

## Разработка композиции растительного сырья функционального назначения для профилактики заболеваний, связанных с дефицитом калия

Саида К. Куижева	<sup>1</sup>	rector@mkgtu.ru
Анзаур А. Схалыхов	<sup>1</sup>	arama75@mail.ru
Хазрет Р. Сиухов	<sup>1</sup>	siukhov@mail.ru
Зарета Т. Тазова	<sup>1</sup>	
Людмила В. Лунина	<sup>1</sup>	lunina1000@mail.ru

<sup>1</sup> Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по разработке композиции растительного сырья функционального назначения, предназначенной для обогащения различных групп пищевых продуктов с целью профилактики заболеваний, связанных с дефицитом калия в организме человека. Дефицит калия или гипокалиемия – это одна из самых частых форм электролитного дисбаланса, сопровождающаяся тяжелыми органическими и системными нарушениями. Дефицит калия возникает по разным причинам, но в последнее время, по данным многочисленных источников, отмечается высокая частота развития гипокалиемии у пациентов при коронавирусной инфекции. Улучшения обеспеченности этим макроэлементом можно достичь прежде всего повышением его поступления в организм за счет специализированных пищевых продуктов. В качестве природного источника калия в продуктах функционального назначения целесообразно использовать композиции дикорастущего растительного сырья, в химическом составе которого содержится значительное количество калия. Экспериментально нами установлены такие виды растительного сырья: душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare*, трава), черная смородина (лат. *Ribes nigrum*, листья), ряска малая (лат. *Lémma minor*, листья), черника обыкновенная (лат. *Vaccinium myrtillus* L., листья), тимьян обыкновенный (лат. *Thymus serpyllum* L., трава). Проектирование состава фитокомпозиции осуществляли методом планирования экспериментов для составления смесей. С помощью процедуры Планы для поверхностей и смесей с ограничениями модуля Планирование экспериментов пакета STATISTICA 10 был сгенерирован план экспериментов, проведены исследования по определению количественного содержания калия в опытных образцах, осуществлена математическая обработка результатов, получен научно обоснованный оптимальный компонентный состав композиции растительного сырья, в которой содержание калия составляет - 1072,8 мг/100 г. (33,53% от уровня рекомендуемого суточного потребления), что соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005 и подтверждает её функциональную направленность.

**Ключевые слова:** гипокалиемия, растительное сырье, душица обыкновенная, черная смородина, черника обыкновенная, тимьян обыкновенный, калий, план эксперимента, дисперсионный анализ.

## Development of a composition of functional plant raw materials for the prevention of diseases associated with potassium deficiency

Saida K. Kuizheva	<sup>1</sup>	rector@mkgtu.ru
Anzaur A. Shalyakhov	<sup>1</sup>	arama75@mail.ru
Khazret R. Siyukhov	<sup>1</sup>	siukhov@mail.ru
Zareta T. Tazova	<sup>1</sup>	
Lyudmila V. Lunina	<sup>1</sup>	lunina1000@mail.ru

<sup>1</sup> Maykop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia

**Abstract.** The article presents the results of research on the development of a composition of functional plant raw materials designed to enrich various groups of foodstuffs for the prevention of diseases associated with potassium deficiency in the human body. Potassium deficiency or hypokalemia is one of the most frequent forms of electrolyte imbalance accompanied by severe organ and system disorders. Potassium deficiency occurs for a variety of reasons, but recently, according to numerous sources, there is a high frequency of hypokalemia in patients with coronavirus infection. Improvement of the availability of this macronutrient can be achieved primarily by increasing its intake into the body through specialized food products. As a natural source of potassium in the products of functional purpose it is advisable to use compositions of wild plant raw materials, the chemical composition of which contains a significant amount of potassium. Experimentally we have established such types of plant raw materials: common oregano (lat. *Origanum vulgare*, grass), black currant (lat. *Ribes nigrum*, leaves), small bramble (lat. *Lémma minor*, leaves), common blueberry (lat. *Vaccinium myrtillus* L., leaves), common thyme (lat. *Thymus serpyllum* L., grass). Designing the composition of the phytocomposition was carried out by the method of planning experiments for the composition of mixtures. By using the procedure Plan for surfaces and mixtures with the constraints of the module Planning experiments package STATISTICA 10 was generated plan of experiments, studies were conducted to determine the quantitative content of potassium in the experimental samples, carried out mathematical processing of the results obtained scientifically validated optimal component composition of the composition of plant raw materials, in which the potassium content is - 1072.8 mg/100 g (33.53% of the recommended daily intake), which meets the requirements of GOST P 52349-2005 and confirmed

**Keywords:** hypokalemia, plant material, common oregano, black currant, common blueberry, common thyme, potassium, experimental design, analysis of variance.

### Введение

Одним из главных приоритетов Государственной политики Российской Федерации в области питания является сохранение и

укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, вызванных не только неадекватным и несбалансированным питанием, но и различными стрессовыми ситуациями.

