

ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

TECHNOLOGY OF CROP PRODUCTION PROCESSING

УДК 637.522

Каленик Т.К., Присяжная С.П., Гартованная Е.А.
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ СЫРЬЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В статье приводятся экспериментальные исследования по производству фаршей из субпродуктов птицы, дается математическая обработка полученных результатов.

Приведенные исследования показывают возможность использования разных видов сырья для получения мясных продуктов.

Kalenik T.K., Priszajhnaja S.P., Gartovannaja E.A.
MATHEMATICAL ANALYSIS OF RESEARCHES OF RAW MATERIAL
IN MANUFACTURE OF SEMI-PRODUCTS

In this article the experimental researches on manufacture of forcemeats made from birds' bowels are resulted, mathematical processing of the received results is given. The research shows an opportunity of use of different kinds of raw material for manufacturing of meat products.

Экспериментальные исследования химического состава и характеристик субпродуктового сырья птицы показали, что желудки и сердца являются наиболее подходящими ингредиентами фаршей с достаточным содержанием важных компонентов и низкой калорийностью. Для определения возможности и целесообразности взаимного дополнения проведены экспериментальные исследования функциональных характеристик и размерно-массового состава полученных фаршей. Сочетание сырья обеспечит получение комплементарных по структурной форме и составу продуктов с заданными качественными характеристиками, высокими органолептическими показателями.

По результатам полученных данных разработана технология получения фаршей из субпродуктов птицы. Фарши изготавливались отдельно из желудков, сердец цыплят бройлеров, а также был разработан фарш, сочетающий в себе два этих вида сырья.

Экспериментально необходимо было установить оптимальное соотношение компонентов (соотношение желудков и сердец

75:25; 25:75; 50:50), с учетом параметров процесса: температуры сырья и степени измельчения.

У полученного фарша (при условии соотношения компонентов) определялись функциональные характеристики, определяющие его качество и обуславливающие органолептические, структурно-механические показатели, а также выход готового продукта.

Для определения качества фарша по пятибалльной шкале оценки соблюдалась следующая очередность основных операций:

а) установлена номенклатура показателей качества и их расположение в соответствии с последовательностью осмотра продукта;

б) установлена градация качества и присвоения им баллов;

в) установлены коэффициенты значимости (весомости) отдельных органолептических признаков.

Количество баллов, установленное каждому показателю зависит от качественного состояния сырья (табл.1).

Таблица 1

Качество изделий

Вид фаршей	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Общая оценка	Ср. балл
1.Из сердец	5,0	4,9	4,7	5,0	4,8	24,4	4,8
2.Из желудков	5,0	4,8	5,0	4,9	4,9	24,6	4,9
3.Соотношение (желудки: сердца)							
50:50	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	24,9	4,9
25:75	4,3	4,8	5,0	4,8	4,5	23,4	4,7
75:25	4,1	4,6	4,7	4,1	4,1	21,6	4,3

Бальная система предполагает использование как логического, так и математического анализа. Она позволяет систематизировать многообразие ощущений и выразить их в системе, в которой каждый показатель качества определен словесно.

На данном этапе исследований была поставлена задача определить наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на качественные характеристики, органолептические свойства и пищевую ценность фаршей из субпродуктов птицы, получить математические модели, качественного соотношения сырья, степени измельчения и температурного режима обработки, а также оптимизировать основные параметры исследуемого технологического процесса.

В качестве критериев оптимизации технологического процесса получения фарша из субпродуктов птицы был принят основной критерий качества по пятибалльной шкале, учитывающий внешний вид, форму продукта, цвет на разрезе, запах (аромат), вкус, консистенцию, сочность и общую оценку качества.

В результате обработки априорной информации были выделены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные показатели продукта.

К ним относятся: x_1 -соотношение сырья, %; x_2 - степень измельчения, мм; x_3 - температура $^{\circ}\text{C}$. Обозначения и уровни варьирования факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Обозначение	Факторы		
		Соотношение сырья желудка: сердца, С, %	Степень измельчения сырья(диаметр частиц) Д, мм	Температура сырья t, $^{\circ}\text{C}$
		X_1	X_2	X_3
Верхний уровень	+1	75:25	4	6
Основной уровень	0	50:50	3	4
Нижний уровень	-1	25:75	2	2
Интервал варьирования		25	1	

После реализации эксперимента по матрице плана и получения критериев оптимизации была проведена обработка результатов и построение математической модели.

Данные расчетов дисперсии откликов и проверка их однородности показали, что дисперсии откликов однородны, поэтому можно считать, что влияние отдельных ошибок и случайных помех по всем точкам матрицы одинаково, а дисперсии параллельных опытов сравнимы между собой.

Расчет оценок коэффициентов уравнений регрессии осуществляем путем скалярного умножения соответствующей строки матрицы для расчета методом наименьших квадратов оценок на вектор отклика.

После отсеивания статистически незначимых коэффициентов методом шаговой регрессии уравнения, получили в кодированной форме следующий вид:

Для качества фарша из субпродуктов птицы

$$Y_1 = 26,167 - 0,563x_1 + 0,75x_2 + 0,313x_3 - 1,396x_1^2 + 0,729x_2^2 + 0,354x_3^2.$$

Адекватность моделей оценивалась по критерию Фишера. Сумма квадратов, определяющая неадекватность результатов эксперимента, определялась по формуле со степенью свободы

$$F_1 = N - R - 1. \quad (1)$$

Сумма квадратов, связанная с дисперсией и характеризующая ошибку опыта, определялась по формуле со степенью свободы

$$F = N - (m - 1). \quad (2)$$

Адекватность модели подтверждалась с вероятностью $P_p = 0,95$ при коэффициенте корреляции $R = 0,958$

Вычисленные значения коэффициентов при линейных членах уравнения можно интерпретировать:

Коэффициент $a_1 = -0,563$ при x_1 (соотношение сырья), показывает, что наибольшее значение критерия оптимизации достигается при нижнем уровне. При переходе на каждый следующий уровень органолептические качества сырья будут уменьшаться в натуральном виде на величину равную 0,563.

