

## **Применение нечетких множеств при оптимизации компонентного состава пищевых продуктов профилактического назначения**

Колодязная В.С., Байченко Л.А., Яковлева И.Н.

larabaychenko@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*В статье показано, как с помощью теории нечетких множеств можно оптимизировать рецептуру профилактического нектара.*

Ключевые слова: нектар, оптимизация, нечеткие множества.

## **Application of fuzzy sets in the optimization of the component composition of food prophylactic**

Kolodjaznaja V.S., Baychenko L.A., Jakovleva I.N.

larabaychenko@yandex.ru

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food  
engineering

*The article shows how to use the theory of fuzzy sets for the optimization of the prophylactic nectar recipe.*

Keywords: nectar, optimization, fuzzy sets.

Конечной целью производства пищевых продуктов является удовлетворение потребностей населения. Даже при приобретении такого ежедневного продукта, как хлеб, покупатель склонен оценивать продукт не только по внешнему виду, но и тактильно по вязко-упругим реологическим свойствам, что относят исследования в этой области к психореологии или метареологии [1,2].

Профилактический плодово-ягодный нектар «Витамет», как показали медико-биологические исследования [3], чрезвычайно полезен людям, которые контактируют с фенолом и анилином, но в силу необходимости потреблять этот продукт регулярно, например, рабочими металлургических комбинатов, важно сделать продукт привлекательным по вкусу. Известные

методики органолептических оценок экспертами с математической точки зрения приводят к понятиям теории нечетких множеств [4].

В результате органолептической оценки дегустаторами профилактического нектара «Витанект» было получены две матрицы оценок следующего вида.

Таблица

Обозначение матриц	Показатели	Средние арифметические величины показателей						
$\mu_1$ -матрица компонента состава	Вкусовой показатель состава, g	20	21.4	23	25	27.2	28.6	30
	Средние оценки экспертов	0.12	0.32	0.68	0.88	0.82	0.38	0.06
Компонентный состав в %	Черная смородина		55	85	70	65		
	Яблоки	50	30			20		
	Калина				15		80	30
	Черноплодная рябина	40						50
$\mu_2$ -матрица сахарозы	Содержание г/100 г, b	10,0	11.7	13.4	15,0	16.7	18.4	20,0
	Средние оценки экспертов	1,0	1,0	1,0	1,0	0.63	0.32	0,0

В таблице приведены две пары нечетких множества [4, 5], которые принимают некоторые информационные значения по отношению содержания аскорбиновой кислоты и сахарозы в нектаре Витанект. Мнения экспертов представляло собой степень принадлежностей : вкусно -1, почти вкусно -0.8, не очень вкусно – 0.3, невкусно – 0. Поскольку экспертов пять человек, то их оценки отличаются и в таблице приведены арифметические средние оценок экспертов. Для матрицы оценок  $\mu_1$  применим функцию

принадлежности в виде нормального закона распределения и программу Mathcad 14 [5]. В обозначениях программы :

$$\mu_g(g, A1, B1) = \exp\left[-A1 \cdot (B1 - g)^2\right] \quad (1)$$

где  $g$  – содержание витамина С ,

$A1$  – статистическая дисперсия строки  $g$ ,

$B1$  – среднее арифметическое строки  $g$ .

Расчет дал величины  $B1=25.029$ ,  $A1=0.083$ . На рис.1 видно, что ломаная точечная линия, которая проходит через экспериментальные точки, хорошо аппроксимируются функцией принадлежности в виде нормального закона распределения ( сплошная линия)

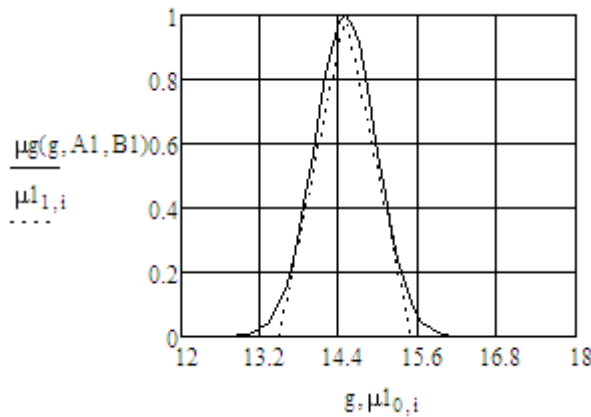


Рисунок 1. Сопоставление функции принадлежности (сплошная линия) и точек нечеткого множества  $\mu_1$  из таблицы .