#### Для цитирования

Куижева С.К., Схалыхов А.А., Сиухов Х.Р., Тазова З.Т., Лунина Л.В. Разработка композиции растительного сырья функционального назначения для профилактики заболеваний, связанных с дефицитом калия // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 191–199. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-191-199

#### For citation

Kuizheva S.K., Shalyakhov A.A., Siyukhov Kh.R., Tazova Z.T., Lunina L.V. Development of a composition of functional plant raw materials for the prevention of diseases associated with potassium deficiency. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 191–199. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-191-199

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

В марте 2020 года ВОЗ объявила о том, что распространение в мире заболевания, вызванного SARS-CoV-2, достигло стадии пандемии. После этого специалисты в области питания во всех странах активно включились в исследования, направленные на изучение взаимосвязи рациона питания, развития COVID-19 и профилактики постковидного синдрома. Полученные данные свидетельствуют о том, что одним из важнейших факторов, влияющим на иммунитет в период пандемии COVID-19, является обеспеченность рациона питания различными макро- и микронутриентами: витаминами, минеральными веществами и т. д. [1, 2].

Среди спектра минеральных веществ, принимающих участие в поддержании гомеостаза и адаптации организма как в норме, так и при различных патологических состояниях, особое место занимает калий.

Калий – внутриклеточный микроэлемент, необходимый для нормального функционирования клеток, поддержания кислотно-щелочного и электролитного баланса, общего объема жидкости, обеспечения нервной-мышечной возбудимости и проводимости [3, 4].

По данным [5–7] новая коронавирусная инфекция COVID-19 в 5–20% случаев протекает с развитием двусторонней пневмонии, при этом у госпитализированных пациентов в качестве частого электролитного нарушения выявляется гипокалиемия, распространенность которой варьируется в диапазоне 20–24,31% [4, 8, 9].

Поэтому в периоде профилактики и реабилитации после COVID-19, для снижения дефицита калия, может быть рекомендовано потребление обогащенных продуктов с повышенным содержанием этого макроэлемента, что положительно скажется на поддержании иммунитета, повышении функциональных резервов организма, уменьшении риска инфицирования [7, 8], продолжительности и тяжести заболевания.

В качестве обогащающей добавки считаем необходимым использовать композиции из некоторых видов дикорастущего сырья Республики Адыгея, которые содержат значительные концентрации этого макроэлемента, чем и обусловлена актуальность наших исследований.

**Цель работы** – разработка научно обоснованного компонентного состава композиции

растительного сырья для профилактики заболеваний, связанных с нарушением обмена калия, повышения адаптационного потенциала организма человека и профилактики развития постковидного синдрома.

Одной из важнейших задач при разработке композиции являлся выбор растительного сырья и моделирование оптимального состава смеси, в которой содержание калия было бы максимальным.

По данным литературных источников [12–16] и нашим данным [17] калий содержится в таких растениях, как душица обыкновенная (трава), смородина черная (листья), ряска малая (листья), черника обыкновенная (листья), тимьян обыкновенный (трава) в достаточном количестве.

### Материалы и методы

Проектирование состава композиции растительного сырья осуществляли с использованием процедуры Планы для поверхностей и смесей с ограничениями модуля Планирование экспериментов пакета STATISTICA 10 [18, 19].

Массовую концентрацию калия в опытных композициях определяли по [20] с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель 105 «М».

Работа выполнена на базе научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет».

### Результаты и обсуждения

При проектировании композиции были заданы возможные диапазоны компонентного состава в процентах. Основным критерием, обуславливающим функциональную направленность композиции принят показатель – содержание (концентрация) калия.

В таблице 1 приведена установленная рецептура композиции, полученная на основе анализа данных экспериментальных исследований химического состава отдельных компонентов смеси [17], заданы возможные диапазоны долей всех компонент.

По установленной рецептуре суммарное содержание калия – 1050 мг / 100г.

Таблица 1.

Установленная рецептура композиции растительного сырья функционального назначения

Table 1.

The established formulation of the composition of plant raw materials functional purpose

Компонентный состав   Composition	Рецептура, %   Recipe, %
Душица обыкновенная (трава)   Oregano (herb)	10
Смородина черная (листья)   Black currant (leaves)	20
Ряска малая (листья)   Small bramble (leaves)	10
Черника обыкновенная (листья)   Common bilberry (leaves)	30
Тимьян обыкновенный (трава)   Thyme (grass)	30

План экспериментов, построенный при помощи процедуры Планы для поверхностей и смесей с ограничениями модуля Планирование экспериментов [18] при числе факторов (компонент) равном 5 и ограничений (таблица 1),

а также содержание калия в экспериментальных композициях (по данным наших исследований), приведены в таблице 2.

Результаты дисперсионного анализа проектируемой композиции представлены в таблице 3.

Таблица 2.

План экспериментов

Table 2.

