

УДК 621.56/664.95

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОХЛАЖДЕННОГО ФИЛЕ ТРЕСКИ (GADUS MORUA), ПРОИЗВЕДЕННОГО ИЗ МОРОЖЕНОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ И ВАКУУМА

А.В. Андрюхин

ФГУП «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Россия, 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, 5
E-mail: anatol.andruhin@gmail.com

Исследованы изменения качественных показателей охлажденной трески из мороженого сырья различных сроков хранения. Выявлена возможность производства охлажденного филе трески из мороженого сырья, хранившегося до шести месяцев. Упаковка охлажденного филе трески из мороженого сырья в атмосфере модифицированной газовой среды позволяет добиться более длительных сроков хранения по сравнению с таковой под вакуумом.

охлаждение, размораживание, модифицированная газовая среда, азот летучих оснований, треска, интегральный показатель качества

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительным препятствием для развития рыбохозяйственного комплекса России является проблема логистики. Доставка продукции глубокой переработки от места производства до конечного потребителя в силу географических особенностей, неразвитой транспортной сети значительно затруднена. В данном контексте проблема повышения сроков хранения продукции из водных биологических ресурсов приобретает особую актуальность. Ныне установленные сроки хранения составляют до 12 сут [1]. Замораживание с последующим размораживанием, равно как и упаковка в модифицированной газовой среде (МГС), вакуумирование, рассматриваются как эффективные способы обработки, направленные на увеличение срока хранения рыбопродукции. Совместное использование данных технологических приемов позволяет существенно продлить срок хранения [2], следовательно, дает существенные преимущества с точки зрения логистики, так как появляется возможность хранения больших объемов продукции при низких температурах (минус 18 °С и ниже) в течение длительного срока, до момента, когда продукция будет востребована.

Проблема использования замораживания с последующим размораживанием и хранением в охлажденном виде при производстве рыбного филе освещалась в трудах многих исследователей [3, 4]. Было показано, что срок хранения при использовании данной технологии составлял 3-5 сут [5]. Упаковка в модифицированной газовой среде (МГС) как эффективный способ технологической обработки позволяет существенно увеличить срок хранения

охлажденной рыбопродукции. По данным Guildager, срок хранения размороженного филе трески, упакованного в МГС, составил более 15 сут [4]. В работах Tiffney и Mills указывается, что срок хранения филе мерланга в атмосфере, содержащей 100% CO₂, при 4 °С равен 15 сут [6]. Влияние замораживания с последующим размораживанием на качество целой скумбрии, норвежской семги отмечалось в трудах Fagan [7]. Однако вопрос использования замораживания-размораживания совместно с упаковыванием рыбопродукции в МГС и в отечественной, и в зарубежной литературе освещен недостаточно. Вакуумирование как технологический прием известно довольно давно. Несмотря на то, что формально данный способ обработки можно отнести к упаковке в МГС, принято считать упаковку под вакуумом (В/У) отдельным видом технологической обработки [5].

Цель данного исследования — научное обоснование возможности производства охлажденной рыбопродукции из мороженого сырья различных сроков хранения в МГС и В/У. Предполагалось, что совместное использование данных технологических приемов позволит минимизировать негативное влияние географических условий и несовершенства транспортной сети страны на возможность доставки продукции глубокой переработки до конечного потребителя за счет увеличения сроков хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования стала треска балтийская (*Gadus morhua*) следующего химического состава: влага - 80,7%; белок -16,2; жир - 0,5; зола - 1,0%.

Для проведения эксперимента были приобретены промышленные образцы мороженой трески. Замораживание происходило не более чем через 6 ч с момента вылова в камере шоковой заморозки при температуре минус 35 °С в течение 2,5-3 ч. Замороженная рыба подвергалась дефростации на воздухе при комнатной температуре до температуры в толще рыбы 0 – 5 °С. Размороженные образцы трески разделялись на филе массой 200-250 г, помещались в полимерные лотки, на подложки из вспененного полистирола и укладывались в полимерные (ПЭВД) пакеты. Пакеты с помещенными в них подложками с филе рыбы запаивались под вакуумом. В пространство пакетов с уложенными в них лотками вносилась МГС. Перед непосредственным помещением образцов на хранение последние проходили стадию предварительного охлаждения льдоводяной смесью или в охлаждаемом помещении с искусственной вентиляцией воздуха при температуре минус 18 °С в течение 15-20 мин.

Для упаковки в атмосфере МГС использовали газовую смесь, состоящую из 60% N₂ и 40% CO₂. Отношение газ/продукт в упаковке составляло 1/3.

