

Надежный помощник на мясокомбинате

Программный комплекс для повышения эффективности работы мясоперерабатывающих предприятий



Информационная неопределенность российского рынка мяса и мясопродуктов, которая вызвана колебаниями цен на сырье, нестабильностью качества мясного сырья, постоянным появлением на рынке новых ингредиентов и пищевых добавок, требует от производителя, желающего выпускать конкурентоспособную продукцию, работать с рецептурой продукта, имеющей несколько альтернативных вариантов. В результате у технолога мясоперерабатывающего предприятия формируется огромная номенклатура рецептур, которая при формировании производственного задания провоцирует проблему оперативного поиска оптимальной альтернативной рецептуры продукта с учетом остатков сырья на складе, его цены и экономической рентабельности.

Стоит также отметить, что в настоящее время существует достаточно много предприятий малой и средней мощности, где работа с производственным заданием выполняется технологом с применением бумаги, калькулятора и калькулятора.

Такой организационный подход в рамках большого ассортимента продукции не позволяет четко организовать выдачу и учет сырья со склада для производства продукции согласно производственному заданию. Зачастую возникают проблемы с «прозрачностью» остатков сырья на складе и сбоем в выполнении заявок клиентов на готовую продукцию. По этой причине руководство предприятия не может оперативно получать достоверную информацию об анализе хозяйственной деятельности: выявление прибыльной и убыточной продукции; соотношение высоко- и низкорентабельной продукции в общем объеме произведенного и реализованного;

дифференцирование сырья от поставщиков и определение оптимальных направлений его использования на предприятии и др. Отсутствие подобного анализа, как правило, приводит к снижению рентабельности и ухудшению имиджа предприятия.

Одним из выходов из сложившейся ситуации могут служить современные информационные технологии в виде специализированных компьютерных программ, предназначенных для повышения эффективности управления технологическим процессом и облегчения работы технологов.

Однако известно, что для успешной деятельности мясоперерабатывающего предприятия недостаточно одного только расширения ассортимента продукции за счет разных ценовых категорий. Необходимо обеспечить стабильное качество продукции, что в условиях информационной неопределенности сделать весьма непросто. Потребитель, как правило, отказывается от приобретения продукции, если хотя бы однажды она оказалась плохого качества.

В связи с этим необходимо отметить, что спрос зависит не только от цены, но и от качества продукции, которое закладывается на этапе составления фарша, так как именно показатели фаршевой смеси, а не готового продукта, являются управляемыми параметрами. Поэтому рентабельность продукции в целом во многом зависит от степени оптимальности рецептуры. Технолог должен решить двойственную задачу – конечный продукт должен быть минимален по стоимости, но в то же время соответствовать параметрам заданного качества.

В настоящее время не существует четко регламентированных

правил составления рецептур. Они создаются опытным путем, на основе опыта, знаний и интуиции технологов. Разумеется, несложно составить рецептуру, если на складе в наличии весь ассортимент сырья, оно хорошего качества и цены на него ниже, чем у конкурентов. Но такая ситуация скорее исключение, чем правило.

Обычно на реально действующем предприятии не всё сырье, имеющееся на складе, соответствует заданному качеству, технологи вынуждены заменять один вид сырья другим, а время для поиска вариантов рецептур ограничено. В таких условиях технологу бывает трудно обеспечить стабильное качество продукции, поэтому для оптимизации работы технолога представляется целесообразным применение специализированных компьютерных программ.

На рынке информационных технологий в секторе мясопереработки сейчас предлагается множество программных продуктов, решающих в основном лишь вопросы автоматизации учетной деятельности на производстве, но совершенно не нацеленных на решение вышеупомянутых проблем, хотя именно от этого во многом зависят рентабельность и имидж мясоперерабатывающего предприятия.

