

УДК 664.8; 663.81

DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2023\)1.09](https://doi.org/10.14258/zosh(2023)1.09)

РАЗРАБОТКА НАПИТКА ИЗ КИВИ, ОГУРЦА И ЗЕЛЕННОГО ЯБЛОКА

Иванова Петя^{ACD}

Доцент, доктор. Институт хранения, переработки и контроля качества пищевых продуктов, Сельскохозяйственная академия Болгарии. Пловдив, Болгария. E-mail: petjofi@abv.bg. Orcid: 0000-0002-2475-6860

Петрова Тодорка^B

Профессор, доктор. Институт хранения, переработки и контроля качества пищевых продуктов, Сельскохозяйственная академия Болгарии. Пловдив, Болгария. E-mail: dorrapirova@abv.bg. Orcid: 0000-0002-5447-9577

DEVELOPMENT OF A KIWI, CUCUMBER AND GREEN APPLE DRINK

Ivanova Petya^{ACD}

Associate Professor, PhD. Institute of Food Preservation and Quality, Agricultural Academy. Plovdiv, Bulgaria. E-mail: petjofi@abv.bg, Orcid: 0000-0002-2475-6860

Todorka Petrova^B

Professor, PhD. Institute of Food Preservation and Quality, Agricultural Academy. Plovdiv, Bulgaria. E-mail: dorrapirova@abv.bg, Orcid: 0000-0002-5447-9577

Аннотация. Сырье: киви, огурец и зеленое яблоко «Гренни Смит» исследовали с целью оптимизации состава многокомпонентного сока посредством методики проектирования поверхности отклика на основе органолептических и качественных характеристик.

Модельные экспериментальные образцы напитков из одного, двух или нескольких компонентов перечисленного сырья получены путем холодного отжима. Характеристику экспериментальных образцов определяли на основе проведения биохимических, органолептических и спектральных анализов сразу в день их получения.

В результате построенных математических моделей содержания общих полифенолов, антиоксидантной способности, оцененной путем определения способности улавливать радикалы (DPPH-тест) и органолептической оценки, был оптимизирован состав экспериментальных фруктово-овощных напитков. Рекомендуются следующие соотношения компонентов напитков: из киви — от 0 до 50% или от 75 до 100%, огурца — от 0 до 15% и зеленого яблока «Гренни Смит» — от 25 до 100%.

Ключевые слова: соки, киви, огурец и зеленое яблоко, общие полифенолы, цвет, антиоксидантная активность, органолептическая оценка

Annotation. The raw materials Kiwi, Cucumber and Green apple “Granny Smith” were studied in order to optimize the composition of a multi-component juice, through the methodology of design of response surface based on their sensory and quality characteristics.

Model test samples of mono-component, two-component and multi-component drinks from the listed raw materials were developed by cold pressing. Characterization of the developed test samples was carried out on the basis of the physicochemical, sensory and spectral tests carried out on the day of their receipt.

As a result of the obtained mathematical models for the content of total polyphenols, antioxidant capacity, evaluated by determining the radical scavenging ability (DPPH-test) and sensory evaluation, the composition of developed test samples of drinks based on fruits and vegetables was optimized, the following composition is recommended: drink from kiwi — from 0 to 50% or from 75 to 100%, cucumber — from 0 to 15% and green apple “Granny Smith” — from 25 to 100%.

Keywords: juices, kiwi, cucumber and green apple total polyphenols, color, antioxidant activity, sensory evaluation

Введение. Современный потребитель отдает предпочтение смешанным фруктово-овощным сокам, которые имеют лучшие характеристики по цвету и составу биологически активных веществ, чем однокомпонентные соки.

Целью этого исследования является оптимизация низкокалорийного купажированного сока из киви, огурца и зеленого яблока «Грэнни Смит» с улучшением органолептических и питательных характеристик путем сочетания дизайна и методологии реакции поверхности.

Материалы и методы

1. Сырье — было закуплено в торговой сети города Пловдива.

