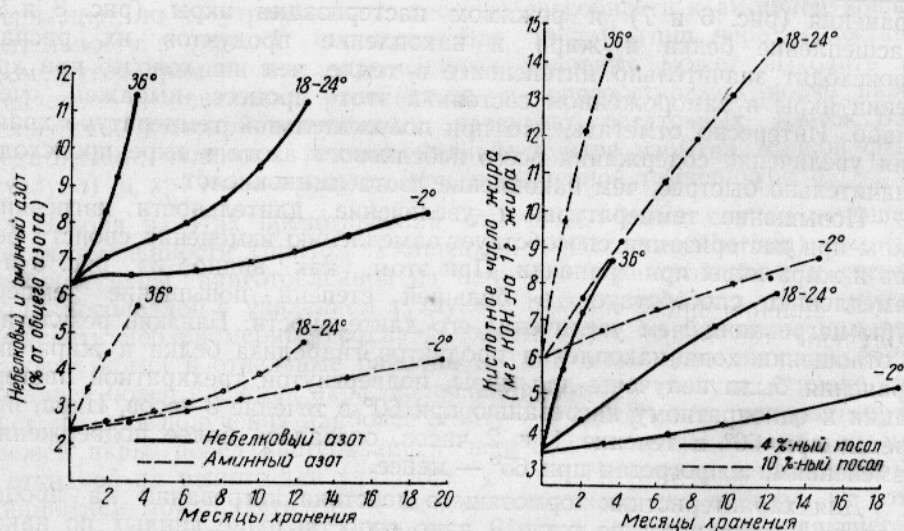


Рис. 7. Изменение содержания небелковых форм азота и кислотного числа жира в пастеризованной икре при хранении. Продукт приготовлен из зернистой баночной икры I сорта, хранившейся 3 месяца в холодильнике (средние данные четырех опытов); пастеризация трехкратная.

для икры, пастеризованной по разным режимам, объясняется различной степенью разрушения ферментов икры в зависимости от условий прогрева.

При равных условиях пастеризации и хранения икры содержание продуктов гидролиза белка и жира в пастеризованной икре, обнаружен-

ное на разных этапах хранения, зависит от качества икры, использованной для пастеризации. В образцах пастеризованной икры, приготовлен-

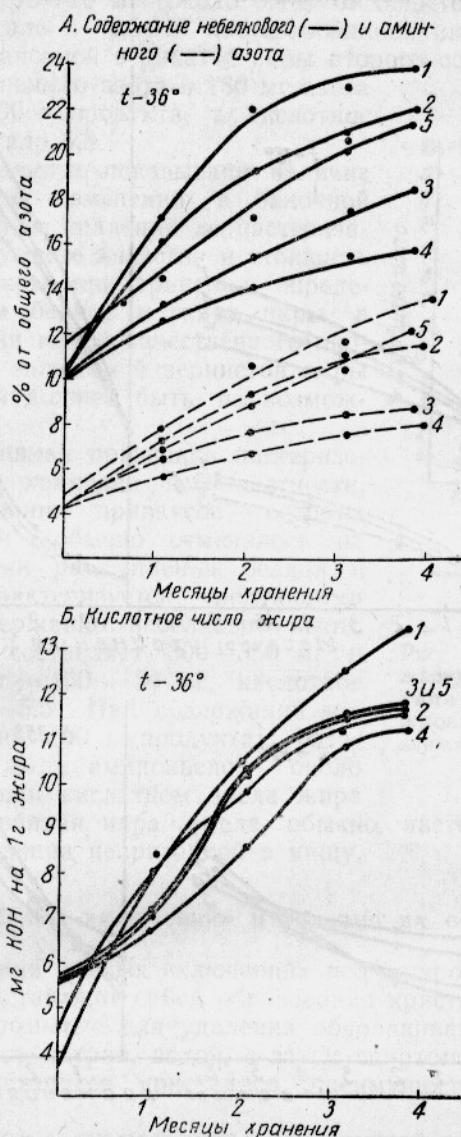


Рис. 8. Изменение содержания небелковых форм азота (А) и кислотного числа жира икры (Б) в зависимости от условий ее нагревания:

- 1 — Однократное нагревание при 60° 1 час.
- 2 — » » » 60° 2 часа.
- 3 — » » » 65° 1 час.
- 4 — » » » 65° 2 часа.
- 5 — Трехкратная пастеризация.

