

РАЗДЕЛ I. ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 664.86; 613.26

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ СОСТАВ НАПИТКА ИЗ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ, ХУРМЫ И СЛИВЫ

¹*П.Х. Иванова: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2475-6860>,*

²*Т.В. Петрова: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5447-9577>*

¹Институт хранения, переработки и качества пищевых продуктов,
г. Пловдив, Республика Болгария

²Сельскохозяйственная академия Болгарии, г. София,
Республика Болгария

OPTIMIZED COMPOSITION OF A BEETROOT, PERSIMMON AND PLUM DRINK

¹*P.H. Ivanova: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2475-6860>,*

²*T.V. Petrova: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5447-9577>*

¹Institute of Food Preservation and Quality, Plovdiv, Bulgaria

²Agricultural academy, Sofia, Bulgaria

Реферат

Цель исследования: изучить возможность создания нового свежего напитка на основе фруктов и овощей, полученного путем холодного прессования, для рационализации питания населения в соответствии с национальными рекомендациями по снижению риска возникновения алиментарных дефицитов и хронических неинфекционных заболеваний.

Материал и методы исследования. Было изучено пищевое сырье красной свеклы, хурмы и сливы сорта «Габровска», богатое биологически активными компонентами и вторичными метаболитами (полифенолами), с целью его применения в разработке модельных экспериментальных образцов плодовых напитков.

Были разработаны модельные экспериментальные образцы монокомпонентных, двухкомпонентных и многокомпонентных

напитков, полученных из перечисленного сырья путем холодного прессования.

Характеристику разработанных образцов проводили на основе проведенного тестирования по физико-химическим, органолептическим и спектральным параметрам в день их поступления.

Результаты исследования. Согласно полученным данным на основе оценки математических моделей о суммарном содержании полифенолов, антиоксидантной активности, оцененной путем определения способности поглощать оксидативные радикалы (DPPH-тест), и органолептической оценке (SV), был оптимизирован состав опытных образцов напитков на фруктовой и овощной основе.

Выводы. Рекомендуются следующее соотношение компонентного состава напитка: сливы сорта «Габровска» – 55%, хурмы – 20–40% или от 55 до 100 % и столовой свеклы – до 15%.

Ключевые слова: соки, слива, хурма, свекла, общие полифенолы, цвет, антиоксидантная активность, органолептическая оценка

Abstract

Objective: to explore the possibility of creating a new fresh beverage based on fruits and vegetables, obtained by cold pressing, to rationalize the nutrition of the population in accordance with national recommendations to reduce the risk of alimentary deficits and chronic non-communicable diseases.

Material and methods. The following raw materials were studied: red beetroot, persimmon and plum of the Gabrovska variety, rich in biologically active components and secondary metabolites (polyphenols), with the aim of using them in the development of model experimental samples of fruit drinks.

Model experimental samples of mono-component, two-component and multi-component drinks from the listed raw materials were developed by cold pressing.

The characteristics of the developed samples were carried out on the basis of testing for physicochemical, sensory and spectral parameters on the day of their receipt.

Results. As a result of the mathematical models obtained for the content of total polyphenols, antioxidant capacity evaluated by determination of radical scavenging capacity (DPPH-test) and sensory evaluation, the composition of the developed experimental samples of fruit and vegetable based beverages was optimized and the following composition.

Conclusions. Was recommended composition of the drink: plum of the Gabrovska variety – 55%, persimmon – 20–40% or from 55 to 100% and table beet – to 15%.

Keywords: juices, plum, persimmon, red beetroot, total polyphenols, color, antioxidant activity, sensory assessment.

Введение. В настоящее время доказанным фактом является то обстоятельство, что питание служит не только фактором, влияющим на формирование здоровья человека, но и играет решающую роль в профилактике ряда заболеваний.

Результаты исследований, проведенных в последние десятилетия в этой области, свидетельствуют о том, что в целом питание населения не является рациональным.

Показано также, что повысить степень рациональности питания населения возможно при включении в рационы определенных сочетаний достаточно распространенных пищевых продуктов, что позволяет достичь восстановления нормального алиментарного статуса, а, значит, и снижения риска развития целого ряда основных неинфекционных заболеваний, их прогрессирования и неблагоприятного исхода.

Одними из подобного рода растительных пищевых продуктов являются слива синяя, свекла столовая и хурма.

Так, плоды синей сливы можно употреблять в пищу как свежими, так и высушенными (чернослив), а также в переработанном виде, то есть в виде джемов, повидло и даже ликеров.

Плоды синей сливы богаты органическими кислотами, пектином, дубильными веществами, минеральными солями и витаминами. Кроме оптимальных вкусовых качеств они обладают и выраженным лечебным воздействием: стимулируют деятельность органов систем кровообращения и пищеварения,

а также способствуют элиминации из организма токсинов и холестерина.

Химический состав 100 г свежей сливы следующий:

- калорийность – 46 ккал;
- углеводы – 11,42 г;
- белки – 0,70 г;
- жиры – 0,28;
- пищевые волокна – 1,4 г.

Из витаминов и минералов в 100 г свежей сливы содержатся:

- витамин А – 17 мкг;
- витамин С – 9,5 мг;
- витамин Е – 0,26 мг;
- витамин К – 6,4 мкг;
- витамин В₁ – 0,028 мкг;
- витамин В₂ – 0,026 мг;
- витамин В₃ – 0,417 мг;
- витамин В₆ – 0,029 мг;
- кальций – 6 мг;
- железо – 0,17 мг;
- магний – 7 мг;
- фосфор – 16 мг;
- калий – 157 мг;
- цинк – 0,10 мг.

