

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Никитина М.А., канд.техн.наук, доцент, А.Н. Захаров, канд.техн.наук, с.н.с.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательской институт  
мясной промышленности имени В.М. Горбатова», г. Москва

**Аннотация** В статье представлена функциональная структура компьютерной системы оценки качества эмульгированных мясных продуктов с учетом влияния добавленных растительных препаратов взамен мясной части. Опираясь на исходными данными, характеризующими состав и свойства сырья и ингредиентов, устанавливая граничные условия и требуемые уровни отдельных показателей, система компьютерного моделирования позволяет спрогнозировать качество будущего продукта.

**Ключевые слова:** информационные технологии, компьютерная система, эмульгированные мясные продукты, качество

Качество мясного продукта наиболее полно характеризует комплексный критерий качества, учитывающий физико-химические, функционально-технологические показатели и структурно-механические свойства. Особое значение имеют реологические характеристики, коррелирующие с физико-химическими показателями биосырья животного происхождения, мясного фарша и готового изделия [1].

Комплексное решение проблемы требует учета всех факторов с оценкой адекватности по комплексу биологических, технологических и экономических критериев. Поэтому необходимо объединить накопленные данные и знания в единую информационную базу знаний, отражающую всю априорно известную информацию о методах, моделях и алгоритмах моделирования поликомпонентных мясных продуктах.

Основу реляционной базы данных с индексно-последовательной структурой составляют физико-химические, функционально-технологические и структурно-механические характеристики сырья животного и растительного происхождения.

Открытая и постоянно пополняющаяся база данных и знаний становится основой для разработки структурно-параметрического описания, формализованной оценки и идентификации адекватности белоксодержащего эмульгированного мясного продукта.

Для решения поставленных задач специалистами ВНИИМП им.В.М. Горбатова разрабатывается компьютерная система оценки влияния новых компонентов в эмульгированных мясных продуктах и прогнозирование их качества, в которой заложены структурно-параметрические принципы, а также структурно-механические и функционально-технологические показатели исходного сырья. Функциональная структура данной системы представлена на рис. 1.

