

A kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.) élelmiszeripari hasznosíthatóságának vizsgálata

Investigation of purslane (*Portulaca oleracea* L.)
as a potential foodstuff

Az ultrahanggal segített extrakció paramétereinek hatása fehér ürömfű kivonatok antioxidáns tartalmára és a színére • Néhány gondolat az úgynevezett 'ultra-feldolgozott élelmiszerekről' (UPF) • Korszerű ökológiai innovatív technológiák alkalmazása környezetbarát élelmiszeripari termékek gyártásában • Nemzeti szabványosítási hírek

Effect of ultrasound-assisted extraction parameters on antioxidant content and colour of white wormwood extracts • The love/hate relationship with the categorisation of ultra-processed foods • Implementation of advanced ecological innovative technologies in the production of environmentally friendly food products • National standardization review



TARTALOM – CONTENTS

Investigation of purslane (<i>Portulaca oleracea</i> L.) as a potential foodstuff (Vivien Nagy, Rebeka Aszalósné Balogh, Diána Ungai, Lili Furkó, István Fekete, Magdolna Tállai, Anett Szilágyi, Béla Kovács, Szilvia Kovács)	3
<i>A kövér porcsin (<i>Portulaca oleracea</i> L.) élelmiszeripari hasznosíthatóságának vizsgálata</i> <i>(Nagy Vivien, Aszalósné Balogh Rebeka, Ungai Diána, Furkó Lili, Fekete István, Tállai Magdolna, Szilágyi Anett, Kovács Béla, Kovács Szilvia)</i>	3
Az ultrahanggal segített extrakció paramétereinek hatása fehér ürömfű kivonatok antioxidáns tartalmára és a színére (Botkó Zsombor, Kincses Sándorné, Szilágyi Anett, Kovács Béla)	20
<i>Effect of ultrasound-assisted extraction parameters on antioxidant content and colour of white wormwood extracts</i> <i>(Zsombor Botkó, Sándorné Kincses, Anett Szilágyi, Béla Kovács)</i>	20
Néhány gondolat az úgynevezett ‘ultra-feldolgozott élelmiszerekről’ (UPF) (Bánáti Diána)	30
<i>The love/hate relationship with the categorisation of ultra-processed foods</i> <i>(Diána Bánáti)</i>	30
Implementation of advanced ecological innovative technologies in the production of environmentally friendly food products (Nigora Sh. Bazarova, Zafar Z. Uzakov, Golib.N. Alikulov, Ulugbek M. Turaev)	35
<i>Korszerű ökológiai innovatív technológiák alkalmazása környezetbarát élelmiszeripari termékek gyártásában</i> <i>(Nigora Sh. Bazarova, Zafar Z. Uzakov, Golib.N. Alikulov, Ulugbek M. Turaev)</i>	35
Szabványosítási hírek (Szalay Anna)	42
<i>National standardization review</i> <i>(Szalay Anna)</i>	42

ISSN 0422-9576



Vivien NAGY^{1,2,3,*}, Rebeka ASZALÓSNÉ BALOGH^{4,*}, Diána UNGAI⁵, Lili FURKÓ⁴,
István FEKETE², Magdolna TÁLLAI⁶, Anett SZILÁGYI⁵, Béla KOVÁCS⁵, Szilvia KOVÁCS⁴

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2025/1-1>

Arrived: March 2025 – Accepted: March 2025

Investigation of purslane (Portulaca oleracea L.) as a potential foodstuff

Keywords: purslane, product development, test loaves, sensory testing, Klason lignin

1. Abstract

Nowadays, sustainability and environmental awareness play an increasingly prominent role in our daily lives. In addition to a healthy diet, a growing number of conscious consumers increasingly demand variety and the use of ingredients with favourable nutritional parameters that have a low environmental impact on the planet. Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is typically known as an undesirable weed in our country and Europe, but its food potential is predestined for much more. Thanks to its worldwide distribution and versatile uses (agriculture, medicine, gastronomy), purslane has come back into scientific focus. The plant is rich in omega-3 fatty acids, especially alpha-linolenic acid, high in antioxidants and vitamins A, C, B6 and E and is a significant source of magnesium, calcium and iron. In our research, total polyphenol and flavonoid content, protein and Klason lignin content of the ground leaves and stems of the plant were investigated, and product development was carried out by preparing test samples enriched with 5%, 10% and 15% powdered purslane. We tested the physical parameters of the test loaves and carried out a sensory evaluation to see how consumers perceived the products we developed. The results showed that the development of food products with purslane powder is feasible, and using the stem and leaf parts of the plant, the enrichment of 5% scored the highest in the sensory evaluation.