Столовая свекла (*Beta vulgaris*) – это корнеплод, являющийся представителем семейства *Amaranthaceae*, который активно перерабатывают, солят, сушат, а также извлекают из него диетические волокна, красители и др.

Среди корнеплодных овощей столовая свекла, благодаря своему хозяйственному значению, широко распространена почти во всех странах Европы, а также в государствах постсоветского пространства.

Некультивированные формы *Beta vulgaris* встречаются на юго-западном, северном и южном Атлантических побережьях

Европы, в Средиземноморье, Северной Америке, а также в Западной Азии.

В Болгарии свеклу выращивают на территории всей страны, несмотря на то, что это в принципе не имеет особого народно-хозяйственного значения.

Среди корнеплодных овощей по своим питательным свойствам столовая свекла уступает только моркови.

В 100 граммах сырой свеклы содержатся:

- ✓ 10% углеводов;
- ✓ 2% белков;
- ✓ 2% пищевых волокон.

Практически половина содержащихся в свекле азотистых веществ представлена легко усвояемыми формами белков, а из сахаров преимущественно присутствует сахароза.

Высокими значениями в свекле выделяются следующие витамины и минералы (на 100 г):

- фолиевая кислота (витамин В₉) – 109 мкг;
- витамин В₁ – 0,03 мг;
- витамин С – 4,9 мг;
- витамин В₆ – 0,07 мг;
- витамин В₃ – 0,33 мг;
- марганец – 0,33 мг;
- железо – 0,8 мг,
- кальций – 16 мг;
- калий – 325 мг;
- натрий – 78 мг;
- магний – 23 мг;
- фосфор – 40 мг.

Существующее соотношение между такими макроэлементами, как натрий и кальций (10 : 1), делает столовую свеклу весьма полезной, способствуя растворимости кальция и элиминации его избытка из организма.

Весьма важной положительной особенностью свеклы является тот факт, что этот корнеплод кумулирует йод. Кроме того, столовая свекла богата фито-химикатами, каротиноидами,

водорастворимыми пигментами – беталаинами, а также бета-цианинами (придающими красно-фиолетовый цвет) и бета-ксантинами (определяют желто-оранжевый цветовой оттенок), из которых наиболее выражено присутствие бетанина, который совокупно с фолиевой кислотой способен снижать риск развития инфаркта миокарда и иных осложнений при заболеваниях системы кровообращения.

Дополнительную полезность свекле придает наличие в ней полифенолов, каротиноидов и витаминов, обуславливающих ее антиоксидантный эффект и соответствующие рекомендации для ее употребления в пищу с целью улучшения кровообращения при развитии гипотонии, при повышенной физической активности, а также для стимулирования мозговой деятельности и др. Кроме того, антиоксиданты и пищевые волокна способствуют улучшению метаболических процессов в организме, снижению уровня сахара крови и улучшению перистальтики кишечника.

Еще одним замечательным фруктом является хурма.

Хурма обладает богатым и ценным химическим составом, что определяет ее высокую питательную ценность.

Так, в 100 спелой мякоти содержится:

- углеводов – 33,5 г;
- жиров – 0,4 г;
- белков – 0,8 г.

Гликемический индекс хурмы составляет 44,77, а калорийность достигает 127 ккал.

Кроме того, хурма весьма богата калием, магнием, железом, кальцием, фосфором, марганцем, медью; провитамином А, витаминами С, Р, В₁, В₂, Е, а также пектиновыми веществами и органическими кислотами.

В настоящее время хурма находит применение в основном в борьбе с простудой и кашлем как отхаркивающее средство (для лечения изготавливают отвар из кожуры плодов), а также как средство от анемии и желудочно-кишечных заболеваний, анемии и воспаления десен. Кроме того, компресс из мякоти свежих плодов оказывает ранозаживляющее действие, а порошок, изготовленный из сушеных листьев хурмы, используют при

различного рода кровотечениях. Следует также отметить, что высокое содержание йода в хурме определяет ее активное использование при профилактике йододефицитных состояний.

Тем не менее, несмотря на активное кулинарное использование рассмотренных выше овощей и фруктов, до настоящего времени не изученным оставался вопрос о целесообразности активного пищевого использования напитков, изготовленных из них путем применения холодного прессования.

Цель исследования: изучить возможность создания нового свежего напитка на основе фруктов и овощей, полученного путем холодного прессования, для рационализации питания населения в соответствии с национальными рекомендациями по снижению риска возникновения алиментарных дефицитов и хронических неинфекционных заболеваний.

Материал и методы исследования

1. Сырье

Сырье (свекла и хурма) было приобретено в торговой сети г. Пловдив, а сливы сорта «Габровска» были предоставлены Институтом горного животноводства и земледелия, г. Троян, Болгария.

2. Методы

Определение физико-химических и биохимических показателей проводили с применением ряда следующих методов.

2.1. Содержание общих полифенолов в плодах и соках, полученных из них, определяли по методике, описанной *Singleton and Rossi* (1965) [3], в следующей модификации: в мерную пробирку емкостью 10 мл помещали 0,1 мл экстракта из навески (фрукты и/или сок), последовательно дозируя ~7 мл дистиллированной воды, 0,5 мл реагента Фолина–Чиокальтеу (*Folin–Ciocalteu*), разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1 : 4, и 1,5 мл 7,5% (w/v) водного раствора карбоната натрия. Доводили до метки дистиллированной водой. После выдержки в течение 2 ч при температуре 20-25°C измеряли оптическую плотность реакционной смеси при 750 нм.