2. Физико-химические и биохимические показатели определяют следующими методами:

► Содержание общих полифенолов во фруктах, овощах и соках, полученных из них, определяли по методу Singleton and Rossi (1965) в следующей модификации: в мерную пробирку объемом 10 мл вводят 0,1 мл пробы экстракта (фруктов и/или сока), ~ 7 мл дистиллированной воды, 0,5 мл Folin-Ciocalteu — реактива (разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1:4) и 1,5 мл 7,5% (масса/объем) водного раствора карбоната натрия. Доводили до метки дистиллированной водой. После выдержки в течение 2 ч при 20–25 °С измеряли оптическую плотность реакционной смеси при 750 нм. Аналогичным образом готовили холостой образец с использованием дистиллированной воды вместо экстракта. Полученные результаты представлены в эквивалентах галловой кислоты (GAE) на 100 г экстракта.

► Определение антирадикальной активности (тест DPPH). Способность улавливать радикалы определяли по методу Brand-Williams et al. (1995) в следующей модификации: в кювету

последовательно дозировали 2250 мкл раствора DPPH (2,4 мг DPPH в 100 мл метанола) и 250 л экстракта пробы, предварительно разбавленного дистиллированной водой в объемном соотношении 1:3. Аналогичным образом готовили холостую пробу с использованием метанола вместо экстракта. После выдерживания закрытых кювет в темноте в течение 15 мин при 20–25 °С измеряли абсорбцию реакционной смеси при 515 нм. Полученные результаты представлены в эквивалентах Trolox (TE) на 100 г экстракта.

► Определение железо-снижающей антиоксидантной способности (FRAP-тест).

Процедура основана на методе Benzie and Strain (1996), применяемом с некоторыми изменениями. Реактив FRAP готовили после смешивания 2,5 мл раствора TPTZ (10 ммоль/л) в соляной кислоте (40 ммоль/л), 2,5 мл водного раствора FeCl₃ (20 ммоль/л) и 25 мл ацетатного буфера (0,3 моль/л, pH 3,6). Для проведения реакции 2250 мкл реагента FRAP смешивали с 250 мкл экстракта (разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1:3, по объему); оптическую плотность при 593 нм измеряли через 4 мин выдержки реакционной смеси в закрытой кювете при комнатной температуре в темноте.

3. Спектральный анализ

► Определение цвета по Гарднеру — Инструментальное с колориметром «Colorgard 05 / CIELab 2000» производства ВУК-Gardner Inc. США.

Показатели сообщаются по системе CIE Lab.

При измерении брались три цветовые координаты: L, a и b:

L — яркость цвета (L = 0 — черный, L = 100 — белый);

а — положительные значения показателя характеризуют количество красного цвета, а отрицательные — зеленого цвета;

б — положительные значения характеризуют желтый цвет, отрицательные — синий цвет.

Для каждого образца было выполнено пять измерений. Цветовые координаты каждого образца представляют собой среднее арифметическое измеренных координат.

4. Сенсорный анализ

Органолептическую оценку полученных соков на фруктово-овощной основе проводили по балльной системе. Соки предоставляются на органолептическую оценку дегустаторам, каждый из них заполняет дегустационную карту и оценивает по показателям: внешний вид, вкус, запах, консистенция, цвет. Каждый показатель имеет весовой коэффициент соответственно: внешний вид — 0,2; цвет — 0,2; консистенция — 0,15; вкус — 0,3; запах — 0,15.

Используется балльная оценка от 1 до 5 (с шагом 0,25), что соответствует качеству продукта по соответствующему показателю.

Пятибалльная система оценивания дает окончательную оценку качества готового продукта на основе общего количества полученных баллов:

4,50–5,00 — готовый продукт очень хороший;

4,00–4,49 — готовый продукт хороший;

3,50–3,99 — готовый продукт нуждается в доработке;

ниже 3,50 — готовый продукт нуждается в значительной доработке.

5. Математико-статистическая обработка данных

Все анализы были выполнены не менее чем в трех повторах, и результаты представлены в виде средних значений.

Подход носит теоретико-экспериментальный характер и охватывает следующие этапы: анализ, экспериментирование, моделирование и оптимизацию рецептурного состава напитков.

План эксперимента. Для приготовления соков использовали Симплексный центро-

идный план, подходящий для смесей, в которых сумма переменных (X_1, X_2, X_3) равна 100%. Симплексные решетчатые планы с семью экспериментами используются для получения адекватной математической модели изучаемых показателей. Симплексные решетки применимы, если для каждого компонента выполняется условие $0 < X_i < 1$ (i — порядковый номер компонента).

