

Раздел 2. ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.951.037(06)

Прогнозирование допустимого срока хранения мороженой рыбы

Н.А. ПРИТЫКИНА, Б.Н. СЕМЕНОВ
КГТУ

A relationship for the determination of the allowed storage time of frozen fish at constant temperature conditions by the accepted fish quality level is proposed. The coefficient of stabilization being a pan of the formula is determined by the relative coefficient of quality for the pre-determined time period. The criteria of confidence of the design value of the quality coefficient of the frozen fish is its sensory evaluation.

Определение допустимых сроков хранения мороженой рыбы является одним из важных вопросов, способствующих повышению качества потребляемой продукции.

Как известно, при длительном хранении мороженой рыбы качество ее снижается. Изменение качества мороженой рыбы обусловлено в основном биохимическими изменениями, происходящими в теле рыбы.

Время, в течение которого качество продукта поддается на приемлемом для потребителя уровне, будем называть допустимым сроком хранения.

В связи с необходимостью обеспечения соответствующего уровня безопасности потребляемой продукции допустимый срок хранения мороженой рыбы должен определяться на научной основе уже при разработке того или иного вида продукции.

Так как качество является сложной совокупностью многих свойств или признаков объекта, имеющих численную оценку, то основной сложностью получения коэффициента качества продукта является адекватное объединение численных значений признаков объекта в характеристику качества.

В кибернетике разработано немало методов численной характеристики качества объектов, а также большое число методов программирования технологии их производства с учетом свойств сырья и экономических предпосылок.

В пищевом производстве наиболее значимыми в этом направлении являются работы Л.И. Константинова и др. [5], Д.Г. Рютова [6], А.А. Григорьева [2,3], Г.А. Зинчука [4], А.М. Бражникова [1], Г.Б. Чинова [8], Б.Н. Семенова [7] и др. Однако ими не всегда можно воспользоваться, так как одни разработки применимы лишь для определенных видов рыб, а другие имеют большие погрешности (из-за графических способов решения).

Наиболее удачно к прогнозированию холодильного хранения подошел Г.Б. Чинов [8], предложивший для оценки качества мороженого мяса использовать некоторую обобщенную характеристику качества, учитывающую биохимические показатели продукции на данный момент хранения.

Основываясь на законе аддитивности, он предложил для оценки качества мороженого продукта использовать формулу [8]

$$Q = \frac{\sum_n (k)_n \sum (a)_n}{\sum_n \left(\frac{a}{q} \right)_n}, \quad (1)$$

где Q – коэффициент качества;

q_i – числовое безразмерное выражение какого-либо признака качества;

$a_i = g_i/g_1$ – относительная значимость признака качества.

Величиной $\sum_n (k)_n$ можно задаваться произвольно, однако во всех расчетах, подлежащих сравнению, эта сумма должна быть идентичной. В частном случае можно положить $\sum_n (k)_n = 1$.

Хотя подход, предложенный Г.Б. Чиновым [8], ближе всех остальных подводит нас к намеченной цели, он не доведен до логического конца и содержит некоторые изъяны:

- введение относительной значимости признака качества α_i по существу деформирует исходные данные, полученные на основе биохимических показателей;

- числовая безразмерная характеристика признака качества $q_i = \alpha_i/N_i$ определялась весьма субъективно, так как коэффициент α_i в ней назначался, исходя из опыта и компетенции одного или группы исследователей.

Все это приводило к тому, что, пользуясь формулой

(1), различные авторы могли получить весьма отличающиеся результаты, т.е. исключалась повторяемость результатов, полученных по одним и тем же исходным данным.

В связи с этим, опираясь на подходы Г.Б. Чинова, авторами данной статьи была разработана методика расчета продолжительности холодильного хранения продукции с помощью коэффициентов качества и стабилизации.

Цель разработки методики заключалась в том, чтобы дать исследователям надежный инструмент оценки качества мороженой продукции по биохимическим показателям, лишенный субъективизма. Основную роль в этой методике играет формула для определения коэффициента качества Q_{τ} , которая имеет вид средне-гармонической величины

$$Q_{\tau} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n q_{i\tau}^{-1}}, \quad (2)$$

где n – число обрабатываемых признаков N_i ;

$q_{i\tau}$ – безразмерный i -й признак качества мороженой продукции к концу период хранения τ .

$$q_{i\tau} = (c_i/N_{i\tau})^{\beta}, \quad (3)$$

где c_i – коэффициент качества;

β – числовой коэффициент, зависящий от характера влияния биохимического признака N_i на качество.

