

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЁННОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА

О.В. Евдокимова, В.В. Марков, О.Л. Курнакова

Предложена методика проектирования рецептур инновационных продуктов с использованием обобщённой функции желательности Харрингтона, представляющая собой математический метод перевода реальных значений параметров в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами. Представлены результаты расчета обобщённой функции желательности Харрингтона D для всех групп показателей качества опытных образцов йогурта обогащенного. Установлен наиболее предпочтительный вариант из опытных образцов для создания оптимальной рецептуры нового вида йогурта обогащенного.

Ключевые слова: разработка рецептур, обобщённая функция желательности С. Харрингтона, квалиметрическая оценка.

Методика расчёта обобщённой функции желательности Харрингтона

При разработке рецептур новых видов функциональных пищевых продуктов, основанных на квалиметрической оценке потребительских свойств готового продукта, возникает проблема расчёта обобщённого показателя качества с учётом весовых коэффициентов единичных показателей качества продукта. С. Харрингтоном предложен подход, позволяющих решить данную проблему, который известен как метод построения обобщённой функции желательности [1, 2]. Данный математический метод позволяет перевести реальные значения параметров в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами от 0 до 1 и последующего отображения частных количественных шкал в обобщённые шкалы критериев качества. Это даёт возможность не только оценить абсолютные величины показателей, но и выявить, насколько они близки к области ухудшения, руководствуясь строгими интервальными диапазонами: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от 0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,00 («отлично») [2].

Цель расчёта

С помощью методики квалиметрической оценки органолептических показателей качества и химического состава, опытных образцов йогуртов обогащенных и математического аппарата обобщённой функции желательности Харрингтона были определены комплексные показатели качества по группам потребительских свойств опытных и кон-

трольных образцов йогуртов и обобщённого показателя качества.

Порядок расчёта

Определение объекта квалиметрической оценки

Объектами квалиметрической оценки выступали опытные образцы йогуртов обогащённых с внесением различного количества пищевого обогатителя «Эликсир жизни»: йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник» (варианты 1, 2, 3); «эталоном качества» (контрольным образцом) выступал йогурт с м.д.ж. 1,5% – «Контроль 1,5%».

Составление модели качества

Модель качества опытных образцов йогуртов, представленная в виде таблицы 1, включает обобщённый показатель качества, групповые показатели качества (органолептические и химического состава) и единичные показатели качества опытных образцов йогуртов. В таблицах 2 и 3 представлены значения единичных показателей качества йогуртов – объектов оценки и контрольных образцов, которые составлены для каждой группы показателей качества опытных образцов йогуртов.

В таблице 2 приведены результаты оценки органолептических показателей качества йогуртов. Установлено, что при дегустации, контрольный образец йогурта и разработанный образец йогурта обогащенного с сиропом «Шиповник» варианта 2, обладали лучшими органолептическими характеристиками и набрали наибольшую сумму баллов 9,0. Йогурт варианта 3 набрал наименьшую сумму, имел интенсивный зеленоватый оттенок, травянистый привкус и запах, неоднородную консистенцию.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2015

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЁННОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА

Анализ химического состава опытных образцов йогуртов обогащенных, приведенный в таблице 3, показал, что разработанные образцы йогуртов, по сравнению с контрольным

образцом содержат клетчатку, пектин и Р-активных вещества, отличаются повышенным содержанием железа, витамина С, β-каротина

Таблица 1 – Модель качества опытных образцов йогуртов

Обобщённый показатель качества свежесвыработанных йогуртов	Группа органолептических показателей	Внешний вид и консистенция
		Вкус и запах
		Цвет
	Группа показателей химического состава	Клетчатка, г
		Пектин, г
		Железо, мкг
		Витамин С, мг%
		В-каротин, мг%
		Р-активные вещества, мг%

Таблица 2 – Результаты органолептической оценки качества опытных образцов йогуртов обогащенных с сиропом «Шиповник»

Показатели	Контроль	Количество внесения пищевого обогатителя «Эликсир жизни», %		
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
	Йогурт с массовой долей жира 1,5%			
Внешний вид и консистенция	2,5±0,3	2,8±0,1	2,8±0,1	2,6±0,2
Вкус и запах	4,7±0,1	4,1±0,2	4,2±0,2	4
Цвет	1,8±0,2	1,9±0,1	2	1,7±0,2
Сумма баллов	9,0	8,8	9,0	8,3

Таблица 3 – Химический состав опытных образцов йогуртов обогащенных с сиропом «Шиповник», на 100 г

Биологически активные вещества	Контроль	Йогурт с сиропом «Шиповник»		
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
	1,5%	1,5%		
Клетчатка, г	0	0,043	0,086	0,129
Пектин, г	0	0,035	0,07	1,05
Железо, мкг	0,093	0,344	0,352	0,359
Витамин С, мг%	0,84	20,17	22,01	24,02
В-каротин, мг%	0,0073	0,088	0,112	0,134
Р-активные вещества, мг%	0	13,61	14,94	16,27

Определение относительных значений единичных показателей качества в пределах каждой группы

Для каждой группы единичных показателей качества опытных образцов йогуртов оп-

ределяли относительные значения единичных показателей.