Общий тип уравнения, описывающего свойства смесей:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 \quad (1),$$

где β_p, β_{ij} и β_{ijk} — коэффициенты уравнения, а X_i — компоненты смеси.

Таблица 1

Матрица проведения эксперимента

№	X_1	X_2	X_3
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	0	50	50
6	50	0	50
7	33	33	33

Разработка рецептур, исследование физико-химических, биохимических и органолептических характеристик экспериментальных образцов напитков проводились в лабораториях Института хранения, переработки и контроля качества пищевых продуктов в городе Пловдив, Болгария.

Разработанная технология производства напитков описана в Постановке научного эксперимента и представлена на рисунке 1.

Результаты и дискуссия

В таблице 2 приведены итоговые органолептические оценки (SV), содержания общих полифенолов (TPP) и активности по удалению радикалов (DPPH) приготовленных вариантов напитка из моркови, столовой свеклы и красного яблока.

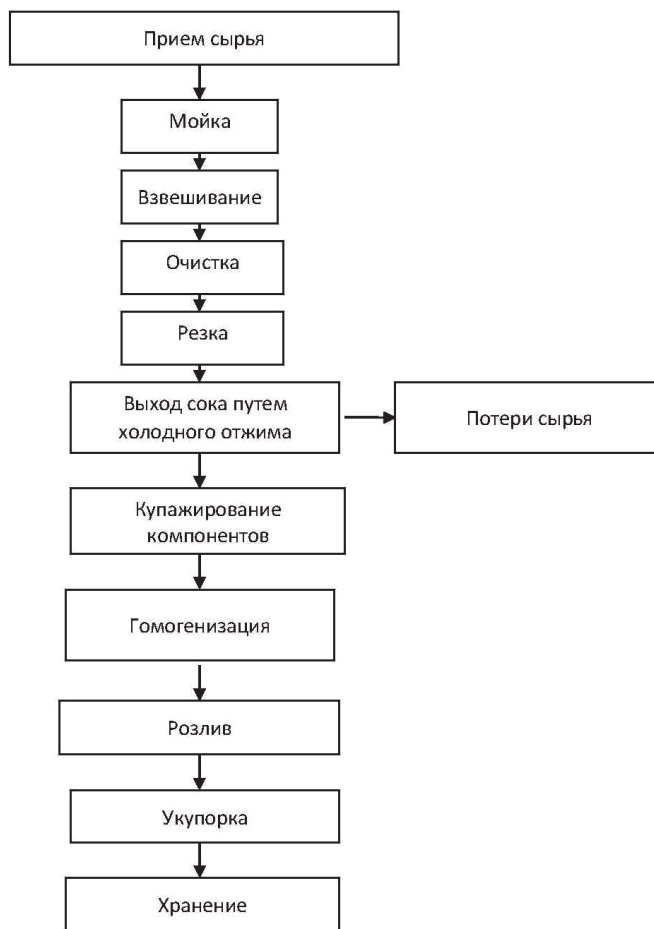


Рис. 1. Технология получения экспериментального напитка

Таблица 2
Органолептическая оценка, ТРР и DPPH
вариантов напитка из киви, огурца
и зеленого яблока «Гренни Смит»

№	Органолептическая оценка (SV)	ТРР	DPPH
		(mgGAE/100g d. b.)	($\mu\text{molTE}/100\text{g d. b.}$)
1	5,00	76,00	1025,00
2	3,00	19,00	510,00
3	5,00	72,00	1916,67
4	4,25	34,00	900,30
5	4,50	82,00	491,70
6	5,00	88,00	1238,69
7	5,00	64,00	173,33

После обработки результатов эксперимента получены следующие математические модели органолептической оценки, содержания общих полифенолов и способности улавливать радикалы вариантов напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит»:

$$SV = 5,0 \cdot X_1 + 3,0 \cdot X_2 + 5,0 \cdot X_3 + 1,0 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2,0 \cdot X_1 \cdot X_3 + 4,0 \cdot X_2 \cdot X_3 + 9,0 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

$$ТРР = 76,0 \cdot X_1 + 19,0 \cdot X_2 + 72,0 \cdot X_3 - 54,0 \cdot X_1 \cdot X_2 + 32,0 \cdot X_1 \cdot X_3 + 170,0 \cdot X_2 \cdot X_3 - 219,0 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (3)$$

$$DPPH = 1025,0 \cdot X_1 + 510,0 \cdot X_2 + 1916,67 \cdot X_3 + 531,2 \cdot X_1 \cdot X_2 - 3916,54 \cdot X_1 \cdot X_3 + 101,42 \cdot X_2 \cdot X_3 - 16533,4 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (4)$$

Полученные уравнения с высокой точностью описывают изменение концентрации зависимых переменных при доверительном уровне $P < 0,05$, таком как $R > 0,9$.