¹ University of Debrecen, Faculty of Health Sciences, One Health Institute, Department of Planetary Health, Debrecen

² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology, Debrecen

³ University of Debrecen, Doctoral School of Nutrition and Food Science, Debrecen

⁴ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Applied Plant Biology, Debrecen

⁵ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science, Debrecen

⁶ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, Debrecen

* These authors contributed equally to this work.

Vivien NAGY	nagy.vivien@etk.unideb.hu	http://orcid.org/0000-0003-3046-9849
Rebeka ASZALÓSNÉ BALOGH		https://orcid.org/0000-0002-5294-6098
Diána UNGAI	ungai@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0001-7637-2896
István FEKETE	feketei@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0009-0002-6204-815X
Magdolna TÁLLAI	tallaim@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0002-6876-5566
Anett SZILÁGYI	szilagyi.anett@agr.unideb.hu	
Béla KOVÁCS	kovacs@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0002-6439-4753
Szilvia KOVÁCS	szkovacs@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0003-1504-9002

2. Introduction

Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is the eighth most common weed worldwide (Aszalósné Balogh et al., 2024; Furkó, 2024). Nowadays, it is also referred to as a „super vegetable”, as it is rich in nutrients and has a wide range of uses in gastronomy (Chen et al., 2019; Howes et al., 2023).

Systematically, it can be classified in the phylum *Angiospermatophyta*, the class *Dicotyledonopsida*, the order *Caryophyllales*, the family *Portulacaceae* and the genus *Portulaca* (E. Bálint et al., 1987; Király, 2009).

The purslane is native to the plains of Europe and Asia. It is a cosmopolitan species with a T4 life form and is found in almost all parts of the world due to its drought tolerance and ease of cultivation in different climates. It prefers rainy weather but also occurs in semi-arid and arid areas such as North Africa and Southern Europe. It is also widespread in our country, preferring loose sandy soils, but is also a common weed on loamy soils (Ujvárosi, 1973; Gonella et al., 2010; Chugh et al., 2019).

In terms of the morphology of the vegetative organs, a low-growing plant, spreading stem (10–40 cm long), with a cylindrical and fleshy stem. The leaves are sessile (stalkless), obovate-ovate or lobed, usually 1–2 cm long, dark green and waxy. Flowering is frequent from July until frosts with small yellow flowers, borne singly or in groups in the axils of the leaves or at the end of the stems. The fruit is a 3–7 mm long, oval, obliquely capped, multinucleate capsule. The seeds are 0.7 mm wide, round or kidney-shaped, flattened and brownish black (Ujvárosi, 1973; Hunyadi et al., 2000).

Purslane has a wide range of uses. In agriculture, it can improve soil fertility and enzyme activity due to its phytoremediation capacity, and it can also be involved in the remediation of saline soils (Grieve and Suarez, 1997; Bekmirzaev et al., 2021). Its gastronomic importance is demonstrated by its popular use in the preparation of soups, salads, smoothies or fermented foods due to its sour and salty taste, and the decoction of its dried leaves is consumed as tea. It is popular mainly in the Far East and is considered an essentially everyday food (Uddin et al., 2014; Uddin et al., 2020). The most commonly utilised part is the leaves and stems of purslane, which are typically harvested before flowering.

Thanks to its favourable nutritional parameters, purslane has attracted considerable attention from several directions in recent years. Although known as a weed in the public domain, it is currently considered by the WHO as one of the most useful medicinal plants (Lim and Quah, 2007; Apicella et al., 2023; Carrascosa et al., 2023). The plant contains highly valuable compounds such as polyphenols and flavonoids, organic acids, esters, lignans and is also rich in sterols. Its high antioxidant and omega-3 fatty acid content, significant vitamin A, C, B6 and E content, magnesium, calcium, iron and potassium content make it a species with potential in medicine and the food industry (Alam et al., 2014; Kumar et al., 2022). In addition to its antimicrobial, antiviral, antifungal, antidiabetic and antiasthmatic effects, many studies report anti-inflammatory and wound-healing effects of fat gristle. In ethnobotanical research, the use of the plant as a medicine has been used in diseases such as diabetes, cardiovascular diseases, urinary tract infections, headache, fever, and diarrhoea, but it is also widely used against snake bites or insect stings and in cases of pregnancy risk (Younos et al, 1987; Chan et al, 2000; Chen et al, 2009; Zhu et al, 2010; Faruque et al, 2019; Nemzer et al, 2020; Howes et al, 2023).

