

# МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

---

УДК 634.222; 664.85

## РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО ПРОДУКТА «ПАСТИЛА ИЗ СИНИХ СОРТОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ (PRUNUS DOMESTICA) И ОБЛЕПИХИ (HIPPOPHAE RHAMNOIDES)»

**Иванова Петя Христофорова**

Кандидат наук (доктор), доцент отдела «Пищевых технологий». Институт консервирования и качества пищевых продуктов. Пловдив, Болгария. E-mail: petjofi@gbg.bg

**Михова Теодора Милкова**

Кандидат наук (доктор), г. н.с. Институт горного животноводства и земледелия. Троян, Болгария. E-mail: teodora.mihova@gmail.com

## DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE HIGH CONCENTRATED PRODUCT "PASTILA" FROM BLUE VARIETIES OF PLUMS (PRUNUS DOMESTICA) AND SEA-BUCKTHORN (HIPPOPHAE RHAMNOIDES)

**Ivanova Petya Hristoforova**

Associate Professor, Ph.D. "Department of Food Technologies". Institute of Food Preservation and Quality. Plovdiv, Bulgaria. E-mail: petjofi@gbg.bg

**Mihova Teodora Milkova**

Assistant, Ph.D. Institute of Mountain Livestock and Agriculture. Troyan, Bulgaria. E-mail: teodora.mihova@gmail.com

**Следует цитировать / Citation:**

Иванова П. Х., Михова Т. М. Разработка инновационного высококонцентрированного продукта «Пастила из синих сортов сливы домашней (*Prunus Domestica*) и облепихи (*Hippophae Rhamnoides*)» // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. — 2019. — № 4 (15). Спецвыпуск по гранту РФФИ № 19–013–20149\19. — С. 204–211. URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>

Ivanova P. H., Mihova Teodora M. 2019. Development of an innovative high concentrated product “Pastila” from blue varieties of plums (*Prunus Domestica*) and sea-buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*). Health, Physical Culture and Sports, 4 (15), pp. 204–211. (in Russian). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>.

Поступило в редакцию / Submitted 20.08.2019

Принято к публикации / Accepted 24.10.2019

**Аннотация.** Созданы два варианта пастилы по традиционному рецепту. Исследованы показатели качества сырья и полученных продуктов.

Первый вариант пастилы получили из сорта сливы домашней «Габровска», выделенного после тщательного изучения среди традиционно выращиваемых сортов слив в районе города Троян.

Второй вариант пастилы получен из сорта сливы «Габровска» и облепихи сорта «Сибирская».

Плоды выращены в садах Института горного животноводства и земледелия, г. Троян, и предоставлены Институту консервирования и качества пищевых продуктов в г. Пловдив для дальнейшей разработки.

Агрономический сорт сливы «Габровска» создан в Болгарии. Он получен путем скрещивания двух сортов сливы «Кюстендилска» и «Монфорска» в 1951 году в Опытной станции по выращиванию сливы в г. Дряново.

Плоды пригодны для употребления в свежем виде, сушки, заморозки, компотов, мармелада и варенья.

Сорт «Сибирская» относится к ранним созревающим сортам облепихи. Ее ягоды крупные, овальной формы. Ягоды содержат большой набор витаминов С, А, группы В (В1, В2, В6), Е, К, каротина (провитамином А) и каротеноида. Ягоды облепихи богаты минеральными веществами — калий, кальций, магний, железо, цинк, йод, марганец, медь, хром, селен, никель, титан и бор, а также содержит восемь типов аминокислот.

Сорт «Габровска» отличается высоким содержанием сухих веществ, заметной активной кислотностью и антиоксидантной активностью. Лучшими результатами по цветовым показателям и содержанию общих полифенолов отличился сорт облепихи «Сибирская».

Из проведенного сравнительного анализа двух вариантов пастилы видно, что инновационный продукт «Пастила из синих сортов сливы домашней и облепихи» отличается более высокими значениями антиоксидантной активности, содержанием общих полифенолов, и более выраженными качественными и количественными характеристиками цвета. Он получил более высокий балл от проведенной сенсорной оценки, по сравнению с одноплодной пастилой из синих слив.

