

2007-2009  
90  
2007-2009

## Пищевая холодильная цепь во Франции и её влияние на безопасность пищевых продуктов

E. DERENS, B. PALAGOS, M. CORNU, J. GUILPART

1. Refrigeration processes engineering research unit.

Cemagref, Parc de Tourvoie, BP 44, F92163, Antony Cedex , France

Evelyne.derens@cemagref.fr., fax: 33 1 40 96 60 75

2. Quantitative microbiology and risk assessment unit AFSSA ( French Food Safety Agency)

23 avenue du General de Gaulle, F 94 706 Maisons Affort Cedex, France

3. French delegate to IIR, member of IIR B2 Comisson

### Вступление

В пищевой безопасности надежность пищевой цепи является делом первостепенной важности. В настоящей работе представлены результаты обзора продаж охлажденных продуктов с прилавков самообслуживания супер и гипермаркетов во Франции.

Продолжительный мониторинг температур 314 продуктов на протяжении всей холодильной цепи, начиная от конечных стадий производства до момента продажи конечному потребителю , позволил нам создать базу данных, представляющих более чем 3800 дней записи и описывающую более 2500 идентифицированных стадий пищевой цепи, среди которых 755 изотермических транспортных средств, 113 складов, 344 розничные витрины, 302 охлаждаемые тележки и 251 домашний холодильник.

Связанные с простой интеграционной модельной формулой и основанные на базовых концептах предиктивной микробиологии, эти результаты используются для комплексной оценки показателя потребленное время – температура, используемого промышленными предприятиями для установления срока стеллажного хранения продукта. Эти результаты имеют первостепенное значение в деле установления срока стеллажного хранения на настоящий момент. Но этот срок , все же, во многих случаях ещё устанавливается эмпирическим путем.

### Введение

Когда речь заходит о пищевой безопасности, первостепенную важность для её обеспечения имеет контроль пищевой холодильной цепи, на который и рассчитывает потребитель. На сегодняшний день хорошо известно, что некоторые звенья пищевой цепи достаточно слабы, следовательно, многие исследования должны быть посвящены пунктам 1, 2, 3, и 4. Тем не менее, реальная и полная термальная история охлажденного продукта, например, с конца производственной линии до продажи потребителю остается частично неизученной до настоящего времени. Действительно, тепловая история зависит от многих параметров, например от схемы цепей логистики, по



	Number of sent recorders	Number of returned recorders	Return rate
Yoghurt	190	120	63%
Prepared meat product	200	128	64%
Prepacked meat	90	66	73%
<b>Total</b>	<b>480</b>	<b>314</b>	<b>65%</b>

**Таблица 1 . Степень возврата записывающих устройств согласно типу продукта**

В общей сложности назад возвращены 480 записывающих устройств. На практике, записывающее устройство помещается между продуктом и упаковкой таким образом, чтобы измеренная и записанная температура соответствовала усредненному значению между температурами продукта и окружающего воздуха, однако, более близкой к температуре продукта, чем воздуха. Записывающее устройство может делать записи через каждые пять минут в течении 28 дней.

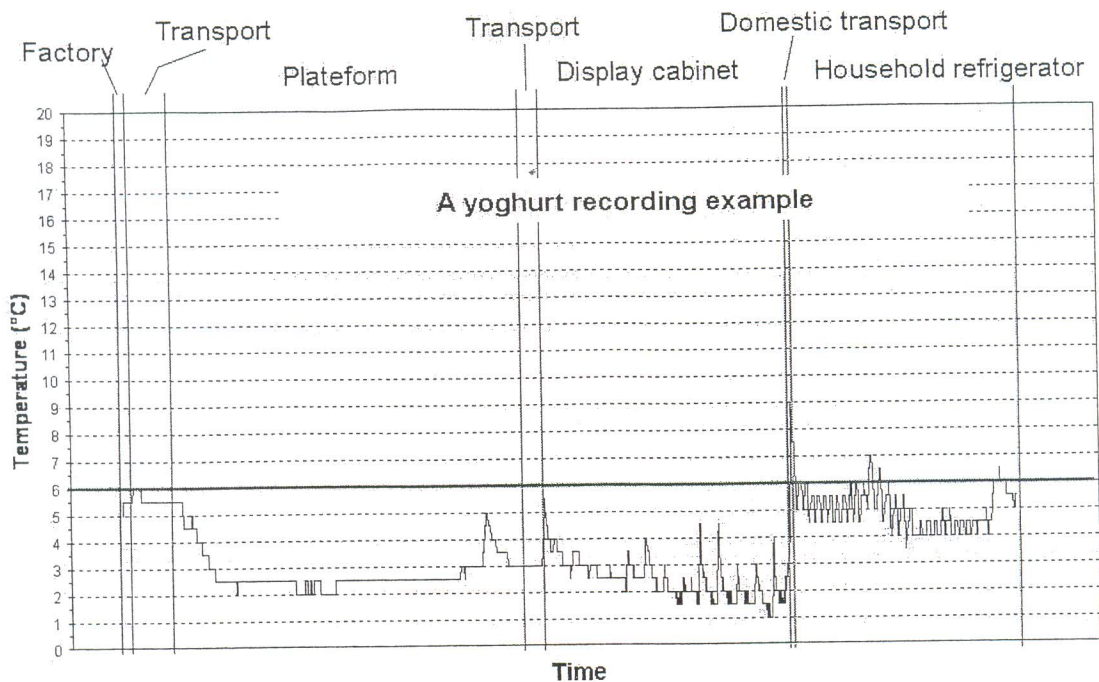
После инструменталжа записывающие устройства были внедрены в цепь логистики. Цепи логистики крайне разнообразны.( с прямой поставкой на склад, либо через промежуточные звенья) и охватывают всю территорию Франции.

