C:2



# ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВЕТЧИННЫХ КОНСЕРВОВ

Е.Ф.Орешкин, Г.П.Горошко, Е.Г.Бобрикова

ВНИИМП

В.Н.Сухоцкая, Э.А.Гайша

Черкасский м/к

Математические методы все более широко используются в исследованиях процессов производства мясопродуктов.

Если раньше они применялись лишь на последнем этапе эксперимента –при обработке результатов наблюдения, то в настоящее время все чаще они используются на этапе формализации априорных сведений перед постановкой опытов, при планировании эксперимента и обработке его результатов, а также при принятии решений на промежуточных этапах и в конце всей работы.

В данной работе изложены результаты исследований по изучению влияния отдельных технологических факторов на качество таких деликатесных продуктов, как пастеризованные ветчинные консервы с применением математических методов на этапах обработки экспертной информации и экспериментальных данных.

Основной целью сбора и обработки экспертной информации явилось выявление факторов наиболее существенно влияющих на качество продукта и которыми можно управлять в процессе экспериментирования для определения их наилучших уровней.

Объектом исследований явилась существующая технология производства пастеризованных ветчинных консервов. Для проведения экспертного опроса все факторы были представлены в виде иерархической структуры с выделением групп факторов по стадиям и участкам технологического процесса производства консервов. Затем экспертам предлагалось провести ранжировку факторов в порядке убывания степени их влияния на качество продукта.

Вклад каждого фактора в изменение показателей качества, оцениваемый экспертами, определили по формуле:

$$\alpha_j = \frac{\Delta_j}{mn}$$

где: $\alpha_j$ – степень влияния $j$ -го фактора на качество продукта;

$\Delta_j$ – разность между суммой $S_j$ избранной $j$-м фактором и максимально возможной суммой равной $mn$ т.е. $\Delta_j = mn - S_j$

$$S = \sum_{i=1}^{n} x_{ji}$$

$n$ – число экспертов

$m$ – число выделенных факторов

$x_{ji}$ – ранг, присвоенный $j$ -му фактору, $i$ -м экспертом.

Величину $\alpha_j$ считали экспертно установленной, если согласованность мнений экспертов была не ниже требуемой, т.е. коэффициент конкордации $W_p$ [1,2] превышает величину 0.3

$$W_p = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

Достоверность величины $W_p$ оценивали по критерию $\chi_p^2$

$$\chi_p^2 = \frac{12S}{mn(n+1)}$$

Вклад же группы факторов определяли как сумму вкладов факторов, входящих в эту группу.

Результаты опроса I9 экспертов по влиянию сырьевых и технологических факторов получены при хорошей согласованности их мнений ( $W_p$=0.45 при $\chi_p^2$240 7 $\chi$ = 4I.3 для $f$ = 28, $\alpha$ =0.05).

Проведенные в последующем физико-химические исследования и органолептическая оценка образцов позволили установить наиболее рациональную рецептуру, температуру и количество вносимого рассола, параметры, определяющие качество исходного сырья, степень заполнения, количество добавляемого желатина, параметры термической обработки и хранения консервов.

С целью оценки фактического влияния некоторых выделенных факторов на количественное содержание желе, а также определения их рекомендуемого уровня проведен полный факторный эксперимент.

В качестве управляемых факторов выделены: продолжительность механической обработки мяса, способ внесения рассола, массовая доля мяса с различной степенью измельчения.

Факторы исследовали в следующих диапазонах: продолжительность вращения мяса в барабане 6–I7 часов, количество добавляемого к основной массе измельченного мяса 0–I5%, рассол вносили путем шприцевания рассола в подготовленное к посолу мясо и внесением в емкость с мясом перед механической обработкой.

Результаты полученных данных представлены в табл.I.

Table 1. Таблица I

Влияние условий подготовки сырья на содержание желе в продукте
Jelly amount as effecte with raw meat preparation

| № п/п | Продолжительность вращения емкости с мясом, час Tumbling time, hr | Количество добавляемого измельченного мяса, % к массе основного сырья Ground meat added, % of the basic raw meat | Способ внесения рассола Curing method | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | шприцевание injection | | внесение в емкость с мясом addition to the container with meat | |
| | | | $\bar{y}$ | S | $\bar{y}$ | S |
| I | 6,00 | 0 | I5,00 | 0,I3 | I5,I0 | 0,06 |
| 2 | I5 | I5 | I4,84 | 0,I7 | I5,09 | 0,I0 |
| 3 | 7,0 | 0 | II,50 | 0,I0 | I2,25 | 0,I6 |
| 4 | | I5 | II,73 | 0,08 | I2,03 | 0,06 |
| | 8,0 | 0 | I0,86 | 0,I4 | II,02 | 0,I2 |
| 5 | | I5 | I0,75 | 0,II | I0,64 | 0,II |
| | 8,5 | 0 | II,06 | 0,2I | II,24 | 0,09 |
| 6 | | I5 | I0,94 | 0,I4 | II,08 | 0,I4 |
| | 9,0 | 0 | I2,I6 | 0,I7 | I3,0 | 0,I2 |
| 7 | | I5 | I2,I8 | 0,23 | I2,36 | 0,I0 |
| | I0,0 | 0 | I3,36 | 0,2I | I3,40 | 0,I2 |
| | | I5 | I3,05 | 0,24 | I3,32 | 0,I5 |
| | I7,0 | 0 | I9,66 | 0,32 | I9,66 | 0,42 |
| | | I5 | I9,05 | 0,09 | I9,42 | 0,4I |

$\bar{y}$ - среднеквадратичное значение содержания желе в готовом продукте;
S - среднеквадратичное отклонение.
Влияние исследуемых факторов на содержание желе в готовом продукте проверяли по схеме 3-х факторного дисперсионного анализа.
При этом оценивали достоверность влияния как отдельно каждого фактора, так и попарных их взаимодействий.

