

ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

IRSTI 65.35.33

https://doi.org/10.53939/1560-5655_2026_1_69

**Mukhamadiev B.T.¹, Mirzaeva Sh.U.²,
Razhabova G.A.², Khalilova F.M.²**

¹Bukhara State Technical University, Bukhara c., Uzbekistan

²Bukhara State University, Bukhara c., Uzbekistan

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF LODGES FROM FIG FRUITS (*Ficus carica* L.)

Abstract. Fig fruits (*Ficus carica* L.), also known as the fig tree, is fruit subtropical A deciduous plant that is widely consumed as food in many countries, figs have a wide range of culinary uses, being consumed fresh, dried, candied, and candied. Their inclusion in the diet is characteristic of the Mediterranean diet, which is recognized as one of the healthiest diets and is associated with an increased lifespan. Due to the short shelf life of ripe figs, their production or processing into a new end product, such as pastilles, could contribute to the use and popularization of this tropical fruit and provide a wide range of products. Therefore, the aim of this study was to develop fig pastilles and determine the physicochemical properties and sensory characteristics of fig pastilles. A total of six pastille formulations were developed, based on different amounts of added fig puree (10%, 12%, 14%, 16%, 18%, and 20% fig puree). Texture profile, water activity, total soluble solids, color, pH, moisture, ash, fiber, and antioxidant activity were analyzed. The results showed that Formulation F (20% fig puree) demonstrated the highest moisture (18.59%), ash (2.43%), fiber (2.65%), and antioxidant activity (36.58%) values. The production of this product will be in high demand in the international functional food market, since no synthetic preservatives or artificial colors were used. The fig pastilles were successfully developed and are brownish-orange in color, round in shape, 1.0-1.2 cm in diameter, and weigh approximately 1.2-1.5 g. Formulation B (12% fig fruit puree) has a Brix value of 62.7^o at a pH of 4.3, a sweet taste, and a water activity of 0.54. Color analysis revealed L* (59.76), a* (23.71), and b* (34.33) values, which gave the fig fruit pastilles a brownish-orange color. Composition B (12% fig fruit puree) was highly rated by tasters and retained its good texture and color after refrigeration for two months at temperatures below 18°C. Thus, the analysis showed that the physicochemical properties of the resulting fig fruit pastilles were improved, they were rich in antioxidants, and received the approval of the

tasters. Therefore, figs may be a potential natural ingredient for the production of pastilles, promoting their use in the food industry.

Keywords: Fig fruits, dry matter, pastille, antioxidants, physicochemical properties, sensory characteristics, formulation, moisture, fiber, water activity.

Introduction. Fruits play an important role in human health, providing protection against the effects of high levels of free radicals and supporting the digestive system. They also contain numerous antioxidants, such as vitamin C, polyphenols, and carotenoids.

For those who care about their health, figs are an indispensable food. They provide the body with essential minerals, vitamins, and dietary fiber without adding excess fat or cholesterol. Their unique amino acid profile further enhances their nutritional value.

Figs stand out for their rich nutritional composition. They are an outstanding source of phenolic compounds such as proanthocyanidins, surpassing even such well-known beverages as red wine and tea. Furthermore, figs exhibit higher fiber, potassium, calcium, and iron content compared to common fruits, including bananas, grapes, oranges, strawberries, and apples. Figs contain up to 88.9% of their dry matter, 20% of sugars, 0.5% of organic acids, and 2.8% of ascorbic acid.

Overall, over the past decade, there has been a trend toward increasing the use of plant genetic resources for the food industry and agriculture in crop improvement research. Worldwide, including fruit improvement through the selection of superior genotypes from existing local varieties. Although figs are not as popular as other climacteric fruits, their potential in the food industry is undeniable. Rapid softening of the fruit is primarily the result of the high activity of several oxidative enzymes and the release of ethylene. Rapid ripening is characterized by a significant increase in respiration products and ethylene, making the storage and sale of this fruit very challenging. Due to the short shelf life of ripe figs, one alternative method for preserving their health and nutritional value is to manufacture or process them into a new end product, such as fig pastilles. The development of fig pastilles that maximize the use of figs is essential for popularizing this fruit and providing a variety of healthy food products [1].

Gott (1985) noted that pastilles are products made by reducing sugar to the desired state and then kneading it through the interaction of sugar

syrup and colloidal materials. They are characterized as softer than gums, but not as soft as jellies. As people have become aware of the importance of consuming natural foods, they are seeking products that are processed but retain their nutrients. One such nutrient-dense product is pastilles. Research into producing pastilles using local fruits is expected to lead to the creation of healthier candy-like products. Products containing natural fruits, instead of products high in sugar, artificial colors and flavors, and other food additives that can have long-term negative effects on the human body. Furthermore, the research has great potential to increase the diversity of natural products on the market. It will also provide additional nutritional benefits to consumers without losing the physical properties of lozenges, which have a sticky texture.

Figs are rich in flavonoids, particularly leuco- and anthocyanins. These substances strengthen blood vessel walls, making them less permeable and fragile. Flavonoids also have a wide range of beneficial properties: they protect against oxidation, radiation, tumor development, and inflammation, relieve spasms, lower blood pressure, and fight bacteria. Regular consumption of figs, which contain these compounds, significantly reduces the risk of cardiovascular disease. Furthermore, flavonoids help the body cope with foreign substances. The recommended daily intake of flavonoids for adults is 250 mg, and for children aged 7 to 18, 150 to 250 mg. Just 63 grams of figs covers the daily flavonoid requirement for adults. Importantly, flavonoids work best in combination with vitamin C (ascorbic acid), which they protect from destruction. Vitamin C, in turn, plays a key role in metabolism, including lipid metabolism, and influences blood health. Therefore, **the aim of this study** was to produce fig-containing lozenges and determine the physicochemical properties and organoleptic acceptability of the product [2-5].

Materials and methods of Research.

1 *Materials*: Fruit Figs were collected in the Bukhara region (Uzbekistan). The fruits were washed, peeled, and blanched and pureed in a mechanical food processor. The fig puree was packaged in plastic wrap, sealed, and stored at -21°C.

Frozen fig puree was thawed at 4°C for production

Fig lozenges. Fig puree, glucose syrup, sorbitol, and gelatin were primarily used to produce fig lozenges. The starch coating for the lozenges was prepared from corn flour. Six recipes and one control were prepared based on the ratios of each of the different recipes (Table 1).

Table 1 - Composition of fig pastille

Ingredients	A	B	C	D	E	F
Fig puree	10	12	14	16	18	20
Gelatin	15	13	11	9	7	5
Sorbitol	20	20	20	20	20	20
Glucose syrup	30	30	30	30	30	30
Stabilizer, emulsifier	14	14	14	14	14	14
Water	7	7	7	7	7	7
Corn flour	3	3	3	3	3	3
Citric acid	1	1	1	1	1	1
General (%)	100	100	100	100	100	100
Exit	200 g					
Brix value (dry matter)	62.5°	62.7°	63.6°	61.1°	67.3°	63.6°

2 Preparation of fig fruit lozenges:

Ripe figs were washed to remove any debris or impurities before rinsing with tap water and then simmered for 5 minutes. To make fig pastilles, an emulsifier solution was prepared by diluting the powder in water at a ratio of 1:70. Sorbitol and glucose were heated to 120°C and cooled to 75°C, after which the stabilizer solution and cornstarch were added to the sorbitol and glucose syrup mixture. Gelatin was dissolved in warm water (less than 50°C), then added to the previous mixture, followed by the fig puree.

The mixture was then boiled for 10 minutes, achieving a Brix reading of 60°Brix. Citric acid was then added to the cooled mixture (60°C). Finally, the mixtures were formed into round shapes using a press. The formed pastilles were dried in an electric dehydrator at 45°C for 4 hours.

3 Chemical analysis:

The moisture, ash, fat, fiber, and crude protein contents of fig pastilles were determined according to standard procedures. All analyses were performed in triplicate.

3.1 Determination of antioxidant capacity using 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl hydrate assay

An approximately 0.1 ml methanol solution was prepared by dissolving 1.9 mg of the reagent in 100 ml of methanol. The mixture was allowed to

react by incubation in the dark. A 4 ml aliquot of this solution was added to 10 ml of diluted extracts (50 mg of sample in 100 ml of distilled water), 10 ml of distilled water (control), and 10 ml of a standard solution of ascorbic acid, α -tocopherol, and butylated hydroxytoluene. The entire prepared mixture was then allowed to incubate in the dark at room temperature for 60 min. The absorbance was then measured at 517 nm using a UV spectrophotometer.

3.2 Analysis of the results of the study on the caloric content of fig pastilles

The caloric content of fig marshmallow was determined using bomb calorimetry after pre-drying the samples to constant weight. The study was conducted in triplicate, ensuring the reliability of the results.

Based on measurements, the average energy value of fig pastilla is 245–265 kcal per 100 g of product. The range of values is explained by differences in the moisture content of the raw materials and the content of natural sugars.

