

**Вниманию технологов**

Оптимизация рецептур колбасных изделий в условиях реального времени

**Д-р техн. наук,
проф. О. Н. Красуля**
МГУ технологий и управления
**Д-р техн. наук
И. Г. Панин,
В. В. Гречишников,
А. В. Токарев**
НПП «Сириус», г. Воронеж

Мясоперерабатывающая промышленность России как и многих стран в настоящее время переживает экономический кризис, связанный с переходом аграрного сектора экономики на новые экономические отношения.

Специфика воспроизводства в мясном комплексе, нарушение экономического равновесия в нем отрицательно сказываются на функционировании мясоперерабатывающих предприятий.

Их основными проблемами являются рост цен на сырье, колебания спроса и предложения на мясную продукцию, нестабильность качества сырья, рост цен на энергоносители.

В настоящее время на отечественном рынке сложилась такая ситуация, при которой российские производители животноводческой продукции пока не могут обеспечить необходимый рост поголовья животных, в первую очередь крупного рогатого скота и свиней, увеличивается зависимость мясной отрасли нашей страны от импорта.

Рост цен на мясо в России обусловлен его подорожанием на внешних рынках и увеличением себестоимости внутреннего производства из-за возросшей стоимости кормов. Нехватка собственного сырья, его дороговизна и низкая покупательная способность населения не оставляют мясоперерабатывающим предприятиям альтернативы — они вынуждены снижать содержание мясного сырья в продуктах.

В последнее время на мясоперерабатывающих предприятиях широко применяется частичная замена основного сырья (говядины и свинины) мясом птицы после механической обвалки, свиной шкуркой, растительными, молочными и животными белками.

Необходимость удешевления колбас приводит к тому, что в рецептуре появляются новые заменители мяса и функциональные добавки (например, манная крупа, клетчатка, крахмалсодержащие вещества и др.).

Данные ингредиенты рецептуры требуют определенных ограничений в использовании. Так, например, мясо птицы после механической обвалки имеет ограниченный срок хранения.

Это связано с наличием в нем костного мозга, обуславливающего быстрое окисление липидов, высокой микробальной обсемененностью, вследствие большой раздробленности этого вида сырья; повышенным содержанием аскорбиновой кислоты, которая, попадая вместе с костным мозгом в мясную массу, окисляется и вызывает потемнение, а затем позеленение сырья. Поэтому технологу приходится нивелировать негативные свойства компонентов, заменяющих основное сырье.

Неоднородность мясного сырья и других рецептурных ингредиентов, особенно животного происхождения, требует разработки новых подходов к составлению рецептур мясных продуктов.

SUMMARY

The main problems of production of sausage products are considered, with particular emphasis on the use of functional additives and substitution of main raw materials.

It is offered to use the program complex "OPTIMEAT" — optimizer of recipes of sausage products which allows improving the management of technological process, thus facilitating and making more efficient the work of a technologist. The text of the article contains examples of optimization of sausage products recipes using "OPTIMEAT".

ZUSAMMENFASSUNG

Die aktuellen Probleme bei der Herstellung der Wurstwaren, insbesondere bei dem Einsatz von funktionellen Zutaten und Fleischersatzstoffen werden angesprochen. Zu deren Lösung wird vorgeschlagen, den Programmkomplex „OPTIMIT“ für die Rezepturoptimierung bei Wurstwaren einzusetzen. Mit diesem Programmkomplex kann man die Steuerung der technologischen Prozesse verbessern und damit die Arbeit der Technologen effektiver machen. Es werden die Beispiele der Optimierung von Wurstrezepturen unter Einsatz des Programmkomplexes OPTIMIT aufgeführt.

В настоящее время не существует четко регламентированных правил составления рецептур. Их разрабатывают методом «проб и ошибок», используя знания и опыт технологов. В условиях нестабильных качественных характеристик сырья это не гарантирует получение продукта заданного качества, особенно при высоком уровне замены основных видов сырья.