With sustainability and an environmentally conscious approach in mind, purslane could be a prospective medicinal and food crop for the future food supply due to its favourable nutritional parameters and good cultivability (Apicella et al, 2023). Overpopulation, climate change and the depletion of natural resources call for an environmentally conscious approach to agriculture and, more narrowly, to the food industry, which focuses on the use of raw materials that can be incorporated into a self-sustainable lifestyle (Obaisi, 2017). A varied and balanced diet is one of the pillars for safeguarding human health, which can ensure a better quality of life (Bánáti, 2022; Rurik et al, 2024). The number of health-conscious dieters is rapidly increasing both in Hungary and globally, and the food industry is constantly innovating to keep pace (e.g. new ingredients, new technologies). Purslane can be an excellent staple for health-conscious, plant-based diets, can be grown with low environmental impact, and the promotion and rediscovery of forgotten plants are important for sustainability (ADM, 2020; Apicella et al., 2023).

The main objective of our work was to explore the potential of the plant for food production. We would like to make the data from the study tangible for the processing industry, and not only to highlight the value of the plant at the centre of the study, but also to contribute to the exploitation of local resources. The results of the research could open up many new avenues for horticulturists and growers who have so far only been concerned with the control and management of purslane.

3. Materials and methods

The purslane, the focus of the study, was collected from a closed garden in Kaba (N47.3558 E21.2743) after flowering in autumn 2023 (Figure 1). Purslane samples were stored frozen after cleaning and soil

decontamination. Before use, plant parts were separated into leaf and stem parts by hand sorting and lyophilised. During sample preparation, the leaf and stem parts were pulverised using a coffee grinder for product development and laboratory testing. During our research, total polyphenol and flavonoid content, protein content and cell wall analysis (Klason lignin, glucan content) were determined from the plant. For product development purposes, a test batch was prepared and enriched with „purslane powder” in different proportions. Phylogenetic analysis was performed on the flour used in the test, and physical tests (loaf volume, shape ratio, baking loss) were also performed on the enriched test loaves. The test loaves enriched with purslane powder and our control sample without purslane powder were subjected to a sensory evaluation by tasting and filling in a questionnaire. In all cases, our laboratory tests were performed in triplicate in the laboratories of the Institute of Food Science, the Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science and the Institute of Applied Plant Biology of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen.



Figure 1: Purslane (*Portulaca oleracea* L.)

3.1. Soil analysis

From the collected soil, the following parameters were determined in the laboratory of the Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science of the University of Debrecen: pH, humus content (w/w %), NO₂+NO₃-N content, and the easily absorbable phosphorus and potassium content of ammonium lactate. In addition to this series of tests, Arany's plasticity index (KA) was also determined.

Soil chemistry was determined in a 1:2.5 ratio of distilled water and KCl. The measurement was carried out with a pH meter (JENWAY 570 portable pH / mV / oC meter) by immersing the glass electrode in the solution after the solution had been standing for 12 hours (Buzas 1988).

The humus content was determined by colourimetry (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrophotometer). Potassium dichromate (K₂Cr₂O₇) is a strong oxidising agent in the presence of oxidising agents in acidic media. Dichromate is reduced to chromium salts, while the solution changes colour from orange to green. The amount of excess potassium dichromate was measured colourimetrically (580 nm wavelength) (Buzás 1988).

The nitrate-N content of the soils was determined according to the method of Felföldy (1987) using the sodium salicylate method. The measurement was carried out with a spectrophotometer (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrophotometer) at a wavelength of 430 nm. Determination of the easily soluble phosphorus and potassium content of the soils was carried out using 0,1 M ammonium lactate (AL) extractant at pH 3.7. Phosphorus content: 10 cm³ of the extract was precipitated, 15 cm³ of ammonium molybdenate sulphuric acid was added and supplemented with 1 cm³ of ascorbic acid tin chloride solution for reduction to give a blue colour. The intensity of the resulting colour was photometric at 660 nm (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrophotometer). The potassium content was determined from the filtrate using a flame photometer (VARIAN AA-20 PLUS + GTA 100 Atomic Absorption Spectrometer + Graphite Furnace module), based on the intensity of the flame staining (Egnér et al., 1960).