Хранение в термостате при 36° . Продукт приготовлен из белужьей зернистой икры второго сорта (сохранялась до пастеризации 4,5 месяца).

ной из свежесоленной икры-сырца, количество небелкового и аминокислотного азота, а также кислотное число жира обычно значительно ниже, чем в образцах, приготовленных из баночной зернистой икры, хранившейся до пастеризации на холодильнике.

В разных образцах пастеризованной икры, приготовленной из свежей икры-сырца, при закладке их на опытное хранение (спустя 1 месяц после приготовления)¹ было найдено (на 100 г икры): небелкового азота

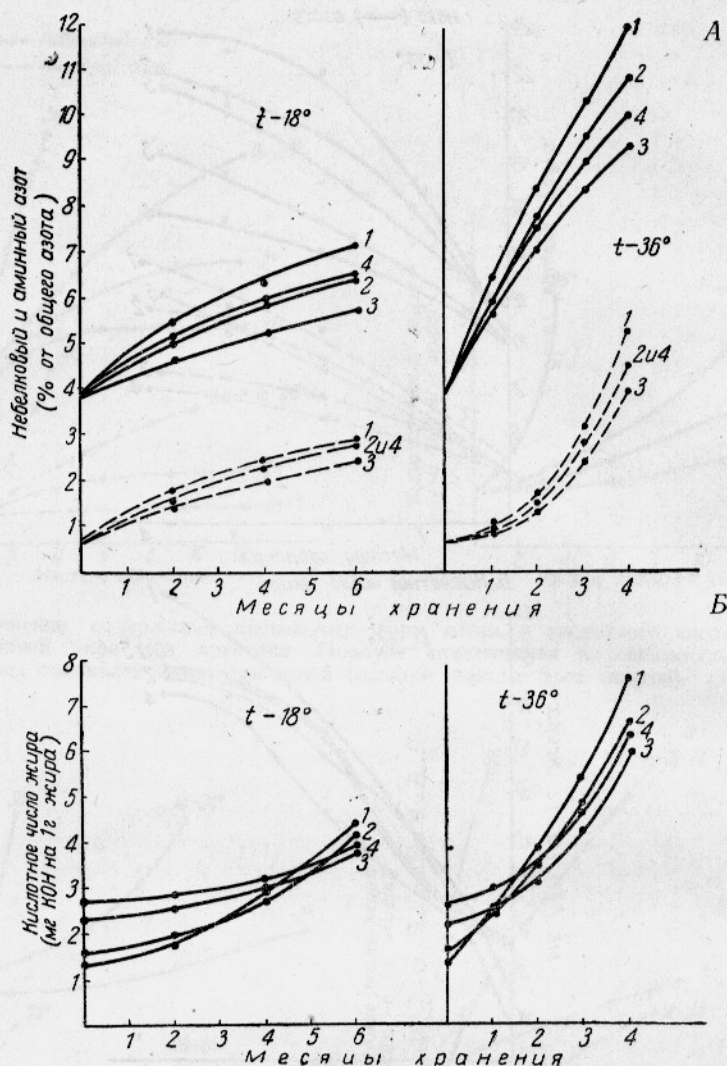


Рис. 9. Изменение содержания: А — небелкового (—) и аминокислотного азота (---); Б — кислотного числа жира икры в зависимости от условий ее прогревания. Хранение при 18 и 36°. Продукт приготовлен из свежепосолённого зерна, посол 5%-ный с частичным удалением тузлука. Средние данные:

- 1 — Однократное нагревание при 60° 2 часа.
- 2 — » » » 60° 3 часа.
- 3 — » » » 65° 2 часа.
- 4 — Трёхкратная пастеризация.

120—180 мг (2,6—4,2% от общего азота), азота аминокислот 14—47 мг (0,3—1% от общего азота) и азота летучих оснований 7—12 мг (0,2—0,3% от общего азота); кислотное число жира колебалось от 1 до 2,5. В образцах, приготовленных из зернистой баночной икры первого сорта (сохранялась от 1,5 до 3 месяцев на холодильнике) содержалось (на

¹ До опытов икра хранилась в холодильнике при —2°.