Учитывая особенности современного технологического процесса, технологи понимают, что правила составления рецептур не могут быть унифицированы, а должны носить адаптивный характер, чтобы получаемый продукт отвечал заданным требованиям.

Как известно, качество готовой продукции формируется на этапе составления фарша с помощью управления качественными показателями ингредиентов фаршевой смеси. Усовершенствовать технологический процесс и тем самым сделать работу технолога более эффективной можно при применении информационных технологий. Такие технологии позволяют заменить реальные объекты математическими моделями, адекватно отражающими закономерность исследуемых явлений, протекающих в условиях реального времени.

Одним из способов решения данной проблемы может служить использование программного комплекса «ОПТИМИТ» — оптимизатора рецептур мясных изделий, созданного специалистами предприятия «Сириус» — ведущего в Российской Федерации разработчика программного обеспечения в области оптимизации рецептур пищевых и кормовых смесей.

Математический аппарат и экспертная система этой программы обеспечивают высокую эффективность процесса моделирования и гарантируют получение оптимального ингредиентного состава рецептур мясных изделий с учетом существующих проблем мясоперерабатывающей отрасли (свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2008615031 от 20.10.2008 г.).

На базе действующих нормативных документов и в соответствии с требованиями технолога к ингредиент-

ному и физико-химическому составу программа позволяет рассчитать рецептуру различных видов мясных изделий для снижения себестоимости готового продукта (при условии сохранения его потребительских качеств). Расчет рецептуры ведется с учетом оптимальных физико-химических и функционально-технологических свойств: водосвязывающей, влагоудерживающей, эмульгирующей способностей, стабильности фаршевых эмульсий, величины pH и т.п.

База данных программы включает в себя действующую нормативную документацию и справочные материалы, среди которых наиболее важные: ГОСТы, ТУ и ТИ, Справочник химического состава пищевых продуктов по производству мясных изделий (Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов и др.).

Основными функциями программы являются:

- минимизация себестоимости готового продукта с сохранением его потребительских свойств;
- определение оптимальных рецептурных замен с учетом текущей конъюнктуры цен на сырье;
- обеспечение стабильности фаршевых эмульсий, оптимальных физико-химических и функционально-технологических свойств;
- создание новых продуктов с заданными потребительскими характеристиками и оптимальной себестоимостью в минимальные сроки;

• задание требований к любым показателям качества (белок, жир, влага, углеводы, зола, уровень pH, содержание микро- и макроэлементов) продукта;

• расчет альтернативных рецептур;

• поиск оптимальной альтернативы действующей (базовой) рецептуры с учетом остатков сырья на складе, его цены и рентабельности продукции;

• анализ ингредиентов рецептуры, выявление технологических проблем и предложение технологу вариантов их решения;

• расчет основных экономических показателей (себестоимость, рентабельность, отпускная цена и т.д.);

• интеграция с бухгалтерскими программами (1С: Предприятие, Галактика и др.);

• реологический анализ сырокопченых колбас;

• планирование закупки сырья;

• использование блендов (смесей ингредиентов) как отдельных компонентов рецептур.

Склад, реализованный в программе, позволяет:

вести учет остатков сырья по партиям;

использование нескольких групп цен, например оптовых, фактических, планируемых, цен для различных регионов и т.д.;

устанавливать фактические физико-химические показатели сырья.

Таблица 1

Компоненты	Рецептуры колбас		
	«Докторская»	Альтернатива 1	Альтернатива 2
Сырье несоленое, кг на 100 кг			
Говядина высшего сорта	25,0	27,649	34,858
Свинина нежирная	25,0	19,315	—
Свинина полужирная	45,0	30,897	40,625
Белкол (говяжий)	—	1,040	1,483
Сканпро Т95 (свиной)	—	1,040	1,483
Белково-жировая эмульсия	—	14,115	14,835
Яйца	3,0	3,566	3,904
Молоко сухое	2,0	2,377	2,811
Пряности и материалы, кг на 100 кг несоленого сырья			
Соль	2,090	2,684	2,821
Нитрит натрия	0,007	0,007	0,007
Рис ферментированный	—	0,022	0,033
ФС «Докторская»	0,850	0,987	1,037
Лед/Вода	25,0	44,881	52,263
Стоимость фарша руб/кг			
	125,6	98,82	90,96