В настоящее время единственной системой, которая позволяет одновременно решать широкий спектр технологических и учетных задач на предприятиях мясной и рыбной промышленности (в том числе и перечисленные выше), является программный комплекс «МультиМит Эксперт» (свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2013616949). Программа состоит из пяти модулей – «Базовый», «Оптимизация рецептур»,



Рисунок. Фрагмент программного комплекса «МультиМит Эксперт» (журнал обвалки мяса)

«Экспертная система», «Производственное задание», «Обвалка и жиловка мяса», – каждый из которых предназначен для решения определенных задач.

Основными функциями программы являются:

- формирование задания на разделку мяса;
- обвалка и жиловка мяса по фактическим нормативам исходя из вида животного и его упитанности;
- расчет стоимости сырья, полученного от разделки мяса;
- автоматическое формирование журналов обвалки и жиловки мяса;
- анализ нормативных и фактических показателей результата обвалки и жиловки мяса;
- ведение реестра нормативных рецептов мясных, рыбных и колбасных изделий;
- создание оперативных (рабочих) рецептов на базе нормативных и их коррекция;
- минимизация себестоимости конечного продукта с сохранением его потребительских свойств;
- определение оптимальных рецептурных замен с учетом текущей конъюнктуры цен на сырье;
- обеспечение стабильности фаршевых эмульсий за счет расчета и коррекции оптимальных физико-химических и функционально-технологических характеристик;
- создание новых продуктов с заданными потребительскими характеристиками и оптимальной себестоимостью в минимальные сроки, в том числе и для детского питания;
- анализ экспертной системой качества рецептуры, выявление технологических проблем и путей их решения;
- расчет выхода готовой продукции;

- расчет показателей качества (белок, жир, влага, энергетическая ценность, коэффициент гидратации, pH и др.) готового продукта;
- расчет количества воды на гидратацию ингредиентов рецептуры;
- расчет уровня гидратации фарша;
- графическая аналитика рецептов по разным критериям;
- реологический анализ сырокопченых колбас;
- формирование блендов (смеси ингредиентов, единый фарш, эмульсии), из которых может состоять готовый продукт;
- формирование альтернативных рецептов;
- формирование производственного задания;
- поиск оптимальной альтернативной рецептуры для каждого продукта производственного задания с учетом остатков сырья на складе и рентабельности продукта;
- расчет рецептуры с учетом веса закладки и количества замесов;
- калькуляция экономических показателей продукта, в том числе с учетом фактической выработки;
- планирование закупки сырья;
- автоматическое формирование задания фаршесоставителю исходя из производственного задания;
- автоматическое формирование рецептурного журнала;
- корректировка производственного задания с учетом не запланированного заранее изменения заявки на продукцию;
- отмена выработки продукции с восстановлением состояния остатков по складу;
- проведение план-факт анализа работы производства;
- интеграция с управленческими и бухгалтерскими программами

(«1С:Предприятие», «Галактика», «Спрут» и др.);

- интерактивный обмен рецептурами через XML-файлы;
- разграничение прав доступа – формирование пользователей и управление их правами доступа к отдельным модулям и функциям программы;
- формирование и печать отчетов.

Функции для учета складских операций, реализованные в программе, позволяют:

- вести учет прихода, расхода, остатков сырья по партиям;
- указывать обоснование прихода и расхода сырья;
- использовать несколько групп цен (фактические, планируемые, цены для различных регионов и т.д.);
- устанавливать фактическое качество сырья;
- отслеживать любое движение сырья, которое автоматически фиксируется на складе;
- вести учет сырья в различных единицах измерения и разных валютах;
- вести учет сырья, наличие которого ниже установленного минимума, для контроля за уровнем запасов и своевременных заказов;
- вести учет распределения сырьевых затрат согласно производственному плану;
- иметь картотеку поставщиков сырья.

База данных программы включает в себя действующую нормативную документацию и справочные материалы.

Программный модуль «Обвалка и жиловка мяса» в первую очередь будет интересен предприятиям, которые имеют цех по разделке туш животных. Рассмотрим некоторые его возможности.