Контрольный образец готовили аналогичным образом, используя вместо экстракта дистиллированную воду.

Полученные результаты были представлены в эквивалентах галловой кислоты (ЭГК/GAE) на 100 г экстракта.

2.2. Определение антиоксидантной активности (DPPH-тест)

Способность дезактивировать свободные радикалы измеряли методом DPPH по методике Бранда–Уильямса и др. (*Brand–Williams et al.*, 1995) [2] в следующей модификации: в кювету вводили последовательно 2250 мкл раствора DPPH (2,4 мг DPPH в 100 мл метанола) и 250 мкл экстракта пробы, предварительно разведенного дистиллированной водой в объемном соотношении – 1 : 3.

Контрольную пробу готовили аналогично, используя вместо экстракта метанол.

После выдерживания закрытых кювет в темноте в течение 15 мин при температуре 20-25°C измеряли оптическую плотность реакционной смеси при 515 нм.

Полученные результаты представлены в эквивалентах Тролокса (TE) на 100 г экстракта.

2.3. Определение металл-редуцирующей способности (FRAP-тест)

Процедура основана на методе Бензье–Страйна (*Benzie and Strain*, 1996) [1], примененном 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 ммоль/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 после выдержки реакционной смеси в закрытой кювете при комнатной температуре в темноте.

3. Спектральный анализ

Определение цвета по Гарднеру осуществлялось на колориметре «Colorgard 05 / CIELab 2000», производства ВУК-Gardner Inc, США.

Показатели представлены по системе CIE Lab.

При измерении исследованы 3 цветовые координаты: L, a и b,

где L – яркость цвета ($L = 0$ – черный, $L = 100$ – белый);
 a – положительные значения показателя, которые характеризуют интенсивность красного цвета, а отрицательные – зеленого цвета;

b – соответственно, положительные значения, которые характеризуют желтый цвет, а отрицательные значения – синий цвет.

Для каждого образца было выполнено 5 (пять) измерений.

Цветовые координаты каждого образца представляют собой средние арифметические значения измеренных координат.

4. Органолептический анализ.

Полученные плодовоовощные соки подверглись органолептической оценке с использованием балльной системы.

Соки предоставлялись для органолептической оценки дегустаторам, каждый из которых заполнял дегустационную карту и оценивал по показателям: внешний вид, вкус, запах, консистенция и цвет.

Каждый показатель имел тот или иной весовой коэффициент, соответственно:

- внешний вид – 0,2;
- цвет – 0,2;
- консистенция – 0,15;
- вкус – 0,3;
- запах – 0,15.

Использовалась оценка в диапазоне от 1 до 5 баллов (с шагом 0,25), что соответствует качеству продукта по соответствующему показателю.

Пятибалльная система оценивания позволяла дать окончательную оценку качества готового пищевого продукта, исходя из общего количества полученных баллов:

- $4,50 \div 5,00$ – готовый продукт высокого качества;
- $4,00 \div 4,49$ – готовый продукт удовлетворительного качества;
- $3,50 \div 3,99$ – 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, а результаты представлены в виде средних значений.

Подход

Примененный подход характеризуется теоретико-экспериментальным характером исследований и охватывает следующие этапы: анализ, экспериментирование, моделирование и оптимизацию рецептурного состава напитков.

План эксперимента

Для разработки рецептур соков использовали симплекс-центроидный план, подходящий для смесей, в которых сумма переменных (X_1, X_2, X_3) равна 100%,

где X_1 – синяя слива сорта «Габровска»;

X_2 – хурма;

X_3 – столовая свекла.

Симплексные решетчатые планы с семью экспериментами использовались для получения адекватной математической модели изучаемых показателей.

Симплексные решетки были применимы, если для каждого компонента выполнялось следующее условие:

$$0 < X_i < 1 \quad (1),$$

где i – порядковый номер компонента.

Общий тип уравнения, описывающего свойства смесей, имел следующий вид:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 \quad (2),$$

где β_i, β_{ij} и β_{ijk} – коэффициенты уравнения;

X_i – компоненты смеси.

Постановка научного эксперимента.

Разработанная технология производства напитков представлена на рисунке 1.