**Ключевые слова:** пастила, облепиха, чернослива, антиоксидантная активность, общие полифенолы, цвет, сенсорная оценка.

**Abstract.** It was created two versions of “Pastila” according to the traditional recipe. The quality indicators of raw materials and products obtained were investigated.

The first version of the pastille was obtained from the plum variety “Gabrovska”, selected, after careful study, among the traditionally cultivated plum varieties in the region of the city of Troyan.

The second version of the pastille is obtained from the plum variety “Gabrovska” and the sea-buckthorn from the Siberian variety.

The fruits were grown in the gardens of the Institute of Mountain Livestock and Farming, Troyan and provided to the Institute of Food Preservation and Quality, Plovdiv for further development.

The variety “Gabrovska” is created in Bulgaria. It was obtained by crossing two varieties of “Kyustendilska” and “Monforska” plums in 1951 at the Experimental Plum Plant in Dryanovo.

The fruits are suitable for fresh consumption, drying, freezing, stewed fruit, marmalade and jam.

Sibirskaya variety belongs to the early ripening. Its berries are large, oval in shape and contain a large set of vitamins C, A, group B (B1, B2, B6), E, K, carotene (provitamin A), and carotenoids. They are rich of mineral composition — potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, iodine, manganese, copper, chromium, selenium, nickel, titanium and boron, as well as eight types of amino acids.

Variety “Gabrovska” has a high dry matter content, marked active acidity and antioxidant activity. The best results in terms of color and content of total polyphenols were distinguished by the Siberian sea buckthorn variety.

The comparative analysis shown that the innovative product “Pastila from blue varieties of plums (prunes) and sea-buckthorn”, has higher values of antioxidant activity, total polyphenol content, and more pronounced qualitative and quantitative color characteristics. The product received a higher score from the sensory evaluation, compared with a single-fruit blue plum pastil.

**Key words:** pastila, plums, sea buckthorn, antioxidant activity, total polyphenols, color, sensory evaluation.

**Актуальность.** Пастила — это традиционный продукт, изготавливаемый путем выпаривания фруктового пюре до получения вязкой массы, которую раскатывают тонким слоем и подвергают сушке до достижения 77–80% содержания сухих веществ [1, с. 243–244; 2, с. 897–901; 8, с. 71–77].

В Болгарии в основном изготавливают пастилу из синих сортов сливы домашней, но встречаются и пастилы из кизила, абрикосов и др. [1, с. 243–244] Для обогащения сортамента фруктовых продуктов высокой концентрации, предназначенных для специализированного питания подростков и людей, работающих в экстремальных условиях труда, в торговой сети предлагаются новые виды продукты, подобные пастиле — фруктовые таблетки, фруктовые леденцы и разные фруктовые десерты, обогащенные биологически активными веществами и микроэлементами [1, с. 243–244; 3, с. 26–33].

**Цель и задачи.** Данное исследование ставит себе целью создать инновационный продукт «Пастила из синих сортов сливы домашней и облепихи» и сравнить его показатели качества и биохимический состав с показате-

лями пастилы из синих сортов сливы домашней (черносливы).

**Описание методов и методик проводимого исследования.**

**Сырье.** Агротомический сорт сливы «Габровска» создан в Болгарии. Он получен путем скрещивания двух сортов сливы «Кюстендилска» и «Монфорска» в 1951 году в Опытной станции по выращиванию сливы в г. Дряново. Плоды созревают в первой декаде августа. Они крупные, весом в среднем 32 г. Форма у них овальная, по бокам сплюснутая, симметрическая. Кожица темно-синего цвета, с толстым восковым налетом. Мякоть — светлая, желто-коричневая, нежная, плотная, сочная, обладает отличным сладким вкусом и приятной кислотностью, косточка легко отделяется.