### **2.3. Степень возврата записывающих устройств**

Одной из задач настоящего исследования было определение степени возврата записывающих устройств потребителями. После обзорного исследования, относящегося к степени возврата устройств почтой, мы использовали и адаптировали несколько моделей, оценив при их помощи степень возврата как 66, 5 %.Полученные результаты по степени возврата показывают, что наш прогноз оказался очень близким к полученным результатам.(таблица 1) Обзорное изучение также акцентирует внимание на других критериях, как количественных, так и качественных, необходимых для повышения степени возврата записывающих устройств. Таким образом, объяснительный буклет , показывающий цель исследования , был внедрен в упаковку продукта, а потребителю в обмен на участие были обещаны 25 призов, кроме того, для повышения активности потребителя была проведена рекламная акция. И, наконец, настоящее исследование сопровождалось компанией в СМИ.

### **2.4. Интерпретация результатов.**

Другой целью исследования было узнать различные стадии записей. Интерпретация этих результатов являлась первой стадией предварительной статистической обработки данных. Типичные результаты представлены в графике 2.



**График 2 : типичный профиль время-температура, полученный для йогурта и интерпретация различных стадий записей.**

- внедрение устройства, записывающего данные по времени и температуре.
- данные логистики: средние значения, время прибытия, время отправления и т.д.
- место назначения и тип хранилища (обеспеченное потребителем)
- извлечение данных по времени и температуре

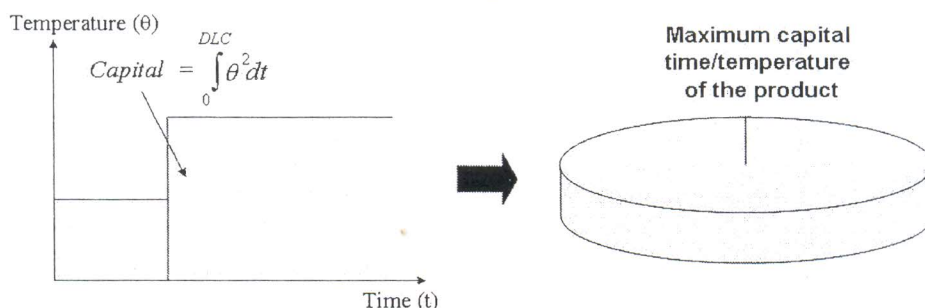
Без этих данных интерпретация результатов была бы невозможной. Также помогли исследованию получение кривых время-температура в охлаждаемых витринах и домашних холодильниках и математические и статистические выкладки, полученные при помощи Semagref.(5)

### 2.5. Предсказательное микробиологическое моделирование

В прошлом мы интегрировали кривые время- температура в простую комплексную модель, основанную на базовых принципах предсказуемой микробиологии. Таким образом, критерий  $I\Theta Idt$  ( сумма площадей температуры при каждой записи, умноженная на 5 минут, время между двумя измерениями) теоретически является пропорциональным росту любой пищевой бактериальной флоры ( микроорганизмы, вызывающие порчу продукта ( или) патогенные микроорганизмы) , чья минимальная температура должна была быть около нуля градусов. Это легко продемонстрировать, используя базовые принципы предсказательной микробиологии и ,особенно её простейшие модели, т.е. первичные экспоненциальные модели( моделирование роста как функцию времени), без фазы запаздывания, а также без стационарной фазы( фаза сохранения – порча) и вторичная модель с использованием квадратного корня(  $t\sqrt{T}$  ), ( см. подробности и полную библиографию в (6)). Предложенный критерий, , уравнивает показатель время- температура- температура, предложенный 7,