The high calorie content of pastilla is due to:

- significant content of carbohydrates (mainly fructose and glucose)
- the presence of dietary fiber
- concentration of dry matter after the drying process.

Compared to fresh figs, the energy value of pastilla increases by 2.5-3 times, due to the removal of moisture and the concentration of organic matter. At the same time, the calorie content of fig pastilla remains lower than that of sugar- and fat-based confectionery products, making the product preferable from a nutritional standpoint.

The obtained data indicate that fig pastille can be considered as a natural high-energy product, recommended for the nutrition of individuals with increased energy expenditure, as well as a functional product when consumed in moderation.

The results of the study are consistent with the literature data presented in the works of domestic and foreign authors who studied the caloric content of fruit pastilles and dried fruits [6].

4 *Physical analysis*

4.1 pH

Fig lozenges were prepared by thoroughly mixing and homogenizing approximately 5 g of fig lozenges with 20 ml of distilled water. Before analysis, the pH meter was calibrated using standard buffer solutions of pH 7.0 and pH 4.0. The sample was placed in a beaker with enough liquid to cover the tip for the most accurate reading. The pH value was recorded,

after which the electrode was removed from the sample. The pH meter was rinsed with distilled water and then blotted with a paper towel. The probe was then placed in a buffer solution of pH 7.0.

4.2 Total Soluble Solids Analysis

Brix was determined to measure evaporation and concentration to assess the firmness of foods. This is based on the principle that light entering a prism has a unique characteristic. This characteristic is represented by a value on a scale in units known as °Brix.

The homogenized fig puree was filtered through Whatman No. 1 filter paper and a digital refractometer was used to evaluate the filtered contents.

4.3 Color profile analysis

A chromameter was used to determine the color of the fig lozenges. Minolta CR 300 (Japan). The instrument was calibrated using a white calibration plate before beginning the process. Fig pastilles were crushed and placed on the measuring plate until they covered the entire plate before reading the data. This was done to prevent errors in readings.

4.4 Water activity analysis

Free moisture or water activity is the water available to support micro-biological growth in a food product.

Two grams of sample were crushed into small pieces, placed in a disposable cup and placed in the sample compartment of the water activity meter, and then analyzed.

An infrared beam focused on a tiny mirror determined the dew point, after which the data was extracted and the water activity value was recorded.

4.5 Texture analysis

The analysis was carried out using the texture analyzer. Plus (Stable Microsystems (UK) was used to determine the hardness, elasticity, cohesivity, stickiness, chewiness, and elasticity of fig pastilles based on mechanical properties. The material was subjected to a controlled force along a stress-strain curve. The specimen was centered under the probe of a 3-point bending machine until the probe contacted the specimen. The stress-strain curves were then recorded.

4.6 Sensory analysis

The sensory evaluation session was conducted using a 7-point hedonic scale (higher scores indicate better quality attributes; 1 = strongly dislike, 7 = strongly like). The color, texture, flavor, and overall accepta-

bility of the fig pastilles were assessed. All attributes were independently rated by five untrained tasters based on their similarity. The sample was packaged and coded with a three-digit code. The average score for each attribute was reported.

5 Statistical analyses

All results of chemical analysis, physical analysis, and sensory evaluation were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Fisher's multiple comparison test. Significant differences ($p < 0.05$) were further analyzed, and data with $p < 0.05$ were considered significant. Data were analyzed using MatLab / Simulink software, and full-factorial design of experiments and process optimization methods using response surface methodology were applied. Surface Methodology), and all data obtained were presented as mean \pm standard deviation [7].

Results and discussion

1 Development of fig lozenges

Fig lozenges (*Ficus carica* L.) have been successfully developed, having a round shape with a diameter of 1.0-1.2 cm, weighing approximately 1.2-1.5 g (Figure 1).

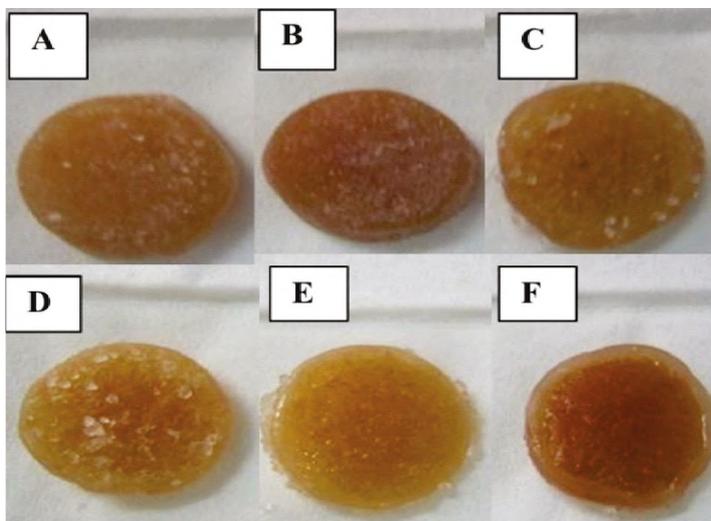


Figure 1 – Fig pastille recipes:

- A) 10% fig puree, B) 12% fig puree, C) 14% fig puree, D) 16% fig puree,
E) 18% fig puree, F) 20% fig puree

Uneven diameter and weight were caused by manually spreading the

cornstarch, which acts as a pastille mold, on the dehydrator trays, and by manually punching holes in the flour. Azuan and colleagues (2020) hypothesized that increasing the size of the plant-based product would ultimately lead to an increase in the product's size. This may be due to the interaction of the puree with other ingredients in the study's formulation.

2 Chemical analysis:

2.1 Moisture content

From a food quality perspective, the moisture content of a food sample, especially in pastilles, is important because it affects the freshness, shelf life, and resistance to spoilage of the product.

Lees and Jackson (1973) noted that a broad class of confectionery products includes chewing gums, jellies, and pastilles, which can be produced with many interesting variations. Table 2 shows that the moisture level for all fig pastille formulations was less than 20%. If the moisture percentage exceeds 20%, the shelf life of the pastilles may be reduced. Formulation F (20% fig puree) has the highest moisture content among the six formulations, which is 18.59%, which is significantly different ($P < 0.05$) compared to other formulations. This is likely due to the high fig puree content of 20%, since the moisture content of raw figs was 70.07% (Ahmed et al., 2011). The safe moisture content for pastilles ranges from 12% to 18% (Razak, 2013). All formulations are kept within the safe moisture content range by using sorbitol, which protects the lozenges from moisture loss [8,9].

2.2 Ash content:

Formula F (20% fig puree) showed a significantly higher ($P < 0.05$) ash content (2.42%) among the six formulas, compared to the lowest ash content in Formula A (1.77%). The data show that the higher the percentage of fig puree used in the pastille formula, the higher the ash content.

Ash consists of accumulated minerals after high-temperature combustion (over 500°C) in a muffle furnace. The data correspond to the National Nutrient Database of the international GOST standard, which cites: raw figs contain 20.3 g of carbohydrates, 0.7–1.6 g of protein, 0.2–0.4 g total fat and 5.3 g dietary fiber.

2.3 Crude fiber content:

Formulation F (20% fig puree) (2.65%) had significantly the highest ($P < 0.05$) fiber content among the six formulations, while the lowest fiber content was found in formulation A (0.43%). The more fig puree included in the pastilles, the higher the fiber content. 100 g of fresh figs contained 14% of the dietary fiber (USDA, 2013). Since Formulation F used 20% fig

puree, the resulting fiber content seemed reasonable. In contrast, Prase-tiovati et al. (2014) reported that the fiber content of the pastille samples was not significantly affected by the formulation used, but a combination of carrot and emulsifier was used instead of fig puree and gelatin.

2.4 Antioxidant activity using 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl hydrate

The radical scavenging activity of fig puree is shown in Table 2. Antioxi-dant activity was used because it is a stable free radical that accepts an electron or hydrogen radical, becoming a stable diamagnetic molecule. To assess the amount of antioxidant retained in fig pastilles, its radical scavenging activity was tested.

Formulation F (20% fig puree) showed significantly ($P<0.05$) the high-est radical scavenging activity (36.58%) among the six formulations pro-duced, which was comparable to that used (positive standard) (31.7%).

Although the reference antioxidant activity value is lower than that of Pastille F, the comparison is still reliable. The higher the free radical scavenging activity, the better the product retains its antioxidant content. Similarly, Concha-Meyer et al. (2016) reported adding strawberries and kiwi to improve the antioxidant activity of fruit pastilles. The resulting in-crease in free radical scavenging activity can be attributed to the content of phenolic compounds, which improved the antioxidant properties of fig puree [10].