Редактирование оперативного рецепта №2 (Колбаса "Докторская") - Код(191)

Документ №	Наименование	Сорт	Дата создания	Выход продукта (%)	Классификация	Технический документ	Состояние	Выработка, кг.	Склад	Тип цены	Описание								
2	Колбаса "Докторская" +	Высший	14.01.2009	127,779	Вареные колбасы	ГОСТ Р 52196-2003	Неактивна	250	Склад №1	Оптовая									
Базовая рецептура № 24 от 10.07.2007 Процент выхода: 109% Наименование: Колбаса "Докторская" Рецепт рассчитан Испарение влаги при термообработке: 14% На 1кг: Стоимость фарша 98,82 руб., Себестоимость продукта 143,66 руб., Отпускн. цена 173,82 руб., Рентабельность 10%																			
Наименование	кол-во, кг (до изм.)	кол-во, кг	в 100 кг (до изм.)	в 100 кг	Мин. %	Макс. %	на 100 кг (до изм.)	на 100 кг	Цена 1 кг, руб.	Стоимость, руб.	Вода (%)	Белок (%)	Жир (%)	Кэфф. гидр. (%)	Соль (%)	Нитрит натрия (%)	pH		
Сырье																			
Говядина высшего сорта	25,000	23,809	19,539	18,608	13,000		25,000	27,649	177,00	3,293,70	74,300	22,200	2,500	49,000			5,900		
Свинина нежирная	25,000	16,633	19,539	13,000	13,000		25,000	19,315	180,00	2,339,98	67,300	15,000	16,800	49,000			6,100		
Свинина полужирная	45,000	26,606	35,171	20,795	20,000		40,000	45,000	30,897	146,10	3038,08	50,400	11,800	37,200	30,000		6,100		
Белкол (говяжий)	замен.	0,896	замен.	0,700		0,700	замен.	1,040	220,00	154,06	0,500	98,000	0,300	2000,000			7,500		
Сканпро Т95 (свиной)	замен.	0,896	замен.	0,700		0,700	замен.	1,040	250,00	175,07	6,000	60,000	10,000	2000,000			7,000		
Белково-жировая эмульсия	замен.	12,155	замен.	9,500		9,500	замен.	14,115	45,00	427,50	50,000	7,140	40,730	1,410			6,830		
Яйца	3,000	3,071	2,345	2,400		2,500	3,000	3,566	70,00	168,01	74,100	12,700	11,500				5,800		
Молоко сухое	2,000	2,047	1,563	1,600		1,800	2,000	2,377	51,00	61,59	4,000	26,000	25,000	55,000			7,000		
Пряности и материалы																			
Соль	2,090	2,311	1,633	1,805	1,600		2,090	2,684	1,50	2,71	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000		7,000		
Нитрит натрия	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004		0,007	0,007	0,23	0,23						100,000	7,000		
Рис ферм	0,000	0,019	0,000	0,015		0,022	0,000	0,022	85,00	1,26							7,000		
ФС "Докторская"	0,850	0,850	0,664	0,664		0,850	0,987	300,00	199,30								7,000		
Лед/Вода	25,000	38,648	19,539	30,206		100,000	25,000	44,881		0,00	100,000	0,000	0,000	0,000			6,800		
Всего:	127,947	127,947	100,000	100,000			127,947	146,580	1575,60	9831,52	63,000	11,180	15,032	23,416	1,805	0,005	6,216		
Мин. значение (в рецепте)												13						6,2	
Макс. значение (в рецепте)												65		22		2,1		0,005	
Мин. значение (по норме)												13							
Макс. значение (по норме)												65		22		2,1		0,005	
Требования к качеству																			
Замечания																			
Советы технологу																			
Вода на гидратацию																			
Прочие ограничения																			
Наименование	Ед. изм.	В рецепте	В рецепте		По нормативу		Отклонение (%)												
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	В рецепте	Мин. к норме											
Вода	%	65,000		65		65													
Белок	%	13,001	13		13														
Жир	%	17,444		22		22													
Соль	%	2,100		2,1		2,1													
Нитрит натрия	%	0,003		0,005		0,005													
pH		6,216	6,2																
Настройка рецепта																			
Производственные потери			Выход продукта			Оболочка													
☒ Учитывать термопотери ☒ % испарения влаги назначает технолог 14,000 ☐ Учитывать процент прочих потерь 0,000			☒ % выхода продукта указан от несоленого сырья ☒ Автоматически рассчитывать % выхода продукта			☒ Использовать оболочку Названия: Снего Цена, руб/кг: 11,00													
Экономика																			
Параметр расчета			Отпускная цена			Рентабельность 10,00													
Рассчитать			Автоматически пересчитывать стоимостные показатели																
Количество компонентов в рецептуре: 13																			