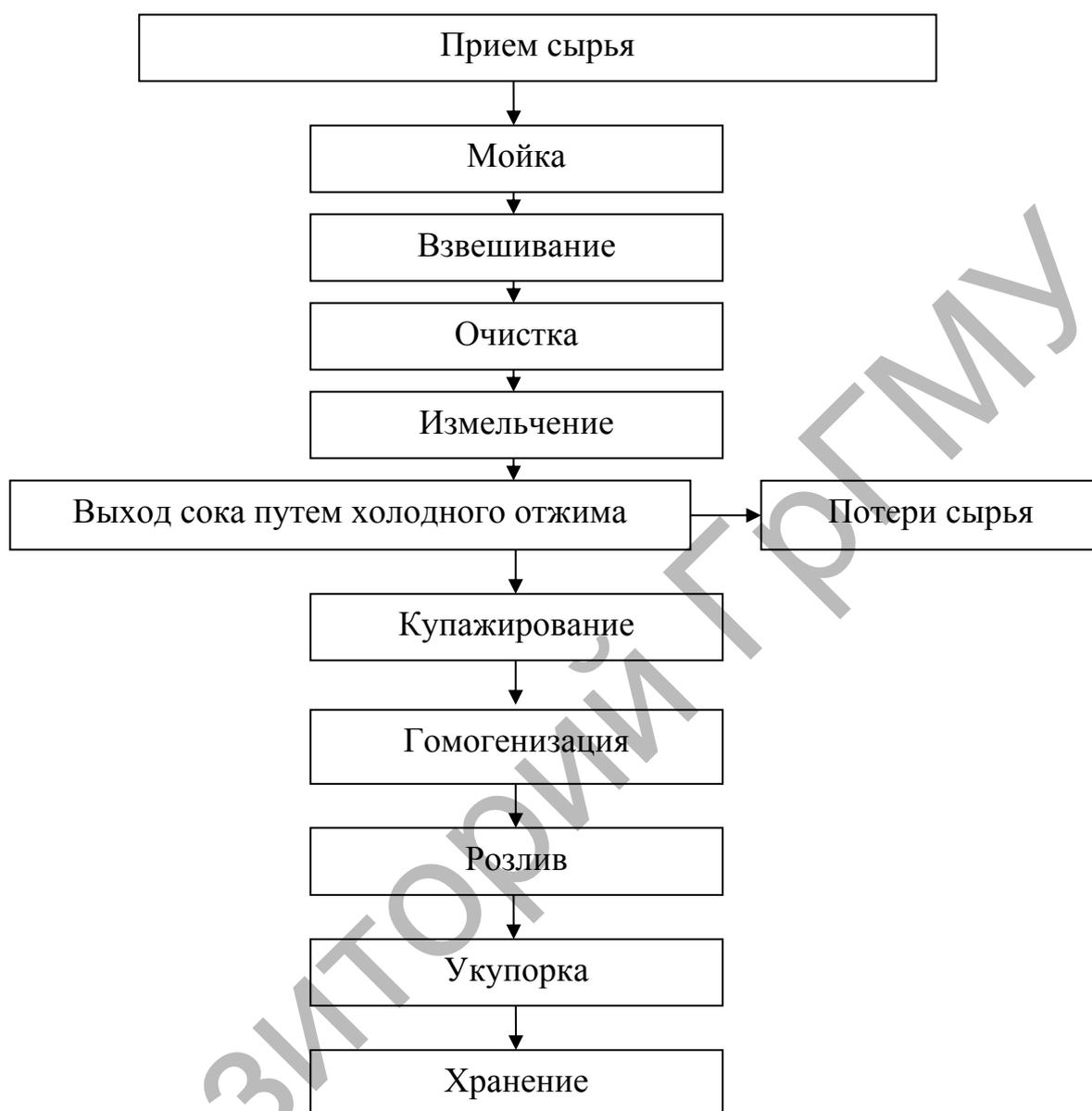


Рисунок 1 – Технология получения напитков

В таблице 1 приведена матрица проведения экспериментальной работы.

Таблица 1 – Матрица проведения эксперимента

Смеси	Компоненты смеси		
	X_1	X_2	X_3
1	100	0	0
2	0	100	0

Продолжение таблицы 1

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 качества пищевых продуктов в г. Пловдив, Болгария.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 2 приведены результаты итоговой оценки органолептических показателей (SV), полифенолов (TPP) и антиоксидантной активности (DPPH-тест) разработанных вариантов напитка из сливы сорта «Габровска», хурмы и столовой свеклы.

Таблица 2 – Результаты итоговой оценки органолептических показателей, полифенолов и антиоксидантной активности разработанных вариантов напитка из сливы сорта «Габровска», хурмы и столовой свеклы

Смеси	Показатели		
	органолептические (SV)	полифенолы (TPP)	антиоксиданты (DPPH)
	баллы	мг GAE/100 г	мкмоль TE/100 г
1	3,75	540,54	3189,19
2	4,25	360,00	3470,80
3	4,00	140,00	2760,70
4	4,25	420,00	529,17
5	4,00	280,00	883,33
6	3,50	436,00	779,17
7	4,50	295,00	487,50

После обработки результатов были получены математические модели разработанного напитка из сливы

«Габровска», хурмы и столовой свеклы по органолептической оценке, суммарному содержанию полифенолов и способности компонентной композиций поглощать радикалы, а именно:

$$SV = 3,75.X_1 + 4,25.X_2 + 4,0.X_3 + 1,0.X_1.X_2 + 0,5.X_1.X_3 - 2,5.X_2.X_3 + 16,5.X_1.X_2.X_3 \quad (3),$$

$$TPP = 540,54.X_1 + 360,0.X_2 + 140,0.X_3 - 121,08.X_1.X_2 - 241,08.X_1.X_3 + 744,0.X_2.X_3 - 2545,38.X_1.X_2.X_3 \quad (4),$$

$$DPPH = 3189,19.X_1 + 3470,8.X_2 + 2760,7.X_3 - 11203,3.X_1.X_2 - 8366,46.X_1.X_3 - 9346,32.X_2.X_3 + 15124,5.X_1.X_2.X_3 \quad (5).$$

Полученные уравнения с высокой точностью отражают изменение концентрации зависимых переменных на уровне $p < 0,05$ при $r > 0,9$.

На рисунках 2, 3 и 4 представлены поверхности отклика по сенсорной оценке, общему содержанию полифенолов и антиоксидантной активности ингредиентного состава напитков, полученных путем купажирования соков из сливы «Габровска», хурмы и столовой свеклы.