Из исследуемых факторов и их взаимодействий на качество продукта оказывает наиболее существенное влияние продолжительность механической обработки ( Расчетное значение $F_p$=I093). Влияние способа внесения рассола и содержания измельченного мяса хотя и достоверное($F_p$=I2 и $F^p$ =7.75), но несколько слабее, чем продолжительность (табл.2).

Затем была установлена зависимость показателя ( содержание желе в готовом продукте) от продолжительности механической обработки мяса в установке HS- 3 "Инжект Стар фирмы "Ласка" в виде уравнения регрессии:

$$\gamma_m = a + \sum_{i=1}^{i=3} B_i \tilde{\tau}^i$$

где:

$\gamma_m$ - содержание желе,%

$a; B_i$ - коэффициенты, рассчитанные по экспериментальным данным с применением метода наименьших квадратов,

$\tilde{\tau}$ - время,час

$i$ - степень у $\tilde{\tau}$

После расчета коэффициентов получено:

I. При внесении рассола в емкость с мясом

$$\gamma_m = 56.865 - I0.354\,\tilde{\tau} + 0.479\,\tilde{\tau}^2 + 0.0I23\,\tilde{\tau}^3$$

Уравнение описывает 98.2% разброса, наблюдаемого в эксперименте.

II. При внесении рассола в мясо путем шприцевания

$$\gamma_m = 56.39 - I0.I7\,\tilde{\tau} + 0.470\,\tilde{\tau}^2 + 0.0I20\,\tilde{\tau}^3$$

Уравнение описывает 97.3% разброса наблюдаемого в эксперименте.

Для сопоставления экспериментально полученной информации о степени влияния факторов с мнением экспертов привели коэффициент влияния к сравнимому виду по формуле:

$$K_j = \frac{F_{pi}}{\sum_{i=1}^{3} F_{pi}} \alpha\ell_j,$$

где

$K_j$ - коэффициент степени влияния $j$-того фактора

$F_{pi}$ - расчетное значение критерия Фишера для -го фактора

$\alpha\ell_j$ - коэффициент весомости $\ell$-той группы факторов в который входит $j$-й фактор

Проведенные расчеты показали, что коэффициенты весомости факторов распределились следующим образом: способ внесения рассола равен 0.00I2, продолжительность вращения мяса- 0.0II,

Трехфакторный дисперсионный анализ технологических факторов
**Three-factor dispersion analysis of processing factors**

Таблица 2
**Table 2.**

| Источник изменения **Factor responsible for changes** | Степень свобод **f** | Сумма квадратов отклонения SS | Средний квадрат отклонения S | Значение критерия Фишера **Fischer's criterion valu** | | Вывод о достоверности влияния **Significance** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | расчетное $F_p$ **estimated** | табличное $F_T$ **tabular** | |
| Фактор В-продолжительность **Factor B - time** | 6 | 2I7,950 | 36,325 | I0I3,00 | 4,28 | да |
| Фактор Т-содержание мяса **Factor T - meat content** | I | 0,277 | 0,277 | 7,75 | 5,99 | да |
| Фактор А-способ внесения рассола **Factor A - curing method** | I | 0,429 | 0,429 | I2,00 | 5,99 | да |
| Взаимодействие: **Interaction** | | | | | | |
| ВТ | 6 | 0,220 | 0,036 | I,03 | 4,28 | нет |
| ТА | I | 0,0I6 | 0,0I6 | 0,447 | 5,99 | нет |
| ВА | 6 | 0,I23 | 0,020 | 0,574 | 4,28 | нет |
| Остаток **Residue** | 6 | 0,2I5 | 0,035 | - | - | нет |
| Общее **Total** | 27 | 2I9,230 | - | - | - | нет |

Влияние фактора или взаимодействие достоверно, если $F_p > F_T$
**The effect or interaction of factors is significant if $F_p > F_T$**

для $\alpha = 0,05$, $f_1 = f_2$, $f_2 = 6$.
**for $\alpha = 0.05$, $f_1 = f_2$, $f_2 = 6$.**

масса измельченного мяса - 0.0004. Отсюда следует, что как при экспертной оценке, так и по экспериментальным данным продолжительность механической обработки оказывает более сильное влияние на качество готового продукта. Имеется различие между этими оценками по таким показателям, как способ внесения рассола и масса измельченного мяса, так как эксперты дали примерно равное влияние, а экспериментально установлено более сильное влияние способа внесения рассола, чем добавление измельченного мяса.

Проведенные исследования показали, что:
- использование метода экспертных оценок при сборе информации на начальной стадии проведения экспериментов является достаточно эффективной, однако для окончательного вывода о степени влияния факторов целесообразно сопоставлять результаты экспертных оценок с экспериментальными данными;
- содержание желе в продукте при внесении рассола в емкость с мясом несколько выше по сравнению со шприцеванием ( в среднем на 0.24%);
- добавление измельченного мяса уменьшало содержание желе ( в среднем на 0.2%);
- наиболее существенное влияние на качество готового продукта оказывала продолжительность механической обработки мяса ( минимальное содержание желе при 7.5-8.5 час составляло I0.9 - II.3%).

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Налимов, Н.А. Чернова
"Статические методы планирования экстремальных экспериментов", М., "Наука", 1965.

2. С.Д.Бешелев, Ф.Г.Гурвич
Экспертные оценки. М., Наука, 1973.