

## **Использование нечетких множеств при определении цены профилактического нектара «Витанект»**

Байченко Л.А., Байченко А.А.,

larabaychenko@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*В статье показано, как с помощью теории нечетких множеств можно  
определить цену профилактического нектара «Витанект».*

Ключевые слова: цена, нектар, нечеткие множества.

## **Application of fuzzy sets in determination of the price of the prophylactic nectar “Vitanect”**

Baychenko L.A., Baychenko A.A., larabaychenko@yandex.ru

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food  
engineering

*The article shows how to use the theory of fuzzy sets to determine the price of  
the prophylactic nectar “Vitanect”.*

Keywords: price, nectar, fuzzy sets.

В работе [1] показана возможность использования теории нечетких множеств для оптимизации рецептуры профилактических плодово-ягодных нектаров «Витанект», предназначенных для людей, контактирующих с фенолом и анилином. Органолептические оценки по своей математической природе можно рассматривать как объекты теории вероятностей или как лингвистические переменные теории нечетких множеств [2]. Это позволяет одновременно в одной серии экспертных исследований оптимизировать биотехнологические (содержание ингредиентов) и экономический параметр продукта (цена).

Поскольку статья ориентирована на использование теории нечетких множеств в экономической задаче ценообразования, то не будем уточнять физико-химической природы биотехнологических ингредиентов нектара. Обозначим ингредиенты через порядковые номера 1 и 2 (это может быть, например, содержание витаминов и сахаров) и сосредоточим внимание на цене.

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

Таблица № 1

Обозначение матриц	Показатели	Средние арифметические величины показателей						
$\mu_1$ -матрица ингредиента 1	Содержание мг/100 г, 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
$\mu_2$ -матрица ингредиента 2	Содержание мг/100 г, b	10	11.7	13.4	15	16.7	18.4	20
	Средние оценки экспертов	0	0.33	0.65	1	0.63	0.32	0
$\mu_3$ -матрица цены	Цена нектара руб/100 г, h	3.5	4	5	6	10	20	30
	Средние оценки экспертов	1	1	1	1	0.64	0.35	0

В таблице приведены три пары нечетких множества, которые принимают некоторые информативные значения по отношению содержания ингредиентов 1 и 2 в нектаре Витанект и ее цены. Мнения экспертов представляли собой степень принадлежностей: вкусно -1, почти вкусно -0.8, не очень вкусно - 0.3, невкусно - 0, а также дешево -1, довольно дешево - 0,8, дороговато - 0,3, слишком дорого -0. Поскольку экспертов пять человек, то их оценки отличаются и в таблице уже приведены математические ожидания оценок экспертов. Для матрицы оценок  $\mu_1$  применим функцию принадлежности в виде нормального закона распределения и программу Mathcad 14 [3]. В обозначениях программы:

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

где  $g$  – содержание ингредиента 1 в таблице № 1 ,

$A1$  – статистическая дисперсия строки  $g$  в таблице №1,

$B1$  – среднее арифметическое строки  $g$  в таблице №1.

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

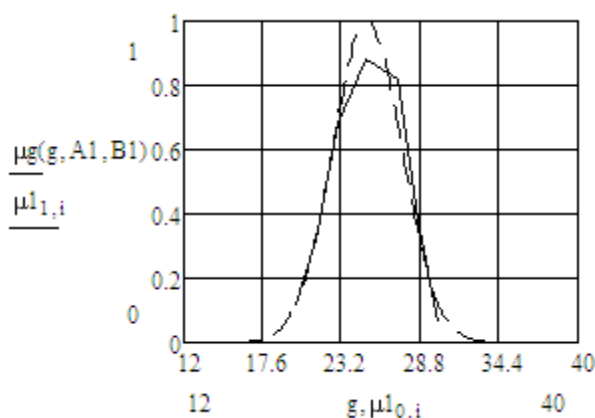


Рис.1. Сопоставление функции принадлежности  $\mu_g(g, A1, B1)$  и точек нечеткого множества  $\mu_1$  из таблицы № 1.

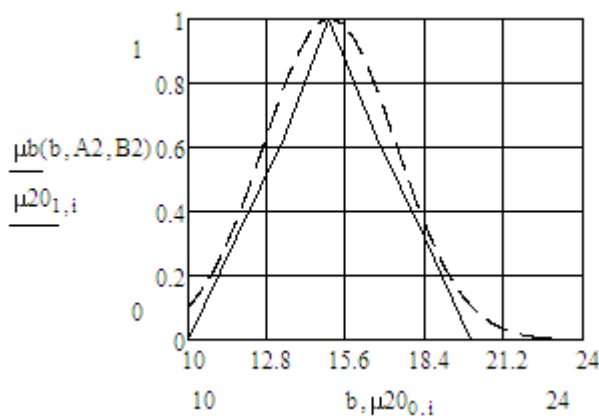


Рис.2. Сопоставление функции принадлежности  $\mu_b(b, A2, B2)$  и точек нечеткого множества  $\mu_2$  из таблицы № 1.  $A2=0.09$ ;  $B2=15,03$