3.2. Determination of Klason lignin and glucan content

Klason lignin content was determined according to the Hågglund method (Sluiter, 2008). The lignin content of the sampled raw material was determined gravimetrically so that the G4 glass filters were properly prepared. They were placed in the furnace (Nabertherm L5/11/B510) for 3 hours at 550°C before measurement, then cooled in a desiccator and accurately weighed after cooling. As they were used the next day, they were placed in a drying oven (BINDER E 28) at 105°C after the furnace.

In the first step, 0.5 g of ground leaf and stem samples, dried overnight at 105°C, were weighed in three replicates per sample on an analytical balance into liquid bottles and 2.5 ml of 72% H₂SO₄ was added using an automatic pipette. The samples were thermostated in the presence of sulphuric acid for 2 hours and diluted with 75 ml distilled water. The samples were then placed in sealed liquid bottles without mixing in an autoclave (121°C; Systec 3850 EL) for thermostating for one hour. After claving, the solutions were filtered through pre-annealed and weighed glass filters using a vacuum.

About 2 ml of the filtrate was filtered through a 0.45 µm pore diameter filter into HPLC tubes. Glucose concentrations were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC) (Waters Alliance 2695 Separations module; column: Phenomenex Luna Omega Sugar 250 x 4.6 mm, 3 µm; eluent: acetonitrile:water = 75:25; flow rate: 1 ml/min; 35 °C). From the latter, the glucan contents were calculated for the original sample, based on the dry mass of the sample, the liquid volume and the mass increase during hydrolysis. The solid fraction remaining on the glass filter was washed to neutral with hot distilled water.

The glass filters were then placed in a drying oven overnight at 105°C. After drying and cooling in the desiccator, their mass was measured. The dried solid fraction was then incinerated in an oven at 550°C for 6 hours, and the mass of the insoluble inorganic components was determined. The Klason-lignin content of the original sample is the dry mass of organic matter in the solid fraction relative to the measured dry mass. Klason lignin is defined as the solid residue after hydrolysis corrected for ash content (Equation 1). Glucan contents were determined by taking into account the depolymerisation factor of monosaccharides (Sluiter, 2008). Glucan includes all polysaccharides composed of glucose monomers.

Equation 1. Calculation of lignin content

$$\text{lignin (\%)} = \frac{m_0}{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_1)} \times 100$$

m_0 : exact mass of 0,5 g of dried sample (g),

m_1 : mass of G4 glass filters (g),

m_2 : mass after drying at 105°C (g),

m_3 : mass after 550°C annealing (g).

3.3. Determination of protein content

Protein content was determined according to the method of Bradford (1976). 20 mg of lyophilised, powdered stem and leaf samples were weighed in triplicate in Eppendorf tubes. To the weighed samples, 1 ml of distilled water was added. The Eppendorf tubes were vortexed and placed in an ultrasonic water bath for 1 hour. Next, the suspended particles were removed by centrifugation at 10000 RPM for 4.5 min. After centrifugation, 50 µl of the suspension was weighed into another Eppendorf tube. To the measured sample, 50 µl of sodium chloride solution was added. Then, 1 ml Coomassie Blue (Bradford) reagent was added to the sample. The tube was thoroughly mixed to ensure that the reagent was well mixed with the samples. The mixture was incubated for 2 minutes at room temperature. The incubated samples were transferred to cuvettes for spectrophotometric measurement. For the blank sample, 100 µl NaCl and 1 ml Bradford reagent were used. The absorbance was measured at 595 nm (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences Spectrophotometer). A standard curve was used to calculate the concentration.