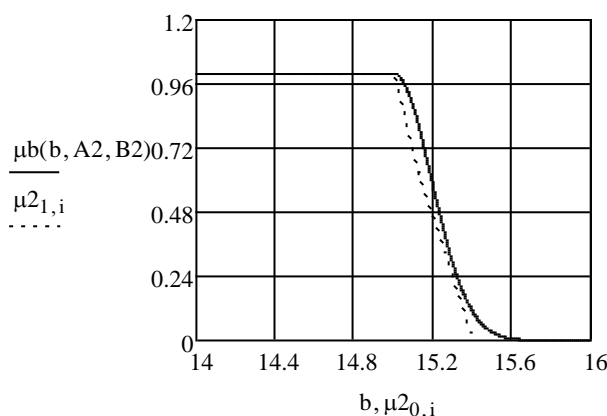
По данным таблицы очевидно, что для нечеткого множества  $\mu_2$  , нельзя построить такую простую функцию принадлежности, как для множества  $\mu_1$ . Не останавливаясь на промежуточных операциях , приведем вид функции (2) принадлежности для второго множества в обозначениях Mathcad 14 и график этой функции на рисунке 2 :

$$\mu_b(b, A2, B2) = \text{if}[b \leq 15,1, \mu_{b0}(b, A2, B2)] , \quad (2)$$

где  $b$  – содержание сахарозы ,

$A2$  – статистическая дисперсия правой части строки  $b$ ,

$B2$  – среднее арифметическое правой части строки  $b$ .

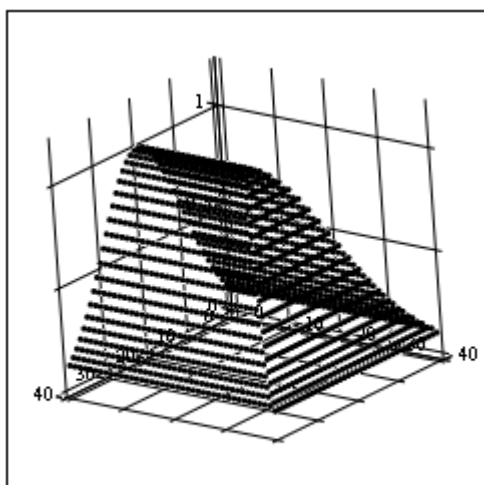


Расчет дал величины  $B2=15.03$ ,  $A1=0.09$

Рисунок 2. Сопоставление функции принадлежности содержания сахаразы (сплошная линия) и точек нечеткого множества  $\mu_2$  из таблицы.

Для определения оптимального содержания построим пересечение двух функций принадлежности :

$$\mu_{gb}(g, b) = \min \left( \begin{array}{l} \mu_g(g, A1, B1) \\ \mu_b(b, A2, B2) \end{array} \right) , \quad (3)$$

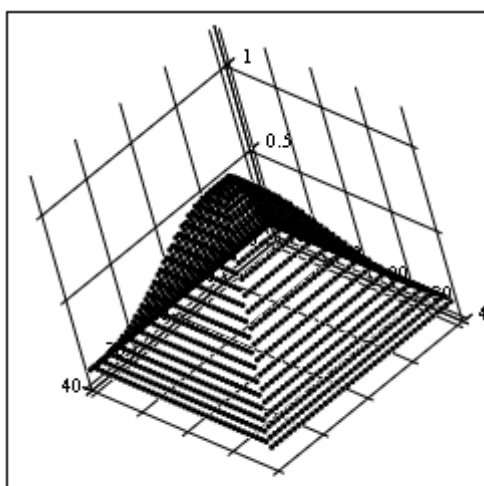


М

Воспользовавшись программой [5] в Mathcad 14 , находим оптимальные значения переменных  $g = 25.02$  ,  $b = 10$  .

Рисунок 3. Трехмерный график показывает, как находится графически оптимальные значения переменных  $g = 25.02$  ,  $b = 10$  .

Если оба множества в таблице можно аппроксимировать нормальным законом распределения, то график нахождения оптимальных значений величин ингредиентов показан на рис. 4.



М

Рисунок 4. Трехмерный график показывает, как находится графически оптимальные значения переменных  $g = 25.02$  ,  $b = 15.02$  при нормальных законах распределения функций принадлежности .

Изложенное показывает, как с помощью теории нечетких множеств можно оптимизировать рецептуру профилактического нектара «Витанект».

### Список литературы:

1. Андреев А.Н., Колодязная В.С. Байченко Л.А., Психореологические свойства хлеба «ВИТАМЕТ»: Электронный научный журнал «Процессы и

аппараты пищевых производств— Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ. — №1. — март. 2011.

2. Колодязная В.С., Байченко Л.А. Исследование реологических свойств в процессе черствения хлебобулочных изделий с добавлением микронутриентов: Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»— Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ. — №2. — сентябрь 2011.

3. Колодязная В.С., Байченко Л.А. Рецептуры и технология плодово-ягодных нектаров, обогащенных биологически активными веществами для профилактики вредного воздействия фенола и анилина на организм человека. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.- № 25 - 2011.- С.24-31.

4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. – с. 165

5. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду . Модуль 3. Моделирование в Маткаде. -М.: МГУТУ, 2009.- с. 68.