2.5 Water activity:

Water activity reflects the energetic state of water in a food system, providing valuable information about microbial spoilage, chemical stabil-ity, and physical stability. Most products with a water activity above 0.95 will provide sufficient moisture to support the growth of bacteria, yeasts, and molds. Water activity in food products should be controlled at 0.85 or below in the finished product. Table 2 shows that all fig pastille samples had water activity values less than 0.85. Formulation F (20% fig puree) showed the highest water activity value of 0.81 ± 0.01 and was significantly different from formulations A, B, C, and D ($p<0.05$). The results showed that moisture content increased with increasing amounts of fig puree in the formulations, while water activity decreased with increasing gelatin concentration [10-15]. The data are consistent with studies noting an in-crease in water activity in mulberry pastilles as the amount of mulberry in the pastille formulation increased. Moisture content and water activity are interrelated, and a clear understanding of the relationship between these two parameters, called the moisture sorption isotherm, is complex and unique to each type of food product.

3 *Physical analysis:*

3.1 Total soluble solids:

Total soluble solids (°Brix) is used to measure evaporation and concentration to assess the firmness, sweetness, and texture of final products. The data showed somewhat similar total soluble solids values of 60.5 to 67.3° Brix for all recipes. The same amount of sweetener – 60 g for glucose syrup and 40 g for sorbitol – in all fig lozenge recipes explains why the values showed no significant differences.

3.2 Color analysis:

The effect of adding fig puree on color change in gelatin lozenges. Color is one of the most important quality indicators of lozenge products, as it directly influences consumer perception of the product. This study examined the effect of adding fig puree to gelatin-based lozenges on the color characteristics of the finished product.

It was found that with an increase in the proportion of fig puree in the recipe, the color of the pastille's changes from light yellow to light brown and amber. This change is due to the natural color of the fig, as well as the presence of phenolic compounds, sugars, and pigments, which affect the color saturation.

During heat treatment of the mixture and the drying process, non-enzymatic browning occurs due to Maillard reactions between the reducing sugars of the figs and the amino groups of the gelatin. This process intensifies the color of the pastilles, especially with a high fruit puree content.

Furthermore, the addition of fig puree reduces lightness (L^*) and increases yellowness (b^*), resulting in a more saturated and natural color. However, pastilles without added puree are characterized by a paler and less pronounced color, which reduces their organoleptic appeal.

It should be noted that a moderate amount of fig puree ensures a uniform color of the product without signs of excessive darkening, whereas an excessive amount can lead to an excessively dark color, perceived by the consumer as a sign of overheating or deterioration in quality.

Thus, the addition of fig puree has a significant impact on the color formation of gelatin pastilles, improving their appearance and giving the product a natural color without the use of artificial colors.

Adding fig puree to gelatin-based pastilles helps alter the color of the finished product, enhancing its richness and naturalness. The optimal fig puree content allows for the production of pastilles with an attractive color and stable consumer properties.

3.3 Texture profile analysis:

The complexity of eating, or even chewing, places high demands on texture measurement instruments. Ideally, one would want to measure the structure, displacement, and force acting on the object. Texture is a complex property determined by the structure, shape, chemical composition, viscosity, and other physical properties of the product (Shchesnyak, 2002). The overall results of texture profile analysis for fig pastilles were examined.

As a sensory property, hardness is defined as the force required to compress a substance between the molars or between the tongue and palate. The hardness value shows that formulation F (20% fig puree) had a significantly higher value ($p < 0.05$) compared to the other formulations. The high percentage of pectin-containing gelatin was harder than the low-pectin gelatin gels. The presence of pectin can shorten the gelatin network. Regarding elasticity, no significant differences were observed between the formulations ($p > 0.05$), as the amount of gelatin used in each formulation was 15% or less, which can be considered a low amount of gelatin. The presence of pectin in the fig puree is also one of the reasons why the results were not significantly altered. Formulations A (10% fig puree) and B (12% fig puree) showed high cohesivity values, but no significant differences were observed between the formulations ($p > 0.05$), as all lozenges had the same structure after compression and flattening with a moving probe. Formulation B (12% fig puree) had the highest cohesivity value and was significantly different from formulations C (14% fig puree), D (16% fig puree), E (18% fig puree), and F (20% fig puree). On the other hand, chewiness is defined as the time required to chew a sample at a constant rate of force to reduce its consistency to a state suitable for swallowing. Composition C has the highest chewiness value (6661.5 ± 132.7 g/mm), which differs significantly from compositions A (10% fig puree), E (18% fig puree), and F (20% fig puree) [16-18]. Springiness is a measure of how a sample recover from deformation depending on the speed and force of the impact. Composition C (14% fig puree) has the highest springiness value (0.48 ± 0.01) and differs significantly from the other compositions [19-21].

4 Sensory evaluations:

The paper presents the results of a sensory evaluation of fig pastilles by five untrained panelists. Four attributes were assessed: color, texture, flavor, and overall acceptability. These attributes are key sensory tools that can aid in investigating the nutritional or functional benefits of natural products. It is also important to highlight and enhance the sensory prop-

erties of products to ultimately attract consumer attention: no matter how healthy and nutritious a product is, if it does not appeal to its target end consumer, it is unlikely to succeed in today's market.

Regarding the color characteristics, all the recipes showed no significant differences: recipe E (18% fig puree) showed the highest score (5.82 ± 1.68), while recipe C (14% fig puree) showed the lowest (5.24 ± 1.81). The differences between the highest and lowest values are still comparable. The L^* , a^* , and b^* values obtained with a colorimeter also showed no differences in color, which had a brownish-orange tint for all recipes. Since gelatin is yellowish-orange and fig puree is dark brown, the brownish-orange color is the color of fig pastilles.

The texture of fig pastilles should not be too stringy or too sticky, as most panelists rated Formulation B (12% puree), which used 13% gelatin, highly (6.86 ± 1.74) and did not rate Formulation D (16% puree), which used 9% gelatin (4.54 ± 1.77). These results showed that panelists prefer to use half the amount of gelatin used in pastilles. Using a large amount of gelatin makes the texture of the pastilles too stringy, while using very little gelatin makes it less stringy. Texture has long been considered a secondary sensory attribute of food products. Texture is a sensory attribute that is a complex of parameters related to rheological properties.

The taste of fig pastilles is important because it is an indicator of repeat purchase; if the taste is unacceptable, the product cannot be commercialized. It is also found that formulation B (12% fig puree) has the highest taste score (5.74 ± 1.77), while the lowest taste score was observed in formulation D (16% fig puree) (4.5 ± 1.71). The overall quality assessment of fig pastilles is shown, where formulation B (12% fig puree) showed the best overall score (5.82 ± 1.79), while formulation C (14% fig puree) received the lowest score in the overall assessment (4.22 ± 1.69).

Conclusion. Fig lozenges of brownish-orange color, round shape with a diameter of 1.0-1.2 cm and a weight of approximately 1.2-1.5 g have been successfully developed.

Composition B (12% fig puree) has a Brix value of 62.7° at a pH of 4.3, a very sweet aftertaste and a water activity of 0.54.

In the color analysis, the L^* value was 59.76, the a^* value was 23.71, and the b^* value was 34.33, which caused the brownish-orange color of the chiku pastilles. The total soluble solids content of all formulations was at least 60° Brix and did not exceed 68° Brix. Formulation F showed the highest value in the four analyses as it contained the highest amount of fig

fruit puree (20% fig puree). The sensory evaluation showed that in terms of texture, taste, and overall acceptability among untrained tasters, the pastilles from Formulation B (12% fig puree) were the most acceptable. The results indicate that the highest overall quality rating of the pastilles is due to the addition of approximately 12% fig puree. Thus, fig fruits may be a potential natural ingredient for the production of lozenges, which promotes their use in the food industry.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest in conducting this study.

References

- 1 *Nuraliyev Yu.N.* Medicinal plants. Healing properties of fruits and vegetables. – Dushanbe: “Maorif”. – 1989. – 288 p.
- 2 *Pleshkov B.P.* Practical training in plant biochemistry. - Moscow: Kolos, 1985. - 256 p. 3. Processed fruit and vegetable products. Methods of analysis: collection of GOSTs. - Moscow: Publishing house of standards, 2002. - 200 p.
- 4 *Richter A.A.* Improving the quality of fruits of southern crops. – Simferopol: Tavria, 2001. – 426 p.
- 5 *Starostenko I.E., Belokurova E.S.* Processed fruit and vegetable products – sources of functional ingredients in baby food // Technical and technological problems of service.- 2015.- Issue 3 (33).- P. 24 - 27
- 6 *Khamurzaev S.M., Borzaev R.B., Anasov I.M., Tuntaev K.A.* Figs for processing // Bulletin of the Chechen State University. - 2017. - No. 2 (26). - P. 29 - 31.
- 7 Chemical composition of Russian food products: Handbook / Edited by I.M. Skurikhin, V.A. Tutelyan. – M.: DeLi print, 2002. – 236 p.
- 8 *Shlenskaya T.V., Antonova I.A.* On the issue of using figs in canned products for functional nutrition // Modern science: current problems and ways to solve them. - 2014. - No. 10. - P. 62 - 64.
9. *Al- Hameedawi A.M.S.* Evaluating some characters of leaves, physical and quality fruits of three Fig, *Ficus carica* L., cultivars of second crop that harvested at two maturity stages // Theoretical & applied science. – 2015. – Vol.3, No. 23. – P. 171 – 175.
- 10 *Bachir Bey M., Louaileche H.* A comparative study of phytochemical profile and in vitro antioxidant activities of dark and light dried fig (*Ficus carica* L.) varieties // The Journal of Phytopharmacology. – 2015. – Vol. 4, No. 1. – P. 41 – 48.
- 11 *Mawa S., Husain K., Jantan I.* *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine Volume. – 2013. – <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2013/974256/>
- 12 *Slavin JL* Figs: Past, Present, and Future // Nutrition Today. – 2006. – Vol.41, No. 4. – P. 180 – 184.