Результаты органолептической оценки показателей внешнего вида, цвета, вкуса, запаха и консистенции исследованных пищевых продуктов представлены на рисунке 2, из которых следует, что наиболее популярным среди дегустаторов оказался напиток из трех равных частей компонентного состава, который был оценен на уровне 4,5 баллов.

Низкую бальную оценку получил как монокомпонентный напиток из сливы «Габровска», так и ее сочетание со столовой свеклой: соответственно, 3,75 и 3,5 баллов. Однако купажирование подобранных видов сырья позволило достичь повышения общей сенсорной оценки применительно ко всем монокомпонентным напиткам.

Среди изученных экспериментальных образцов монокомпонентных напитков с самым высоким содержанием общих

полифенолов, в пересчете по галловой кислоте, оказался напиток из сливы сорта «Габровска» – 540,54 мг GAE/100 г), а самые низкие значения по этому показателю имел монокомпонентный напиток из столовой свеклы – 140,0 мг GAЭ / 100 г (рисунок 3).

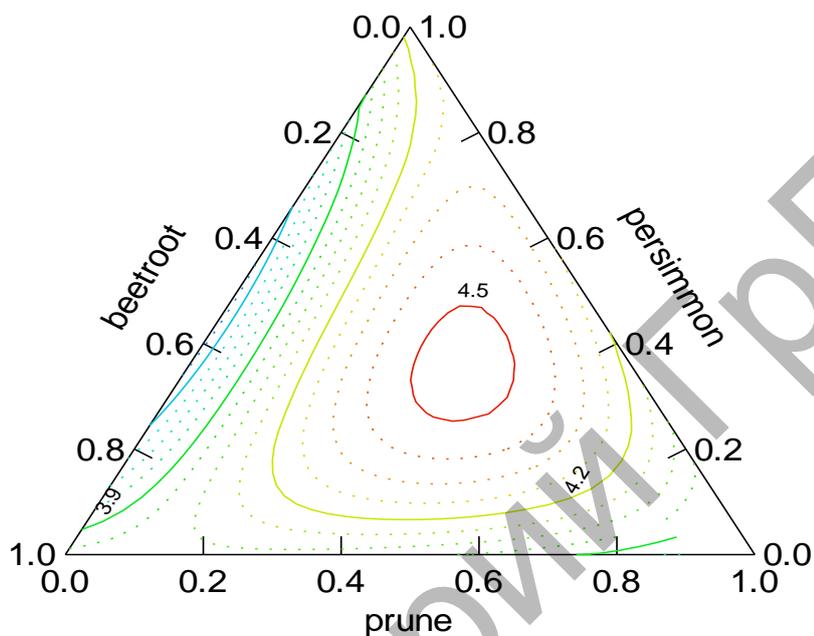


Рисунок 2 – Поверхность отклика общей органолептической оценки напитков из сливы сорта «Габровска», хурмы и столовой свеклы

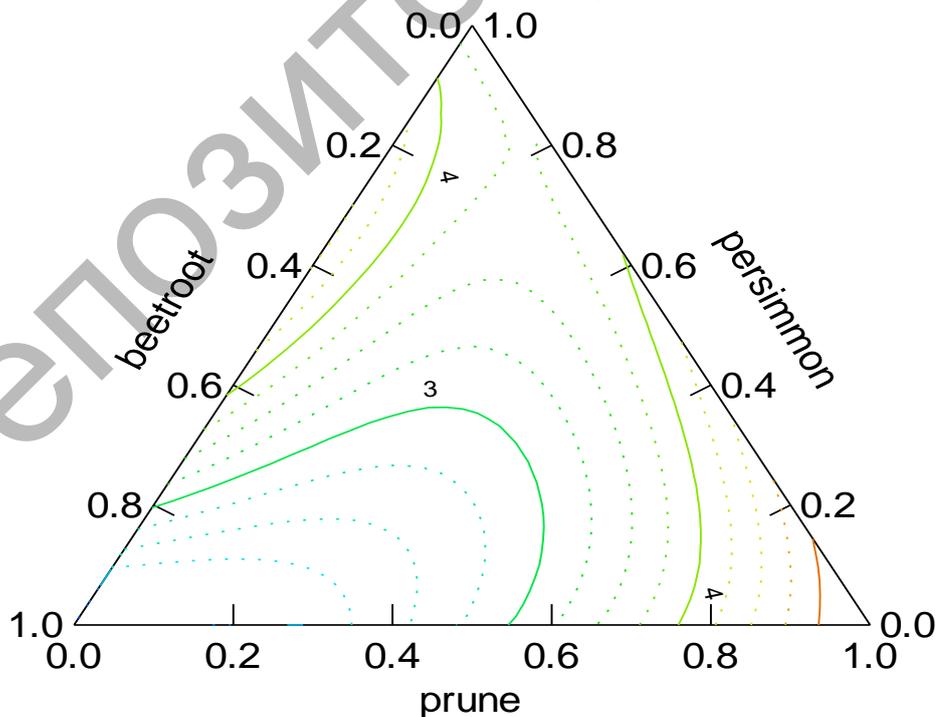


Рисунок 3 – Поверхность отклика TPR (*100) компонентов композиции напитков из сливы сорта Габровска, хурмы и столовой свеклы

Было также установлено, что применением различных избирательных компонентных композиций достичь увеличения содержания полифенолов не удастся. Однако единственным исключением из этого правила стал монокомпонентный напиток из столовой свеклы (разница статистически значима и соответствует разнообразию компонентов, $p < 0,05$).