По данным таблицы № 1 очевидно, что для нечеткого множества  $\mu_3$  , нельзя построить такую простую функцию принадлежности, как для двух предыдущих. Не останавливаясь на промежуточных операциях , приведем

вид функции (3) принадлежности для второго множества в обозначениях Mathcad 14 и график этой функции на рис.2 :

$$\mu_h(h, A3, B3) = \text{if} [h \leq 12,6, \mu_{h0}(h, A3, B3)] , \quad (2)$$

где  $h$  – цена в таблице № 1 ,

$A3$  – статистическая дисперсия правой части строки  $h$  таблице №1,

$B3$  – среднее арифметическое правой части строки  $h$  в таблице №1.

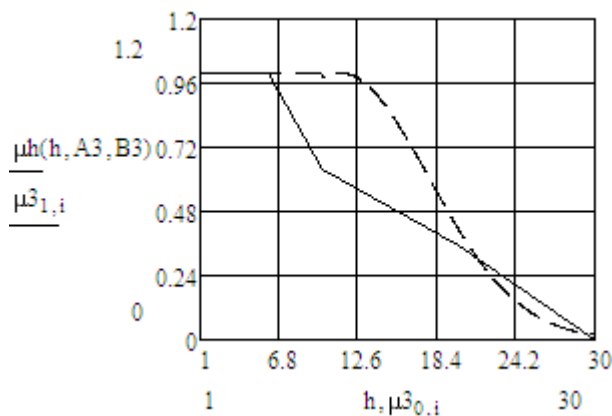


Рис.3. Сопоставление функции принадлежности  $\mu_h(h, A3, B3)$  и точек нечеткого множества  $\mu_3$  из таблицы № 1.  $A3 = 0,011$ ;  $B3 = 11,21$

С целью оптимизации находим пересечение трех функций принадлежности в виде функции трех переменных:

$$\mu_{gbh}(g, b, h) = \min \begin{pmatrix} \mu_g(g, A1, B1) \\ \mu_b(b, A2, B2) \\ \mu_h(h, A3, B3) \end{pmatrix} \quad (3)$$

```

G:=
d ← 0
for m ∈ 0..100
  for n ∈ 0..100
    for r ∈ 0..100
      g_m ← 20 + (30 - 20) · m / 100
      b_n ← 10 + (20 - 10) · m / 100
      h_r ← 3.5 + (30 - 3.5) · r / 100
      d1 ← μgbh(g_m, b_n, h_r)
      G_1 ← g_m if d < d1
      G_2 ← b_n if d < d1
      G_3 ← h_r if d < d1
      d ← d1 if d < d1
      G_0 ← d
    m
  n
r
G

```

Составим программу расчета в Маткаде. В программе величина  $G_0$  – это максимальное значение функции (3). В программе каждый участок изменения величин  $g$ ,  $b$  и  $h$  делится на 500 отрезков и для каждого сочетания величин  $g_i$ ,  $b_i$  и  $h_i$  на этих отрезках вычисляются значения  $d1$ , (начиная с  $d = 0$ ) которое сравниваются с предыдущим значением  $d$ . Если новое значение  $d1$  больше предыдущего, то величины  $G_0$ ,  $G_1$ ,  $G_2$  и  $G_3$  запоминаются в

векторе  $G$ . В конечном счете получаем четырехмерную функцию принадлежности, где  $G_1 = 25$ , и  $G_2 = 15$  - оптимальные с точки зрения экспертов величины ингредиентов, а  $G_3 = 3,5$  наилучшая цена. Этот результат на первый взгляд банален, поскольку естественно, что эксперты считают наилучшей ценой минимальную -3.5 руб. Но важно другое – третий график принадлежности (рис. 3) показывает, что потребитель еще при цене 6.5 склонен покупать нектар, а при 12 рублей и выше число желающих резко падает, что следует учесть при построение планов продаж, маркетинге. Остальные элементы вектора важны с позиции биотехнологической оценки рецептуры. Пример показывает, что теория нечетких множеств позволяет проводить оптимизацию по факторам совершенно разной природы, используя один и тот же состав экспертов на одной одновременной сессии .

### **Список литературы**

1. Колодязная В.С., Байченко Л.А. Оптимизация рецептуры профилактического нектара «Витанект» с использованием нечетких множеств: Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»— Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ. — №1. — март 2012.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. – с. 165
3. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду . Модуль 3. Моделирование в Маткаде. -М.: МГУТУ, 2009.- с. 68.