Plan of experiments

Вершина (V) Центроид (C) Vertex (V) Centroid (C)	5 факт. смесь с ограничениями. N заданных пользователем ограничений: 0. N начальных ограничений для смеси: 5 fact. mixture with constraints. N user-defined constraints: 0. N initial constraints for the mixture:					
	Душица обыкновенная	Смородина черная	Ряска малая	Черника обыкновенная	Тимьян обыкновенный	Калий
	Oregano	Common	Blackcurrant	Small Blueberry	Common Thyme	Common Potassium
1 V	30,00	10,00	10,00	20,00	30,00	1017,17
2 V	10,00	30,00	10,00	20,00	30,00	758,23
3 V	30,00	30,00	10,00	20,00	10,00	894,62
4 V	10,00	10,00	30,00	20,00	30,00	869,81
5 V	30,00	10,00	30,00	20,00	10,00	705,45
6 V	10,00	30,00	30,00	20,00	10,00	912,69
7 V	10,00	10,00	10,00	60,00	10,00	732,83
8 V	30,00	10,00	10,00	40,00	10,00	710,11
9 V	10,00	30,00	10,00	40,00	10,00	917,35
10 V	10,00	10,00	30,00	40,00	10,00	728,17
11 V	10,00	10,00	10,00	40,00	30,00	768,39
12 C(1)	10,00	10,00	10,00	50,00	20,00	856,69
13 C(1)	10,00	10,00	30,00	30,00	20,00	852,03
14 C(1)	10,00	10,00	20,00	50,00	10,00	730,50
15 C(1)	10,00	10,00	20,00	30,00	30,00	978,22
16 C(1)	10,00	30,00	10,00	30,00	20,00	1041,21
17 C(1)	10,00	30,00	20,00	20,00	20,00	1038,88
18 C(1)	10,00	30,00	20,00	30,00	10,00	624,42
19 C(1)	10,00	20,00	10,00	50,00	10,00	825,09
20 C(1)	10,00	20,00	10,00	30,00	30,00	1072,81
21 C(1)	10,00	20,00	30,00	20,00	20,00	943,29
22 C(1)	10,00	20,00	30,00	30,00	10,00	820,43
23 C(1)	10,00	20,00	20,00	20,00	30,00	1070,48
24 C(1)	30,00	10,00	10,00	30,00	20,00	833,97
25 C(1)	30,00	10,00	20,00	20,00	20,00	831,64
26 C(1)	30,00	10,00	20,00	30,00	10,00	707,78
27 C(1)	30,00	20,00	10,00	20,00	20,00	926,23
28 C(1)	30,00	20,00	10,00	30,00	10,00	802,37
29 C(1)	30,00	20,00	20,00	20,00	10,00	800,04
30 C(1)	20,00	10,00	10,00	50,00	10,00	721,47
31 C(1)	20,00	10,00	10,00	30,00	30,00	969,19
32 C(1)	20,00	10,00	30,00	20,00	20,00	840,67
33 C(1)	20,00	10,00	30,00	30,00	10,00	716,81
34 C(1)	20,00	10,00	20,00	20,00	30,00	966,86
35 C(1)	20,00	30,00	10,00	20,00	20,00	1029,85
36 C(1)	20,00	30,00	10,00	30,00	10,00	905,99
37 C(1)	20,00	30,00	20,00	20,00	10,00	903,66
38 C(1)	20,00	20,00	10,00	20,00	30,00	1061,45
39 C(1)	20,00	20,00	30,00	20,00	10,00	809,07
40 C(2)	10,00	10,00	20,00	40,00	20,00	854,36
41 C(2)	10,00	30,00	16,67	26,67	16,67	998,464
42 C(2)	10,00	20,00	10,00	40,00	20,00	948,95
43 C(2)	10,00	16,67	30,00	26,67	16,67	872,38
44 C(2)	10,00	23,33	23,33	20,00	23,33	958,96
45 C(2)	10,00	20,00	20,00	40,00	10,00	822,76
46 C(2)	10,00	16,67	16,67	26,67	30,00	1040,59
47 C(2)	30,00	10,00	16,67	26,67	16,67	791,22
48 C(2)	30,00	16,67	10,00	26,67	16,67	854,32
49 C(2)	30,00	16,67	16,67	20,00	16,67	852,76
50 C(2)	30,00	16,67	16,67	26,67	10,00	770,15
51 C(2)	20,00	10,00	10,00	40,00	20,00	845,33
52 C(2)	16,67	10,00	30,00	26,67	16,67	803,26
53 C(2)	23,33	10,00	23,33	20,00	23,33	879,63
54 C(2)	20,00	10,00	20,00	40,00	10,00	719,14
55 C(2)	16,67	10,00	16,67	26,67	30,00	971,47
56 C(2)	16,67	30,00	10,00	26,67	16,67	992,42
57 C(2)	16,67	30,00	16,67	20,00	16,67	991,08
58 C(2)	16,67	30,00	16,67	26,67	10,00	908,27
59 C(2)	23,33	23,33	10,00	20,00	23,33	1005,72
60 C(2)	20,00	20,00	10,00	40,00	10,00	804,41
61 C(2)	16,67	16,67	10,00	26,67	30,00	1034,56
62 C(2)	16,67	16,67	30,00	20,00	16,67	864,80
63 C(2)	16,67	16,67	30,00	26,67	10,00	782,18
64 C(2)	23,33	23,33	23,33	20,00	10,00	837,51
65 C(2)	16,67	16,67	16,67	20,00	30,00	1033,01

Таблица 3.

Результаты дисперсионного анализа проектируемой композиции

Table 3.