Разновидность является стерильной. Хорошими опылителями для Габровска являются сорта Стэнли, Стринава, Альтанова Ранклода. Плоды пригодны для употребления в свежем виде, сушки, заморозки, компотов, мармелада и сладкого.

**Облепиха сорта «Сибирская».** Сорт «Сибирская» относится к ранним созревающим сортам облепихи. Ее ягоды крупные, овальной

формы, созревают в середине августа, высота куста достигает до 2,50 м.

Облепиха — это поливитаминное растение. Ягоды содержат большой набор витаминов С, А, группы В (В1, В2, В6), Е, К. [4, с. 6136–6142]. Содержание витамина С варьирует в пределах от 80–100 до 400–500, а у некоторых сортов — достигает до 800 мг% [5, с. 370–380]. Ягоды облепихи богаты каротином (провитамин А), а также каротиноидами [6, с. 329–356]. Содержание витамина Е находится в пределах 7 до 18 мг%, а витамина К — от 0,8 до 1,5 мг%. Облепиха содержит кумарин и оксикумарин, которые предотвращают образование тромбов в кровеносных сосудах. Ягоды облепихи также богаты минеральным составом — калий, кальций, магний, железо, цинк, йод, марганец, медь, хром, селен, никель, титан и бор, а также восемь типов аминокислот. Сахар — в небольших количествах, в основном глюкоза и фруктоза. Органические кислоты представлены яблочной, винной, хинной, янтарной, кофейной, лимонной, хлорогеновой и тому подобными кислотами [11, с. 89–97]. Из ягод изготавливают знаменитое облепиховое масло, которое используется перед сном, для заживления ран от мороза, жжения и облучения [10, с. 393–398]. Оно считается хорошим средством от гастрита, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, нейтрализует причины возникновения дизентерии, тифа, стафилококков и стрептококков и т. д. [7, с.18–20].

**Реагенты.** Следующие реагенты были использованы для достижения поставленных целей: DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), Trolox [ (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоксилна кислота) ] (Sigma-Aldrich, Steinheim, Германия); реагент Folin-Ciocolteus (FC-реагент) (Merck, Darmstadt, Германия); галловая кислота моногидрат (Fluka, Buchs, Швейцария). Все реагенты чистые для анализа.

**Подготовка проб к анализу.** Сначала отбирают пробу массой в 5 г от сырья/продукта и вводят при помощи метилового спирта в мерительную колбу емкостью 50 мл, заполняя 2/3 ее объема. После 30-минутного выдерживания при температуре 20–25 °С содержимое колбы доводят до метки. Затем пропускают через свернутый фильтр и обследуют содержание об-

щих полифенолов и проводят оценку радикал-улавливающей способности.

#### **Методы исследования:**

✓ *Определение содержания общих полифенолов (TPP)*

Содержание общих полифенолов определяют методом Singleton and Rossi [9, с.144–158] в следующей модификации: 0,1 мл экстракта, ~ 7 мл дистиллированной воды, 0,5 мл реагента Фоли-Чокальтеу (разбавленный 1:4 дистиллированной водой) и 1,5 мл 7,5% (вес/объем) водного раствора карбоната натрия последовательно дозируют в 10 мл измерительную пробирку. Доводят до отметки дистиллированной водой. После выдерживания в течение 2 часов при 20–25 °С поглощение реакционной смеси измеряли при длине волны света 750 нм. Аналогичную заготовку готовили с использованием дистиллированной воды вместо экстракта. Полученные результаты представлены в виде эквивалента галловой кислоты (GAE) на 100 г сырья/продукта.

✓ *Определение антирадикальной активности (DPPH- тест)*

Антирадикальную активность (радикал-улавливающую способность) определяли по методу Бранд-Вильямсеталя [12, с. 25–30] в следующей модификации: 2250 мкл раствора DPPH (2,4 мг DPPH в 100 мл метанола) и 250 мкл экстракта, предварительно разбавленного дистиллированной водой в объемном соотношении 1:3, дозировали в кювету. Аналогичную заготовку готовили с использованием метанола вместо экстракта. После выдержки закрытых кювет в темноте в течение 15 минут при 20–25 °С поглощение реакционной смеси измеряли при длине волны света 515 нм. Полученные результаты представлены в виде эквивалентов Trolox (TE) на 100 г экстракта.