Качественные показатели образцов определялись в течение двадцати четырех дней хранения в охлажденном состоянии при температуре минус 1 – плюс 1 °С после трёх, четырёх, пяти и шести месяцев хранения в замороженном виде.

При определении сроков годности охлажденной рыбы исследовались физические, химические и микробиологические параметры качества, включавшие в себя общий химический состав, рН, азот летучих оснований (АЛО), КМАФАнМ (количество мезофильно-аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры).

Определение общего химического состава, АЛО осуществляли в соответствии со стандартными методиками по ГОСТ 7636 «Рыба, морские

млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Микробиологические исследования проводились в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 и МУК 4.2.1847-04.

Органолептическая оценка осуществлялась в соответствии с методикой, указанной Feu и Regenstein [8]. Образцы подвергались варке в течение 10 мин при температуре 100°C. Для каждого показателя применялась 9-балльная оценочная шкала с учетом коэффициентов значимости.

Определение интегрального показателя качества проводилось по методике Н.А. Притыкиной [9] в модификации Ю.В. Шокиной и Ю.В. Кириллюк [10].

Интегральный показатель качества R_τ представляет собой функцию безразмерных признаков $q_{i\tau}$ (табл. 1):

$$R_\tau = \left(\sum_{i=1}^n q_{i\tau} \right)^{-1},$$

$$q_{i\tau} = \left(\frac{N_{i0}}{N_{i\tau}} \right)^\beta,$$

где N_{i0} – измеренная величина i -го признака в начальный момент хранения; $N_{i\tau}$ – величина признака в момент времени τ .

β может принимать значения +1 и -1. Если при хранении продукции значение признака N_i уменьшается, то коэффициент β принимают равным +1, если же в процессе хранения величина N_i возрастает, то β принимают -1.

Работы по установлению сроков годности охлажденной продукции, произведенной из замороженного сырья, осуществлялись в соответствии с МУК 4.2.1847-04.

Таблица 1. Качественные характеристики, входящие в интегральный показатель качества

Table 1. Indicators included in the integrated indicator of the quality

Тенденция изменения показателей	Биохимические показатели	Микробиологические показатели	Органолептические показатели	Величина β
Значение показателя возрастает с течением времени хранения	АЛО	КМАФАнМ	-	-1
Значение показателя уменьшается в течение времени хранения	pH	-	Суммарная органолептическая оценка в баллах	+1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Динамика изменения рН мышечной ткани охлажденной рыбы, наблюдаемая в течение хранения после размораживания, отражает влияние на этот показатель различных видов упаковки (рис. 1). В начале хранения рН мышечной ткани охлажденного филе трески, упакованного в атмосфере МГС и под вакуумом, составлял 6,44 и 6,48 соответственно. Для образцов, упакованных в атмосфере МГС, на пятые сутки хранения наблюдается снижение показателя до уровня 6,35, в то время как для трески, упакованной под вакуумом, значение рН возрастает до 6,63. Дальнейшее увеличение показателя по мере повышения срока хранения объясняется накоплением продуктов гидролиза белковых веществ мышечной ткани. Данные различия в динамике накопления рН можно объяснить диффузией CO_2 из атмосферы МГС-упаковки в поверхностные слои мышечной ткани, следствием чего является понижение уровня рН, что непосредственно влияет на накопление в мышечной ткани АЛО за счет снижения активности тканевых ферментов, в частности ТМАО-редуктаз [3].

Различия в динамике изменения АЛО в процессе хранения размороженного филе трески могут объясняться влиянием CO_2 , входящего в состав МГС, на активность ферментов микроорганизмов, ответственных за протеолитические процессы в мышечной ткани рыбы, посредством снижения оптимального значения рН. Вследствие влияния CO_2 на клеточные мембраны микроорганизмов нарушаются обменные процессы внутри клеток, что также способствует снижению микробальной активности [3]. Так, на двадцать первые сутки хранения в В/У наблюдается резкое увеличение показателя АЛО с уровня 21 мг % на восемнадцатые сутки до 29 мг % на двадцать первые сутки хранения, одновременно значение показателя для филе, упакованного в МГС, за этот период остается практически на прежнем уровне - 22 мг %. Ни один из образцов, находящихся на хранении в течение всего срока, не достиг значения 35 мг %, являющегося нормативным [11, 12]. Схожая динамика изменения АЛО характерна для филе трески, хранящегося до дефростации 3 и 6 мес. в мороженом состоянии (рис. 2).

