

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Пастушкова Е.В.<sup>1</sup>, Чугунова О.В.<sup>1</sup>, Лейберова Н.В.<sup>1</sup>

*ФГБОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, Россия (620219, г. Екатеринбург, 8 Марта, 62), e-mail: fecal@e1.ru, pas-ekaterina@yandex.ru*

В настоящее время одним из приоритетных направлений современной пищевой индустрии является разработка технологий и рецептур пищевых продуктов функционального назначения, поскольку нарушения в области питания неизменно приводят к возникновению и развитию алиментарных заболеваний, ведущих к снижению качества и сокращению жизни. Последнее может усугубляться неблагоприятной экологической обстановкой в отдельных регионах РФ. Уральский регион, к сожалению, можно характеризовать, как регион с повышенным уровнем загрязненности. Статья посвящена разработке методики проектирования продуктов с заданными потребительскими свойствами на основании проведенного анализа совместимости лекарственного технического сырья, произрастающего в экологически благоприятных районах Свердловской области.

Ключевые слова: продукты с заданными потребительскими свойствами, антиоксидантная активность, лекарственное техническое сырье, функциональные свойства, совместимость.

## APPLICATION OF METHODS OF LINEAR PROGRAMMING IN THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS ANTIOXIDANT ORIENTATION

Pastushkova E.V.<sup>1</sup> Chugunova O.V.<sup>1</sup>, Leiberova N.V.<sup>1</sup>

*Ural state economic University, Ekaterinburg, Russia (620219, Ekaterinburg, March 8, 62), e-mail: fekla@e1.ru, pas-ekaterina@yandex.ru*

Currently, one of the priorities of the modern food industry is the development of technologies and blends food functionality. Because violations of nutrition invariably lead to the emergence and development of alimentary diseases, leading to lower quality and reduce life. The latter may be exacerbated by adverse environmental conditions in some regions of the Russian Federation. Ural region, unfortunately, can be characterized as a region with high levels of pollution. Article is devoted to the development of a technique of designing products with desired consumer features, based on the analysis of technical compatibility medicinal raw materials grown in environmentally friendly areas of the Sverdlovsk region.

Keywords: consumer products with specified properties, antioxidant activity, drug industrial raw materials, functional properties, compatibility.

В настоящее время одним из приоритетных направлений современной пищевой индустрии является разработка технологий и рецептур пищевых продуктов функционального назначения. Нарушения в области питания неизменно приводят к возникновению и развитию алиментарных заболеваний, ведущих к снижению качества и сокращению жизни. Последнее может усугубляться неблагоприятной экологической обстановкой в отдельных регионах РФ. Уральский регион, к сожалению, можно характеризовать, как регион с повышенным уровнем загрязненности [6].

На основании анализа данных, свидетельствующих об экологическом состоянии Свердловской области, факторы, влияющие на здоровье населения, можно подразделить на природно-климатические, т.е. факторы, происходящие независимо от влияния человека, и техногенные, т.е. факторы, на которые человек может повлиять.

В свою очередь состояние окружающей среды Свердловской области определяется спецификой ее развития, характерной для старопромышленных регионов России:

- высокой техногенной нагрузкой, обусловленной чрезмерной концентрацией производства, включая преимущественно экологически опасное производство;
- долговременным и непрерывным негативным воздействием на природные комплексы, вызвавшим резкое сокращение природно-ресурсного потенциала, а в некоторых случаях их деградацию;
- использованием устаревших технологий и оборудования, высокой ресурсо- и энергоемкостью производства, повлекшими накопление значительного количества отходов, загрязнение почв, воздушного и водного бассейнов, сокращение биологического разнообразия, ухудшение качества окружающей среды [3].

Техногенные факторы воздействуют на системы и органы человеческого организма, в результате чего нарушаются процессы его нормальной жизнедеятельности. Решение данной проблемы современная пищевая технология связывает с созданием функциональных пищевых продуктов, что доказывается Распоряжением Правительства РФ № 1873-р от 25.10.2010 г. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».

По данным Роспотребнадзора по Свердловской области, за 2013 год отмечается рост показателя общей заболеваемости населения, который составил 1404,7 на 1000 населения (1351,7 - в 2012 году), превышает СМУ на 9,8% и на 3,9% уровень прошлого года. Наибольшую долю роста показателя составляет заболеваемость подростков по сравнению со СМУ на 27,4% (1967,3 на 1000 подростков), детей на 12,1% (2303,7 на 1000 детей).