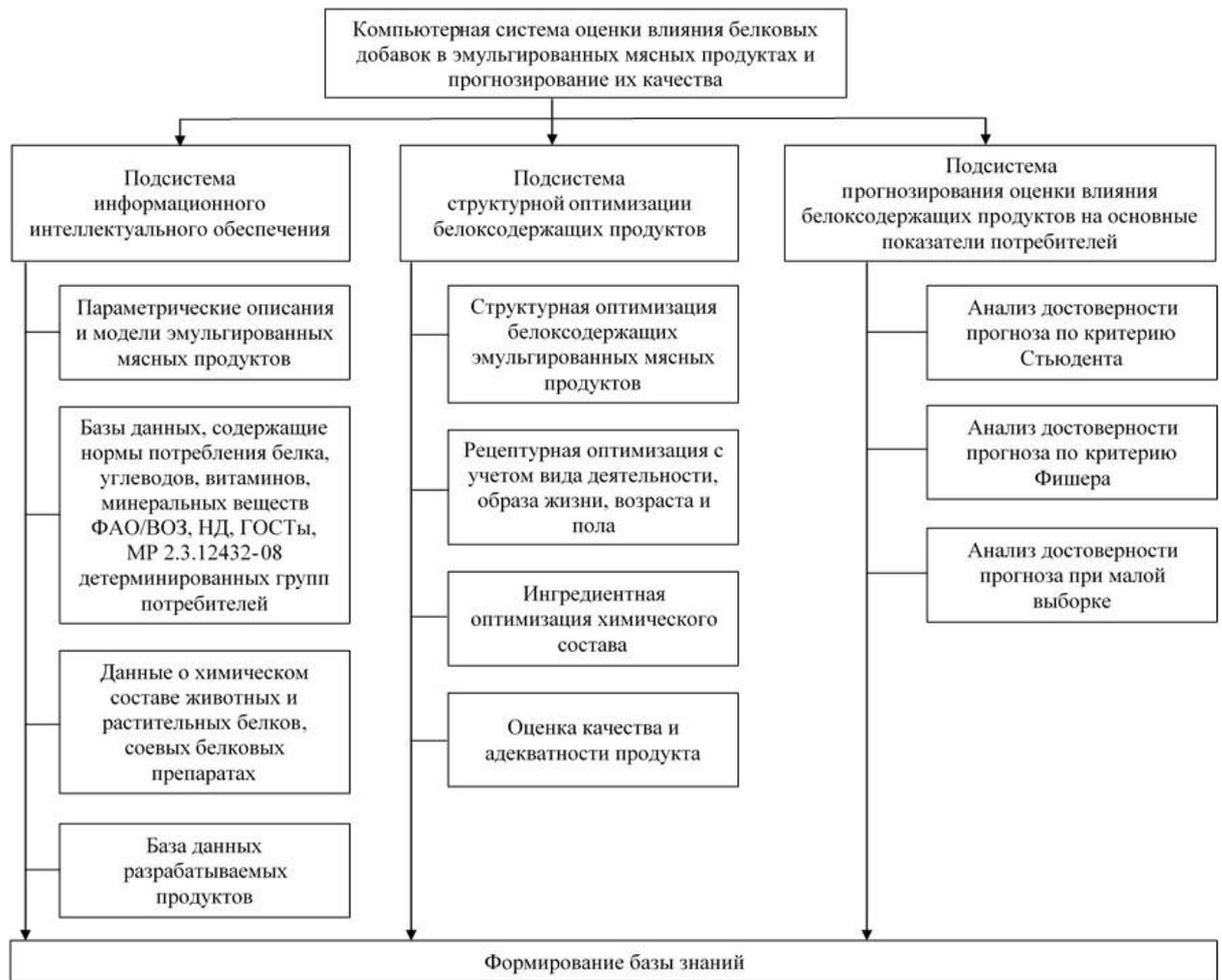


Рис. 1. Функциональная схема компьютерной системы

Работа с системой начинается с диалогового окна (рис. 2).

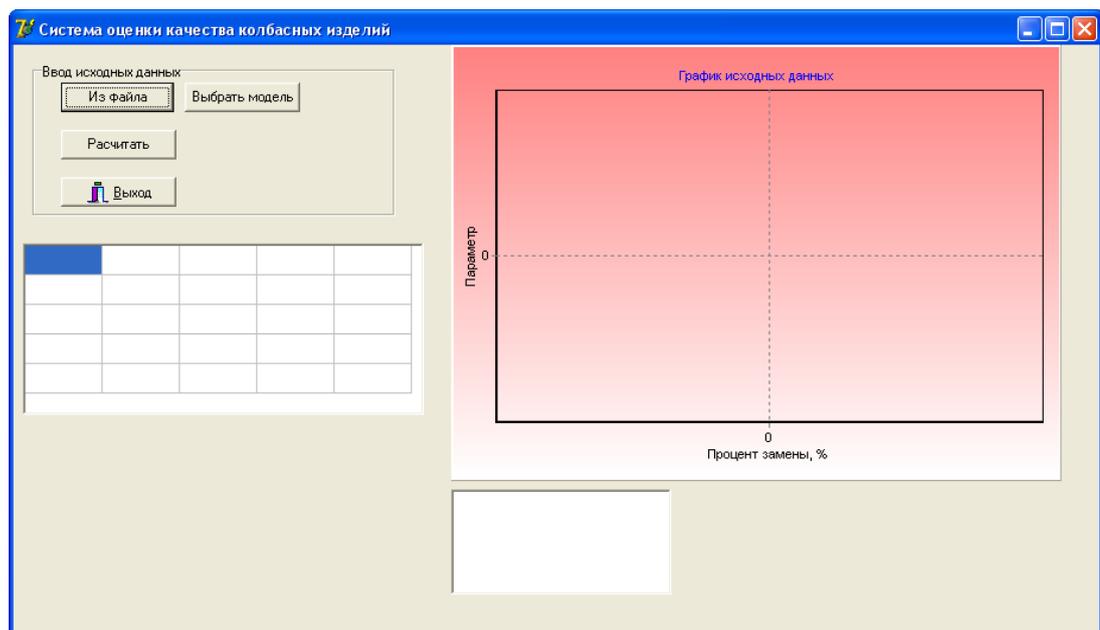


Рис. 2. Интерфейс стартового меню

На первом этапе пользователь должен ввести исходные данные из файла формата \*.txt, нажав кнопку «ИЗ ФАЙЛА». Второй этап связан с выбором аппроксимирующей модели (линейная, парабола 2-го порядка, парабола 3-го порядка, показательно-линейная, обратная линейная, логарифмическая).

Далее происходит статистическая обработка данных с расчетом коэффициентов уравнения регрессии и корреляции. Пример работы системы показан на рис. 3.