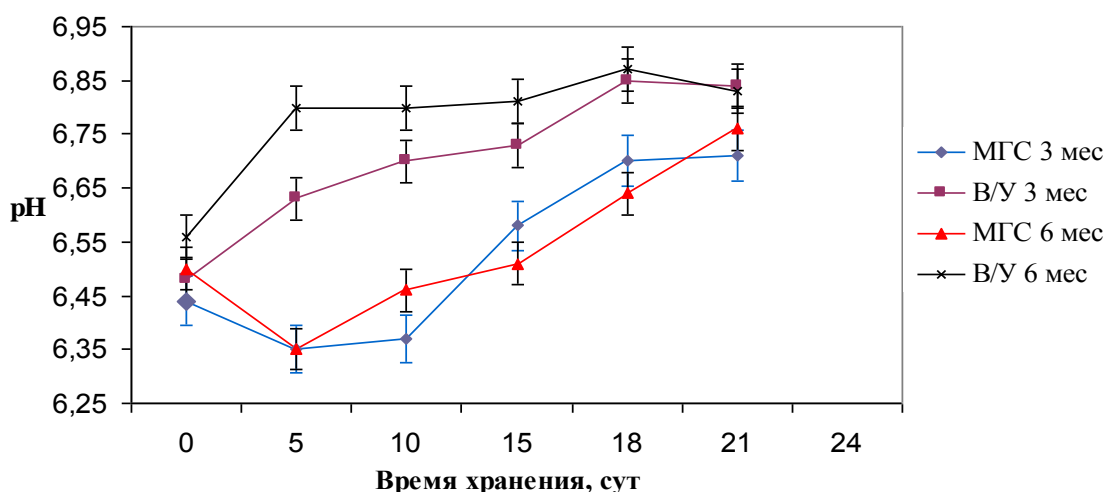


Рис. 1. Изменение рН в процессе хранения охлажденного филе трески из мороженого сырья различных сроков хранения

Fig. 1. Change in pH during storage of chilled fillets of cod from frozen raw different storage periods

Данные, полученные в результате органолептической оценки (табл. 2), свидетельствуют, что образцы, упакованные в атмосфере МГС, обладают более высокой суммарной органолептической оценкой при конечном сроке хранения, достигая пикового значения на пятые сутки хранения, после чего наблюдается постепенное снижение показателя.

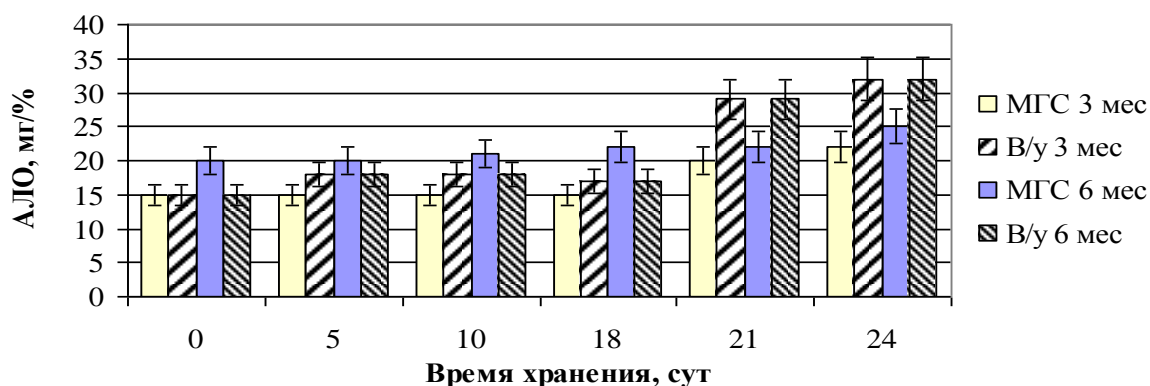


Рис. 2. Изменение АЛЮ, мг %, в процессе хранения охлажденного филе трески из мороженого сырья различных сроков хранения

Fig. 2. Changing TVNB, mg %, during storage of chilled fillets of cod from frozen raw different storage periods

Таблица 2. Влияние вида упаковки на органолептические показатели охлажденного филе трески из мороженого сырья

Table 2. Impact of the packaging on organoleptic chilled cod fillets from frozen raw

Показатель	Коэффициент значимости	Время хранения, сут	Контроль	Вид обработки	
				МГС	В/У
Внешний вид	0,30	0	7,4	7,2	7,0
		24	4,0	3,6	3,0
Запах	0,15	0	7,6	7,4	7,1
		24	4,5	4,3	3,5
Вкус	0,60	0	7,1	6,8	7,0
		24	3,0	3,7	3,2
Консистенция	0,15	0	6,5	6,9	7,2
		24	3,1	3,8	3,0