Было обнаружено, что сочетание выбранных компонентов композиционного состава приводило к снижению их способности поглощать радикалы (рисунок 4). Причем из всех модельных образцов наиболее высокие значения показали монокомпонентные напитки из хурмы и сливы: соответственно, 3470,8 и 3189,19 мкмоль ТЕ/100 г. Низкие же данные по антирадикальной активности были выявлены у многокомпонентных вариантов, причем самые низкие – у варианта 7, который получил оценку 487,5 мкмоль ТЕ/100 г.

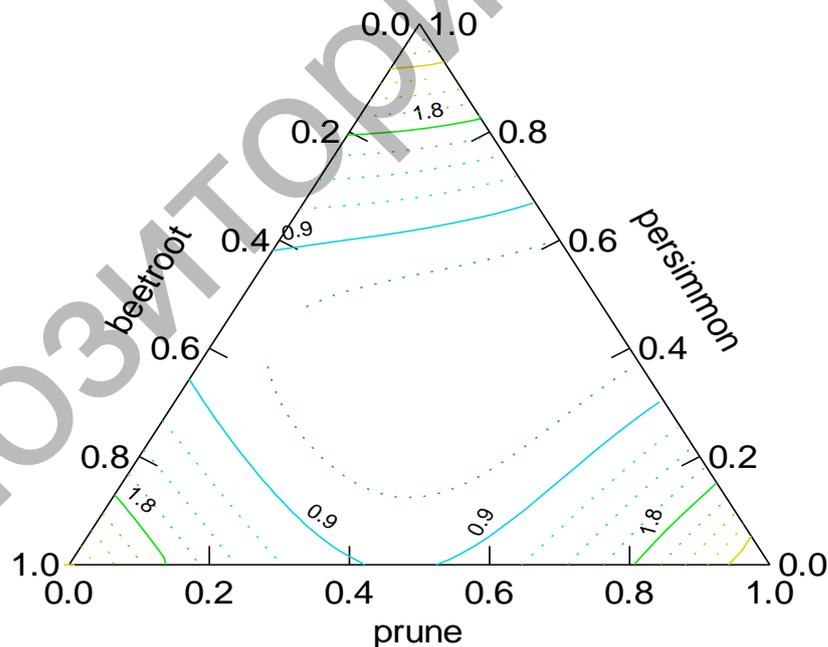


Рисунок 4 – Поверхность отклика DPPH (*1000) компонентов композиции напитков из сливы сорта Габровска, хурмы и столовой свеклы

Следует отметить, что синергизм биологически активных веществ в сырье не приводил к повышению биологической ценности многокомпонентных напитков, а однокомпонентные

напитки в целом характеризовались более высокой биологической ценностью (разница статистически значима и соответствует разнообразию компонентов, $p < 0,05$).

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

Таблица 3 – Цветовые координаты напитков из сливы сорта Габровска, хурмы и столовой свеклы

Смеси	Показатели		
	L	a	b
1	16,30	18,43	12,80
2	33,30	15,40	30,00
3	1,46	12,11	1,93
4	29,89	17,47	20,25
5	13,98	15,41	4,65
6	9,56	22,76	6,64
7	13,56	26,65	11,14

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

$$L = 16,3 \cdot X_1 + 33,3 \cdot X_2 + 1,46 \cdot X_3 + 20,38 \cdot X_1 \cdot X_2 + 20,43 \cdot X_1 \cdot X_3 - 31,29 \cdot X_2 \cdot X_3 - 121,92 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (6);$$

$$a = 18,43 \cdot X_1 + 15,4 \cdot X_2 + 12,11 \cdot X_3 + 2,21 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,55 \cdot X_1 \cdot X_3 + 36,0 \cdot X_2 \cdot X_3 + 189,78 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (7);$$

$$b = 12,8 \cdot X_1 + 30,0 \cdot X_2 + 1,93 \cdot X_3 - 4,61 \cdot X_1 \cdot X_2 - 10,85 \cdot X_1 \cdot X_3 - 37,31 \cdot X_2 \cdot X_3 + 56,55 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (8).$$

Полученные уравнения с большой точностью описывают изменения координат цвета.

Проведенные измерения показателя яркости цвета разработанных экспериментальных образцов напитка из сливы сорта Габровска, хурмы и столовой свеклы позволили установить, что наибольшим значением яркости отличался

напиток из хурмы – 33,3, а наименьшим – напиток, полученный из свеклы (1,46).

Как свидетельствуют результаты, представленные на рисунке 5, в сочетаниях выбранных компонентов яркость снижалась по сравнению с монокомпонентными напитками из габровской сливы и хурмы (разница статистически значима и соответствует разнообразию компонентов, $p < 0,05$).