В программе специалист предприятия по мере необходимости формирует задания на разделку мяса. Этот документ может быть составлен как вручную, так и автоматически, исходя из потребности в сырье конкретного производственного задания и остатков сырья на складе. Далее задание запускается на исполнение. Согласно фактическим нормативам выхода сырья (указывается в настройках) программа выполняет расчет количества сырья в зависимости от схемы разделки и цены. Эти данные фиксируются в журналах обвалки и жиловки мяса, где по дням недели

Таблица 1. Состав базовой и альтернативной рецептур «Сосиски «Венские с сыром»

Ингредиенты	Цена руб./кг	Базовая рецептура	Альтернативная рецептура
Сырье несоленое кг, на 100 кг			
Говядина 1 сорт	180,00	30,0	23,6
Говядина 2 сорт	140,00	14,0	4,7
Шпик боковой	75,00	20,0	19,2
Гидратированный соевый белок	18,00	10	11,1
Молоко сухое	51,00	2	2,1
Меланж	30,00	2	–
Мука пшеничная	15,50	2	2,1
Сыр	140,00	20	21,3
Грудка бройлера	120,00	–	5,5
Эмульсия из свиной шкурки	9,48	–	6,9
Животный белок (Типро 600-25)	270,00	–	1,0
Яичный порошок	80,00	–	0,5
Витацель	110,00	–	1,8
Пряности и материалы, кг на 100 кг несоленого сырья			
Соль	4,00	1,8	1,91
Нитрит натрия	50,00	0,007	0,007
Компл. многофункц. доб.	250,00	0,5	0,624
Рис ферментированный	85,00	–	0,011
Лед (вода)	0	28,0	36,2
Стоимость фарша, руб./кг		93,36	79,78

ведется вся история разделки мяса на производстве. В эти журналы оператором вносятся корректировки, если фактический вес сырья, полученного от обвалки или жиловки мяса, не соответствует весу по нормативам показателям. Вид экранного окна журнала обвалки представлен на **рисунке**.

В конечном итоге в программе предусмотрено, что сырье от разделки мяса ставится на баланс склада или направляется на утилизацию или в отделение жиловки. Всё движение сырья с разделки автоматически отображается на складе программы. «МультиМит Эксперт» позволяет сформировать и вывести на печать различные типы отчетов по разделке мяса.

При разработке модуля «Оптимизация рецептур» использовались опыт и знания экспертов в области

моделирования рецептур пищевых смесей, участвовавших в разработке известной программы «ОПТИМИТ» (оптимизатор рецептур мясных изделий). Благодаря их работе удалось существенно усовершенствовать алгоритмы оптимизации,

Таблица 2. Требования к ингредиентному составу фарша (в расчете на 100%)

Ингредиенты	Не менее, %	Не более, %
Говядина 1 сорт	15	
Свинина полужирная		10
Шпик боковой	13	
Грудка бройлера		4
Эмульсия из свиной шкурки		5
Животный белок		0,7
Витацель		1

что позволило достичь более высоких результатов при оптимизации рецептур в программном комплексе «МультиМит Эксперт».

Математический аппарат и экспертная система этой программы обеспечивают высокую эффективность процесса моделирования и гарантируют получение оптимального ингредиентного состава рецептур мясных, колбасных и рыбных изделий.

Продемонстрируем работу программного комплекса «МультиМит Эксперт» на примере поиска оптимальной альтернативы базовой рецептуре «Сосиски «Венские с сыром» ТУ 9213-010-40155161-2002, состав которой приведен в **таблице 1** (базовая рецептура).

Основная задача – минимизация себестоимости конечного продукта при условии сохранения его потребительских качеств.

Задача программы состояла в определении состава и количества сырьевых ингредиентов рецептуры с учетом частичной замены основного сырья, текущих цен на сырье и выполнения заданных требований.

