

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ -
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES -
PLOVDIV**



**SCIENTIFIC WORKS
Volume LV, Issue 1
Plovdiv, October 24-25, 2008**

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**“ХРАНИТЕЛНА НАУКА, ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ 2008”**

**‘FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGIES 2008’**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том LV, Свѝтъкъ 1

Пловдив, 24 - 25 октомври 2008



Оценка степени разрушения пигментов при тепловой обработке овощей и фруктов

Л. Н. Тележенко, К. С. Федосова

Для количественной оценки степени разрушения пигментов под действием высокой температуры рассчитаны константы термостойкости D и Z , а также константы накопления темноокрашенных соединений. Подкисление свекольного сока приводит к сокращению времени стерилизации и уменьшению потерь бетанина. Применение разработанной процедуры позволяет сохранить естественные пигменты и улучшить качество консервированных соков.

Estimation of the destruction degree of food dyes during thermal processing of vegetables and fruits

L. N. Telezhenko, K. S. Fedosova

For quantitative estimation of the destruction degree of pigments under action of high temperature, constants D and Z of their thermostability, as well as constants of dark-colored compounds accumulation have been calculated. Acidation of the beet juice results in shortening the sterilization procedure and decreases the loss of betanin. Application of the developed procedure allows to save natural pigments and improve quality of canned juices.

Введение

Тепловая обработка вызывает снижение органолептических свойств и пищевой ценности стерилизованной продукции (частичная деструкция белков с выделением H_2S , NH_3 , гидролиз липидов, разрушение витаминов и фенольных соединений). Изменение отдельных показателей, которое происходит под действием тепла, может быть разным, в зависимости от продукта, который подвергается тепловой обработке (стерилизации). Для достижения высокого качества консервов необходим тщательный выбор режимов стерилизации и научное обоснование параметров процесса, которое возможно при параллельном изучении закономерностей влияния режима тепловой обработки на микроорганизмы и на соответствующие химические характеристики пищевой ценности консервов.

Для оценки изменений пигментов в соках при стерилизации и пастеризации используется, по аналогии с категорией летальности для микроорганизмов и по аналогии с оценкой термического разрушения других компонентов, величина « P » – пигментное число с последующим расчетом его нормированного (P_n) и фактического (P_f) значений. Такого рода исследования, а также оценки процесса по микробиологическим, химическим и реологическим показателям, проводили разные авторы [1-9].

Было установлено [5], что скорость инактивации и отмирания спор микроорганизмов при тепловой стерилизации значительно выше скорости гидротермической деструкции основных лабильных пищевых компонентов, о чем свидетельствуют значения констант D и Z, приведенные в табл. 1.

Константы деструкции лабильных компонентов пищевых продуктов

Таблица 1

Компонент	Z, °C	D ₁₂₁ , мин
Витамины	45...55	100...1000
Цвет, структура ткани, аромат	45...80	5...500
Ферменты	12...100	1...10
Растительные клетки	8...12	0,0002...0,002
Споры микроорганизмов	12...22	0,1...5,0

Эти данные находятся в корреляции с величинами D и Z, полученными другими исследователями. Так, Чиркина [7] указывает, что для микроорганизмов, развивающихся на белке, Z=10 °C, в то время, как гидролитический распад белка определяется величиной Z=30 °C. При стерилизации фруктовых соков дегидратация L- аскорбиновой кислоты характеризуется величиной Z=30...78 °C, овощных – 39...65 °C [8]. Данные по термической дегградации основных химических компонентов приведены в справочнике [2].

Целью настоящей работы была разработка и применение новой методики математической оценки степени разрушения пигментов овощей и фруктов при их стерилизации и пастеризации.

Результаты и их обсуждение

Для расчета нормированного пигментного числа, в качестве эталонных температур, для удобства сравнений с эффективностью тепловой стерилизации в отношении микроорганизмов и витаминов [9], нами приняты температуры 80 °C и 121,1 °C. Расчет П_н вели по следующим формулам

$$П_n = D_{80} \lg[C_n/C_k], \quad (1)$$

$$П_n = D_{121,1} \lg[C_n/C_k], \quad (2)$$

где $\lg[C_n/C_k]$ – степень разрушения пигмента П; C_n – начальное содержание пигмента П, %; C_k – конечный допустимый уровень разрушения пигментов П, % – принятый для разных пигментов и условий в соответствии со значениями приведенными в табл. 2.