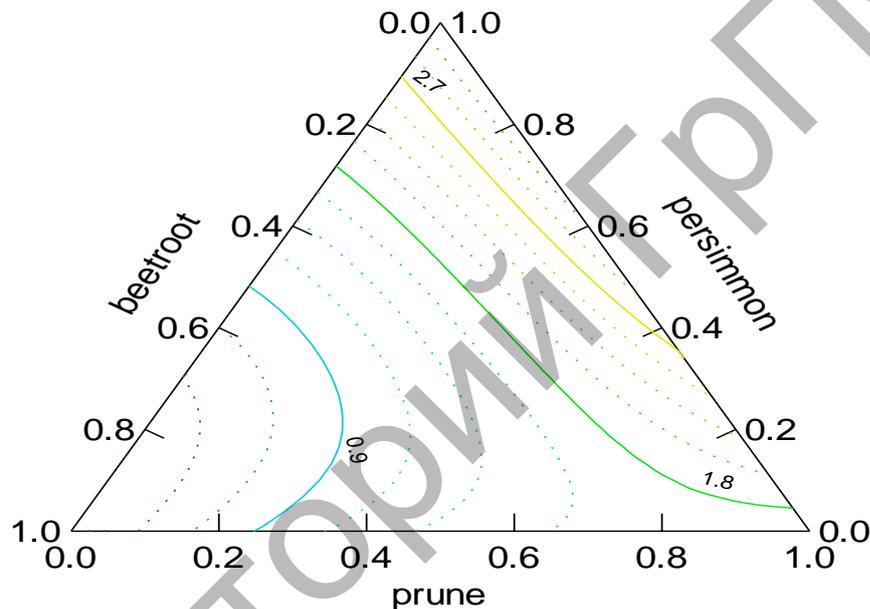


Рисунок 5 – Поверхность отклика по яркости цвета (*10) компонентов композиции напитков сливы сорта Габровска, хурмы и столовой свеклы

Результаты по красной составляющей цвета показывают, что самым высоким значением среди монокомпонентных напитков отличался сок из сливы сорта Габровска – 18,43. Для всех остальных вариантов самым низким значением по красной составляющей обладал напиток из красной свеклы – 12,11.

Проведенные измерения выявили, что у модельных многокомпонентных вариантов 6 и 7 показатели, характеризующие интенсивность красного цвета, количественно возрастали относительно монокомпонентных напитков из подобранного сырья (разница статистически значима и соответствует разнообразию компонентов, $p < 0,05$).

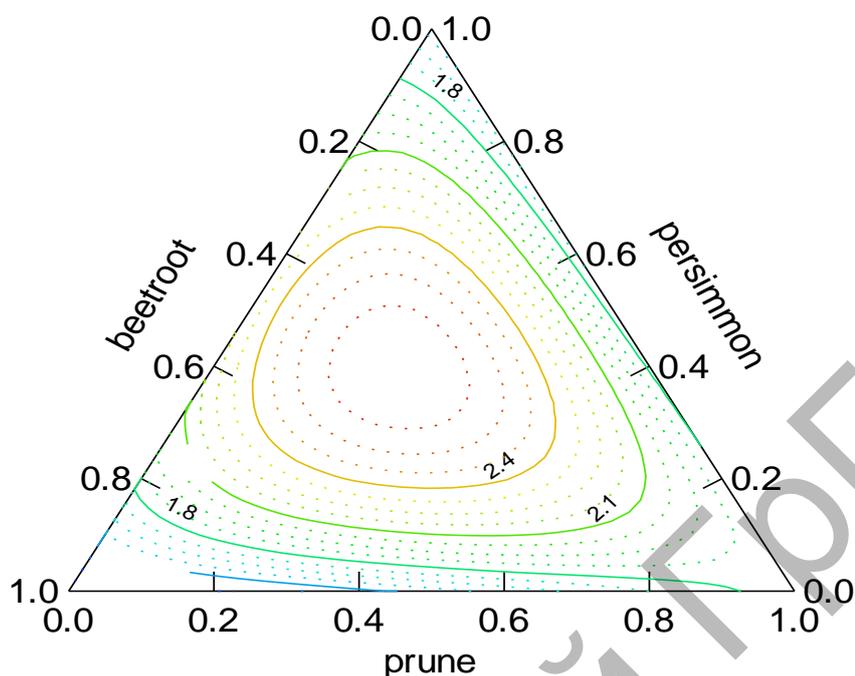


Рисунок 6 – Поверхность отклика красной составляющей а (*10) компонентов композиции напитков из сливы «Габровска», хурмы и свеклы

Наиболее высоким значением по желтой составляющей цвета «+b» отличался напиток из хурмы – 30,0. Причем у этого опытного образца желтый цвет доминировал над красной составляющей.

Для всех остальных образцов показатели интенсивности желтого цвета оказались невысокими, а самым низким значением характеризовался напиток из свеклы – 1,93.

Как свидетельствуют результаты, представленные на рисунке 7, у многокомпонентных вариантов напитка с добавлением отдельных компонентов интенсивность желтого цвета ослабевала относительно монокомпонентных вариантов из хурмы и сливы сорта «Габровска» (разница статистически значима и соответствует разнообразию компонентов, $p < 0,05$).

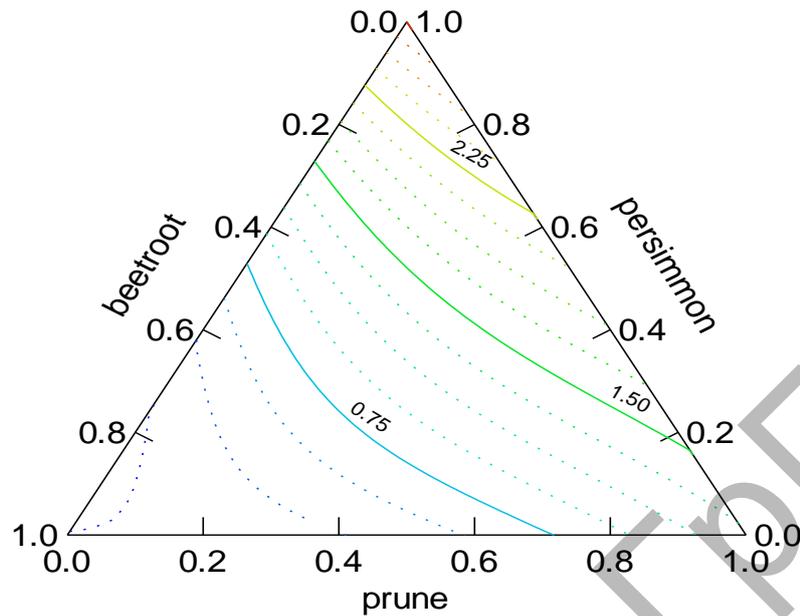


Рисунок 7 – Поверхность отклика желтой составляющей b (*10) компонентов композиции напитков из синей сливы, хурмы и столовой свеклы

Оптимизация.