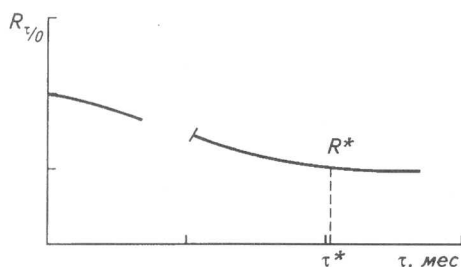
Если увеличение значения признака N_i в процессе хранения мороженой рыбы приводит к улучшению качества продукта, то значение β принимается равным единице. Если же численный рост признака N_i ведет к снижению качества продукта, то принимается значение $\beta = -1$. Некоторые рекомендации по назначению величины β и определению $q_{i\tau}$ даны в приводимой ниже таблице.

Следует заметить, что, хотя биохимических показателей объекта более 30, на практике используется обычно не более 5 – 7 показателей.

Тем не менее далеко не всегда, даже располагая этими показателями, можно сразу ответить на вопрос о качестве мороженой рыбы в целом. Связано это с тем, что одни показатели с увеличением продолжительности хранения рыбы возрастают, а другие – убывают. Но возрастание или убывание показателя отнюдь не пропорционально возрастанию или убыванию качества

Соответствие признаков N_i качеству мороженой рыбы

Название биохимического признака N_i	Размерность признака N_i	Принимаемая величина β	Расчетная формула для q_i
Альдегидное число – АЧ	мг% коричневого альдегида	$\beta = -1$	$q_{i\tau} = N_{i\tau}/c_i$
Перекисное число – ПЧ	% J_2 на 100 г продукта		
Влагоотдача – W	%		
Кислотная активность – pH	доли единицы		
Азот летучих оснований – АЛО	мг%		
Кислотное число – КЧ	мг КОН на 100 г продукта		
Триметиламин – ТМА	мл%	$\beta = 1$	$q_{i\tau} = c_i/N_{i\tau}$
Йодное число – J	граммы J_2 , присоединяемые к 100 г жира		
Легкогидролизуемый фосфор – ЛГФ	% P		
Содержание растворимых белков	%		
Коэффициент свежести	%		



рыбы. Нередко возрастание одного показателя ведет к увеличению качества рыбы, а рост другого показателя свидетельствует о его ухудшении. Именно это соответствие и устанавливает приведенная выше таблица.

В формуле Г.Б. Чинова (1) в качестве констант c_i принимались числа 10, 100 или 1, причем комментариев по поводу выбора того или иного значения c_i не давалось.

Более обоснованной в этом плане является рекомендация Б.Н. Семенова принимать в качестве константы c_i среднеарифметическую величину измеренного признака N_{it} . Тогда вычисления c_i производят по формуле

$$c_i = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l N_{ij}, \quad (4)$$

где l – число периодов хранения, в которые подсчитываются коэффициенты качества Q_{τ} ;

j – порядковый номер периода хранения.

Как показали проведенные эксперименты, среднегармоническая величина Q_{τ} признаков q_{it} довольно достоверно описывает такой сложный процесс, как снижение качества продукции в процессе холодильного хранения, поскольку является многопараметрической функцией. Она не требует назначения и вычисления весовых коэффициентов, которые, как уже было сказано, лишь искажают реальные цифры.

Конечно, проверкой правильности и надежности подсчета Q_{τ} по формуле (2) может служить только органолептическая оценка. Если между значениями Q_{τ} и органолептическими оценками будет наблюдаться хорошая корреляция, значит, формула (2) работает удовлетворительно. В противном случае потребуются дальнейшее осмысление процесса биохимических реакций при холодильном хранении рыбы и последующая корректировка формулы.

Располагая формулой (2) и зависимостями (3) и (4), а также учитывая данные таблицы, можно вычислять коэффициент качества Q_{τ} в различные периоды хранения τ .

Г.Б. Чинов полагал, что абсолютное значение коэффициента качества Q_{τ} является чисто условной вели-

чиной. Гораздо больший физический смысл он придавал относительной величине коэффициента качества $R_{\tau/0}$, определяемой как отношение Q_{τ} (к концу периода хранения τ) к Q_0 (для $\tau = 0$).

$$R_{\tau/0} = Q_{\tau}/Q_0. \quad (5)$$

Но эта формула хороша лишь в условиях экспериментального нахождения коэффициента качества свежесловленной рыбы. В противном случае (когда отсутствует «нулевое» значение коэффициента качества Q_0) нужно использовать зависимость Q_{τ} для определения эффективного срока хранения.