К альтернативной рецептуре предъявлялись следующие требования: стоимость фарша не должна превышать 80 руб. за 1 кг; в качестве допустимой замены говядины 1 сорта, говядины 2 сорта и меланжа были предложены животный белок, свинина полужирная, грудка бройлера, эмульсия из свиной шкурки, витацель, яичный порошок; сырьевой состав фарша (в расчете на 100%) должен соответствовать требованиям, приведенным в **таблице 2**. Расчет количества ингредиентов входил в функцию программы. По органолептическим

Таблица 3. Рецептúra вареной колбасы, в состав которой входит свинина с пороком PSE

Ингредиенты	Цена, руб./кг	кг	%
Свинина PSE	180	70	50,94
Говядина норма 1 сорт	180	25	18,19
Яйцо	120	3	2,18
Молоко сухое	40	2	1,46
Итого основного сырья		100	72,77
Соль	5	2,3	1,67
Нитрит натрия	40	0,01	0,007
Лед (вода)		34	24,74
Росмикс Докторская	256	1,1	0,8
Общее количество		137,41	100,00
Экономический расчет			руб./кг
Стоимость фарша			129,78
Потери			3,0
Выход			133,29

проблемы и предлагает технологию пути их решения. При анализе учитываются физико-химические и функционально-технологические свойства ингредиентов.

Продемонстрируем работу экспертной системы на примере анализа классической рецептуры (базовая) вареной колбасы, в состав которой входит свинина с пороком PSE (таблица 3).

В состав комплексных пищевых добавок, реализуемых на российском рынке, в основном входят следующие ингредиенты: натуральные специи, эфирные масла и олеорезины, усилители вкуса, красители, фиксаторы окраски, водоудерживающие агенты и т.д.

Как правило, функциональная часть таких добавок остается постоянной вне зависимости от качества сырья и условий производства. Поэтому, не учитывая особенностей сырьевых компонентов, их применение оказывается малоэффективным как с технологической, так и с экономической точек зрения.

и физико-химическим показателям готовый продукт должен соответствовать нормативным требованиям «Сосиски «Венские с сыром» ТУ 9213-010-40155161-2002. Показатель pH фарша рассчитанной рецептуры должен был быть в диапазоне 6,0–6,4.

Программный комплекс «МультиМит Эксперт» рассчитал на базе рецептуры «Сосиски «Венские с сыром» оптимальную по цене и качеству рецептуру (таблица 1). Расчет рецептуры выполнялся по критерию минимизации себестоимости продукта с учетом заданных требований и текущих цен на сырье. Стоимость фарша альтернативной рецептуры составила 79,78 руб., что на 13,58 руб. дешевле нормативной. Удешевление стоимости фарша составило 14,5%.

Помимо оптимизации рецептур программа позволяет выполнять графическую аналитику рецептур по разным критериям.

Экспертная система – это модуль программы, способный частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Подобный модуль реализован в программе «МультиМит Эксперт». Он анализирует качество рецептуры, выявляет технологические

Таблица 4. Сравнение экономической эффективности базовой и альтернативной рецептур

Компоненты	Цена руб./кг	Альтернативная рецептура		Базовая рецептура	
		кг	%	кг	%
Свинина PSE	180	70	48,64	70	50,94
Говядина норма 1 сорт	180	25	17,37	25	18,19
Яйцо	120	3	2,08	3	2,18
Молоко сухое	40	2	1,39	2	1,46
Итого основного сырья				100	72,77
Соль	5	2,3	1,6	2,3	1,67
Нитрит натрия	40	0,008	0,006	0,01	0,007
Росмикс арома Докторская	376	0,6	0,42		
Вода/лед		40	27,8	34	24,74
Росмикс система PSE	322	1	0,69		
Росмикс Докторская	256			1,1	0,8
Общее количество		143,91	100	137,41	100,00
Экономический расчет			руб./кг		руб./кг
Стоимость фарша			125,77		129,78
Потери			3,0		3,0
Выход			139,59		133,29

Таблица 5. Сравнение качественных характеристик

Показатели качества в готовом продукте	Рецептура	
	альтернативная	базовая
Вода, %	65,23	63,93
Белок, %	13,05	13,55
Жир, %	17,80	18,64
Нитрит натрия, %	0,004	0,005
Соль, %	1,65	1,72
pH	6,05	5,90
Коэффициент гидратации	1,30	-0,11

В рассматриваемом примере используется сырьевой компонент – свинина с пороком PSE. Она имеет низкую водосвязывающую и водоудерживающую способности. Для того чтобы удержать влагу в фарше и при термообработке не дать ей выделиться, то есть свести к минимуму риск образования бульонно-жировых отеков, в рецептуре необходимо использовать добавки, в составе которых обязательно присутствуют адаптированные ингредиенты, позволяющие свести к минимуму возникающие риски. Поэтому использование в приведенной рецептуре только комплексных пищевых добавок, например «Росмикс Докторская», недостаточно для обеспечения стабильного качества готового продукта.