100 г икры): небелкового азота 250—320 мг (5,6—7,1% от общего азота), азота аминокислот 40—120 мг (0,9—2,8% от общего азота) и азота летучих оснований 15—20 мг (около 0,4% от общего азота); кислотное число жира достигало 3—3,5. В пастеризованной икре, приготовленной в виде опыта из баночной зернистой икры второго сорта, было найдено около 400 мг небелкового азота и 180 мг азота аминокислот на 100 г продукта, а кислотное число жира достигало 5,8.

Приведенные данные показывают наличие достаточно глубоких изменений в баночной зернистой икре при ее хранении до пастеризации. Поскольку вкусовые качества и стойкость пастеризованной икры при хранении определяются состоянием белков и жира икры, в интересах получения высококачественного продукта срок между заготовкой зернистой икры и ее пастеризацией должен быть, по возможности, сокращен.

Изменение внешних признаков пастеризованной икры при хранении и, в частности, появление посторонних привкусов — остроты или легкой горечи — обычно отмечалось на определенной стадии расщепления белков и жира, которая характеризуется следующими показателями: содержание небелкового азота в 100 г продукта составляет 300—350 мг и азота аминокислот — 100—150 мг, кислотное число жира — 3,5—5,5. При содержании небелкового азота (на 100 г продукта) 400—500 мг и более и азота аминокислот — около 200 мг, а также при кислотном числе жира более 6 пастеризованная икра имела, обычно, настолько неприятный вкус, что была признана непригодной в пищу.

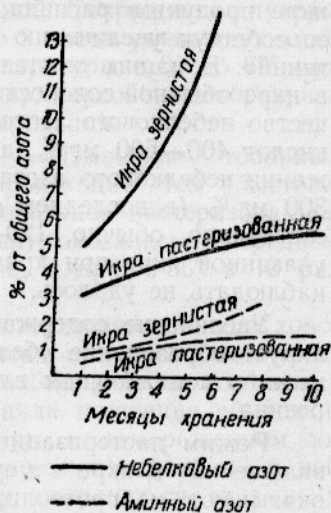


Рис. 10. Изменение содержания небелковых форм азота при хранении пастеризованной и непастеризованной зернистой (баночной) икры.

Природа «белых включений» и условия их образования

При исследовании «белых включений» под микроскопом было найдено, что они представляют собой образования кристаллического строения. Включения, промытые для удаления обволакивающего их тузлука раствором хлористого натрия, водой, а затем спиртом и эфиром, имеют вид друз плотно сросшихся кристаллов, преимущественно игловидной формы.

Под микроскопом в тузлуке икры, содержащей включения, обычно хорошо видны одиночные и собранные в группы различной конфигурации кристаллы, среди которых преобладают блестящие игловатые, собранные часто в форме метелочек, типичных для тирозина. Очищенные от поверхностных загрязнений и высушенные в эксикаторе над хлористым кальцием «белые включения» не растворялись в большинстве органических растворителей, но оказались растворимыми в растворах едкого натра, аммиака, соляной и серной кислот. Растворы «белых включений» в кислотах дали положительную реакцию на азот и тирозин. При количественном определении было установлено, что содержание тирозина в «белых включениях» составляет 58% и на долю тирозина приходится 50% всего азота, содержащегося «в белых включениях».

Проведенные испытания позволяют заключить, что «белые включения» являются продуктом протеолиза икры при хранении и представляют сложное образование, содержащее главным образом тирозин, а

также другие аминокислоты, плохо растворимые в воде и растворах соли. Появление «белых включений» происходит обычно только при далеко зашедшем автолизе икры, при определенном накоплении продуктов распада белка и связано с температурой хранения икры.

Температура хранения икры играет двоякую роль: повышение температуры, с одной стороны, приводит к более быстрому накоплению в икре продуктов распада, образующих «белые включения», а с другой, способствуя увеличению их растворимости, тормозит выпадение «включений». В наших опытах мы наблюдали появление «белых включений» в икре обычной солености (3,5—4,5%) при температуре 36°, когда количество небелкового азота достигало 800—1000 мг % и азота аминокислот 400—500 мг %, а при температуре хранения 18—20° при содержании небелкового азота 500—600 мг % и азота аминокислот — 200—300 мг % (в последнем случае содержание свободного тирозина в икре составляло, обычно, 120—130 мг %). Появления «белых включений» в указанной икре при хранении на холоде (—2°) в течение до двух лет наблюдать не удалось.