Видно, что наиболее понравились дегустаторам напитки, приготовленные из монокомпонентных композиций киви и зеленого яблока «Гренни Смит» (5,00), а также сочетание этих двух видов сырья — вариант 6 и напитков из равных количеств киви, огурца и зеленого яблока

«Грени Смит», вариант 7. Напиток, приготовленный только из огурца, получил самую низкую общую сенсорную оценку — 3,00 (рис. 2).

На рисунках 2–4 представлены поверхности отклика для органолептической оценки, общего содержания полифенолов и активности по удалению радикалов компонентных композиций для напитка из киви, огурца и зеленого яблока «Грени Смит».

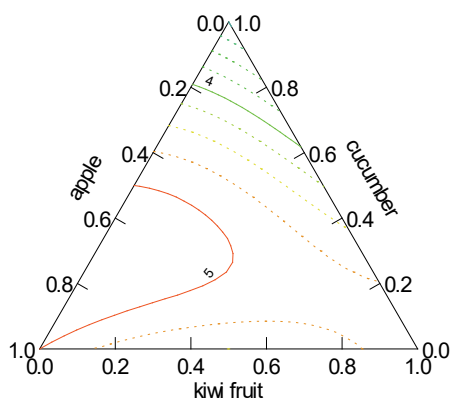


Рис. 2. Поверхность отклика общей органолептической оценки компонентных композиций для напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Грени Смит»

Исследования, проведенные на наличие фенольных соединений, показали, что фенольные соединения присутствовали в наибольшей концентрации в напитке с сочетанием зеленого яблока «Грени Смит» и киви (88,00 мг ГЭА/100 г), за которым следовал напиток с сочетанием зеленого яблока «Грени Смит» с огурцом (82,00 мг ОЭ/100 г). С самой низкой концентрацией фенольных соединений был огуречный напиток (19,00 мг ГАЭ/100 г). Было обнаружено, что смешивание компонентов увеличивает общее содержание фенолов только по сравнению с однокомпонентным огуречным напитком.

Данные статистически различаются, разница обусловлена разным компонентным составом, $P < 0,05$ (рис. 3).

Способность разработанных экспериментальных образцов к удалению радикалов представлена на рисунке 4. Установлено, что наибольшее значение по этому показателю имеет однокомпонентный яблочный напиток «Грени Смит» — 1916,16 мкмоль ТЭ/100 г, за ним следует его вариант в сочетании с киви — 1238,69 мкмоль ТЭ/100 г. Для этого продукта

смешивание трех выбранных сырьевых материалов не приводит к увеличению активности улавливания радикалов. Данные статистически различимы, разница обусловлена разным компонентным составом, $P < 0,05$.

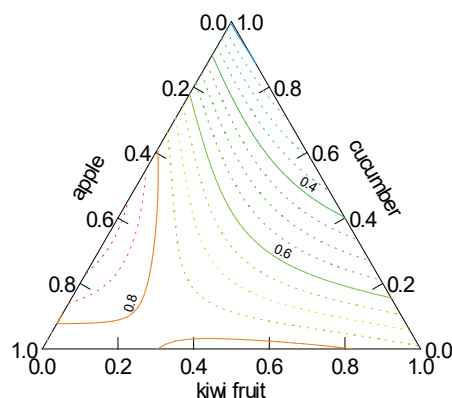


Рис. 3. Поверхность отклика TPP (*100) компонентных композиций для напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Грени Смит»

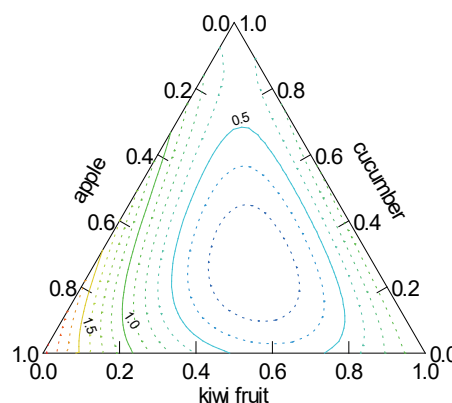


Рис. 4. Поверхность отклика DPPH (*1000) вариантов напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Грени Смит»

В таблице 3 приведены среднеарифметические значения измеренных цветовых координат — L , a , b .