Результаты исследования изменения КМАФАнМ (КОЕ/г) (табл. 3) характеризуют способ упаковки охлажденного филе трески из мороженого сырья в атмосфере МГС как наиболее эффективный по сравнению с упаковкой под вакуумом. Данный факт обусловлен более глубоким влиянием на обменные процессы клеток микроорганизмов CO₂, за счет действия которого увеличивается продолжительность лаг-фазы и замедляется фаза роста. На шестой месяц хранения продукта в замороженном виде отмечается снижение уровня

КМАФАНМ, наблюдаемое сразу после дефростации (контроль), что свидетельствует о подавлении микрофлоры под действием низких температур и механического воздействия кристаллов льда. Нормативный показатель, равный $1,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г (СанПиН 2.3.2.1078), был достигнут на двадцать четвёртые сутки хранения для образцов, находившихся в атмосфере МГС, и на пятнадцатые сутки для образцов, упакованных под вакуумом. Учитывая коэффициент запаса, можно установить сроки годности 18 и 10 сут соответственно для рыбы, хранившейся в условиях МГС и В/У.

Таблица 3. Изменение КМАФАНМ (КОЕ/г) мышечной ткани охлажденного филе трески, произведенного из мороженого сырья различных сроков хранения
Table 3. Changing QMAFAnM (CFU / g) of muscle tissue chilled cod fillets produced from frozen raw different storage periods

Длительность хранения при температуре минус 1-плюс 1 С, сут	Срок хранения сырья, мес.							
	3		4		5		6	
	Вид упаковки							
	МГС	В/У	МГС	В/У	МГС	В/У	МГС	В/У
Контроль	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$
5	$1,8 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$
10	$1,1 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^4$
15	$1,0 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$
18	$7,4 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^6$
21	$7,4 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$4,7 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^4$	-
24	-	-	$5,2 \cdot 10^4$	-	$7,1 \cdot 10^4$	-	-	-

Значения интегрального показателя качества характеризуют изменения качественного состояния филе трески охлажденного, произведенного из мороженого сырья. Максимальные значения данного показателя к концу срока хранения филе (24 сут) в охлажденном виде соответствуют образцам, хранившимся в атмосфере МГС. Было установлено, что значение интегрального показателя для охлажденного филе трески из мороженого сырья, равное 0,59, является граничным. Дальнейшее снижение его сопровождается отклонением показателей порчи от нормативных для охлажденной рыбы. Начиная со значения 0,4, последующее хранение характеризуется явными признаками порчи. Кривая «чешуйчатый лед», обозначенная на рис. 3, показывает изменение интегрального показателя для филе охлажденного трески, хранившегося в чешуйчатом льду в термомодельных контейнерах из вспененного полистирола.

Результаты исследований подтверждают возможность производства охлажденного филе трески из мороженого сырья различных сроков хранения в упаковке МГС и В/У. Значение интегрального показателя качества для охлажденного филе, произведенного из мороженого сырья шести месяцев хранения, составило 0,59, что превышает установленный уровень, равный 0,49, при котором качественные показатели образцов начинали отклоняться от

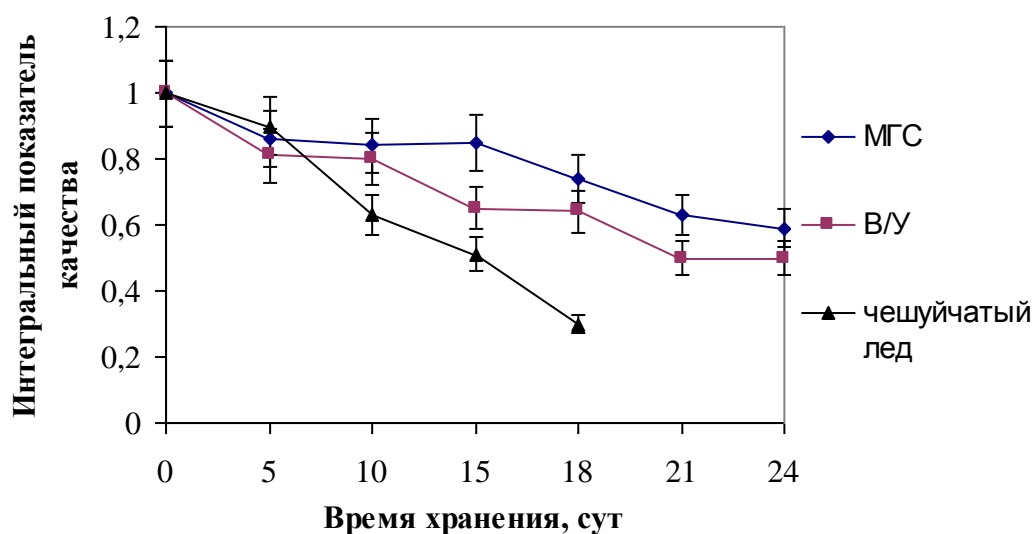


Рис. 3. Изменение интегрального показателя качества охлажденного филе трески из мороженого сырья шести месяцев хранения до дефростации