В структуре общей заболеваемости населения лидируют болезни органов дыхания (26,5%), на втором месте - болезни системы кровообращения (11,6%), далее болезни костно-мышечной системы (7,4%) и болезни мочеполовой системы (6,1%) [4; 5].

В этой связи одним из приоритетных направлений исследований в сфере продовольственных товаров является проектирование продуктов с заданными потребительскими свойствами, направленными на коррекцию питания и поддержания здоровья.

При разработке новых продуктов с функциональными свойствами необходимо включение в рецептуру веществ с научно доказанным лечебно-профилактическим эффектом. Среди таких ингредиентов особое место занимает лекарственно-техническое сырье, являющееся источником ряда важных, в том числе антиоксидантных веществ.

К антиоксидантным веществам можно отнести ряд биологически активных веществ (БАД), обладающих в целом антиоксидантной активностью (АОА). Наибольшую роль в

АОА несут вещества полифенольной природы, витамин С, органические кислоты, дубильные вещества, некоторые аминокислоты. Большое значение имеет также присутствие веществ-синергистов. Вещества-синергисты являются донорами электронов для антиоксидантов, утративших электроны при взаимодействии со свободными радикалами [1; 3].

Нами были проведены исследования по определению антиоксидантной активности лекарственно-технического сырья, произрастающего в Свердловской области и используемого при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами (рис. 1).

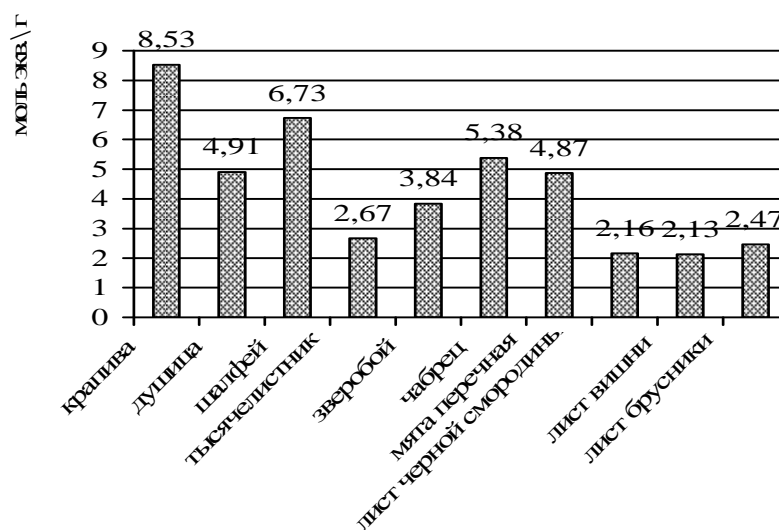


Рис. 1. Антиоксидантная активность ЛТС, произрастающего в Свердловской области.

Определение АОА в ЛТС проводилось в водном экстракте (гидромодуль 1:20). Показано, что наибольшей антиоксидантной активностью среди исследуемого ЛТС, произрастающего в Свердловской области, обладает крапива двудомная (8,53 моль экв./г), за счет наибольшего содержания аскорбиновой кислоты 17,4 мг/100 г и дубильных веществ 7,34%.

Антиоксиданты могут оказывать свое действие на обменные процессы в качестве биопротекторов, участвовать в биотрансформации чужеродных веществ, попадающих в организм с пищей или в результате антропогенного воздействия. Поэтому использование в пищевом рационе продуктов с повышенным количеством антиоксидантных веществ играет важную роль в сохранении здоровья населения, в т.ч. проживающего в экологически неблагоприятных регионах. Использование же местного лекарственно-технического сырья для разработки данных пищевых продуктов является актуальным.

В качестве новых научных исследований нами предложена математическая модель проектирования продуктов с заданными потребительскими свойствами, позволяющая

получать продукты с растительными добавками антиоксидантной направленности и подтверждающая обоснованность подбора ЛТС с заданными потребительскими свойствами.

Использовались следующие формулы для расчета показателей. Здесь и далее вектор  $x$  содержит массу добавляемых ЛТС, первый элемент вектора содержит массу исходного продукта.