3.4. Determination of total polyphenols

Total polyphenol content was determined according to the method of Singleton and Rossi (1965) with minimal modifications. A total of 20 mg of stem and leaf samples were weighed, and 1 ml of methanol: distilled water (70:30) was added, vortexed and incubated in an ultrasonic water bath for 30 min. The sample was then centrifuged at 13.200 RPM for 3 minutes. The supernatant was filtered through a 0.45 µm filter into an Eppendorf tube, and 1250 µl of Folin–Ciocalteu reagent was then added to 50 µl of supernatant. After waiting 1 min, 1000 µl of 0.7 M Na₂CO₃ was added to the sample and incubated in a water bath at 50 °C for 5 min. The cuvettes were loaded onto a mark, and the absorbance was measured with a spectrophotometer at 760 nm (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences Spectrophotometer). The blank sample was a mixture of 1250 µl of Folin–Ciocalteu reagent and 250 µl of MeOH:DW. The total phenol content was calculated using a calibration curve obtained using the gallic acid standard.

3.5. Determination of flavonoid content

Flavonoid content was determined according to the method of Kim et al., (2003) with minimal modifications. The determination was based on the complexation of flavonol- and flavone-type compounds with aluminium chloride in a stoichiometric reaction in an acid medium. The colour intensity of the resulting complex indicates the amount of compounds present in the solution. A routine standard was used to prepare the calibration curve. For the measurement, 0.5 ml of the sample was added to 4.5 ml of the Al solution.

The Al solution contained 5 ml of 10g ml⁻¹ AlCl₃ solution, 5 ml of 1 M KOAc solution, 75 ml of methanol and 140 ml of distilled water. The measurement was performed at 415 nm (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences Spectrophotometer). The results were obtained in routine equivalents according to the calibration equation.

3.6. Farinograph examination

It is common practice to perform farinographic tests (MSZ 6369/6:1988, LABOR MIM OA 205) to determine the behaviour, water absorption and rheological properties of different flours and doughs. To remove possible impurities, the flour we wanted to use in our product development was first sieved. The moisture content of the flour sample was determined using Inframatic 8620 equipment, and then a dough was prepared from the flour and distilled water. The exact amount of flour used was determined from the moisture content of the flour using the standard. During the test, the apparatus records the resistance of the dough to kneading, i.e. the behaviour of the dough and the degree of any softening. The device can determine the exact water absorption of the flour to achieve the right consistency. The value thus determined was used in the preparation of the test loaves.

3.7. Making test loaves

During our product development, we prepared test loaves by adding leaf and stem parts (powdery) of purslane to our prototype product according to the standard MSZ 6369/8:1988 (MSZ 6369/8:1988). The recipe of the test loaves was defined in terms of flour weight (w/w %): 100% flour, 3% yeast, 2% salt and 0.5% sugar. For the flour used in the study, the water absorption capacity and the quality index were also established beforehand. For the prototype products, enrichment of 5%, 10% and 15% of the purslane stem and leaf powder was carried out, resulting in a total of 7 test loaves (including a control sample without purslane powder). The process of making loaves started with the weighing of dry and wet ingredients. The yeast and sugar were dissolved in a part of the kneading water, then added to the previously weighed and mixed dry ingredients and a homogeneous dough was obtained by machine kneading for 5 minutes at 28°C. The dough was then placed in a kneading machine (FM F-608), where it was left to mature for 30 minutes at 31°C and 85% relative humidity, and then the loaf was shaped into a round loaf using 20 rolling movements. The dough was placed in a floured press (seam side up) and left to rise for 60 min at 31°C and 85% relative humidity (Figure 2). The risen loaves were placed on baking paper, sprayed with water and baked (RXB 606, Hot air mixer oven) for 32 min at 260°C (96% relative humidity).



Figure 2: Test loaves waiting to be baked

3.8. Testing the physical parameters of test loaves

3.8.1. Determination of test loaves' specific volume

The determination of the test loaves' volume is usually used for bread or bakery products and provides information on the quality, texture and airiness of the food product. One of the best-known volumetric tests

is the displacement method, whereby a loaf of bread is placed in a container filled with rapeseed of known volume. The volume of rapeseed displaced by the loaf is equal to the volume of the loaf. The specific volume is obtained by dividing the volume of the cooled loaf by its mass (Equation 2).

Equation 2. *Determination of specific volume*

$$\text{Specific volume} \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{V}{G}$$

V: loaf volume(cm3)

G: loaf weight (g)

3.8.2. Determination of shape ratios

The determination of the shape ratios was an important parameter for the determination of baking time and quality parameters, which is usually performed for bread or loaves, but can also be relevant for other bakery products during product development. After the loaves had cooled, they were cut in half (Figure 3), placed face down on a sheet of paper and then drawn around. A ruler was used to measure the maximum width and maximum height of the loaf in the longitudinal direction, and the shape quotient, a dimensionless number, was determined using **Equation 3**.