Все измерения были выполнены на UV-Vis спектрофотометре модели на ThermoFisherScientific, Madison, WI, USA, применяя кюветы длиной оптического пути в 1 см.

✓ *Содержание сухих веществ* (по рефрактометру), % — БДС 17257–91щ;

✓ *Активная кислотность* (рН) — БДС 11688–93щ;

✓ *Определение цвета* по Гарднеру — инструментально на лабораторном аппара-

те GOLORGRAD2000, производителя BYK-GARDNERINC (USA).

Расчет показателей проделан в соответствии с системой CIELab. Для измерения приняты цветовые координаты **L**, **a** и **b**, где: **L** — яркость цвета; **+a** — красный цвет; **+b** — желтый цвет; **— b** — синий цвет.

✓ *Проведение сенсорного/органолептического анализа*

Образцы предоставляются для органолептической оценки дегустаторам, каждый из которых заполняет анкету дегустации. Продукты оцениваются по следующим характеристикам: внешний вид, вкус, запах, консистенция, цвет.

Для отдельных признаков качества изделий установлены коэффициенты значимости.

- Внешний вид — 0,2;
- Цвет — 0,2;
- Консистенция — 0,15;
- Вкус — 0,3;
- Запах — 0,15.

Оценка проводится по шкале от 1 до 5 баллов (с шагом 0,25), что соответствует качеству пробы согласно соответствующему показателю. Таким образом, производится окончательная оценка качества образца на основе общего полученного балла:

- 4,50 ÷ 5,00 оценка сырья/продукта — «очень хорошо»;
- 4,00 ÷ 4,49 оценка сырья/продукта — «хорошо»;
- 3,50 ÷ 3,99 оценка сырья/продукта — нуждается в улучшении;
- ниже 3,50 оценка сырья/продукта — нуждается в заметном улучшении.

✓ *Математико-статистическая обработка*

Представленные результаты представляют собой средние арифметические значения,

по меньшей мере трех параллельных определений с коэффициентами вариации менее 5%.

**Подготовка и проведение эксперимента.** Разработанные продукты производятся по традиционной рецептуре в следующих технологических этапах:

— Первый продукт «Пастила из синих сортов сливы домашней (чернослива)», получают на следующих технологических этапах: прием, инспектирование, мойка, разрезание половинок, термическая обработка при 96–98 °С в течение 20 минут, протирка фруктовой массы, добавление сахара, гомогенизация, сушка.

— Второй продукт «Пастила из синих сортов сливы домашней (чернослива) и облепихи» получается на следующих этапах: прием сырья, инспектирование, мойка, удаление косточек сливы, разрезание слив на половинки, термическая обработка при 96–98 °С в течение 20 минут, протирка фруктовой массы, смешивание облепихового сока с сахаром, гомогенизация, сушка.

— Получение облепихового сока для применения в приготовлении «Пастила из синих сортов сливы и облепихи» производится на следующих этапах: прием, инспектирование, промывка, получение сока холодного отжима с помощью соковыжималки NS-750 Kuvings Silent Juicer, преимуществом которой является низкая скорость экстракции сока, что помогает сохранить питательные вещества.

Смешивание ингредиентов происходит при следующем соотношении: для первого варианта пастилы — сливы: сахара, 5:1, а для второго — сливы: сока облепихи: сахара — 5: 3: 1.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты проведенных анализов сырья приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические и биохимические показатели сливы и облепихи**

Сырье	Содержание сухих веществ, по рефрактометру, %	pH	L (яркость цвета)	a (красный оттенок цвета)	b (желтый оттенок цвета)	Общие поли-фенолы, mgGAE/100 g	Антиоксидантная активность $\mu\text{molTE}/100\text{ g}$
Облепиха сорта «Сибирская»	14,21	3,24	55,94	31,46	65,59	1104,88	579,17
Слива сорта «Габровская»	23,23	3,53	16,30	18,43	12,80	442,36	4800,00

Предварительное исследование показало, что с технологической точки зрения целесообразно использовать сливы сорта «Габровская» для обработки, так как стабильность и интенсивность их цвета после технологических процессов являются лучшими.