Результаты расчёта относительных значений единичных показателей качества для группы органолептических показателей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчёта параметров оптимизации и функции желательности Харрингтона для группы органолептических показателей

Наименование единичного показателя	Значение показателя		Относительный показатель, Q_i	Весовой коэффициент, балл	Нормированный весовой коэффициент, q_i	Параметр оптимизации K_i
	Объект	Эталон				
1	2	3	4	5	6	7
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 1, $D = 0,690$						
Внешний вид и консистенция	2,8±0,1	2,5±0,3	1,12	5	0,25	0,6994
Вкус и запах	4,1±0,2	4,7±0,1	0,87	10	0,5	0,6748

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
Цвет	1,9±0,1	1,8±0,2	1,06	5	0,25	0,6959
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 2, D = 0,692						
Внешний вид и консистенция	2,8±0,1	2,5±0,3	1,12	5	0,25	0,6994
Вкус и запах	4,2±0,2	4,7±0,1	0,89	10	0,5	0,6776
Цвет	2	1,8±0,2	1,11	5	0,25	0,6989
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 3, D = 0,685						
Внешний вид и консистенция	2,6±0,2	2,5±0,3	1,04	5	0,25	0,6947
Вкус и запах	4	4,7±0,1	0,85	10	0,5	0,6719
Цвет	1,7±0,2	1,8±0,2	0,94	5	0,25	0,6883

Результаты расчёта параметров оптимизации и функции желательности Харрингтона для группы органолептических показателей позволили установить, что наибольшее относительное значение единичных показателей качества имел образец йогурта обогащенного

с сиропом «Шиповник» варианта 2 ($D = 0,692$).

Результаты расчёта относительных значений единичных показателей качества для группы показателей химического состава представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчёта параметров оптимизации функции желательности Харрингтона для группы показателей химического состава

Наименование единичного по- казателя	Значение по- казателя		Относительный показатель, Q_i	Весовой ко- эффициент, балл	Нормированный весовой коэф- фициент, q_i	Параметр оптимизации K_i
	Объект	Эталон				
1	2	3	4	5	6	7
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 1, D = 0,782						
Клетчатка, г	0,043	0	4,30	10	0,17	0,7574
Пектин, г	0,035	0	3,50	10	0,17	0,7480
Железо, мкг	0,344	0,093	3,70	10	0,16	0,7470
Витамин С, мг%	20,17	0,84	24,01	10	0,16	0,8270
В-каротин, мг%	0,088	0,0073	12,05	10	0,17	0,8045
Р-активные вещества, мг%	13,61	0	13,61	10	0,17	0,8100
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 2, D = 0,796						
Клетчатка, г	0,086	0	8,6	10	0,17	0,7891
Пектин, г	0,07	0	7,0	10	0,17	0,7797
Железо, мкг	0,352	0,093	3,78	10	0,16	0,7479
Витамин С, мг%	22,01	0,84	26,20	10	0,16	0,8306
В-каротин, мг%	0,112	0,0073	15,34	10	0,17	0,8153
Р-активные вещества, мг%	14,94	0	14,94	10	0,17	0,8141
Йогурт обогащенный, 1,5%, «Шиповник», вариант 3, D = 0,768						
Клетчатка, г	0,129	0	1,29	10	0,17	0,7033
Пектин, г	1,05	0	1,05	10	0,17	0,6943
Железо, мкг	0,359	0,093	3,86	10	0,16	0,7488
Витамин С, мг%	24,02	0,84	28,59	10	0,16	0,8342
В-каротин, мг%	0,134	0,0073	18,36	10	0,17	0,8234
Р-активные вещества, мг%	16,27	0	16,27	10	0,17	0,8180

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЁННОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА

Результаты расчёта параметров оптимизации функции желательности для группы показателей химического состава показали, что наибольшее относительное значение единичных показателей качества имел образец йогурта обогащенного варианта 2 ($D = 0,796$).