Оптимизацию компонентного состава напитка из соков из сливы сорта Габровска, хурмы и свеклы проводили, основываясь на следующих целевых функциях: общей органолептической оценке (SV), содержании общих полифенолов (TPP) и антиоксидантной активности (DPPH).

Целевые функции и их пределы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы целевых функций оптимизации композиций напитка из соков сливы, хурмы и свеклы

Целевая функция	Пределы целевой функции
Органолептическая оценка (SV)	> 4,0
Суммарное содержание полифенолов (TPP)	> 300,0 mgGAE/100g d.b.
Антиоксидантная активность (DPPH)	> 600Ю0 $\mu\text{molTE}/100\text{g d.b.}$

Оптимальная область компонентного состава напитка, приготовленного из габровской сливы, хурмы и столовой свеклы, представлена на рисунке 8.

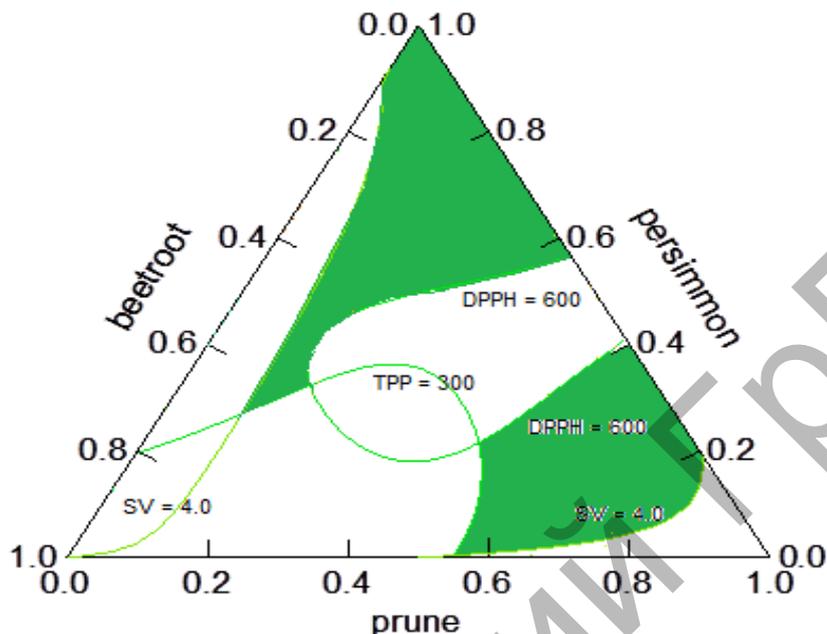


Рисунок 8 – Графическая оптимизация компонентного состава напитков из сливы сорта Габровска, хурмы и свеклы

Выводы. В результате полученных математических моделей содержания полифенольного комплекса, антиоксидантной активности, оцененной путем определения способности поглощать радикалы (тест DPPH) и органолептической оценки, оптимизирован состав разработанных экспериментальных образцов напитков на фруктовой и овощной основе, полученных методом холодного прессования: сливовый напиток – 55%; хурма 20–40% или 55–100% и свекла – до 15%.

Литература

1. Benzie, I. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay / I. Benzie, J. Strain // *Anal. Biochem.* – 1996. – Vol. 239. – P. 70–6.
2. Brand-Williams, W. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M. Cuvelier, C. Berst // *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie.* – 1995. – Vol. 28. – P. 25–30.

3. Singleton, V. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents / V. Singleton, J. Rossi // *Am. J. Enol. Viticult.* – 1965. – Vol. 50. – P. 3828–34.

References

1. 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 (in English).

2. 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 (in English).

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

Поступила 10.05.2025.

Адрес для корреспонденции: petie@gbg.bg

УДК 664.8; 663.813

РАЗРАБОТКА ФРУКТОВО-ОВОЩНОГО НАПИТКА ИЗ КИВИ, ОГУРЦОВ И ШПИНАТА

¹П.Х. Иванова: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2475-6860>,

²Т.В. Петрова: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5447-9577>

¹Институт хранения, переработки и качества пищевых продуктов,
г. Пловдив, Республика Болгария

²Сельскохозяйственная академия Болгарии,
г. София, Республика Болгария

DEVELOPMENT OF FRUIT AND VEGETABLE DRINK MADE FROM KIWI, CUCUMBER AND SPINACH

¹P.H. Ivanova: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2475-6860>,

²T.V. Petrova: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5447-9577>

¹Institute of Food Preservation and Quality, Plovdiv,

²Agricultural academy, Sofia, Bulgaria

Реферат

Цель исследования: оптимизировать состав многокомпонентного сока, полученного путем холодного прессования из киви, огурцов и шпината.