Увеличение содержания соли в икре с 3—4 до 7% заметно стимулирует образование «белых включений», что вполне согласуется с данными о понижающем влиянии хлористого натрия на растворимость тирозина.

Режим пастеризации отражается на скорости появления «белых включений» в икре в меру того воздействия, какое условия прогревания оказывают на протеолитические ферменты икры и интенсивность расщепления белков при хранении.

Скорость появления «белых включений» в икре при прочих равных условиях зависит от качества исходной икры, подвергавшейся пастеризации. Изменения, происходящие в зернистой икре при хранении до пастеризации, отражаются на качестве пастеризованного продукта, и при использовании зернистой икры пониженного качества «белые включения» появляются быстрее.

Отличие между пастеризованной и обычной зернистой икрой в отношении образования «белых включений» при хранении объясняется отсутствием в пастеризованной икре бактериальных процессов, способствующих превращению аминокислот в более простые соединения.

В заключение необходимо подчеркнуть, что при хранении пастеризованной икры с содержанием соли до 5% «белые включения», как правило, появляются на такой стадии процесса, когда вкус икры оказывается настолько измененным, что икра практически утрачивает товарную ценность.

Влияние отдельных факторов на стойкость пастеризованной икры

Под стойкостью мы понимаем возможные сроки хранения продукта до: а) появления первых признаков изменения товарных свойств и б) наступления резких изменений, лишающих продукт товарной ценности и делающих его непригодным в пищу.

Наши опыты показали, что стойкость пастеризованной икры зависит в первую очередь от принятого режима пастеризации и температуры хранения готового продукта. Кроме того, имеют самостоятельное значение: 1) при приготовлении продукта из свежей икры-сырца — способ посола икры и, в частности, степень удаления тузлука и 2) при использовании для пастеризации соленого полуфабриката в виде обычной баночной зернистой икры — длительность хранения ее после заготовки и связанное с этим качество икры.

Различий в стойкости пастеризованной икры разных видов осетровых не наблюдается.

Режим пастеризации икры. С повышением температуры и удлинением срока прогревания икры скорость изменения товарных свойств продукта при хранении понижается и стойкость возрастает; при этом первый фактор (температура) оказывает большее влияние, чем второй (длительность нагревания). По стойкости при хранении икра, подвергнутая фракционной пастеризации и однократному прогреванию при 60° в течение 3 часов, оказалась равноценной. Сокращение длительности однократного прогревания при 60° с 3 до 2 часов уменьшает стойкость продукта в 1,5—2 раза. Повышение температуры с 60 до 65° при длительности нагревания 2 часа дает продукт, примерно, в полтора раза более стойкий, чем принятая трехкратная пастеризация.

Температура хранения икры. Изменение товарных свойств пастеризованной икры при хранении происходит тем быстрее, чем выше температура. Стойкость различных образцов пастеризованной икры (независимо от способа их приготовления) оказалась в среднем при комнатной температуре (18—20°) в 2 раза, а при +36° в 10 раз меньше, чем при —2°.

В отличие от обычной зернистой икры, пастеризованная икра хорошо переносит замораживание. В наших опытах при повторном трехкратном замораживании, чередуемом с размораживанием в комнатных условиях, пастеризованная икра вполне сохраняла присущие ей консистенцию и вкус. Хранение пастеризованной икры в замороженном состоянии при —8°, —10° способствует предотвращению изменений в ней и в данных условиях она может, повидимому, сохраняться годами (в наших опытах при хранении около двух лет икра не имела признаков изменения).

Степень удаления тузлука из икры. При посоле свежей икры перед пастеризацией степень удаления тузлука отражается на изменении вкусовых качеств продукта главным образом в начальный период хранения.

В случаях полного удаления тузлука (длительной откидкой на решете) продолжительность хранения пастеризованной икры до появления первых признаков изменения (привкуса остроты) была в 1,5—2 раза больше, чем в случае частичного удаления тузлука; однако в обоих случаях икра была признана непригодной в пищу почти через равные сроки хранения.

При посоле без удаления тузлука пастеризованная икра малостойка при хранении в тепле (стойкость в 4—5 раз меньше, чем в случае посола с полным удалением тузлука), что связано со способностью остаточной микрофлоры развиваться при избытке жидкой фазы в икре. Такая икра может сохраняться в комнатных условиях (18—20°) не более 1,5—2 месяцев, но на холоде (—2°) гораздо дольше — до 1 года и более.