Присвоение весовых коэффициентов показателям качества

Для предварительного присвоения весовых коэффициентов использовали десятибалльную систему.

Единичным показателям группы органолептических показателей присваивали весовые коэффициенты, исходя из значения допуска на контролируемый показатель:

- единичным показателям с допуском $\pm 0,1$ присваиваем весовой коэффициент, равный 10 баллам;
- единичным показателям с допусками $\pm 0,2$ и $\pm 0,3$ присваиваем весовой коэффициент, равный 5 баллам.

Единичным показателям показателей химического состава присваивали одинаковые весовые коэффициенты – по 10 баллов.

Нормирование весовых коэффициентов

Весовые коэффициенты единичных показателей нормировали делением присвоенного значения каждого весового коэффициента на сумму баллов в пределах группы. Нормированные значения весовых коэффици-

циентов округляли таким образом, чтобы в пределах каждой группы выполнялось условие:

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1, \quad (1)$$

где q_i – нормированное значение весового коэффициента i -того единичного показателя качества в группе;

n – количество единичных показателей качества в группе.

Вычисление параметров оптимизации Харрингтона

Для каждого единичного показателя качества вычисляли параметр оптимизации Харрингтона K_i .

Вычисление обобщённых функций желательности Харрингтона для групп показателей качества

Для каждой группы показателей качества вычисляли обобщённую функцию желательности Харрингтона.

Вычисление обобщённой функции желательности Харрингтона для всех групп показателей качества пищевого продукта

Рассчитывали обобщённую функцию желательности Харрингтона D для всех групп показателей качества опытных образцов йогурта обогащенного. Результаты расчёта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сводная таблица функции желательности Харрингтона

Наименование продукта	Наименование контрольного образца и контрольная функция D_k	Групповые значения функции желательности D_i		Обобщённая функция желательности D
		Органолептические показатели	Показатели химического состава	
Йогурт обогащенный, 1,5%, вариант 1, «Шиповник»	Контроль 1,5% $D_k = 0,692$	0,690	0,782	0,734
Йогурт обогащенный, 1,5%, вариант 2, «Шиповник»	Контроль 1,5% $D_k = 0,692$	0,692	0,796	0,742
Йогурт обогащенный, 1,5%, вариант 3, «Шиповник»	Контроль 1,5% $D_k = 0,692$	0,685	0,768	0,725

Анализ полученных результатов

С помощью интервальных диапазонов значений обобщённой функции желательности [2] установили, что значения данной функции для всех опытных образцов йогуртов обогащенных находятся в диапазоне «хорошо» ($D = 0,725 \dots 0,742$).

Анализ данных таблицы 6 показал, что вариант 2 опытного образца йогурта с м.д.ж. 1,5% оказался лучшим по единичным и групповым показателям качества. Так, по органолептическому показателю параметр оптимизации Харрингтона для данного варианта составил 0,692, что на 0,002 и 0,007 выше, относительно вариантов 1 и 3, для единичного

показателя – химический состав - параметр оптимизации Харрингтона составил 0,796, что так же превосходило варианты 1 и 3 на 0,014 и 0,028.

Таким образом, наилучшим комплексом свойств обладали образцы вариант 2 йогурта обогащенного «Шиповник» с м.д.ж. 1,5% ($D = 0,742$).

В качестве наиболее предпочтительного варианта опытных образцов для создания оптимальной рецептуры йогуртов обогащенных был выбран вариант 2 с м.д.ж. 1,5%, поскольку по значению обеих групп единичных показателей – органолептических и химического состава, а так же обобщённой функции желательности он имеет наиболее высокие значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дилигенский, Н.В. Нечёткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределённости: технология, экономика, экология /

Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 397 с.

2. Ахназарова, С.Л. Использование функции желательности Харрингтона при решении оптимизационных задач химической технологии. Учебно-методическое пособие / С.Л. Ахназарова, Л.С. Гордеев. – М.: РХТУ им. Д.С. Менделеева. – 2003. – 76 с.

Евдокимова О.В., д.т.н., доцент, зав. кафедрой «Технология и товароведение продуктов питания» ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», тел.: 8(4862)419899, 8(953)8108123. E-mail: evdokimova_oxana@bk.ru;

Марков В.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация» ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», тел.: 8(4862)41-98-76. E-mail: pms35@ostu.ru;

Курнакова О.Л., аспирант кафедры «Технология и товароведение продуктов питания» ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», тел.: 8(4862)419899, 8(953)6249849. E-mail: olesia8715@yandex.ru