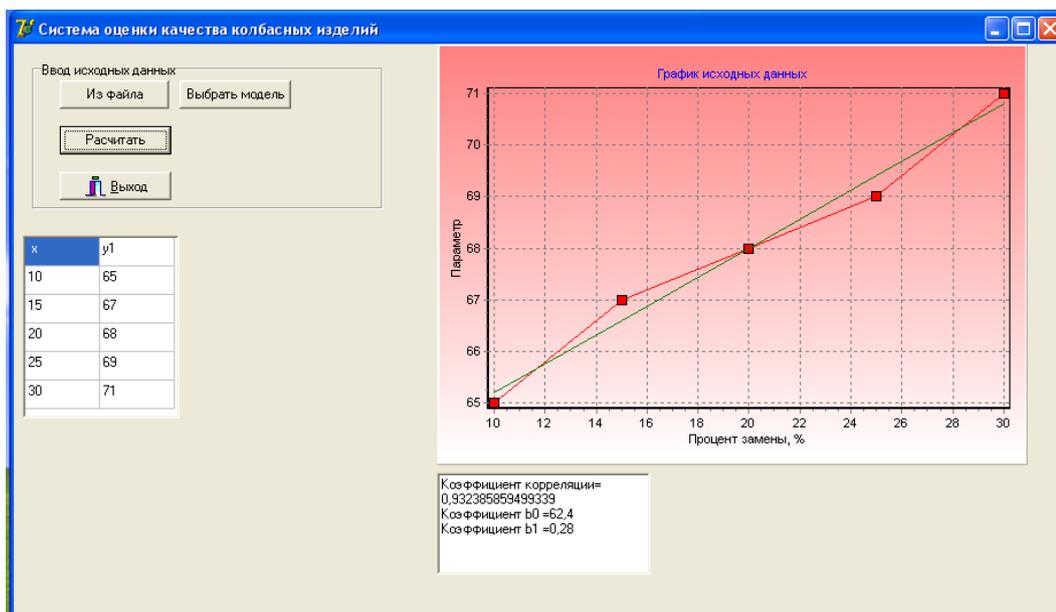


Рис. 3. Результат обработки исходных данных

Аналогичным образом были осуществлена аппроксимация данных полиномиальными уравнениями по изменению ВУС, ЖУС и рН (парабола 3-го порядка) при замене мясного сырья белковыми препаратами растительного происхождения. Графики некоторых моделей представлены на рис. 4-6.