## Results of variance analysis of the projected composition

Модель Model	Дисперсионный анализ   Analysis of variance						
	SS Эффект	сс Эффект	MS Эффект	SS Ошибка	F	p	R-Кв.
Линейная   Linear	528864,2	4	132216,1	259689,2	30,54791	0,000000	0,670676
Квадратичная   Quadratic	58575,1	10	5857,5	201114,2	1,45626	0,184109	0,744958

Прм.: Калий (смесь 1 опытов 65). 5 факт. план для см.; общее знач. см. = 100, 65 опыт. Послед. подгонка моделей возраст. Сложности

Note: Potassium (mixture of 1 experiments 65). 5 actual plan for cm; total cm. = 100, 65 experiments. Last fit of models of age complexity.

Из таблицы 3 видно, что видно, что линейная модель статистически значима, так как уровень значимости критерия Фишера (F)  $p = 0,00$  и принимает значение, меньшее принятого критического уровня значимости статистических гипотез –  $0,05$ . Квадратичная модель не является статистически значимой, так как уровень значимости критерия Фишера (F)  $p = 0,184$  принимает значение, большее критического уровня значимости.

Значение  $R^2 = 0,67$ , означает, что модель объясняет примерно 67% изменчивости отклика от среднего. Можно утверждать, что зависимость между откликом «калий» и компонентами смеси близка к линейной модели.

Коэффициенты уравнения регрессии приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Коэффициенты уравнения регрессии для калия

Table 4.

## Regression equation coefficients for potassium

Фактор Factor	Коэфф. (исходные комп.)   Coeff. (initial comp.)					
	Коэф.	Ст. Ош.	t(60)	p	-95, % Дов. Пред	+95, % Дов. Пред
(A) Душица обыкновенная (травя)   (A) Oregano (herb)	6,00870	0,877697	6,84599	0,000000	4,25305	7,76436
(B) Смородина черная (листья)   (B) Black currant (leaves)	12,90797	0,877697	14,70663	0,000000	11,15231	14,66362
(C) Ряска малая (листья)   (C) Small bramble (leaves)	5,40629	0,877697	6,15963	0,000000	3,65063	7,16195
(D) Черника обыкновенная (листья)   (D) Blueberry (leaves)	5,32119	0,606386	8,77525	0,000000	4,10824	6,53414
(E) Тимьян обыкновенный (травя)   (E) Common thyme (herb)	16,22549	0,877697	18,48643	0,000000	14,46984	17,98115

Прм.: Калий; R-кв. =, 6707; Скор., 6487 (смесь 1 опытов 65). 5 факт. план для см.; общее знач. см. = 100, 65 опыт. ЗП Калий; Остаточн. SS = 4328,154  
Note.: Potassium; R sq. =, 6707; Scor., 6487 (mixture of 1 experiments 65). 5 Actual plan for cm; total cm. = 100, 65 experiments. ST Potassium; Residual. SS = 4328,154

В соответствие с буквенными обозначениями предикторов в таблице 4 и, обозначив отклик «калий» буквой Z, линейное уравнение регрессии примет вид:

$$Z = 6,0087 \cdot A + 12,908 \cdot B + 5,406 \cdot C + 5,321 \cdot D + 16,225 \cdot E$$

Ограничения на предикторы модели можно представить в виде системы линейных неравенств:

$$\begin{cases} 10 \leq A \leq 30 \\ 10 \leq B \leq 30 \\ 10 \leq C \leq 30 \\ 20 \leq D \leq 60 \\ 10 \leq E \leq 30 \\ A + B + C + D + E = 100 \end{cases}$$

Уравнение регрессии с условиями данной системы представляют математическую формулировку задачи линейного программирования. Так как  $R^2$ , равное 0,67 значительно меньше 1,

то некоторые значения отклика, соответствующие 65 опытам, могут быть расположены в недостаточной близости к пятимерной поверхности отклика – гиперплоскости. Это означает, что могут быть большие остатки – разности между экспериментальными значениями и вычисленными при помощи линейной модели.

Воспользовавшись диаграммой Парето (рисунок 1), найдены доли компонент смеси: душица обыкновенная = 16,368; смородина черная = 22,374; ряска малая = 15,845; черника обыкновенная = 20,152; тимьян обыкновенный = 25,261;

Вычисленные значения предикторов удовлетворяют условиям (2). В таблице 5 в строке предсказанное отображено предсказанное калькулятором программы приближенно оптимальное значение калия, равное 989,488 с 95%-м доверительным интервалом (962,854; 1016,122). При этом видно, что найденное значение калия = 989,488 не превосходит установленное значение (1050).

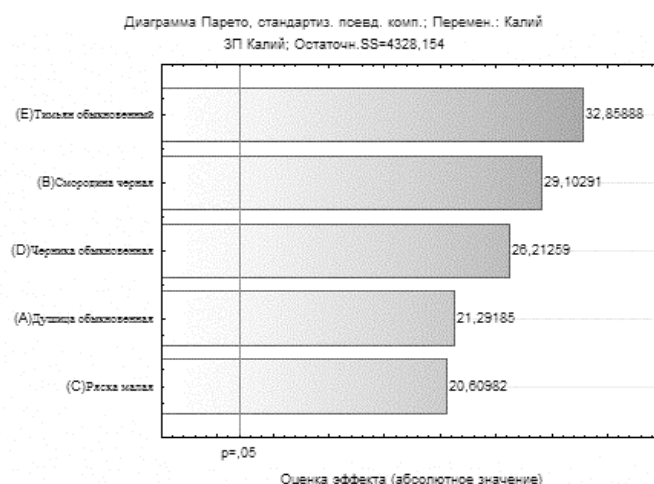


Рисунок 1. Диаграмма Парето для смеси по установленной рецептуре

Figure 1. Pareto diagram for the mixture according to the set formulation

Таблица 5.