В результате анализа рассматриваемой рецептуры экспертная система выявила ряд проблем: обнаружено сырье с пороком PSE, pH сдвинут в кислую сторону, возможен избыток остаточного нитрита натрия, низкий коэффициент гидратации.

По каждой выявленной проблеме программа определяет негативное воздействие и дает свои рекомендации по его устранению. В частности, для предупреждения возникновения в продукте бульонно-жировых отеков из-за наличия большого количества сырья с пороком PSE программа, исходя из текущего наличия сырья на складе, предложила решить проблему следующим образом: вместо ингредиента «Росмикс Докторская» использовать ингредиенты «Росмикс Система PSE» (процент ввода 1–1,5%) и «Росмикс

Арома Докторская» (процент ввода 0,6–0,7%).

Согласно рекомендациям экспертной системы, в базовую рецептуру были внесены изменения, после чего проведен повторный компьютерный анализ. В результате этого анализа в скорректированной (альтернативной) рецептуре экспертная система в рекомендациях указала, что рецептура содержит все необходимые компоненты для устранения выявленного дефекта.

Результаты сравнения экономической эффективности базовой и альтернативной рецептур представлены в **таблице 4**.

Результаты сравнения качественных характеристик этих рецептур представлены в **таблице 5**.

Таким образом, приведенный выше пример наглядно иллюстрирует, что рекомендации интеллектуальной экспертной системы позволяют избежать технологического брака в конечном продукте, а также снизить содержание соли, нитрита натрия и достичь оптимального значения pH фарша, водосвязывающей и влагоудерживающей способностей (которые характеризует комплексный показатель – коэффициент гидратации).

Помимо рассмотренных выше возможностей программа выполняет еще одну важную функцию – формирование производственных заданий и поиск для каждого продукта оптимальной альтернативной рецептуры. Этот функционал реализован в **программном модуле «Производственное задание»**.

Альтернативные рецептуры позволяют предприятию в условиях изменения цен на сырье или перебоев

с его наличием рентабельно выполнять заявки клиентов на готовую продукцию. Например, сорвались поставки какого-либо сырья или отсутствует на складе какой-либо ингредиент – под вопросом выполнение производственного задания. В этом случае помощь программы может оказаться неоценимой – технолог сумеет быстро выбрать альтернативный вариант, не нарушив при этом потребительских качеств продукта.

Рассмотрим возможности этого модуля.

Специалист предприятия по мере необходимости формирует в программе производственные задания, то есть указывает, какую продукцию и в каком количестве необходимо изготовить. Далее с помощью программы выполняется анализ задания на предмет наличия на складе сырья, обеспечивающего его выполнения. Если выявлена нехватка сырья, на экране показывается, какого сырья, в каком количестве и для каких продуктов недостаточно. Эта функция также позволяет осуществлять планирование закупок сырья. Если проблем с наличием сырья нет, то программа с учетом остатков сырья на складе, его цены и экономической рентабельности продукции определяет оптимальную альтернативную рецептуру, по которой продукт должен быть изготовлен. Затем задание отправляется на выработку, при этом с соответствующих партий сырья на складе происходит автоматическое списание. В рецептурном журнале программы автоматически ежедневно формируется банк (архив) рецептур, по которым проводилась выработка продукции. Здесь же представлена вся информация об изготовленной продукции, в том числе и об отклонении фактических показателей от плановых. Функции анализа работы производства позволяют выявлять сбои и оперативно принимать меры, а также помогают руководству предприятия определять пути увеличения объема прибыли.