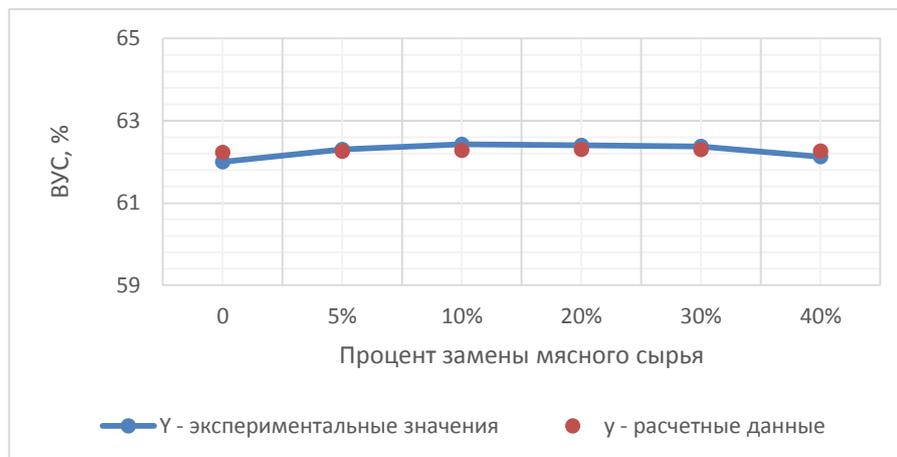


Рис. 4. Сопоставление экспериментальных и расчетных значений ВУС, %  

$$\text{ВУС } y = -0,59 \cdot x^3 - 1,09 \cdot x^2 + 0,61 \cdot x + 62,23$$



Рис. 5. Сопоставление экспериментальных и расчетных значений ЖУС, %  

$$\text{ЖУС} \quad y = -18,11 \cdot x^3 + 0,02 \cdot x^2 + 3,7 \cdot x + 52,93$$

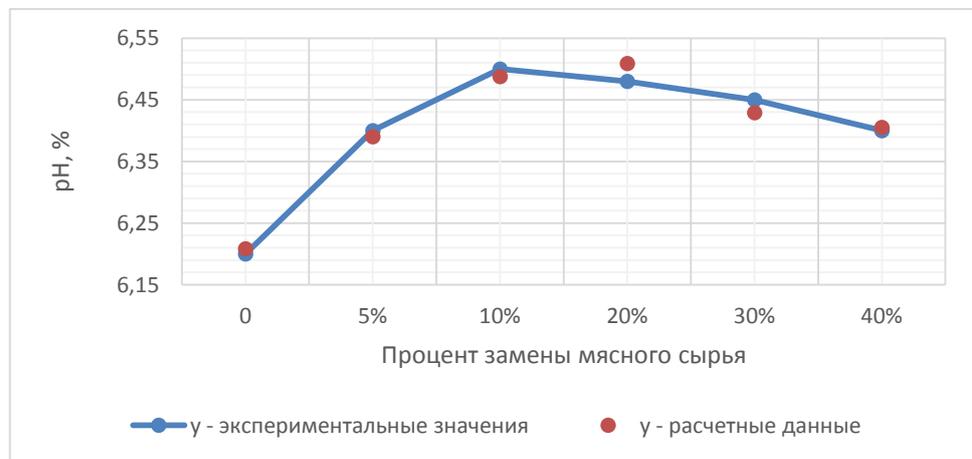


Рис. 6. Сопоставление экспериментальных и расчетных значений pH, %  

$$\text{pH} \quad y = 26,18 \cdot x^3 - 20,77 \cdot x^2 + 4,61 \cdot x + 6,21$$

Способность фарша связывать и удерживать воду, жир и устойчивость его при термической обработке изменяются в зависимости от морфологического состава и термического состояния сырья, pH, содержания белка, жира, влаги в фарше и их соотношение. Решающее влияние на функциональные свойства фарша оказывают содержание мышечной и соединительной ткани в рецептуре, а также содержание белка и жира в фарше.

Исследования показали, что с увеличением массовой доли замены мясного сырья гидратированным соевым белком, pH фарша возрастает. Это влияет на гидрофильность белков мяса, следовательно, увеличивается влагоудерживающая и жирудерживающая способности модельной фаршевой системы.

На изменение водоудерживающей способности мяса в процессе его тепловой обработки влияют многие факторы: температура, до которой оно нагревается, длительность выдержки при ней, температура среды, способ тепловой обработки, скорость нагрева, величина pH обрабатываемого сырья, реологические характеристики, химический состав продукта, количество добавленной

поваренной соли, воды, вид мяса, а именно анатомическое происхождение мышц, возраст животных и др.

Исследования зависимости снижения содержания влаги от температуры и рН образца фарша показали, что отделение влаги начинается уже при температуре 35 °С [2]. Однако, начиная с температур 45-50 °С, влага выделяется более интенсивно. Это объясняется изменением, с одной стороны, структуры воды при указанных температурах, с другой – конформацией белковой макромолекулы, которая обусловлена комплексом внутри- и межмолекулярных водородных связей и гидрофобных взаимодействий или денатурацией белка.

Поскольку, нагрев сопровождается изменением формы связи воды (водородных связей и гидрофобных взаимодействий), действующие между протофибриллами вторичные силы Ван-дер-Ваальса стягивают молекулу белка в более компактную форму, т. е. происходят полимеризация дискретных белков и увеличение их молекулярной массы. При этом с повышением температуры контакт воды с углеводородом приводит к энергетически менее выгодной замене взаимодействия «вода-вода» взаимодействием «углерод-вода», структура белка уплотняется, что вызывает значительное выделение влаги в виде бульона.

Увеличение рН идет до достижения определенного максимального значения, при котором наблюдается максимальная растворимость белков и, соответственно, максимальная ВУС и ЖУС фаршевой системы.

При дальнейшем увеличении процента замены мясного сырья ВУС и ЖУС снижаются, что подтверждается снижением рН. Данный процесс обусловлен тем, что содержащиеся в соевом белке кислоты начинают влиять на кислотность системы, а щелочных составляющих мясного фарша недостаточно для взаимодействия с ними. В связи с этим наблюдается снижение функционально-технологических свойств модельной фаршевой системы.

**Заключение.** В результате проведенных исследований получены математические зависимости по изменению ВУС, ЖУС и рН при замене мясного сырья соевыми белковыми препаратами, которые будут использованы в банке моделей компьютерной системы. Системный подход к оценке качества будущего продукта с учетом потенциального влияния отдельных ингредиентов рецептуры на процессе структурообразования, формирование органолептических показателей и т.п. дает возможность получения мясопродуктов гарантированного качества при минимальных материальных и временных затратах.

## Литература

1. Лисицын, А.Б. Прогнозирование качества мясных изделий методами математического программирования / А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь, В.В. Насонова, Л.И. Лебедева // Теория и практика переработки мяса. – 2016.- Том 1, № 1. – С. 75-90. DOI: 10.21323/2114-441X-2016-1-75-90.
2. Лисицын, А.Б. Моделирование качества мясной продукции / А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь, В.В. Насонова // Пищевая промышленность. – 2016. - № 10. – С.50-54.