Рис. Фрагмент программного комплекса «ОПТИМИТ». Результат оптимизации рецептуры колбасы «Докторская» (ГОСТ Р 52196-2003) — альтернатива № 1.

Продemonстрируем работу программного комплекса «ОПТИМИТ» на примере поиска оптимальных альтернатив рецептуре колбасы «Докторская» по ГОСТ Р 52196—2003, состав которой приведен в табл. 1.

Основная решаемая проблема — 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, действующих цен на сырье и выполнении заданных требований.

В первом варианте оптимизации к альтернативной рецептуре были предъявлены следующие требования:

- стоимость фарша не должна превышать 100 руб. за 1 кг;
- в качестве частичной замены говядины высшего сорта, свинины

нежирной, свинины полужирной использованы следующие ингредиенты: животный белок Белкол (говяжий), животный белок Сканпро Т95 (свиной) и белково-жировая эмульсия (соевый концентрат: вода: жир в соотношении 1: 5: 5);

- ингредиентный состав фарша (в 100 %) должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 2.

Расчет количества добавленной воды при заданных требованиях программа выполняет самостоятельно, с учетом имеющейся базы данных.

Остальные ингредиенты в расчетной рецептуре оставались без изменений.

По органолептическим и физико-химическим показателям готовый продукт должен соответствовать нормативным требованиям, предъявляемым к колбасе «Докторская» (ГОСТ Р 52196—2003). Показатель pH фарша рассчитанной рецептуры должен быть не ниже 6,2.

Программный комплекс «ОПТИМИТ» на базе рецептуры колбасы «Докторская» (ГОСТ Р 52196—2003) рассчитал оптимальную по цене и качеству рецептуру (табл. 1, альтернатива 1). Расчет рецептуры выполнялся по критерию минимизации себестоимости продукта с учетом заданных требований и действующих цен на сырье.

Стоимость фарша альтернативной рецептуры составила 98,82 руб., что на 26,78 руб. дешевле нормативной. Удешевление стоимости фарша составило 21,32 %.

Вид экранного окна, соответствующего альтернативной рецептуре 1, представлен на рисунке.

Во втором варианте оптимизации ставилась задача значительного удешевления себестоимости продукта по сравнению с первым; к составу продукции предъявлены более жесткие требования:

- стоимость фарша не должна превышать 91 руб. за 1 кг;

Таблица 2

Ингредиенты	Не менее, %	Не более, %
Говядина высшего сорта	13	
Свинина нежирная	13	
Свинина полужирная	20	40
Яйца		2,5
Молоко сухое		1,8
Соль	1,6	
Нитрит натрия	0,004	0,007
Рис ферментированный		0,022
Белкол (говяжий)		0,7
Сканпро Т95 (свиной)		0,7
Белково-жировая эмульсия		9,5

Таблица 3

Ингредиенты	Не менее, %	Не более, %
Говядина высшего сорта	13	
Свинина полужирная	20	40
Яйца		2,5
Молоко сухое		1,8
Соль	1,6	
Нитрит натрия	0,004	0,007
Рис ферментированный		0,022
Белкол (говяжий)		0,95
Сканпро Т95 (свиной)		0,95
Белково-жировая эмульсия		9,5

• ингредиентный состав (в 100 %) фарша должен соответствовать требованиям, представленным в табл. 3.