Предсказанное значение калия по диаграмме Парето

Table 5.

Predicted potassium value from the Pareto diagram

Фактор Factor	Предсказ. знач.   Predicted value			
	Коэф.	Псевдо компн.	Коэф. * Знач.	Исходн. компон.
(A) Душица обыкновенная (травя)   (A) Oregano (herb)	752,257	0,160000	120,361	16,40000
(B) Смородина черная (листья)   (B) Black currant (leaves)	1028,227	0,310000	318,750	22,40000
(C) Ряска малая (листья)   (C) Small bramble (leaves)	728,160	0,150000	109,224	16,00000
(D) Черника обыкновенная (листья)   (D) Blueberry (leaves)	724,756	0,000000	0,000	20,00000
(E) Тимьян обыкновенный (травя)   (E) Thyme (grass)	1160,928	0,380000	441,153	25,20000
предсказан   predicted			989,488	
-95,% Дов.			962,854	
+95,% Дов.			1016,122	

Прм.: Калий; R-кв.=, 67068; Скор., 64872 (смесь 1 опытов 65). ЗП Калий; Остаточн. SS = 4328,154

Note: Potassium; R sq =, 67068; Scor, 64872 (mixture of 1 experiments 65). ST Potassium; Residual. SS = 4328.154

Далее попытаемся улучшить результат, воспользовавшись графиком *Профили предсказанных значений и функции желательности* на рисунке 2. Оптимальные значения компонент, при которых отклик достиг максимального значения = 1078,7, что больше установленного

значения 1050, обозначены в основании графиков желательности: душица обыкновенная = 10; смородина черная = 30; ряска малая = 10; черника обыкновенная = 20; тимьян обыкновенный = 28,5.

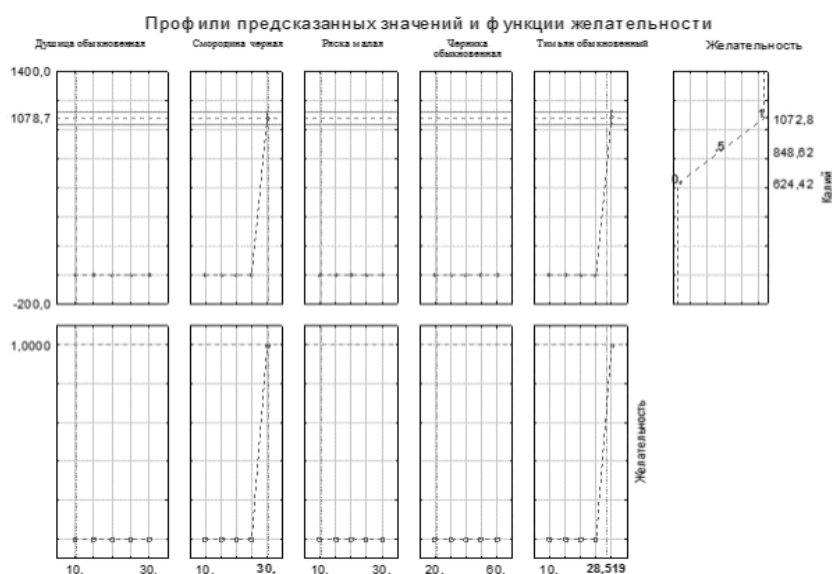


Рисунок 2. Профили предсказанных значений и функции желательности для композиции растительного сырья

Figure 2. Predicted value profiles and desirability functions for the composition of plant raw materials

Для того, чтобы сумма долей компонент смеси достигла значения 100 (%), округлили долю тимьяна обыкновенного до 30.

Расчеты, произведенные калькулятором модуля, представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Предсказанное значение калия по графику профилей

Table 6.

Predicted potassium value from the profile graph

Фактор Factor	Предсказ. знач.   Predicted value			
	Коэф.	Псевдо компон.	Коэф. * Знач.	Исходн. компон.
(A) Душица обыкновенная (травя)   (A) Oregano (herb)	752,257	0,000000	0,000	10,00000
(B) Смородина черная (листья)   (B) Black currant (leaves)	1028,227	0,500000	514,114	30,00000
(C) Ряска малая (листья)   (C) Small bramble (leaves)	728,160	0,000000	0,000	10,00000
(D) Черника обыкновенная (листья)   (D) Blueberry (leaves)	724,756	0,000000	0,000	20,00000
(E) Тимьян обыкновенный (травя)   (E) Thyme (grass)	1160,928	0,500000	580,464	30,00000
предсказан   predicted			1094,578	
-95,% Дов.			1050,050	
+95,% Дов.			1139,106	

Прм.: Калий; R-кв.=, 67068; Скор., 64872 (смесь 1 опытов 65) ЗП Калий; Остаточн. SS = 4328,154

Note: Potassium; R sq =, 67068; Scor, 64872 (mixture of 1 experiments 65) ST Potassium; Residual. SS = 4328.154

Следует обратить внимание, что приближенно оптимальное значение достигнуто на границах диапазонов изменения долей компонент смеси (соответствует опыту v2). При этом экспериментальное значение, равное 758,2 значительно меньше, чем вычисленное по линейной модели – 1094,578. Такое расхождение можно объяснить недостаточной адекватностью модели.