и это является упрощением нескольких критериев( см. дискуссию и полную библиографию в (6)). Настоящий IΘIdt критерий был использован для сравнения наблюдений кривых время-температура и его сочетаний, используемых производителями для определения сроков стеллажного хранения у различных видов продуктов. Таким образом, мы подсчитали значение критерия, используемого для составления протоколов определения срока стеллажного хранения производителем, И, таким образом, определили максимальный капитал время температура. Затем мы сравнили его со значением критерия для каждого изучаемого продукта, определенного как потребленный капитал время-температура( см. график 3). Этот метод был использован для построения температурных кривых 314 продуктов. Пример утверждения протокола стеллажного хранения продуктов  
Пример вычисления для создания кривой

➤ **Example of validation protocol of product shelf life**



➤ **Example of calculation for an obtained curve**

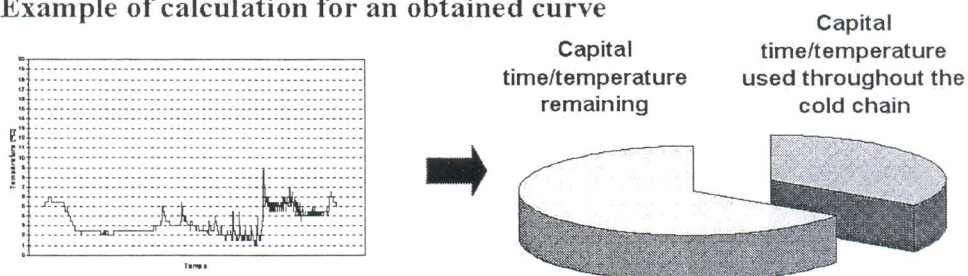


График 3 Сравнение результатов исследования и утвержденного протокола сроков стеллажного хранения - вычисление капитала время- температура

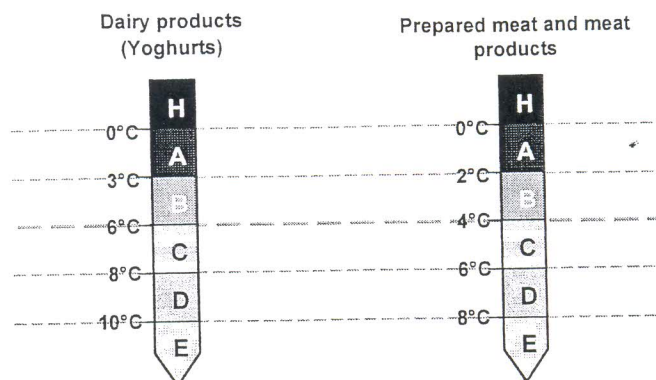
### 3. Результаты и обсуждение

Результаты, представленные ниже, основаны на 314 записях, которые велись в течении более 3800 дней и содержат около 1.1. миллиона данных. При анализе были учтены 6 стадий холодильной цепи: (1) перевозка, (2) склад,(3) распределительные павильоны(4), охлаждаемые витрины(5), охлаждаемые тележки и домашние холодильники(6).

#### 3.1. Качественный подход

Качественная оценка холодильной цепи была впервые сделана в отношении всех типов продуктов. Определенная шкала отсчета была применена к обоим продуктам: йогуртам ( рекомендованная температура хранения 6С) и мясным продуктам( рекомендованная температура хранения 4С). Мы определили

шкалу отсчета для 6 классов, включающие рекомендованное значение температуры, как описано в графике 4.



#### Определение шкалы отсчета - график 4

- класс H соответствует отрицательным температурам, включая температуры сохранения текстуры и денатурирования структуры продукта, исключительно для йогуртов.
- классы A и B могут рассматриваться как хорошие условия хранения
- класс C может рассматриваться как приемлемый, если мы допустим максимальное значение превышения температуры 2С.
- классы D и E вместе рассматриваются как нежелательные с точки зрения обеспечения пищевой безопасности.

Назначение этих 6 классов на определенной стадии холодильной цепи основано на средних температурах, наблюдаемых на каждой стадии.