Необходимое количество нежирной свинины и воды рассчитала программа.

Все остальные требования аналогичны первому варианту.

Согласно заданным требованиям и ценам на сырье программа на базе традиционной рецептуры колбасы «Докторская» (ГОСТ Р 52196-2003) рассчитала новую оптимальную по цене и качеству рецептуру, состав которой представлен в табл. 1 (альтернатива 2).

Стоимость фарша составила 90,96 руб., что на 34,64 руб. дешевле нормативной рецептуры. Удешевление стоимости фарша составило 27,6%.

Помимо оптимизации рецептур программа выполняет еще одну важную функцию — позволяет создавать альтернативные рецептуры и осуществлять поиск оптимальной альтернативы базовой рецептуре с учетом остатков сырья на складе, его цены и рентабельности продукции.

Например, произошел срыв поставки какого-либо вида сырья или отсутствует на складе какой-либо ингредиент. Под вопросом выполнение производственного задания. В этом

случае помощь программы может оказаться неоценимой: технолог может быстро выбрать альтернативный вариант, не нарушив при этом потребительских качеств продукта.

Таким образом, альтернативные рецептуры позволяют предприятию в условиях изменения цен на сырье или перебоев с его поставками выполнять заявки клиентов на рентабельную готовую продукцию.

Кроме своего основного назначения — оптимизации действующих и формирования альтернативных рецептур программа имеет более широкий спектр применения.

На сегодняшний день управление предприятием невозможно без разработки долгосрочной стратегии его развития. Осуществление стратегии и расчеты экономической эффективности каждого из вариантов являются долговременным и дорогостоящим мероприятием. Программа «ОПТИМИТ» существенно сокращает временные и финансовые ресурсы, позволяет снизить затраты на разработку новых видов продуктов, а также предлагает варианты снижения себестоимости производимой продукции.

«ОПТИМИТ» — это инструмент технолога как при плановой работе, так и

при решении различных критических ситуаций. Это программное обеспечение не заменяет технолога, а делает его работу эффективнее.

Программный комплекс «ОПТИМИТ» прошел производственные испытания и внедрен на одном из мясоперерабатывающих предприятий Пермского края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов А. Е., Красуля О. Н., Воробьева А. В., Красникова С. А., Кузнецова Ю. Г., Николаева С. В. Основы математического моделирования рецептурных смесей пищевой биотехнологии. — М.: Пищепромиздат. 2005.
2. Косой В. Д., Малышева А. Д., Юдина С. Б. Инженерная реология в производстве колбас. — М.: Колос. 2006.
3. Николаева С. В., Кузнецова Ю. Г., Бобренева И. В., Шайлиева М. М., Токаев Э. С. Моделирование рецептур мясных рубленых полуфабрикатов // Мясная индустрия. 2004. № 10.
4. Краснов А. Е., Красуля О. Н., Красников С. А., Кузнецова Ю. Г., Николаева С. В. Нечеткая логика как основа моделирования рецептур мясных продуктов // Мясная индустрия. 2005. № 3.
5. Краснов А. Е., Красуля О. Н., Красников С. А., Кузнецова Ю. Г., Николаева С. В., Янков В. Ю. Исследование свойств объектов пищевой биотехнологии на основе теории нечетких множеств // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2005. № 3.

ООО "Сириус"

394068, г. Воронеж, ул. Шишкова, д.65

e-mail: info@optimeat.ru

http://www.optimeat.ru

☎ +7 (4732) 392-311, 392-947, 755-657