Качество соленого полуфабриката — баночной зернистой икры. В случаях пастеризации баночной икры I сорта хранилась от 1,5 до 3 месяцев на холодильнике) обычно получался продукт, мало уступающий приготовленному из свежей икры-сырца. Однако при пастеризации зернистой икры второго сорта (хранилась на холодильнике 4—4,5 месяца) готовый продукт гораздо быстрее утрачивал товарную ценность и при хранении в тепле (18—20°) уже через 3—4 месяца практически не имел пищевого значения (очень сильная острота и горечь).

Подводя итоги изучению стойкости пастеризованной икры, можно заключить, что пастеризованная икра, приготовленная из свежей икры-сырца, посоленной с удалением тузлука, а также из вполне доброкачественной баночной зернистой икры (не ниже I сорта) как принятым способом фракционной пастеризации, так и предлагаемым однократным прогреванием при 60° в течение 3 часов, является весьма стойким продуктом.

Первые признаки изменения вкуса, не лишаящие пастеризованную икру товарной ценности (привкус остроты), появляются при хранении на холоде (-2°) через 12—13 месяцев, в комнатных условиях ($18-20^{\circ}$) — через 5—6 месяцев и при термостатном хранении (36°) — через 1—1,5 месяца. Утрата икрой товарной и пищевой ценности, в результате изменения главным образом вкуса (сильная острота и горечь, появление своеобразного сырного или неприятного сладковатого привкуса), происходит через 2—3 месяца термостатного хранения, через 11—12 месяцев хранения в комнатных условиях ($18-20^{\circ}$) и не ранее, чем через 20—24 месяца хранения на холоде.

Выводы

1. Применяемый способ фракционной пастеризации икры нерационален. Выдерживание икры между прогреваниями в термостате при $24-26^{\circ}$ не оказывает влияния на остаточную микрофлору и практически бесполезно.

2. Пастеризация икры вполне может осуществляться однократным прогреванием по одному из следующих вариантов:

- | | | | | |
|----|------------|------------------|-----------|---------|
| 1) | нагревание | при 60° | в течение | 3 часов |
| 2) | » | » 60° | » | 2 » |
| 3) | » | » 65° | » | 2 » |

Пастеризация икры по первому варианту дает продукт, равноценный получаемому при фракционной пастеризации; второй вариант дает продукт более нежного вкуса, но пониженной (в 1,5—2 раза) стойкости; при третьем варианте стойкость продукта повышается (в 1,5 раза), но происходит несколько большее уплотнение икры. Замена принятой фракционной пастеризации однократной значительно упрощает технологический процесс приготовления пастеризованной икры и способствует сокращению затрат на производство.

3. При пастеризации достигается практически полное обеспложивание икры и частичное разрушение ее ферментов. Изменение свойств пастеризованной икры при хранении вызывается автолитическими процессами и находится в зависимости от температуры хранения. Заметное изменение во вкусе, не лишаящее, однако, пастеризованную икру товарной ценности (переход во II сорт), наступает при температуре -2° через 12—13 месяцев, при $18-20^{\circ}$ — через 5—6 месяцев и при $+36^{\circ}$ — через 1—1,5 месяца.

4. Пастеризованная икра хорошо переносит замораживание и в замороженном виде может храниться (при -8° , -10°) свыше 2 лет без изменения качества. В связи с этим транспортировка пастеризованной икры в зимнее время не требует специальной упаковки икры и может осуществляться в неотапливаемых вагонах.

5. Приготавливать пастеризованную икру следует предпочтительно из свежей икры-сырца. Посол икры-сырца перед пастеризацией необходимо производить стерилизованной солью, зернистым переделом с удалением тузлука.

Для пастеризации может использоваться икра-сырец как с крепкой, так и со слабой оболочкой, непригодная для обычного баночного передела.

6. При использовании для пастеризации соленого полуфабриката в виде обычной баночной зернистой икры качество последней должно быть не ниже первого сорта. Пастеризация зернистой икры пониженного качества (второго сорта) дает продукт невысокого вкуса и мало стойкий при хранении. Во избежание снижения эффективности пастеризации при приготовлении пастеризованной икры особое внимание должно быть обращено на санитарные условия производства.