Коэффициент a_2 и a_3 при x_2 (степень измельчения) и x_3 (температура) имеет положительный знак, следовательно, наибольшее значение совокупного показателя качества сырья достигается при степени измельчения соответствующего верхнему уровню. При переходе степени измельчения на более мелкое и при более низкой температуре соответствующие нижнему уровню, будет наблюдаться снижение обобщенного критерия качества сырья.

После получения адекватных математических моделей с отклонениями и обусловленным влиянием, каких-либо неучтенных факторов на качество сырья мясных рубленых полуфабрикатов из субпродуктов птицы, не превышающих допустимые, определялись координаты оптимума и изучались поверхности отклика.

Для определения оптимального сочетания факторов, при которых достигается высокое качество сырья были заданы области экстремальных значений критериев оптимизации.

Так как на экстремум поверхности отклика налагается ограничение второй поверхности отклика, то компромиссная задача по отысканию условного экстремума решалась методом неопределенных множителей Лагранжа.

На рисунке 1 изображена поверхность функции отклика полинома второго порядка $y(x_1, x_2)$. Анализ поверхности отклика подтверждает приведенные выше утверждения о том, что качество сырья возрастает при использовании соотношения 50:50, степени измельчения 3 мм и температуре 4 °С.

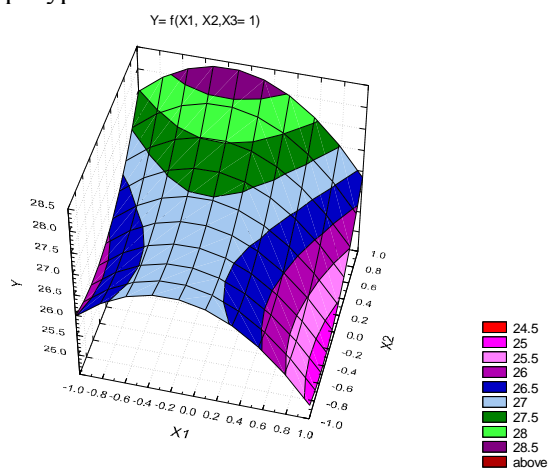


Рис. 1. Функции поверхности отклика x_1, x_2

На рисунке 2 изображена поверхность функции отклика полинома второго порядка x_1, x_3 область максимального значения соответствует нижнему соотношению сырья и верхнему значению температуры.

На рисунке 3 поверхность отклика x_2, x_3 . Область максимального значения совокупного показателя качества сырья достигается с увеличением степени измельчения и температуры.

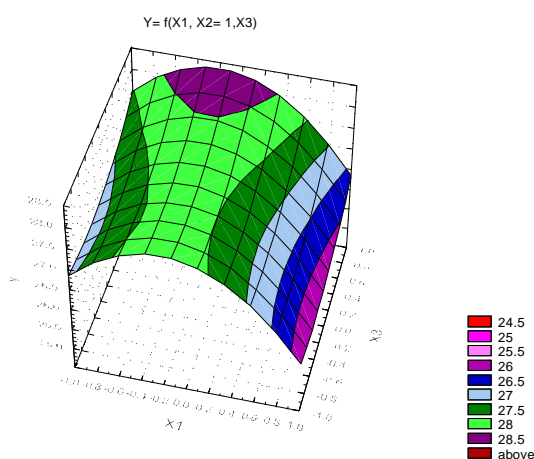


Рис.2. Функции поверхности отклика x_1, x_3

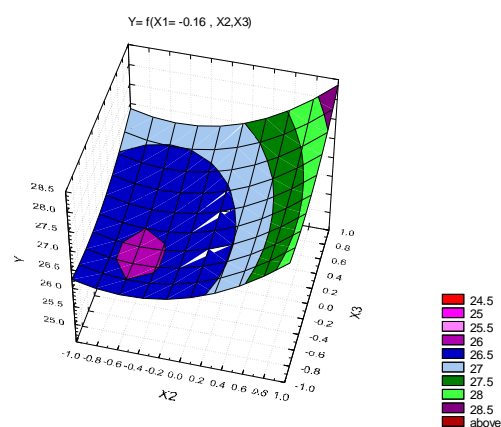


Рис.3. Функции поверхности отклика x_2, x_3

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что оптимальными значениями факторов являются:

- соотношение желудков и сердец, как 50% : 50% ;
- степень измельчения 3 мм;
- температура сырья 4 °С.

Следовательно, наилучшими являются фарши, изготовленные из желудков, сердец и желудков и сердец в соотношении 1:1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуцин, В.В. Технология полуфабрикатов из мяса птицы/ В.В. Гуцин, Б.В. Кулишев и др. // М.: Колос, 2002.- 200 с.
2. Гиро, Т.М. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания/ Т.М. Гиро, О.И. Чиркова// Мясная индустрия.- 2007. №1.- С 43 - 46.
3. Забашта, А.Г. Использование низкосортного сырья для производства мясных продуктов/ А.Г. Забашта, В.Н. Письменная, Н.Н. Цветкова // Мясная индустрия.- 2002. №11.- С 18-20.