13 *Mirzaeva Sh. U., Muxamadiev B. T.*, Perspective Theoretical Foundations of the Extraction Process, Sulfur Dioxide Chemistry and Environmental Impact, 2024, IntechOpen.

14 *Gafurov K.X., Muxammadiyev B.T, Kuldosheva F.S.*, Obtaining extracts from plant raw materials using carbon dioxide, Food Science and Technology, Scientific and Production Journal Odessa, Vol. 14 No. 1 (2023), Web of science journal.

15 *Khalilov I., Abdullayeva F., Xodjiyeva N., Mirzaeva Sh.* Optimization of the process CO₂ - extraction of plant raw material, BIO Web of Conferences 141, 01030 (2024) AGRICULTURAL SCIENCE 2024.

16 *Mirzaeva Sh., Yuldoshov L., Xodjiyeva N.* CO₂ - extraction of glycyrrhizic acid from licorice root: optimization of extraction conditions using RSM, BIO Web Conferences 113, 01004 <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301004>.

17 *Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb HE, Altman A., Kerem Z., Flaishman MA* Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol.4, No. 20. – P. 7717 – 7723.

18 *Trichopoulou A., Vasilopoulou E., Georga K., Soukara S., Dilis V.* Traditional foods: Why and how to sustain them // Trends in Food Science & Technology. – 2006. – Vol.17, No. 9. – P. 498 – 504.

15 *Malik N.H., Mohd Zin, Z., Abd Razak S.B., Ibrahi K. and Zainol M.K.* (2017). Antioxidant activity and flavonoids contents in leaves of selected Mangrove species in Setiu Wetland. Journal of Sustainability Science and Management, 3, 24-34.

19 *Peksel A., Celiki C., Ocal N. and Yanardag R.* (2013). Antioxidant and radical scavenging activities of some norcantharidin and bridged perhydroisoindole derivatives. Journal of Serbian Chemical Society, 78 (1) 15–25. <https://doi.org/10.2298/JSC120123036P>.

20 *Prasetyowati D. A., Widowati E. and Nursiwi A.* (2014). The effect of Arabic gum in addition to physicochemical and sensory properties of pineapple (*Pineapple comosus* L. Merr). Jurnal Technology Pertanian, 15(2), 139-148.

21 *Szczesniak A. S.* (2002). Texture is a sensory property. Food Quality and Preference, 13(4), 215–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8).

Мухамадиев Б.Т.¹, Мирзаева Ш.У.², Ражабова Г.А.², Халилова Ф.М.²

¹Бўқара мемлекеттік техникалық университеті, Бўқара қ., Өзбекстан

² Бўқара мемлекеттік университеті, Бўқара қ., Өзбекстан

ІНЖІР ЖЕМІСТЕРІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОРГАНО-ЛЕПТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ (ІНЖІР (*Ficus carica* L.))

Түйіндеме. Інжір жемісі (*Ficus carica* L.), сондай-ақ інжір ағашы ретінде белгілі, көптеген елдерде кеңінен қолданылатын субтропикалық жапырақты өсімдіктің жемісі. Інжір жаңа піскен, кептірілген, консервіленген және көмпиттер түрінде тұтынылатын тағам дайындауда кеңінен қолданылады. Оның диета-

ға өнуі денсаулыққа ең пайдалы және өмір сүру ұзақтығын арттырады деп танылған Жерорта теңізі диетасына тән.

Піскен інжір жемістерінің аз уақытқа ғана сақталуына байланысты оларды пастилкалар сияқты соңғы жаңа өнімге айналдыру немесе өңдеу осы тропикалық жемісті пайдалануға, танымал етуге және өнімнің кең ассортиментін қамтамасыз етуге көмектеседі. Сондықтан бұл зерттеудің мақсаты інжір пастилкаларын жасау және інжір пастилкаларының физикалық-химиялық қасиеттері мен сенсорлық сипаттамаларын анықтау болды. Інжір қосылған пюренің әртүрлі мөлшеріне негізделген барлығы алты пастилка рецепті әзірленді (10%, 12%, 14%, 16%, 18% және 20% інжір пюресі).

Текстуралық профиль, су белсенділігі, еритін қатты заттардың жалпы мазмұны, түс талдауы, рН, ылғал, күл, талшық мазмұны және антиоксиданттық белсенділік талдаулары жүргізілді. Нәтижелер F (20% інжір пюресі) формуласы ылғалдылықтың (18,59%), күлдің (2,43%), талшықтың (2,65%) және антиоксиданттық белсенділіктің (36,58%) ең жоғары мәндерін көрсетті. Синтетикалық консерванттар мен жасанды бояғыштар қолданылмағандықтан, бұл өнімді өндіру мүмкіндігі зор. Інжір пастилкалары сәтті жасалып, қоңыр-қызыл сары түсті, дөңгелек пішінді, диаметрі 1,0-1,2 см және салмағы шамамен 1,2-1,5 г болды. В құрамы (12% інжір пюресі) РН 4,3, төтті дәмі мен су белсенділігі 0,54 Брикс 62, 7 ° көрсеткіштеріне ие. Түстерді талдау I^* (59,76), a^* (23,71) және b^* (34,33) мәндерін көрсетті, олар қоңыр інжір ағашының жеміс пастилкаларына қоңыр-қызыл сары түсті берді.

В құрамы (12% інжір пюресі) дәм татушылар тарапынан жоғары бағаланды және тоңазытқышта 18°C-тан төмен температурада 2 ай сақтағаннан кейін де құрылымы мен түсін жақсы сақтап қалды. Осылайша, талдау нәтижесінде алынған інжір жемістерінің пастилкаларының физикалық-химиялық қасиеттері жақсарғанын, олар антиоксиданттарға бай екенін және дәм татушылар тарапынан мақұлданғанын көрсетті. Демек, інжір жемістері пастилаларды өндіру үшін әлеуетті табиғи ингредиент бола алады, бұл олардың тамақ өнеркәсібінде қолданылуына ықпал етеді.

Түйінді сөздер: інжір жемістері, құрғақ заттар, пастила, антиоксиданттар, физикалық-химиялық қасиеттері, органолептикалық сипаттамалары, құрамы, ылғалдылығы, талшықтары, су белсенділігі.

* * *

Мухамадиев Б.Т.¹, Мирзаева Ш.У.², Ражабова Г.А.², Халилова Ф.М.²

¹Бухарский государственный технический университет, г. Бухара, Узбекистан

²Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАСТИЛОК ИЗ ПЛОДОВ ИНЖИРА (*Ficus carica* L.)

Аннотация. Плоды Инжира (*Ficus carica* L.), также известные как смоковница – это фрукт субтропического листопадного растения, широко употребляемый в пищу во многих странах. Инжир находит широкое применение в кулинарии, будучи употребляемым в свежем, сушеном, консервированном и засахаренном виде. Его включение в рацион характерно для средиземноморской

диеты, которая признана одной из наиболее благоприятных для здоровья и ассоциируется с увеличением продолжительности жизни.