Fig. 3. Changing the integral indicator of quality chilled cod fillets of frozen raw 6 months storage before defrosting

указанных в нормативной документации. Сравнительный анализ применения различных видов упаковки выявил преимущества хранения охлажденного филе трески в атмосфере МГС. Установленный срок хранения составил 18 сут для охлажденного филе, упакованного в атмосфере МГС, и 10 сут — упакованного в В/У, соответственно. Таким образом, существенное превышение срока хранения, установленного в существующей научной документации, позволяет отчасти решить проблему, связанную с доставкой продукции глубокой переработки от производителя до конечного потребителя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрюхин, А.В. Совершенствование технологии охлажденной рыбопродукции /А.В. Андрюхин // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Вторая науч.-практ. конф. молодых ученых ФГУП «ВНИРО»: материалы. - М., 2011.
2. Boknaes, N., Osterberg, C. Influence of freshness and frozen storage temperature on quality of thawed cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*. – 2000.- P. 244.
3. Debevere, J., Boskou, J. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets // *International Journal of Food Microbiology*. - 1996. – P. 223.
4. Guldager, H.S., Boknaes, N., Osterberg, C., Nielsen, J., Dalgaard, P. Thawed cod fillets spoil less rapidly than unfrozen fillets when stored under modified atmosphere at 2-8⁰C. *Journal of Food Protection*, 61 (9). – 1998. – P. 1129.

5. Marcilene, C., Soccoland, H., Oetterer, M. Use of modified atmosphere in seafood preservation/ Brazilian archives of biology and technology Vol.46 n 4. - 2003. - P. 569-580.
6. Tiffney, P., Mills, A. Storage trials of controlled atmosphere packaged fish products. Technical report No. 191/ Sea Fish Industry Authority, Hull, England. 1982.
7. Fagan, J.D., Gormley, T.R. Effect of modified atmosphere packaging with freeze-chilling on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions/ - Innovative Food Science and Emerging Technologies 5. -2004. P 205.
8. Fey, M.S., Regenstein, J.M. Extending Shelf-Life of Fresh Wet Red Hake and Salmon Using CO₂-O₂, Modified Atmosphere and Potassium Sorbate Ice at 1°C 1048-JOURNAL OF FOOD SCIENCE-Volume 47. -1982.
9. Притыкина, Н.А. Обоснование дифференциации сортности мороженой рыбы на основе интегрального показателя качества: автореф. дисс.... канд. техн. наук / Н.А. Притыкина. – Калининград, 2005.- 9 с.
10. Шокина, Ю.В. Оптимизация условий и сроков хранения новых видов подкопченной рыбопродукции, изготовленной с применением дымовой копильной среды, вырабатываемой ИК-дымогенератором / Ю.В. Шокина, Ю.В. Кирилюк // Вестник МГТУ. – Т. 10. - № 4. - 2007. С. 669.
11. Производство и реализация рыбной продукции // Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.4.050 – 96. - М.,1996. – 155 с. (Госкомсанэпиднадзор России).
12. Commission Decision (95/149/EC) fixing the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. /EU Fish Hygiene Legislation, Main Directives and Decisions of Relevance// Official Journal of the European Union L 320. - 1996. - P. 0050 - 0052.

CHANGE OF QUALITY INDICATORS CHILLED COD FILLET (GADUS MORUA) MADE FROM FROZEN RAW DURING STORAGE IN MODIFIED ATMOSPHERE AND VACUUM PACKAGING

A.V. Andruchin

This article is devoted to investigation of changes in qualitative chilled cod from frozen raw different periods of storage. The capabilities for the production of chilled cod fillets of frozen raw materials up to 6 months of storage. Packaging of chilled cod fillets of frozen raw materials in the atmosphere modified atmosphere allows for a longer shelf life compared to vacuum packed.

cod refrigeration defrozing modified atmosphere packaging volatile nitrogen bases integral quality index