Сравнительный анализ сырья показывает, что более высоким уровнем сухого вещества обладают сливы сорта «Габровская», в то время как активная кислотность плодов близка и варьирует в пределах от 3,24 до 3,53.

Цветовые характеристики, яркость цвета, красная и желтая составляющая цвета в выбранном сырье выше у облепихи по сравнению с черносливом.

Анализируемые биохимические показатели сырья в пересчете на общее содержание полифенолов, в облепихе в 2,5 раза выше, чем в черносливе. Выявленная антирадикальная способность в сырье показывает в 8,3 раза более высокое значение для сорта «Габровская», чем для облепихи.

Подобранные, таким образом, показатели и полученные результаты дали начало разработ-

ке нового инновационного продукта пастилы из сливы и облепихи по традиционной технологии, чтобы улучшить качество пастилы из сливы.

В таблице 2 представлены результаты физико-химического и биохимического анализов разработанных вариантов пастилы.

Разработанный вариант пастилы из чернослива по сравнению с исходным сырьем, с точки зрения цветовых характеристик, имеет повышенную яркость цвета, но количественные цветовые характеристики красного и желтого цветовых тонов значительно снижаются в 5 и 13,2 раза соответственно во время термической обработки и сушки (рис. 1).

Яркость продукта «Пастила из чернослива и облепихи» увеличилась на 2,6 раза только относительно на яркости сырого чернослива, в то время как у облепихи — снижается на 1,3 раза.

Качественные цветовые характеристики красной цветовой составляющей исходного сырья снижаются в продукте, в результате технологической обработки, с 1 раза в плодах сливы до 1,8-раза у облепихи.

Таблица 2

Физико-химические и биохимические показатели разработанных вариантов пастил

Наименование продукта	L	a	b	Общие полифенолы, mgGAE/100g	Антиоксидантная активность, μmolTE/100g
	(яркость цвета)	(красная окраска)	(желтая окраска)		
Пастила из сливы сорта «Габровская»	28,76	3,67	0,97	316,23	375,00
Пастила из сливы сорта «Габровская» и облепихи сорта «Сибирская»	42,35	17,565	33,28	335,07	14500,00

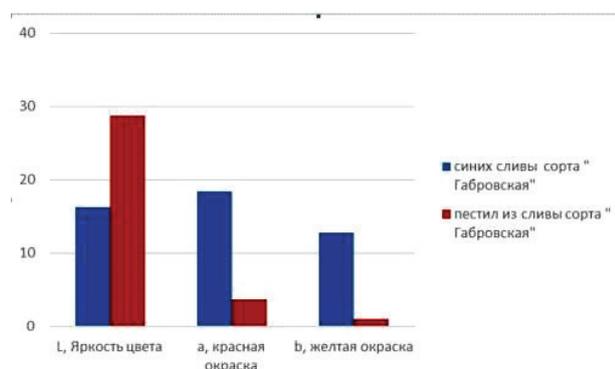


Рис. 1. Цветовые характеристики пастилы из сливы

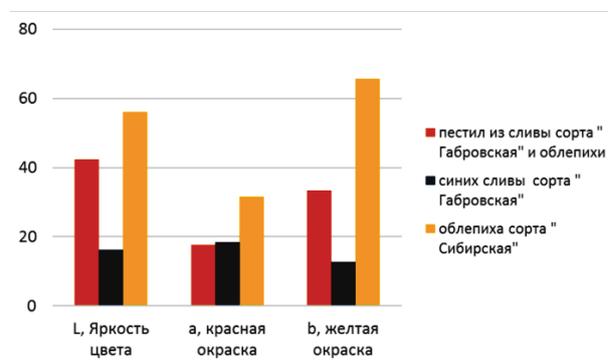


Рис. 2. Цветовые характеристики пастилы из сливы и облепихи

В результате технологических процессов производства пастилы, приблизительно в 2 раза снижается количество желтого цвета у облепихи.