Из-за короткого периода хранения созревших плодов инжира, производство или переработка их в новый конечный продукт, такой как пастилки, может способствовать использованию и популяризации этого тропического фрукта и обеспечить широкий ассортимент продукции. Поэтому целью данного исследования было разработать пастилки из инжира и определить физико-химические свойства и сенсорные характеристики пастилок из инжира. Всего было разработано шесть рецептур пастилок, основанных на различном количестве добавленного пюре из инжира (10%, 12%, 14%, 16%, 18% и 20% пюре из инжира). Были проведены анализы профиля текстуры, активности воды, общего содержания растворимых сухих веществ, анализа цвета, pH, содержания влаги, золы, клетчатки и антиоксидантной активности. Результаты показали, что рецептура F (20% пюре из инжира) продемонстрировала самые высокие значения влажности (18,59 %), золы (2,43%), клетчатки (2,65%) и антиоксидантной активности (36,58%). Производство этого продукта весьма вероятно, поскольку не использовались синтетические консерванты и искусственные красители. Пастилки из инжира были успешно разработаны, имеют коричневато-оранжевый цвет, круглую форму, диаметр 1,0-1,2 см и весят приблизительно 1,2-1,5 г. Состав В (12% пюре из плодов инжира) имеет показатель Брикс 62,7° при pH 4,3, сладкий привкус и активность воды 0,54. Анализ цвета показал значения L* (59,76), a* (23,71) и b* (34,33), которые придали пастилкам из плодов смоковницы коричневато-оранжевый цвет. Состав В (12% пюре из плодов инжира) был высоко оценен дегустаторами и сохранил свою хорошую текстуру и цвет после хранения в холодильнике в течение 2 месяцев при температуре ниже 18°C. Таким образом, анализ показал, что физико-химические свойства полученных пастилок из плодов инжира улучшились, они оказались богатыми антиоксидантами и получили одобрение дегустаторов. Следовательно, плоды инжира могут стать потенциальным натуральным ингредиентом для производства пастилок, способствуя их использованию в пищевой промышленности.

Ключевые слова: Плоды инжира, сухие вещества, пастилла, антиоксиданты, физико-химические свойства, органолептические характеристики, рецептура, влажность, клетчатка, активность воды.

Information about the authors

Mukhamadiev Bakhodir Timurovich – PhD, Associate Professor, Department of Industrial Ecology, Bukhara State Technical University, Bukhara c., Uzbekistan, shohista.m@rambler.ru

Mirzaeva Shokhista Usmonovna – Doctor of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Department of Biotechnology and Food Safety, Bukhara State University, Bukhara c., Uzbekistan, shohista.m@rambler.ru

Rajabova Gulnur Atabek-kizi – Master's Student, Bukhara State University, Bukhara c., Uzbekistan, qilichqalam@gmail.com

Khalilova Feruza Mamatkulovna – Lecturer, Bukhara State University, Department of Biology, Bukhara c., Uzbekistan, ilkhom2002@yahoo.com

Авторлар туралы мәліметтер

Мухамадиев Баходир Тимурұлы – PhD, Бұқара мемлекеттік техникалық университетінің Өнеркәсіптік экология кафедрасының доценті, Бұқара қ, Өзбекстан, shohista.m@rambler.ru

Мирзаева Шохиста Усмоновна – техника ғылымдарының докторы (PhD), Бұқара мемлекеттік университетінің Биотехнология және тамақ қауіпсіздігі кафедрасының доценті, Бұқара қ, Өзбекстан, shohista.m@rambler.ru

Раджабова Гүлнұр Атабек-қызы – Бұқара мемлекеттік университетінің магистранты, Бұқара қ, Өзбекстан, qilichqalam@gmail.com

Халилова Феруза Маматқұловна – Бұқара мемлекеттік университетінің Биология кафедрасының оқытушысы, Бұқара қ, Өзбекстан, ilkhom2002@yahoo.com

Сведения об авторах

Мухамадиев Баходир Тимурович – кандидат биологических наук доцент кафедры Промышленная экология Бухарский государственный технический университет, г. Бухара, Узбекистан, shohista.m@rambler.ru

Мирзаева Шохиста Усмоновна – доктор технических наук (PhD), доцент кафедры Биотехнология и пищевая безопасность, Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан, shohista.m@rambler.ru

Ражабова Гулнур Атабек кизи – магистрантка Бухарского государственного университета, г. Бухара, Узбекистан, qilichqalam@gmail.com

Халилова Феруза Маматқұловна – преподаватель, Бухарский государственный университет, кафедра «Биология», г. Бухара, Узбекистан. ilkhom2002@yahoo.com

ПЕРЕВОД СТАТЬИ / МАҚАЛАНЫҢ АУДАРМАСЫ

Мухамадиев Б.Т.¹, Мирзаева Ш.У.², Ражабова, Г.А.², Халилова Ф.М.²

¹Бухарский государственный технический университет,

г. Бухара, Узбекистан

²Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАСТИЛОК ИЗ ПЛОДОВ ИНЖИРА (*Ficus carica* L.)

Аннотация. Плоды Инжира (*Ficus carica* L.), также известные как смоковница, – это фрукт субтропического листопадного растения, широко употребляемый в пищу во многих странах. Инжир находит широкое применение в кулинарии, будучи употребляемым в свежем, сушеном, консервированном и засахаренном виде. Его включение в рацион характерно для средиземноморской диеты, которая признана одной из наиболее благоприятных для здоровья и ассоциируется с увеличением продолжительности жизни.

Из-за короткого периода хранения созревших плодов инжира, производство или переработка их в новый конечный продукт, такой как пастилки, может способствовать использованию и популяризации этого тропического фрукта и обеспечить широкий ассортимент продукции. Поэтому целью данного исследования было разработать пастилки из инжира и определить физико-химические свойства и сенсорные характеристики пастилок из инжира. Всего было разработано шесть рецептур пастилок, основанных на различном количестве добавленного пюре из инжира (10%, 12%, 14%, 16%, 18% и 20% пюре из инжира). Были проведены анализы профиля текстуры, активности воды, общего содержания растворимых сухих веществ, анализа цвета, pH, содержания влаги, золы, клетчатки и антиоксидантной активности. Результаты показали, что рецептура F (20% пюре из инжира) продемонстрировала самые высокие значения влажности (18,59%), золы (2,43%), клетчатки (2,65%) и антиоксидантной активности (36,58%). Производство этого продукта весьма вероятно, поскольку не использовались синтетические консерванты и искусственные красители. Пастилки из инжира были успешно разработаны, имеют коричневатую-оранжевую окраску, круглую форму, диаметр 1,0-1,2 см и весят приблизительно 1,2-1,5 г. Состав В (12% пюре из плодов инжира) имеет показатель Брикс 62,7° при pH 4,3, сладкий привкус и активность воды 0,54. Анализ цвета показал значения L* (59,76), a* (23,71) и b* (34,33), которые придали пастилкам из плодов смоковницы коричневатую-оранжевую окраску. Состав В (12% пюре из плодов инжира) был высоко оценен дегустаторами и сохранил свою хорошую текстуру и цвет после хранения в холодильнике в течение 2 месяцев при температуре ниже 18°C. Таким образом, анализ показал, что физико-химические свойства полученных пастилок из плодов

инжира улучшились, они оказались богатыми антиоксидантами и получили одобрение дегустаторов. Следовательно, плоды инжира могут стать потенциальным натуральным ингредиентом для производства пастилок, способствуя их использованию в пищевой промышленности.

Ключевые слова: Плоды инжира, сухие вещества, пастилла, антиоксиданты, физико-химические свойства, органолептические характеристики, рецептура, влажность, клетчатка, активность воды.

Введение. Фрукты играют важную роль в здоровье человека, обеспечивая защиту от воздействия высоких уровней свободных радикалов и помогая пищеварительной системе. Они также содержат множество антиоксидантов, таких как витамин С, полифенолы и каротиноиды.

Для тех, кто заботится о своём здоровье, инжир станет незаменимым продуктом. Он обеспечивает организм необходимыми минералами, витаминами и пищевыми волокнами, при этом не добавляя лишних жиров или холестерина. Его уникальный аминокислотный профиль дополнительно подчёркивает его питательную ценность.

Инжир выделяется своим богатым питательным составом. Он является выдающимся источником фенольных соединений, таких как проантоцианидины, превосходя по этому показателю даже такие известные напитки, как красное вино и чай. Помимо этого, инжир демонстрирует более высокое содержание клетчатки, калия, кальция и железа по сравнению с распространенными фруктами, включая бананы, виноград, апельсины, клубнику и яблоки. В сухом веществе инжира содержится до 88,9%, сахаров – 20%, органических кислот – 0,5%, аскорбиновой кислоты – 2,8%.

В целом, за последние десять лет наблюдается тенденция к увеличению использования генетических ресурсов растений для пищевой промышленности и сельского хозяйства в исследованиях по улучшению сельскохозяйственных культур в мире, включая улучшение плодов путем отбора превосходных генотипов из существующих местных сортов. Хотя плоды инжира не так популярны, как другие климатические фрукты, их потенциал в пищевой промышленности нельзя отрицать. Быстрое размягчение плодов в основном является результатом высокой активности нескольких окислительных ферментов и выделения этилена. Быстрое созревание характеризуется значительным увеличением продуктов дыхания и этилена, что делает очень сложным хранение и продажу этого фрукта. Из-за ко-

роткого времени хранения созревших плодов инжира, одним из альтернативных методов сохранения их полезности и питательных веществ является изготовление или переработка их в новый конечный продукт, например, в виде пастилок. Разработка пастилок из плодов инжира, максимально использующих плоды инжира, необходима для популяризации этого фрукта и обеспечения разнообразия полезных пищевых продуктов [1].