Установлено, что скорость инактивации и отмирания спор микроорганизмов при тепловой стерилизации значительно выше гидробиологической деструкции основных лабильных пищевых компонентов, о чем свидетельствуют соответствующие значения D и Z.

Расчет фактического разрушения пигментов П_ф при стерилизации по реальным режимам проводили по формуле, принятой для расчета приведенного стерилизующего эффекта:

$$P_{\phi} \approx T_p (K_{n1} + K_{n2} + \dots + K_{nn}), \quad (3)$$

где K – переводные коэффициенты для разных температур, при которых проводилась стерилизация; t – продолжительность действия каждой из температур (одинаковые промежутки времени).

Принятые конечные допустимые уровни разрушения пигментов

Таблица 2

Пигмент	pH	Температура, °C	Конечный, допустимый уровень разрушения, %
Бетанин	4,0	80,0	25
Бетанин	6,0	121,1	50
Каротин	4,1	80,0	15/25
Каротин	5,9	121,1	25/50
Ликопин	3,8	80,0	15/25
Ликопин	4,5	121,1	50
Антоцианы	3,5	80,0	50

*Два уровня допустимых разрушений пигментов приняты с учетом термостойкости пигментов, их абсолютного содержания в сырье и необходимости сравнения их лабильности.

Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Расчетные значения степени разрушения пигментов

Таблица 3

Пигмент	pH	$T_z, ^\circ\text{C}$	$D_z, \text{мин.}$	$Z, ^\circ\text{C}$	$P_n, \text{ усл. мин}$
Бетанин	6,0	121,1	79,8	37	23,9
Бетанин	4,0	80,0	990,0	47	594,0
Каротин	5,9	121,1	740	44	444/222
Каротин	4,1	80,0	4998	59	2999/1500
Ликопин	4,5	121,1	890	44	267
Ликопин	3,8	80,0	4080	79	3264/2448
Антоцианы (земляники)	3,4	80,0	990	28	297
Антоцианы (вишни)	3,5	80,0	1150	30	345

В результате математической обработки кривых прогрева получены фактические значения пигментного числа для бетанина и каротина. некоторые из этих значений приведены в табл. 4.

Из данных, приведенных в табл. 4, видно, что фактическое значение пигментного числа для натурального свекольного сока при смягчении режима стерилизации в автоклаве за счет добавления кислоты и снижения уровня pH на 20 минут при 120 °C уменьшается на 25 % и, следовательно, степень сохранности

пигмента значительно возрастает. Например, каротин более устойчив, чем бетанин, и его разрушение в процессе стерилизации не превышает 5 %.

Математическая оценка степени разрушения пигментов при стерилизации

Таблица 4

Наименование консервов (пигмент)	рН	Режим стерилизации, мин / °С	Летальность ($F_{121,1}^{10}$), усл. мин		P_n , усл. мин.	P_f , усл. мин.
			норма	факт.		
Натуральный свекольный сок (бетанин)	5,0	20-30-20/120	8,64	9,53	23,9	20,86
Натуральный свекольный сок (бетанин)	4,5	20-10-20/120	5,21	5,76	23,9	16,7
Натуральный морковный сок (каротин)	5,5	20-40-20/120			222	39,8
Сок томатный (ликопин)	4,3	$T_\phi=98\text{ °C} \cdot 10-10-20/110$			267	23,1
Сок земляничный (антоцианы)	3,4	20-5-20/96			297	134

* T_ϕ – температура фасования

При необходимости тепловой обработки продукции, содержащей пигменты, необходимо предусматривать меры по их стабилизации другими способами, а режимы должны быть научно обоснованными и строго соблюдаться в производственных процессах. Значения пигментного числа, нормативной и фактической летальности позволяют корректировать режим стерилизации, что способствует сохранению биологически активных веществ при переработке плодового сырья.