При сравнении желтой составляющей окраски разработанного продукта и сырья чернослива значение возросло в 2,6 раза, что дает основание резюмировать, что с включением сока из облепихи в рецептуру пастилы, качественные и количественные цветовые характеристики инновационного продукта улучшаются. (рис. 2).

На рисунках 3 и 4 показаны результаты биохимических анализов по двум показателям: общее содержание полифенолов и антиоксидантная активность двух вариантов пастилы.

Из рисунков видно, что пастила из чернослива и облепихи отличается более высокими статистически различимыми значениями по обоим показателям, чем пастила из синих сортов сливы.

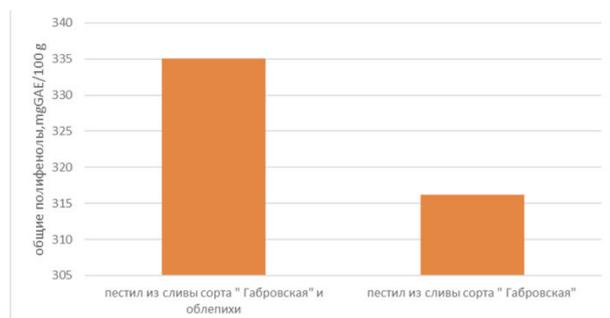


Рис. 3. Содержание общих полифенолов разработанных вариантов пастилы

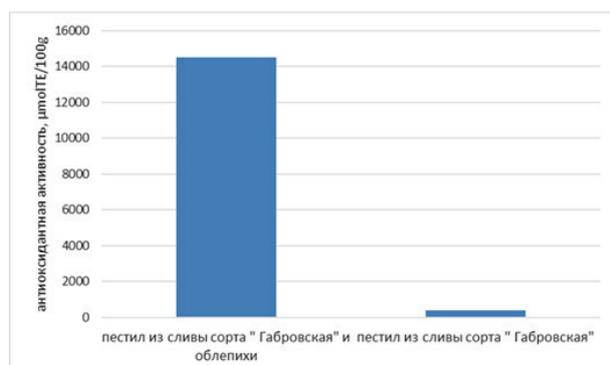


Рис. 4. Антиоксидантная активность разработанных вариантов пастилы

На рисунке 5 показана отрицательная линейная зависимость со средним коэффициентом

детерминации  $R^2 = 0,688$  между общим содержанием полифенолов и антиоксидантной активностью продукта «Пастила из чернослива и облепихи».

Для продукта «Пастила из чернослива» такая зависимость не была установлена.

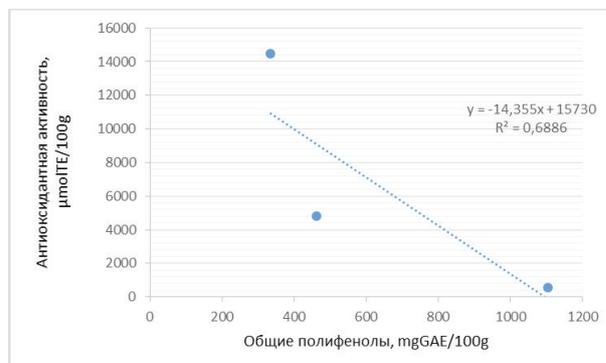


Рис. 5. Линейная зависимость между содержанием общих полифенолов и антиоксидантной активностью пастилы из чернослива и облепихи

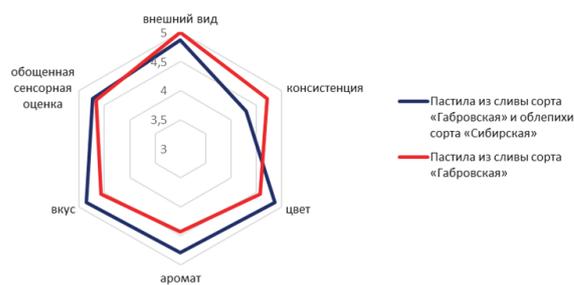


Рис. 6. Сенсорная оценка разработанных ассортиментов пастилы

Обученными дегустаторами проводилась сенсорная оценка разработанных продуктов по следующим характеристикам: внешний вид, консистенция, цвет, аромат по пятибалльной шкале.