Таблица 3

Цветовые координаты напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Грени Смит»

№	L	a	b
1	51,32	-6,78	36,08
2	55,94	-16,94	30,12
3	56,13	-5,20	44,30
4	52,91	-9,17	36,78
5	60,53	-9,53	33,53
6	37,24	-6,82	34,39
7	55,58	-10,33	34,53

После обработки результатов получены следующие математические модели цветковых координат L , a и b :

$$L = 51,32 \cdot X_1 + 55,94 \cdot X_2 + 56,13 \cdot X_3 - 2,86 \cdot X_1 \cdot X_2 + 27,24 \cdot X_1 \cdot X_3 - 75,18 \cdot X_2 \cdot X_3 + 182,49 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (5)$$

$$a = -6,78 \cdot X_1 - 16,94 \cdot X_2 + 5,2 \cdot X_3 + 10,77 \cdot X_1 \cdot X_2 - 34,95 \cdot X_1 \cdot X_3 - 3,8 \cdot X_2 \cdot X_3 - 28,39 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (6)$$

$$b = 36,08 \cdot X_1 + 30,12 \cdot X_2 + 44,3 \cdot X_3 + 14,72 \cdot X_1 \cdot X_2 - 26,65 \cdot X_1 \cdot X_3 - 51,29 \cdot X_2 \cdot X_3 + 127,36 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (7)$$

Полученные уравнения точно описывают изменение цветковых координат зависимых переменных при доверительной вероятности $P < 0,05$, так как $R > 0,9$.

На рисунках 5–7 изображены поверхности отклика цветковых координат L , a и b .

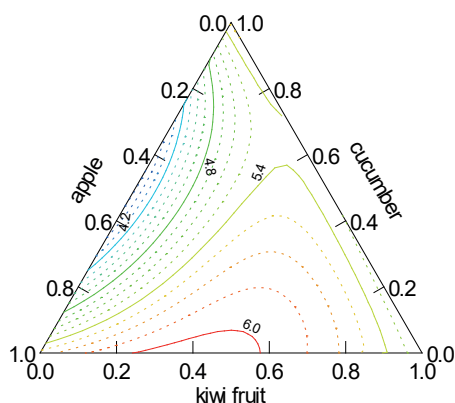


Рис. 5. Поверхность отклика L (*10) компонентных композиций напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит»

Измеренный показатель яркости цвета разработанных опытных образцов напитка из киви, огурца и зеленого яблока «Гренни Смит» показывает, что наибольшие значения яркости имеет напиток из сочетания огурца и зеленого яблока «Гренни Смит» (60,53), а затем из однокомпонентного яблочного напитка «Гренни Смит» (56,13). В комбинациях выбранных компонентов яркость повышалась только по сравнению с однокомпонентным напитком из киви (51,32). Данные статистически различимы, разница обусловлена разными композициями компонентного состава, $P < 0,05$ (рис. 5).

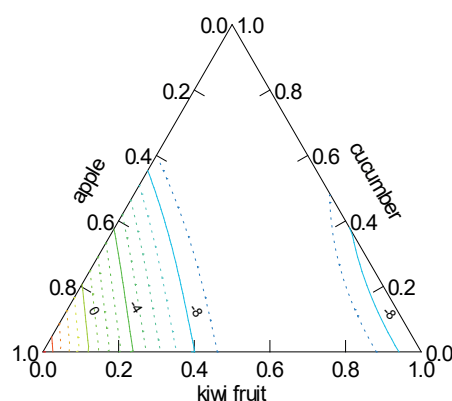


Рис. 6. Поверхность отклика a (*10) вариантов напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит»

Результаты по компоненту зеленого цвета показывают, что наивысшим значением отличается напиток из огурцов (-16,94), а наименьшим — напиток из зеленого яблока «Гренни Смит» (-5,20). Из проведенных измерений установлено, что в модельных экспериментальных образцах (вариант 7) зеленый цвет увеличивал свое количественное значение только по сравнению с однокомпонентными напитками из киви и зеленого яблока «Гренни Смит». Данные статистически различимы, разница обусловлена разными композициями компонентного состава, $P < 0,05$ (рис. 6).