Готт (1985) отметил, что пастилки – это продукты, которые изготавливаются путем восстановления сахара до желаемого состояния, а затем разминаются в результате взаимодействия сахарного сиропа и коллоидных материалов. Они характеризуются как более мягкие, чем камеди, но не такие мягкие, как желе. Поскольку люди теперь осознали важность потребления натуральной пищи, они стремятся найти продукты, которые подвергаются обработке, но сохраняют свои питательные вещества. Одним из таких продуктов с высоким содержанием питательных веществ являются пастилки. Исследование производства пастилок с использованием местных фруктов, как ожидается, позволит создать более здоровые конфетоподобные продукты, содержащие натуральные фрукты, вместо продуктов с высоким содержанием сахара, искусственных красителей и ароматизаторов, и других пищевых добавок, которые могут оказывать долгосрочное негативное воздействие на организм человека. Кроме того, исследование имеет большой потенциал для увеличения разнообразия натуральных продуктов на рынке. Оно также обеспечит дополнительные питательные преимущества для потребителя, не теряя при этом физических свойств пастилок, которые имеют липкую текстуру.

Инжир богат флавоноидами, в частности лейко- и антоцианами. Эти вещества укрепляют стенки кровеносных сосудов, делая их менее проницаемыми и хрупкими. Флавоноиды также обладают широким спектром полезных свойств: они защищают от окисления, радиации, развития опухолей и воспалений, снимают спазмы, снижают давление и борются с бактериями. Регулярное употребление инжира, содержащего эти соединения, значительно снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, флавоноиды помогают организму справляться с чужеродными веществами. Для взрослых рекомендуется потреблять 250 мг флавоноидов в день, а для детей от 7 до 18 лет – от 150 до 250 мг. Всего 63 гр. инжира покрывают дневную норму флавоноидов для взрослых. Важно отметить, что

флавоноиды лучше работают вместе с витамином С (аскорбиновой кислотой), который они защищают от разрушения. Витамин С, в свою очередь, играет ключевую роль в обмене веществ, включая жировой, и влияет на состояние крови.

Цель данного исследования – производство пастилок, содержащих плоды инжира, и определение физико-химических свойств, а также органолептической приемлемости продукта [2-5].

2. Материалы и методы исследования.

1 Материалы:

Плоды инжира были собраны в Бухарской области (Узбекистан). Плоды измельчали в механическом кухонном комбайне после мойки, очистки и бланширования. Пюре из инжира было упаковано в полиэтиленовую пленку, герметично закрыто и хранилось при -21°C.

Замороженное пюре из инжира размораживали при 4°C для производства пастилок. В основном, для производства пастилок из инжира использовали пюре из плодов инжира, глюкозный сироп, сорбит и желатин. Крахмал для покрытия пастилок был приготовлен из кукурузной муки. Было приготовлено шесть рецептур и одна контрольная на основе соотношений каждой из различных рецептур (Таблица 1).

Таблица 1 - Состав инжирной пастилки

Ингредиенты	A	B	C	D	E	F
Пюре из инжира	10	12	14	16	18	20
Желатин	15	13	11	9	7	5
Сорбитол	20	20	20	20	20	20
Сироп глюкозы	30	30	30	30	30	30
Стабилизатор, эмульгатор	14	14	14	14	14	14
Вода	7	7	7	7	7	7
Кукурузная мука	3	3	3	3	3	3
Лимонная кислота	1	1	1	1	1	1
Общий (%)	100	100	100	100	100	100
Выход	200 гр					
Значение Брикса (сухие вещества)	62,5°	62,7°	63,6°	61,1°	67,3°	63,6°

2 Приготовление пастилок из плодов инжира:

Спелые плоды инжира промывали для удаления мусора или примесей перед промыванием водопроводной водой, а затем варили на медленном огне в течение 5 мин. Для приготовления пастилок из плодов инжира готовили раствор эмульгатора, разбавляя порошок в воде в соотношении 1:70. Сорбит и глюкозу нагревали до 120°C и охлаждали до 75°C, после чего добавляли раствор стабилизатора и кукурузный крахмал в смесь сорбита и глюкозного сиропа. Желатин растворяли в теплой воде (менее 50°C), затем добавляли к предыдущей смеси и добавляли пюре из плодов инжира.

Затем смесь варили в течение 10 мин., устанавливая значение Брикса на уровне 60°Брикс. После этого в охлажденную смесь (60°C) добавляли лимонную кислоту. Наконец, смеси были сформированы в круглые формы с помощью пресса. При температуре 45°C сформированные пастилки сушили в электрическом дегидрататоре в течение 4 часов.

3 Химический анализ:

Содержание влаги, золы, жира, клетчатки и сырого белка в пастилках инжира определяли в соответствии со стандартными процедурами. Все анализы проводились в трех повторениях.

3.1 Определение антиоксидантной способности с использованием анализа 2,2-дифенил-2-пикрилгидразилгидрата

Приблизительно 0,1 мл раствор в метаноле готовили путем растворения 1,9 мг реагента в 100 мл метанола. Смесь оставляли для реакции путем инкубации в темноте. Аликвота объемом 4 мл из этого раствора была добавлена к 10 мл разбавленных экстрактов (50 мг образца в 100 мл дистиллированной воды), 10 мл дистиллированной воды (контроль) и 10 мл стандартного раствора аскорбиновой кислоты, α -токоферола и бутилированного гидрокситолуола. Вся приготовленная смесь была затем оставлена для инкубации в темноте при комнатной температуре в течение 60 мин. Затем абсорбция измерялась при 517 нм с помощью УФ-спектрофотометра.

3.2 Анализ результатов исследования калорийности инжирной пастилы

Калорийность инжирной пастилы была определена методом бомбовой калориметрии после предварительного высушивания образцов до постоянной массы. Исследование проводили в трехкратной повторности, что обеспечивало достоверность полученных результатов.

По результатам измерений установлено, что средняя энергетическая ценность инжирной пастилы составляет 245–265 ккал на 100 г продукта. Разброс значений объясняется различиями во влажности исходного сырья и содержании природных сахаров.

Высокая калорийность пастилы обусловлена:

- значительным содержанием углеводов (преимущественно фруктозы и глюкозы),
- наличием пищевых волокон,
- концентрацией сухих веществ после процесса сушки.

По сравнению со свежим инжиром, энергетическая ценность пастилы увеличивается в 2,5-3 раза, что связано с удалением влаги и концентрацией органических веществ. При этом калорийность инжирной пастилы остается ниже, чем у кондитерских изделий на основе сахара и жиров, что делает продукт более предпочтительным с точки зрения рационального питания.

Полученные данные свидетельствуют о том, что инжирная пастила может рассматриваться как натуральный высокоэнергетический продукт, рекомендованный для питания лиц с повышенными энергетическими затратами, а также как функциональный продукт при условии умеренного потребления.

Результаты исследования согласуются с литературными данными, представленными в работах отечественных и зарубежных авторов, изучавших калорийность фруктовых пастил и сушеных плодов.

4 Физический анализ:

4.1 pH

Пастилки из инжира были приготовлены путем тщательного смешивания и гомогенизации приблизительно 5 г пастилок из инжира с 20 мл дистиллированной воды. Перед анализом pH-метр был откалиброван с помощью стандартных буферных растворов с pH 7,0 и pH 4,0. Образец помещали в стакан, с достаточным количеством жидкости, чтобы покрыть кончик для получения наиболее точного показания. Записывали значение pH, после чего электрод извлекали из образца. Для промывки pH-метра использовали дистиллированную воду, а затем промакивали бумажной салфеткой. Зонд затем помещали в буферный раствор с pH 7.

4.2 Анализ общего содержания растворимых твердых веществ:

Определяли значение Брикса для проверки испарения и концентрации с целью оценки твердости продуктов. Это основано на принципе, что свет, попадающий в призму, обладает уникальной харак-

теристикой. Эта характеристика представлена значением по шкале в единицах, известных как °Брикс.

Гомогенизированное пюре из инжира фильтровали через фильтровальную бумагу Whatman № 1, а для оценки отфильтрованного содержимого использовали цифровой рефрактометр.

4.3 Анализ цветового профиля:

Для определения цвета пастилок инжира использовался хроматометр Minolta CR 300 (Япония). Прибор был откалиброван с использованием белой калибровочной пластины перед началом процесса. Пастилки инжира измельчали и помещали в измерительную пластину до тех пор, пока они не покрывали всю пластину, перед считыванием данных. Это было сделано для предотвращения ошибок при снятии показаний.

4.4 Анализ активности воды:

Свободная влага или активность воды – это вода, доступная для поддержания микробиологического роста в пищевом продукте.

Два грамма образца измельчали на мелкие кусочки, помещали в одноразовый стаканчик и помещали в отсек для образцов измерителя активности воды, после чего проводили анализ.

Инфракрасный луч, сфокусированный в крошечном зеркале, определял точку росы, после чего данные извлекались, и регистрировалось значение активности воды.