1. *Доступность продукта* определяется за счет минимизации стоимости моделируемого продукта:

$$P = c_1'x = \sum_{i=1}^k c_{1i} \cdot x_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где вектор  $c_1$  содержит цену за килограмм каждого ЛТС.

2. Улучшенные *потребительские свойства* определяются путём максимизации органолептических показателей смеси:

$$O = c_2'x = \sum_{i=1}^k c_{2i} \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (2)$$

где вектор  $c_2 = \{c_{2i} = k_i^{opz} \cdot s \mid i = 1 \dots k\}$  содержит влияние на органолептические свойства каждого ЛТС.

Коэффициент для вычисления органолептических показателей берется по следующей формуле:

$$k_i^{opz} = \begin{cases} 0, & x_i = 0 \\ 1, & 0 < x_i \leq MPC_i, \\ -1, & x_i > MPC_i \end{cases} \quad (3)$$

где  $MPC_i$  – максимально рекомендуемое содержание ЛТС.

Таким образом, моделируются отклонения и прочие ухудшения органолептических показателей при добавлении ЛТС свыше нормы.

Для моделирования несовместимости добавляемых ЛТС используется квадратная  $k \times k$  матрица  $N_{ij}$ , приведенная в таблице. Коэффициент  $s$  будет принимать значения 1 при совместимости входящих в состав смеси компонентов и 0 в противном случае:

$$s = 1 - \text{sign}\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k x_i' \cdot N_{ij} \cdot x_j\right). \quad (4)$$

### Совместимость ЛТС в зависимости от потребительских показателей

Наименование ЛТС	Наименование ЛТС										
	Душица	Крапива	Тысячелистник	Мята перечная	Чабрец	Зверобой	Шалфей	Лист брусники	Лист вишни	Лист черной смородины	Пищевой продукт
Душица	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Крапива	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Тысячелистник	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Мята перечная	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Чабрец	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
Зверобой	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
Шалфей	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Лист брусники	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Лист вишни	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
Лист черной смородины	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1

3. Увеличение заданных свойств определяется путём минимизации отклонения от нормы содержания аминокислот в смеси и максимизации АОА.

$$BP_1 = \sum_{i=1}^a (H_i - \sum_{j=1}^k A_{ij} \cdot x_j)^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

$$BP_2 = \sum_{i=1}^k x_i \cdot AOA_i \rightarrow \max \quad (6)$$

Моделирование состава продуктов с заданными потребительскими свойствами с применением методов линейного программирования позволяет снизить затраты на разработку продуктов, получить доступный продукт, повысить заданные свойства за счет внесения ЛТС с повышенным содержанием АОА и незаменимых аминокислот, корректировать (при необходимости) органолептические показатели готового продукта [2].

Приведенные результаты исследований позволяют применить их при приготовлении продукции функциональной направленности в зависимости от вида алиментарных заболеваний населения Уральского региона.

### Список литературы

1. Концепция промышленной политики Свердловской области (в редакции Постановления Правительства Свердловской области от 01.01.2001 г.).

2. Пастушкова Е.В. Формирование потребительских свойств чая с добавками растительного сырья антиоксидантной направленности : автореферат дис. ... канд. наук. - КемТИПП, 2011. – С. 18.
3. О Концепции экологической безопасности Свердловской области период до 2015 года : Постановление Правительства Свердловской области от 16.06.2004 N 505-ПП.
4. Российский статистический ежегодник. 2014 : стат. сб. / Росстат. - М., 2014. – 62 с.
5. О качестве и безопасности пищевых продуктов : Федеральный закон № 29-ФЗ от 02.01.2000 (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 10 января, 30 июня 2003 г., 22 августа 2004 г., 9 мая, 5, 31 декабря 2005 г., 31 марта 2006 г.).
6. Чугунова О.В. Теоретическое обоснование и практическое использование дескрипторно-профильного метода при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами : автореферат дис. ... докт. наук. – КемТИПП, 2012. – С. 29.

**Рецензенты:**

Школьникова М.Н., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Общая химия и экспертиза товаров» Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (БТИ АлтГТУ), г. Бийск;

Мотовилов О.К., д.т.н., доцент, директор ФГБНУ СибНИИП Россельхозакадемии, г. Новосибирск.