В таблице 7 представлены разности между экспериментальными и предсказанными моделью значениями отклика. Наибольшее расхождение, равное -336,348 соответствует, как ни странно опыту 2, в котором предсказанное значение калия максимально (1094, 578).

Таблица 7.

Остатки между экспериментальными и предсказанными моделью значениями отклика

Table 7.

Residuals between experimental and model predicted response values

Наблюдаемый план Observable plan	Наблюдаемые, предсказанные значения и остатки (смесь 1 опытов 65). 5 факт. план для см.; общее знач. см. = 100, 65 опыт. ЗП Калий; R-кв.=, 6707; Скор., 6487 Observed, predicted values and residuals (mixture of 1 experiments 65). 5 actual plan for cm.; total cm. = 100, 65 experiments. WP Potassium; R sq.=, 6707; Scor., 6487		
	Наблюдаемые   Observed	Предсказанные   Predicted	Остатки   Residuals
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	1017,170	956,592	60,578
2	758,230	1094,578	-336,348
3	894,620	890,242	4,378
4	869,810	944,544	-74,734
5	705,450	740,208	-34,758
6	912,690	878,194	34,496
7	732,830	724,756	8,074
8	710,110	738,506	-28,396
9	917,350	876,492	40,858
10	728,170	726,458	1,712
11	768,390	942,842	-174,452
12	856,690	833,799	22,891
13	852,030	835,501	16,529
14	730,500	725,607	4,893
15	978,220	943,693	34,527
16	1041,210	985,535	55,675
17	1038,880	986,386	52,494
18	624,420	877,343	-252,923
19	825,090	800,624	24,466
20	1072,810	1018,710	54,100
21	943,290	911,369	31,921
22	820,430	802,326	18,104
23	1070,480	1019,561	50,919
24	833,970	847,549	-13,579
25	831,640	848,400	-16,760
26	707,780	739,357	-31,577

Продолжение таблицы 7 | Continuation of table 7

1	2	3	4
27	926,230	923,417	2,813
28	802,370	814,374	-12,004
29	800,040	815,225	-15,185
30	721,470	731,631	-10,161
31	969,190	949,717	19,473
32	840,670	842,376	-1,706
33	716,810	733,333	-16,523
34	966,860	950,568	16,292
35	1029,850	992,410	37,440
36	905,990	883,367	22,623
37	903,660	884,218	19,442
38	1061,450	1025,585	35,865
39	809,070	809,201	-0,131
40	854,360	834,650	19,710
41	998,464	949,754	48,710
42	948,950	909,667	39,283
43	872,380	849,732	22,648
44	958,960	972,438	-13,478
45	822,760	801,475	21,285
46	1040,590	993,988	46,602
47	791,220	811,769	-20,549
48	854,320	861,780	-7,460
49	852,760	862,347	-9,587
50	770,150	789,652	-19,502
51	845,330	840,674	4,656
52	803,260	803,737	-0,477
53	879,630	880,448	-0,818
54	719,140	732,482	-13,342
55	971,470	947,993	23,477
56	992,420	953,770	38,650
57	991,080	954,338	36,742
58	908,270	881,642	26,628
59	1005,720	980,471	25,249
60	804,410	807,499	-3,089
61	1034,560	998,004	36,556
62	864,800	854,315	10,485
63	782,180	781,620	0,560
64	837,510	836,215	1,295
65	1033,010	998,571	34,439

Учитывая существенные расхождения между вычисленным и экспериментальным значением, по-видимому, целесообразно в качестве оптимальных значений долей выбрать доли компонент, соответствующие опыту 20 со значением калия, равным 1072,8 (превосходящим установленное значение 1050): душица обыкновенная (трава) = 10; смородина черная (листья) = 20; ряска малая (листья) = 10; черника обыкновенная (листья) = 30; тимьян обыкновенный (трава) = 30.

### Закключение

В результате проведенных исследований с применением методов анализа данных, реализованных в пакете STATISTICA, разработан

качественный и количественный состав композиции растительного сырья функционального назначения для профилактики заболеваний, связанных с дефицитом калия, представляющей собой смесь при следующем соотношении компонентов, мас. %: душица обыкновенная (трава) = 10; смородина черная (листья) = 20; ряска малая (листья) = 10; черника обыкновенная (листья) = 30; тимьян обыкновенный (трава) = 30.

Разработанная композиция растительного сырья имеет определенную функциональную направленность и может быть использована для обогащения различных групп пищевых продуктов

### Литература

- 1 Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Бурляева Е.А., Хотимченко С.А. и др. COVID-19: новые вызовы для медицинской науки и практического здравоохранения // Вопросы питания. 2020. Т. 89. №. 3. С. 6-13. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10024
- 2 Fernández-Quintela A., Milton-Laskibar I., Trepiana J., GómezZorita S. et al. Key aspects in nutritional management of COVID-19 patients // J. Clin. Med. 2020. V. 9. № 8. doi: 10.3390/jcm9082589
- 3 Остроумова О.Д., Переверзев А.П., Клепикова М.В. Лекарственно-индуцированный дефицит электролитов. Часть 1. Лекарственно-индуцированная гипокалиемия // РМЖ. 2020. Т. 28. №. 11. С. 20-28.