Таким образом, значимость температуры, продолжительности воздействия и их совместного влияния очевидна. Выбор уровней этих факторов диктуется соответствующей технологией, а научно-обоснованные режимы необходимо неукоснительно соблюдать. Если же строгое соответствие требованиям технологической инструкции не способствует сохранению биологически активных веществ, придающих функциональную направленность продукту, то такие технологические схемы должны быть усовершенствованы либо коренным образом переработаны.

Анализ термодинамической модели и ее решения, связи энергии Гиббса с электродным и химическим потенциалами, показал, что при любом способе консервирования (тепловом или низкотемпературном), для повышения стабильности биологически активных соединений необходимо уменьшить их химический потенциал или активность.

Высокотемпературные процессы вызывают резкое возрастание скорости окислительных реакций из-за увеличения в системе доли реакционноспособных молекул, однако, полностью отказываться от высоких температур в ходе технологической переработки нецелесообразно. Кратковременная тепловая обработка в начале технологического процесса способствует сохранению цвета соков благодаря инактивации ферментов, преобразованию неокрашенных форм пигментов в окрашенные (изобетанидин – бетанидин, лейкоантоцианы – антоцианы), экстракции из цитопластов, образованию комплексов (белок – каротин).

Для количественной оценки степени разрушения пигментов (антоцианов, бетанина, β -каротина, ликопина) под действием температуры определены константы их термостойкости D и Z, а также константы накопления темноокрашенных соединений для разных плодов. Сравнение этих величин показывает, что разрушение бетанина коррелирует с накоплением темноокрашенных соединений в свекле, а скорость разрушения β -каротина в моркови в 2 раза выше скорости ее потемнения. Накопление темноокрашенных соединений при переработке яблок проходит лишь на 5 % быстрее, чем в свекле, и в 2 раза быстрее, чем в моркови.

Выводы

В результате проведенной работы рассчитаны нормированные и фактические значения пигментных чисел, а также требуемая и фактическая летальность режимов стерилизации разных консервов (например, для бетанина свекольного сока при $pH=5,0$; в усл. мин.: $F_{10}^{121}=8,64$; $F_{\phi}=9,53$; $P_{\phi}=23,9$ $P_{\phi}=20,86$), что позволяет скорректировать режимы стерилизации и предотвратить необоснованные потери пигментов. При подкислении свекольного сока и снижении pH с 5,0 до 4,5 длительность режима стерилизации сокращается в 1,7 раза, а потери бетанина уменьшаются на 20 %.

Литература

1. Танчев С.С. Антоцианы в плодах и овощах. М.: Пищевая пром-сть, 1980.– 304 с.
2. Справочник по стерилизации консервов / В.П. Бабарин, Н.Н. Мазохина – Поршнякова, В.И. Рогачев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 271 с.
3. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А. Гришин. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 494 с.
4. Хаддад Б.М. Разработка технологии низкометоксилированного пектина для получения консервированных желеобразных продуктов: Дисс...канд.техн.наук. – Одесса, 1993. – 128 с.
5. Солмс Дж. Обзор методов хранения и переработки продуктов / Химия и обеспечение человека пищей./ Пер. с англ.– М.: Мир, 1986.– 365 с.
6. Мельник И.В. Разработка технологии консервированных пищевых продуктов из нута: Дисс...канд.техн.наук. – Одесса, 1999. – 186 с.
7. Чиркина Т.Ф. Исследование процесса стерилизации мясных консервов при повышенных температурах: Автореф. дис...канд.техн.наук. – Одесса, 1969. – 24с.
8. Флауменбаум Б.Л. Кинетика тепловой деградации аскорбиновой кислоты при стерилизации фруктовых и овощных консервов / Б.Л. Флауменбаум, Ст. Танчев, С.И. Лахтионова //Изв. ВУЗов/ Пищ. технолог. – 1977.– №6. – С. 62–65.
9. Маноли Т.А. Разработка безотходной технологии консервированных продуктов из белокочанной капусты: Дисс...канд.техн.наук. – Одесса, 1995. – 169 с.

Д. т. н., проф. Л. Н.Тележенко, зав. кафедрой технологии питания Одесской национальной академии пищевых технологий (ОНАПТ).

К.т.н. К. С.Федосова, ассистент кафедры технологии питания ОНАПТ
Одесса, 65039 ул. Канатная 112, тел. 380-487-124017, <fedosov@optima.com.ua>