Результаты приведены в графическом виде на рисунке 6.

По общему мнению дегустаторов, разработанные продукты отличаются очень хорошим внешним видом; консистенцией, характерной для пастилы, и цветом, характерным для применяемого сырья, прошедшего термические процессы. Лучшим ароматом отличился продукт «Пастила из чернослива и облепихи».

Общая сенсорная оценка выше для варианта продукта «Пастила из чернослива и облепихи», чем для варианта «Пастила из чернослива».

**Заключение (рекомендации).** Было выбрано два вида сырья — сливы сорта «Габровская» и облепиха сорта «Сибирская», которые были выращены и предоставлены Институтом горного животноводства и земледелия — Троян для разработки инновационного продукта.

Установлено, что в соответствии с изученными параметрами, сливы сорта «Габровская» имеют высокие уровни содержания сухих веществ, активной кислотности и антиоксидантной активности.

По цвету и содержанию общих полифенолов в результатах лидировало сырье облепиха сорта «Сибирская».

Сравнительный анализ разработанного ассортимента пастил показал, что инновационный продукт «Пастила из чернослива и облепихи» показал более высокие значения антиоксидантной активности и общего содержания полифенолов. Этот продукт отличается лучшими качественными и количественными цветовыми характеристиками, и получил более высокий балл общей сенсорной оценки по сравнению с одноплодным продуктом Пастила из чернослива.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малчев Пл. Моллов, 2008, Технология консервирования фруктовых и овощных концентратов и фруктово-сахарных продуктов, второе издание. «Контраст», Стара Загора. С. 243–244.
2. Cagindi O., Otles S. 2005. Comparison of some properties on the different types of pestil: traditional product in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: pp.897–901.
3. Garcia- Parra J., Gonzales-Cebrino F., Cava R., Ramirez R. 2014. Effect of a different high pressure thermal processing compared to a traditional thermal treatment on a red flesh and peel plum puree. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, pp. 26–33.
4. Kallio H., Yang B., & Peippo P. 2002. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (21), pp. 6136–6142.
5. Li T. S. C., Schroeder W. R. 1996. Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.): A multipurpose plant. *HortTechnology*, 6, pp. 370–380.
6. Li T. S. C., & Wang L. C. H. 1998. Physiological components and health effects of ginseng, echinacea and sea buckthorn. In G. Mazza (Ed.), *Functional foods, biochemical and processing aspects*. Lancaster, PA: Technomic, pp. 329–356.
7. Mingyu Xu, Xiaoxuan Sun, & Jinhua Cui. 2001. The medicinal research on sea buckthorn. *International workshop on sea buckthorn*, 18–21 February 2001.
8. Rajchl A., Cizkova H., Sevcik R., Jodasova A., Voldrich O. 2013. Analytical data for plum paste as a tool for evaluation of plum paste authenticity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 52, 1. pp.71–77.
9. Singleton V. L., Rossi J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: pp.144–158.
10. Thomas S. C. Li. 2002. *Product Development of Sea Buckthorn*. Reprinted from: *Trends in new crops and new uses*. J. Janick: pp. 393–398.
11. Yang B. 2009. Sugars, acids, ethyl  $\beta$ -D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *Food Chemistry*, 112, 89–97.
12. Williams B. W., Cuvelier M., Berst C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 28: pp. 25–30.
13. Zohary D., Hopf M. and Weiss E. 2012. *Domestication of plants in the old world. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile valley*. Oxford University Press, Oxford.