- 4 Эбзеева Е.Ю., Остроумова О.Д., Кроткова И.Ф. и др. Дефицит электролитов на фоне новой коронавирусной инфекции и постковидного астенического синдрома // Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение. 2021. Т. 5. №. 5. С. 245-251. doi: 10.32364/2587-6821-2021-5-5-245-251
- 5 Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention // *jama*. 2020. V. 323. №. 13. P. 1239-1242. doi: 10.1001/jama.2020.2648
- 6 Cummings M.J., Baldwin M.R., Abrams D. et al. Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: a prospective cohort study // *The Lancet*. 2020. V. 395. №. 10239. P. 1763-1770. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31189-2
- 7 Старичкова А.А., Цыганкова О.В., Хидирова Л.Д., Старичков А.А., Литвиненко П.И. Кардиометаболические нарушения при SARS-CoV-2-инфекции и постковидном синдроме // *Лечащий Врач*. 2022. № 3. P. 49-58. doi: 10.51793/OS.2022.25.3.008
- 8 Noori M., Nejadghaderi S.A., Sullman M.J.M. et al. How SARS-CoV-2 might affect potassium balance via impairing epithelial sodium channels? // *Mol Biol Rep*. 2021. V. 48. №. 9. P. 6655-6661. doi: 10.1007/s11033-021-06642-0
- 9 Noori M., Nejadghaderi S. A., Sullman M.J.M. et al. Epidemiology, prognosis and management of potassium disorders in Covid-19 // *Rev Med Virol*. 2022. V. 32. №. 1. P. e2262. doi: 10.1002/rmv.2262
- 10 Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Юрова О.В. Роль микронутриентов в комплексной реабилитации пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // *Вопросы питания*. 2021. №2 (534). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-mikronutrientov-v-kompleksnoy-reabilitatsii-patsientov-s-novoy-koronavirusnoy-infektsiy-covid-19>
- 11 Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID 19) outbreak in China: summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *J Am Med Assoc*. 2020. V. 323. №. 13. P. 1239-1242. doi: 10.1001/jama.2020.2648
- 12 Кароматов И.Д., Асадова Ш.И. Лекарственное растение чабрец обыкновенный // *Биология и интегративная медицина*. 2017. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lekarstvennoe-rastenie-chabrets-obyknovennyy>
- 13 Типсина Н.Н., Яковчик Н.Ю. Исследование черники // *Вестник КрасГАУ*. 2013. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-cherniki>
- 14 Петрова С.Н., Кузнецова А.А. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes n igrum* (обзор) // *Химия растительного сырья*. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-plodov-i-listiev-smorodiny-chernoy-ribes-n-igrum-obzor>
- 15 Боков Д.О., Морохина С.Л. Фармакотерапевтическое действие и использование в практической медицине травы душицы обыкновенной // *Медицина и здравоохранение*. 2012. С. 52-59. URL: <https://moluch.ru/conf/med/archive/62/2946/>
- 16 Климова Е.В. Исследование химического состава яски малой (*lémna mínor*) и перспективы использования в пищевой промышленности // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2015. №6(35). С.3–7.
- 17 Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2018621175. Биологически активные вещества дикорастущего растительного сырья Северо-Кавказского региона. 03 августа 2018 г.
- 18 Халафян А.А. *Statistica 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей*. М.: Бином, 2010. 491 с.
- 19 *Промышленная статистика: Контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA*. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. 384 с.
- 20 СтП00668034-23-14-2009. Материалы растительного происхождения. Метод определения массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция с применением капиллярного электрофореза. Аттестация: ГНУ СКЗНИИСиВ.