4.5 Анализ текстуры:

Анализ проводился с использованием анализатора текстуры. Plus (Stable Microsystems, Великобритания) для определения твердости, упругости, когезивности, липкости, жевательности и эластичности пастилок инжира на основе механических характеристик, при которых материал подвергался контролируемому воздействию силы по кривой деформации. Образец помещался в центр под зондом 3-точечного изгибного стенда до тех пор, пока зонд не соприкасался с образцом. Затем регистрировались кривые деформации.

4.6 Сенсорный анализ:

Сеанс сенсорной оценки проводился на основе 7-балльной гедонической шкалы (более высокий балл указывает на лучшие качественные характеристики (1 – очень не нравится, 7 – очень нравится)). Оценивались цвет, текстура, вкус, и общая приемлемость пастилок инжира. Все характеристики оценивались независимо пятью неподготовленными дегустаторами на основе их сходства. Образец

был упакован и закодирован трехзначным кодом. Средний балл по каждой характеристике был сообщен.

5 Статистический анализ:

Все результаты химического анализа, физического анализа и сенсорной оценки были проанализированы с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) и множественного сравнения Фишера. Значимые различия ($p < 0,05$) были дополнительно проанализированы, и данные с $p < 0,05$ считались значимыми. Данные были проанализированы с использованием программного обеспечения MatLab/Simulink, а также применены методы полнофакторного планирования экспериментов и оптимизации технологических процессов с использованием методологии поверхности отклика (Response Surface Methodology), и все полученные данные были представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение [7].

Результаты и обсуждение.

1 Разработка пастилок из инжира:

Пастилки из инжира (*Ficus carica* L.) были успешно разработаны, имеющие круглую форму диаметром 1,0-1,2 см, весом приблизительно 1,2-1,5 г (Рисунок 1).

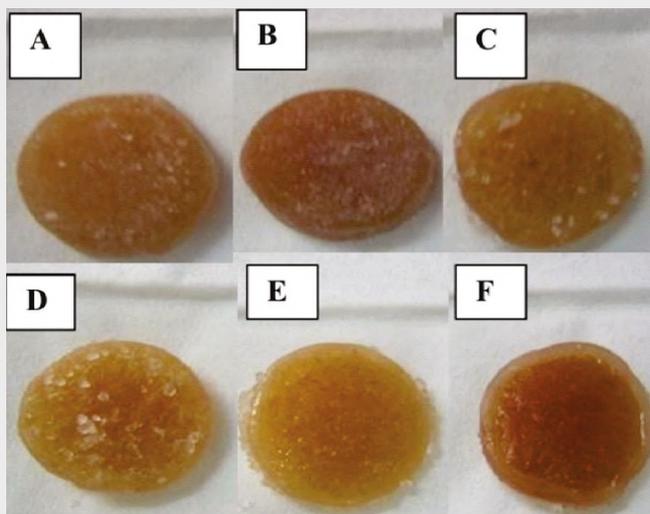


Рисунок 1 - Рецептуры пастилы инжира: А) 10% пюре инжира, В) 12% пюре инжира, С) 14% пюре инжира, D) 16% пюре инжира, Е) 18% пюре инжира, F) 20% пюре инжира

Неравномерный диаметр и вес были вызваны ручным распределением кукурузного крахмала, который действует как формовщик пастилы на лотках дегидрататора, и ручным проделыванием отверстий в муке. Азуан и его коллеги (2020) предположили, что увеличение размера растительного продукта в конечном итоге приведет к увеличению размера продукта. Это может произойти из-за того, что пюре взаимодействует с другими ингредиентами в рецептуре исследования.

2 Химический анализ.

2.1 Содержание влаги:

С точки зрения качества пищевых продуктов, содержание влаги в образце пищевого продукта, особенно в пастилках, имеет важное значение, поскольку оно влияет на свежесть, долговечность и устойчивость к порче продукта.

Лис и Джексон (1973) отметили, что к широкому классу кондитерских изделий относятся жевательные резинки, желе и пастилки, которые могут быть произведены со множеством интересных вариаций. В таблице 2 показано, что уровень влажности для всех рецептур пастилок из инжира не превышал 20%. Если процентное содержание влаги превышает 20%, срок годности пастилок может быть сокращен. Рецептура F (20% пюре из инжира) имеет самое высокое содержание влаги среди шести рецептур, которое составляет 18,59% и существенно отличается ($P < 0,05$) по сравнению с другими рецептурами. Вероятно, это связано с высоким содержанием пюре из инжира, составляющим 20%, поскольку содержание влаги в сырых плодах инжира составляло 70,07% (Ахмед и др., 2011). Безопасное содержание влаги в пастилках колеблется от 12% до 18% (Разак, 2013). Все рецептуры находятся в пределах безопасного диапазона содержания влаги благодаря использованию сорбитола, который защищает пастилки от потери влаги [8,9].

2.2 Содержание золы:

Рецептура F (20% пюре из инжира) показала значительно самое высокое ($P < 0,05$) содержание золы (2,42%) среди шести рецептур по сравнению с самым низким содержанием золы в рецептуре A (1,77%). Данные показывают, что чем выше процентное содержание пюре из плодов инжира, используемого в рецептуре пастилок, тем выше содержание золы.

Зола состоит из накопленных минералов после высокотемпературного сжигания (более 500°C) в муфельной печи. Данные соот-

ветствуют Национальной базе данных питательных веществ международного ГОСТа, в которой приведены, сырые плоды инжира содержат 20,3 г углеводов, 0,7–1,6 г белка, 0,2–0,4 г общего жира и 5,3 г пищевых волокон.

2.3 Содержание сырой клетчатки:

Рецептура F (20% пюре из плодов инжира) (2,65%) имеет значительно самое высокое ($P < 0,05$) содержание клетчатки среди шести рецептов, в то время как самое низкое содержание клетчатки было обнаружено в рецептуре A (0,43%). Чем больше пюре из инжира включено в состав пастилок, тем выше содержание клетчатки. В 100 г свежих инжира содержалось 14% пищевой клетчатки (USDA, 2013). Поскольку в рецептуре F использовалось 20% пюре из инжира, полученное содержание клетчатки казалось разумным. В отличие от этого, Прасетиовати и др. (2014) указали на то, что содержание клетчатки в образцах пастилок существенно не зависело от используемой рецептуры, но вместо пюре из инжира и желатина использовалась комбинация моркови и эмульгатора.

2.4 Антиоксидантная активность с использованием 2,2-дифенил-2-пикрилгидразилгидрата:

Активность пюре из инжира по нейтрализации радикала показана в таблице 2. Анализ антиоксидантной активности использовался, поскольку это стабильный свободный радикал, который принимает электрон или водородный радикал, становясь стабильной диамагнитной молекулой. Анализ для оценки количества антиоксиданта, сохранившегося в пастилках из инжира, проводился путем проверки его активности по нейтрализации радикала.

Состав F (20% пюре из инжира) показал значительно ($P < 0,05$) самую высокую активность по нейтрализации радикала (36,58%) среди шести произведенных составов, что было сопоставимо с использованным (положительный стандарт) (31,7%).

Хотя эталонное значение антиоксидантной активности ниже, чем значение активности пастилки F, сравнение все же является надежным. Чем выше активность поглощения свободных радикалов, тем лучше продукт сохраняет антиоксидантное содержание. Аналогично, Конча-Мейер и др. (2016) сообщили о добавлении клубники и киви для улучшения антиоксидантной активности в фруктовой пастиле. В результате увеличение активности поглощения свободных радикалов можно объяснить содержанием фенольных соединений, которые улучшили антиоксидантные свойства пюре из инжира [10].

2.5 Активность воды:

Активность воды отражает энергетическое состояние воды в пищевой системе, предоставляя ценную информацию о микробной порче, химической стабильности и физической стабильности. Большинство продуктов с активностью воды выше 0,95 обеспечат достаточное количество влаги для поддержания роста бактерий, дрожжей и плесени. Активность воды в пищевых продуктах должна контролироваться на уровне 0,85 или ниже в готовом продукте. В таблице 2 показано, что все образцы пастилок из инжира имели значения активности воды менее 0,85. Состав F (20% пюре из инжира) показывает самое высокое значение активности воды $0,81 \pm 0,01$ и значительно отличается от составов А, В, С и D ($p < 0,05$). Результаты показали, что содержание влаги увеличивалось с увеличением количества пюре из инжира в составах, в то время как активность воды уменьшалась с увеличением концентрации желатина [10-15]. Данные согласуются с исследованиями, отмечено увеличение активности воды в пастилках из шелковицы по мере увеличения количества шелковицы в составе пастилок. Содержание влаги и активность воды взаимосвязаны, и четкое понимание взаимосвязи этих двух параметров, называемой изотермой сорбции влаги, является сложным и уникальным для каждого типа пищевого продукта.

3 Физический анализ.