Диаграмма 5 более подробно описывает результаты, полученные для каждой стадии холодильной цепи. Она четко показывает, что некоторые случаи нарушения температурного режима наблюдаются на уровне розничной торговли( 23.4% наблюдаемых температур в охлаждаемых витринах принадлежали к классу C и 7.3% к классам D и E .), и, что потребитель также испытывает затруднения в управлении температурой( 59.7% в охлаждаемых тележках и 40.3% в домашних холодильниках).

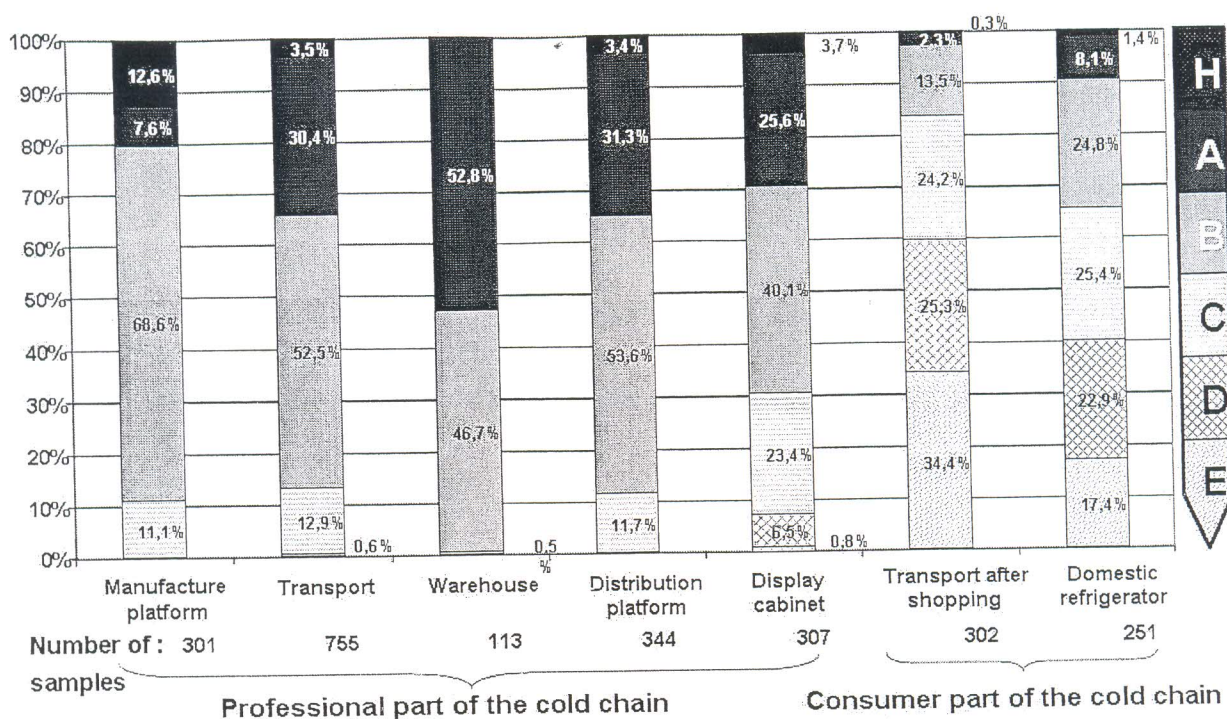


Диаграмма 5: (перевод надписей)

Производственный склад- перевозка- товарная база – оптовая база- охлаждаемая витрина розничной продажи( производственная часть холодильной цепи)- охлаждаемая тележка- домашний холодильник( потребительская часть холодильной цепи- количество экземпляров

Диаграмма 5 : КПД различных стадий холодильной цепи

### 3.2. Срок стеллажного хранения

Настоящее исследование позволяет нам дать количественную оценку времени нахождения продукта на различных стадиях холодильной цепи. Например, продукт в охлаждаемой витрине остается в течении 4-5 дней, а в домашнем холодильнике хранится в среднем 3-4 дня.(8).

Она помогает нам также оценить длительность нахождения продукта в производственной части холодильной цепи. Эта длительность выражается процентным соотношением, взятым от срока хранения продукта. Мы заметили, что:

- для йогуртов в производственной части цепи проходит время , равное 33% от срока стеллажного хранения и потребляется в общей сложности 43% капитала время- температура;
- для приготовленных мясных продуктов эти цифры соответственно – 41% и 57%
- для предварительно упакованного мяса- 33% и 44%.

### 3.3. Сравнение между нашими результатами и цифрами утвердительного протокола срока стеллажного хранения

Мы уже видели, что на протяжении холодильной цепи продукт может храниться при температурах, превышающих утвержденное значение. Но