## References

- 1 Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Burlyaeva E.A., Khotimchenko S.A. et al. COVID-19: new challenges for medical science and practical healthcare. *Nutritional Issues*. 2020. vol. 89. no. 3. pp. 6-13. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10024 (in Russian).
- 2 Fernández-Quintela A., Milton-Laskibar I., Trepana J., Gómez-Zorita S. et al. Key aspects in nutritional management of COVID-19 patients. *J. Clin. Med*. 2020. vol. 9. no. 8. doi: 10.3390/jcm9082589
- 3 Ostroumova O.D., Pereverzev A.P., Klepikova M.V. Drug-induced electrolyte deficiency. Part 1. Drug-induced hypokalemia. *BC*. 2020. vol. 28. no. 11. pp. 20-28. (in Russian).
- 4 Ebzeeva E.Yu., Ostroumova O.D., Krotkova I.F. Electrolyte deficiency against the background of a new coronavirus infection and post-covid asthenic syndrome. *Russian Medical Journal. Medical review*. 2021. vol. 5. no. 5. pp. 245-251. doi: 10.32364/2587-6821-2021-5-5-245-251 (in Russian).
- 5 Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *jama*. 2020. vol. 323. no. 13. pp. 1239-1242. doi: 10.1001/jama.2020.2648
- 6 Cummings M.J., Baldwin M.R., Abrams D. et al. Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: a prospective cohort study. *The Lancet*. 2020. vol. 395. no. 10239. pp. 1763-1770. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31189-2
- 7 Starichkova A.A., Tsygankova O.V., Khidirova L.D., Starichkov A.A., Litvinenko P.I. Cardiometaabolic disorders in SARS-CoV-2 infection and post-covid syndrome. 2022. no. 3. pp. 49-58. doi: 10.51793/OS.2022.25.3.008 (in Russian).
- 8 Noori M., Nejadghaderi S.A., Sullman M.J.M. et al. How SARS-CoV-2 might affect potassium balance via impairing epithelial sodium channels? *Mol Biol Rep*. 2021. vol. 48. no. 9. pp. 6655-6661. doi: 10.1007/s11033-021-06642-0
- 9 Noori M., Nejadghaderi S. A., Sullman M.J.M. et al. Epidemiology, prognosis and management of potassium disorders in Covid-19. *Rev Med Virol*. 2022. vol. 32. no. 1. pp. e2262. doi: 10.1002/rmv.2262
- 10 Marchenkova L.A., Makarova E.V., Yurova O.V. The role of micronutrients in the complex rehabilitation of patients with a new coronavirus infection COVID-19. *Nutritional Issues*. 2021. no. 2 (534). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-mikronutrientov-v-kompleksnoy-reabilitatsii-patsientov-s-novoy-koronavirusnoy-infektsiy-covid-19> (in Russian).



- 11 Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID 19) outbreak in China: summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. J Am Med Assoc. 2020. vol. 323. no. 13. pp. 1239-1242. doi: 10.1001/jama.2020.2648
- 12 Karomatov I.D., Asadova Sh.I. Medicinal plant common thyme. Biology and Integrative Medicine. 2017. no. 11. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/lekarstvennoe-rastenie-chabrets-obyknovennyi> (in Russian).
- 13 Tipsina N.N., Yakovchik N.Yu. Bilberry research. Bulletin of KrasGAU. 2013. no. 11. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-cherniki> (in Russian).
- 14 Petrova S.N., Kuznetsova A.A. The composition of fruits and leaves of blackcurrant Ribes nigrum (review). Chemistry of plant raw materials. 2014. no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-plodov-i-listiev-smorodiny-chernoy-ribes-nigrum-obzor> (in Russian).
- 15 Bokov D.O., Morokhina S.L. Pharmacotherapeutic action and use in practical medicine of herb oregano. Medicine and Health. 2012. pp. 52-59. Available at: <https://moluch.ru/conf/med/archive/62/2946/> (in Russian).
- 16 Klimova E.V. Study of the chemical composition of duckweed (Lemna minor) and prospects for use in the food industry. Technology and commodity science of innovative food products. 2015. no. 6(35). pp. 3-7. (in Russian).
- 17 Certificate of state registration of the database no. 2018621175. Biologically active substances of wild-growing plant raw materials of the North Caucasus region. August 03, 2018. (in Russian).
- 18 Khalafyan A.A. Statistica 6. Mathematical statistics with elements of probability theory. M., Binom, 2010. 491 p. (in Russian).
- 19 Industrial statistics: Quality control, process analysis, experiment planning in the STATISTICA package. M., Book house "Librocom", 2013. 384 p. (in Russian).
- 20 StP00668034-23-14-2009. materials of vegetable origin. Method for determining the mass concentration of ammonium, potassium, sodium, magnesium, calcium cations using capillary electrophoresis. Certification, GNU SKZNIISiV. (in Russian).

**Сведения об авторах**

**Саид К. Куижева** д.э.н., профессор, ректор, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия, rector@mkgtu.ru

**Анзур А. Схалыхов** д.т.н., профессор, кафедра технологии, машин и оборудования пищевых производств, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия, arama75@mail.ru

**Хазрет Р. Сиухов** д.т.н., профессор, кафедра технологии, машин и оборудования пищевых производств, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия, siukhov@mail.ru

**Зарета Т. Тазова** к.т.н., доцент, кафедра стандартизации, метрологии и товарной экспертизы, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия

**Людмила В. Лунина** к.т.н., доцент, кафедра стандартизации, метрологии и товарной экспертизы, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д.191, г. Майкоп 385000, Россия, lunina1000@mail.ru

**Вклад авторов**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Saida K. Kuizheva** Dr Sci. (Econ.), professor, rector, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia, rector@mkgtu.ru

**Anzaur A. Shalyakhov** Dr Sci. (Engin.), professor, technology, machines and equipment of food production department, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia, arama75@mail.ru

**Khazret R. Siyukhov** Dr Sci. (Engin.), professor, technology, machines and equipment of food production department, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia, siukhov@mail.ru

**Zareta T. Tazova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, standardization, metrology and commodity expertise department, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia

**Lyudmila V. Lunina** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, standardization, metrology and commodity expertise department, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maykop 385000, Russia, lunina1000@mail.ru

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/04/2022	<b>После редакции</b> 12/05/2022	<b>Принята в печать</b> 31/05/2022
<b>Received</b> 11/04/2022	<b>Accepted in revised</b> 12/05/2022	<b>Accepted</b> 31/05/2022