Обработка экспериментальных данных показала, что зависимость относительной величины качества $R_{\tau/0}$ от времени хранения τ может быть аппроксимирована соотношением вида (см. рисунок)

$$R_{\tau/0} = e^{-\tau/m}, \quad (6)$$

где m – неизвестный пока числовой коэффициент, величину которого можно определить из граничного условия

$$R_{\tau/0} = R^* \text{ при } \tau = \tau^*. \quad (7)$$

После подстановки (7) в (6) это позволит выразить величину коэффициента m в форме

$$m = -\tau^*/\ln R^*. \quad (8)$$

Коэффициент m в дальнейшем будем называть коэффициентом стабилизации, поскольку с его увеличением крутизна кривой $R_{\tau/0}$ (см. рисунок) уменьшается, т.е. качество рыбы сохраняется на высоком уровне более продолжительный промежуток времени.

Логарифмирование выражения (6) после подстановки в него найденного коэффициента m позволяет получить допустимый срок хранения мороженой рыбы при условии, что относительное качество ее будет не ниже наперед заданной величины R^* :

$$\tau = -m \ln R^*. \quad (9)$$

Таким образом, зная коэффициент стабилизации m , можно определить допустимый срок хранения рыбы при заданных условиях замораживания.

Пример. Дано: при хранении мороженого судака в температурном режиме $t = -18^\circ\text{C}$ в конце периода хранения $\tau^* = 2$ мес относительный коэффициент качества рыбы снизился с единицы до $R_{\tau^*/0} = 0,76$. Требуется определить допустимый срок хранения судака в том же температурном режиме, по истечении которого относительный коэффициент качества рыбы будет не ниже допустимого $R_{\tau/0} = 0,5$.

Вычислим коэффициент стабилизации m для данного режима хранения судака по формуле (8):

$$m = -2/\ln 0,76 = 7,4 \text{ мес.}$$

Подставляем заданную величину относительного коэффициента качества $R_{\tau/0} = 0,5$ и полученную величину m в формулу (9) для нахождения допустимого срока хранения судака в данном температурном режиме:

$$t = -7,4 \ln 0,5 = 7,4 \cdot 0,7 \approx 5,2 \text{ мес.}$$

Таким образом, результат вычисления показывает, что при заданном режиме хранения относительный коэффициент качества $R_{\tau/0}^{\text{доп}} = 0,5$ гарантирован при хранении в течение 5,2 мес, что подтверждено экспериментальными данными.

Выводы

✓ Допустимый срок хранения мороженой рыбы при постоянном температурном режиме с достаточной достоверностью может быть определен по зависимости (9), в которой R^* – допустимый уровень качества рыбы, m – коэффициент стабилизации.

✓ Для нахождения коэффициента стабилизации m достаточно располагать лишь одним значением относительного коэффициента качества $R_{\tau/0}$ для заданного периода времени τ . Причем значение m будет опреде-

лено тем точнее, чем для большего промежутка времени τ найден относительный коэффициент качества.

✓ Критерием достоверности расчетной величины коэффициента качества мороженой рыбы является ее органолептическая оценка.

Список литературы

1. Бражников А.М. К вопросу об оценке качества пищевых продуктов // Известия вузов. Пищевая технология. 1971. № 1.
2. Григорьев А.А. Зависимость продолжительности хранения мороженой рыбы от содержания липидов // Труды АтлантНИРО «Технология консервирования океанических рыб». 1982.
3. Григорьев А.А. Нормирование и прогнозирование сроков хранения мороженой рыбы // Рыбное хозяйство. 1987. № 9.
4. Зинчук Г.А. Количественная оценка снижения качества рыбы в процессе холодильного хранения // Холодильная техника. 1985. № 2.
5. Константинов Л.И., Мельниченко Л.Г., Ейдеюс А.Ч, Тулаев Е.Б. Холодильная технология рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
6. Ротов Д.Г. Применение холода для сохранения пищевых продуктов // Холодильная техника. 1976. № 2.
7. Семенов Б.Н., Григорьев А.А., Жаворонков В.И. Технологические исследования обработки тунца и рыб тунцового промысла. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
8. Чижов Г.Б. Обобщенные численные характеристики изменения качества мяса при холодильной обработке и хранении // Обзорная информация ВНИИТЭИРХ. Серия Холодильная промышленность и транспорт. 1976. № 2.