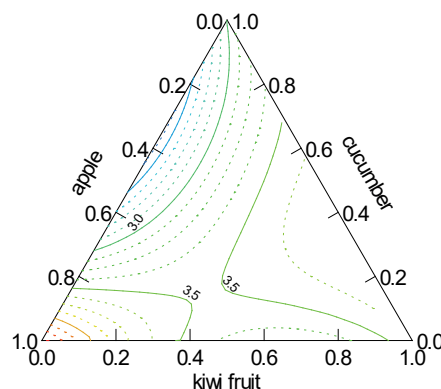


Рис. 7. Поверхность отклика b (*10) вариантов напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит»

Результаты измерения компонента желтого цвета для всех разработанных вариантов экспериментальных образцов находятся в диапазоне низких значений. Его наиболее высокое количественное значение выявлено в напитке из зеленого яблока «Гренни Смит»

(44,30). При постановке опыта установлено, что при купажировании компонентов достигается увеличение количественного значения желтого цвета, по сравнению с однокомпонентным только огуречным напитком, разными композициями компонентного состава, $P < 0,05$ (рис. 7).

Оптимизация

Для оптимизации компонентного состава напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит» в качестве целевых были выбраны следующие функции: общая органолептическая оценка (SV), содержание общих полифенолов (TPP) и антирадикальная активность (DPPH). Целевые функции и их границы приведены в таблице 4.

Таблица 4

Границы целевой функции для оптимизации состава напитка из киви, огурца, зеленого яблока

Целевая функция	Пределы целевой функции
Общая органолептическая оценка (SV)	> 4,00
Общее содержание полифенолов (TPP)	> 65,00 mgGAE/100g d. b.
Радикал-улавливающая активность (DPPH)	> 500,00 $\mu\text{molTE}/100\text{g d. b.}$

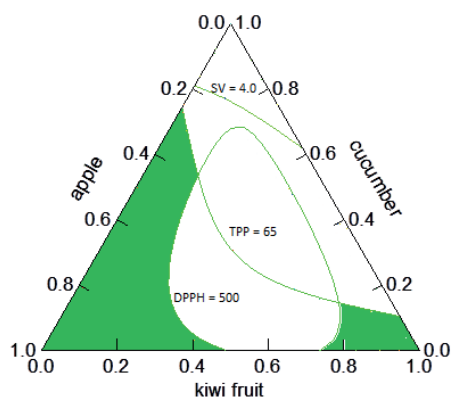


Рис. 8. Графическая оптимизация ингредиентов для приготовления киви, огуречного и яблочного напитков

Оптимальная площадь компонентного состава напитка из киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит» представлена на рисунке 8.

В результате проделанных экспериментов рекомендуется следующий оптимизированный компонентный состав напитков из фруктов и овощей: киви — от 0 до 50% или от 75 до 100%, огурец — от 0 до 15% и зеленое яблоко «Гренни Смит» — от 25 до 100%.

Выводы. Изучено сырье киви, огурца, зеленого яблока «Гренни Смит», богатое биологически активными компонентами и вторичными метаболитами (полифенолами), для участия в разработке модельных экспериментальных образцов сока на основе фруктов и овощей.

Методом холодного отжима разработаны экспериментальные образцы однокомпонентных, двухкомпонентных и многокомпонентных напитков из перечисленного сырья. Характеристику разработанных образцов определяли в день их получения, проводя физико-химические, органолептические и спектральные тесты.

В результате полученных математических моделей: содержания общих полифенолов, антиоксидантной способности, оцененной путем определения антирадикальной активности (DPPH-тест), и органолептической оценки был оптимизирован состав разработанных экспериментальных образцов напитков на основе фруктов и овощей. Рекомендуются следующие соотношения компонентов: киви от 0 до 50% или от 75 до 100%, огурца — от 0 до 15% и зеленого яблока «Гренни Смит» от 25 до 100%.

REFERENCES

Benzie, I., Strain, J., (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M., Berst, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 28, 25–30.

Singleton, V., Rossi, J., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic — phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* (50): 3828–3834.