3.1 Общее содержание растворимых сухих веществ:

Значение общего содержания растворимых сухих веществ или °Brix используется для проверки испарения и концентрации с целью оценки твердости конечных продуктов, а также сладости и текстуры конечного продукта. Данные показали несколько схожие значения от 60,5 до 67,3° Brix общего содержания растворимых сухих веществ, полученные для всех рецептур. Одинаковое количество подсластителя, составляющее 60 г для глюкозного сиропа и 40 г для сорбитола во всех рецептурах пастилок инжира, объясняет, почему значения не показали существенной разницы.

3.2 Анализ цвета:

Влияние добавления пюре из инжира на изменение цвета желатиновых пастилок. Цвет является одним из важнейших показателей качества пастилочных изделий, поскольку он напрямую влияет на потребительское восприятие продукта. В настоящем исследовании изучалось влияние добавления пюре из инжира в пастилки на основе желатина на изменение цветовых характеристик готового продукта.

Установлено, что с увеличением доли пюре из инжира в рецептуре наблюдается изменение окраски пастилок от светло-желтой к светло-коричневой и янтарной. Данное изменение обусловлено природным цветом инжира, а также наличием в его составе фенольных соединений, сахаров и пигментов, которые оказывают влияние на цветовую насыщенность.

При тепловой обработке смеси и процессе сушки происходит неферментативное потемнение, связанное с реакциями Майяра между редуцирующими сахарами инжира и аминокетонами желатина. В результате этого процесса усиливается интенсивность окраски пастилок, особенно при высоком содержании фруктового пюре.

Кроме того, добавление инжирного пюре способствует снижению светлоты (L^*) и увеличению показателей желтизны (b^*), что свидетельствует о формировании более насыщенного и естественного цвета. При этом пастилки без добавления пюре характеризуются бледной и менее выраженной окраской, что снижает их органолептическую привлекательность.

Следует отметить, что умеренное количество пюре из инжира обеспечивает равномерную окраску продукта без признаков чрезмерного потемнения, тогда как избыточное его содержание может приводить к чрезмерно темному цвету, воспринимаемому потребителем как признак перегрева или ухудшения качества.

Таким образом, добавление пюре из инжира оказывает существенное влияние на формирование цвета желатиновых пастилок, улучшая их внешний вид и придавая продукту натуральную окраску без использования искусственных красителей.

Добавление пюре из инжира в пастилки на основе желатина способствует изменению цветовых характеристик готового продукта, повышая насыщенность и естественность окраски. Оптимальное содержание инжирного пюре позволяет получить пастилки с привлекательным цветом и стабильными потребительскими свойствами.

3.3 Анализ профиля текстуры:

Сложность процесса еды или даже жевания предъявляет высокие требования к инструменту измерения текстуры. В идеале хотелось бы провести измерения структуры, смещения и силы, действующей на объект. Текстура – это сложное свойство, определяемое структурой, формой, химическим составом, вязкостью и другими физическими свойствами продукта (Щесняк, 2002). Были изучены общие результаты анализа профиля текстуры для пастилок из инжира.

В качестве сенсорного свойства твердость определяется как сила, необходимая для сжатия вещества между коренными зубами или между языком и нёбом. Показатель твердости демонстрирует, что состав F (20% пюре из инжира) обладал значительно более высоким значением ($p < 0,05$) по сравнению с другими составами. Высокий процент желатина, содержащего пектин, был тверже, чем желатиновые гели с низким содержанием пектина. Присутствие пектина может «укоротить» желатиновую сетку. Что касается эластичности, существенных различий между рецептурами не наблюдалось ($p > 0,05$), поскольку количество желатина, используемого в каждой рецептуре, составляет 15% и менее, что можно считать низким количеством желатина. Присутствие пектина в пюре из инжира также является одной из причин, почему результаты не были существенно изменены. Рецептуры А (10% пюре из инжира) и В (12% пюре из инжира) показали высокое значение когезивности, но существенных различий между рецептурами не наблюдалось ($p > 0,05$), поскольку все пастилки имели одинаковую структуру после сжатия и сплющивания движущимся зондом. Состав В (12% пюре из инжира) имел наивысшее значение клейкости и значительно отличался от составов С (14% пюре из инжира), D (16% пюре из инжира), E (18% пюре из инжира) и F (20% пюре из инжира) [16-18]. С другой стороны, жевательность определяется как время, необходимое для пережевывания образца с постоянной скоростью приложения силы, чтобы уменьшить его консистенцию до состояния, подходящего для глотания. Состав С имеет наивысшее значение жевательности ($6661,5 \pm 132,7$ г/мм), значительно отличающееся от составов А (10% пюре из инжира), E (18% пюре из инжира) и F (20% пюре из инжира). Упругость — это показатель того, как образец восстанавливается после деформации в зависимости от скорости и силы воздействия. Состав С (14% пюре из инжира) имеет наивысшее значение упругости ($0,48 \pm 0,01$) и существенно отличается от других составов [19-21].

4 Сенсорная оценка.

В работе приведены результаты сенсорной оценки пастилок из инжира среди пяти неподготовленных дегустаторов. Были оценены четыре атрибута: цвет, текстура, вкус и общая приемлемость. Эти атрибуты являются основными сенсорными методами, которые могут помочь в исследовании питательных или функциональных преимуществ натуральных продуктов. Также важно подчеркнуть и улучшить сенсорные свойства продуктов, чтобы в конечном итоге

привлечь внимание потребителей: независимо от того, насколько полезен и питателен продукт, если он не привлекает своего целевого конечного потребителя, он вряд ли добьется успеха на современном рынке.

Что касается цветовых характеристик, то все рецептуры не показали существенных различий: рецептура Е (18% пюре из инжира) показала наивысшую оценку ($5,82 \pm 1,68$), а наименьшая – рецептура С (14% пюре из инжира) ($5,24 \pm 1,81$). Различия между наивысшим и наименьшим значениями все еще сопоставимы. Значения L^* , a^* и b^* , полученные с помощью колориметра, также не показали различий в цвете, который для всех рецептур имеет коричневато-оранжевый оттенок. Поскольку желатин имеет желтовато-оранжевый цвет, а пюре из инжира – темно-коричневый, коричневато-оранжевый цвет – это цвет пастилок из инжира.

Текстура пастилок из инжира не должна быть слишком тягучей и не слишком клейкой, поскольку большинство участников дегустации высоко оценили рецептуру В (12% пюре), в которой использовалось 13% желатина ($6,86 \pm 1,74$), и не оценили рецептуру D (16% пюре), в которой использовалось 9% желатина ($4,54 \pm 1,77$). Эти результаты показали, что участники дегустации предпочитают использовать половину количества желатина, используемого в пастилках. При использовании большого количества желатина текстура пастилок становится слишком тягучей, а при использовании очень малого количества желатина – менее тягучей. Текстура долгое время считалась второстепенным сенсорным признаком пищевых продуктов. Текстура – это сенсорный признак, представляющий собой комплекс параметров, связанных с реологическими свойствами.

Вкус пастилок из инжира важен, поскольку он является показателем повторной покупки; если вкус неприемлем, этот продукт не может быть коммерциализирован. Также определено, что рецептура В (12% пюре из инжира) имеет наивысшую оценку вкуса ($5,74 \pm 1,77$), в то время как самая низкая оценка вкуса наблюдалась в рецептуре D (16% пюре из инжира) ($4,5 \pm 1,71$). Показана общая оценка качества пастилье из инжира, где, рецептура В (12% пюре из инжира) показала наилучшую общую оценку ($5,82 \pm 1,79$), в то время как рецептура С (14% пюре из инжира) получила самую низкую оценку по общей оценке ($4,22 \pm 1,69$).

Вывод. Успешно разработаны пастилки из инжира коричневато-оранжевого цвета, круглой формы диаметром 1,0-1,2 см и весом

приблизительно 1,2-1,5 г. Состав В (12% пюре из инжира) имеет показатель Брикс 62,7° при pH 4,3, очень сладким послевкусии и активности воды 0,54. В анализе цвета значение L^* составило 59,76, значение a^* – 23,71, а значение b^* – 34,33, что и обусловило коричнево-оранжевый цвет пастилок из чику. Общее содержание растворимых сухих веществ во всех составах составляло не менее 60° Брикс и не превышало 68° Брикс. Состав F показал наивысшее значение в этих четырех анализах, поскольку он содержит наибольшее количество пюре из плодов инжира (20% пюре из инжира). Сенсорная оценка показала, что с точки зрения текстуры, вкуса и общей приемлемости среди неподготовленных дегустаторов, пастилки из состава В (12% пюре из инжира) были наиболее приемлемыми. Результаты показывают, что наивысшая оценка общего качества пастилок обусловлена добавлением приблизительно 12% пюре из инжира. Таким образом, плоды инжира могут быть потенциальным натуральным ингредиентом для производства пастилок, что способствует их использованию в пищевой промышленности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при проведении данного исследования.

References /Список литературы (см. страница 81)