Equation 3. *Determination of shape ratios*

$$AH = \frac{M}{L}$$

M: loaf width (mm),

L: loaf height (mm).

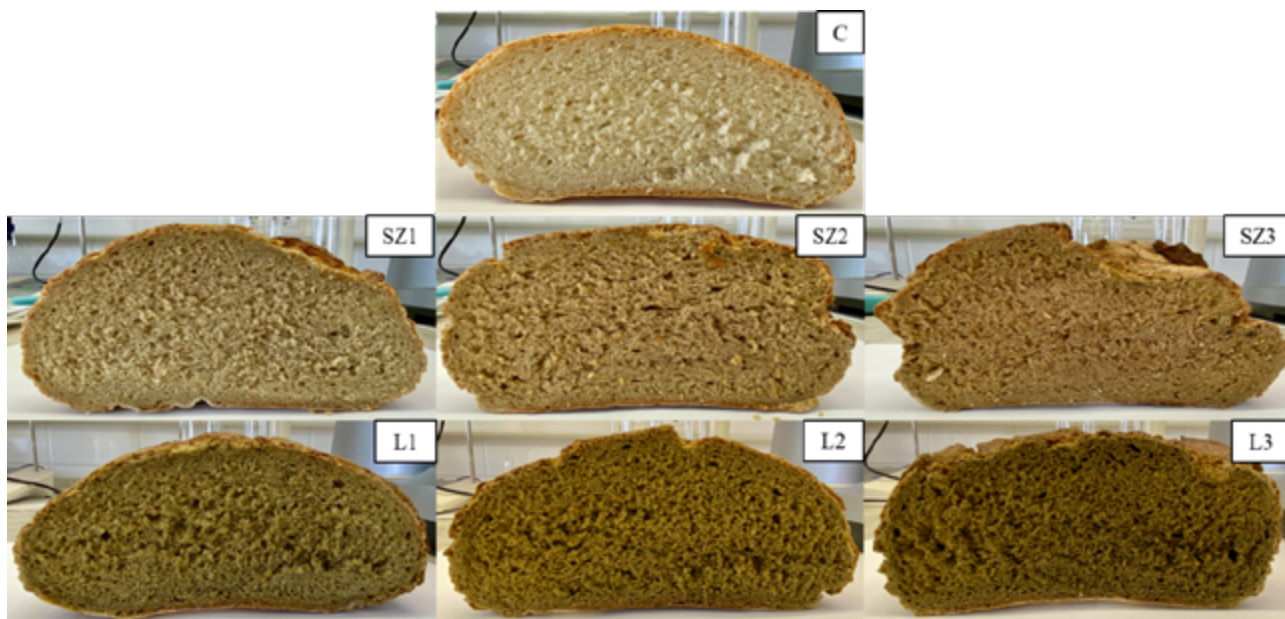


Figure 3: *Determination of the share ratio of test loaves*

C: control sample; SZ1: 5% enrichment with stem; SZ2: 10% enrichment with stem; SZ3: 15% enrichment with stem;
L1: 5% enrichment with leaves; L2: 10% enrichment with leaves; L3: 15% enrichment with leaves

3.8.3. Determination of the loss of baking

Baking loss was carried out on the day of product development after the test loaves had cooled. The weight of the loaves was measured both before and after baking, and the baking loss was determined according to **Equation 4** (Kiss, 2009).

Equation 4. *Determination of the loss of baking*

$$\frac{m_1 - m_0}{m_1} \times 100$$

m_0 : weight after baking (g),

m_1 : weight before baking (g).

3.9. Sensory analysis

Sensory/organoleptic testing plays an important role in food product development, assessing the acceptability and quality of the product. In the sensory evaluation (**Figure 4**), we aimed to assess 4 parameters of the test loaves (and the control sample without purslane powder) enriched with purslane powder: appearance, smell, taste and texture. A total of 27 participants were university citizens (lecturers and students). Our judges described the test loaves on a scale of 1 to 5 (simple ranking), where 1 was very bad and 5 was fine and asked them to answer a few questions, such as whether they were familiar with purslane, whether they had ever consumed purslane, whether they would buy the product we developed, etc. The full questionnaire is attached.

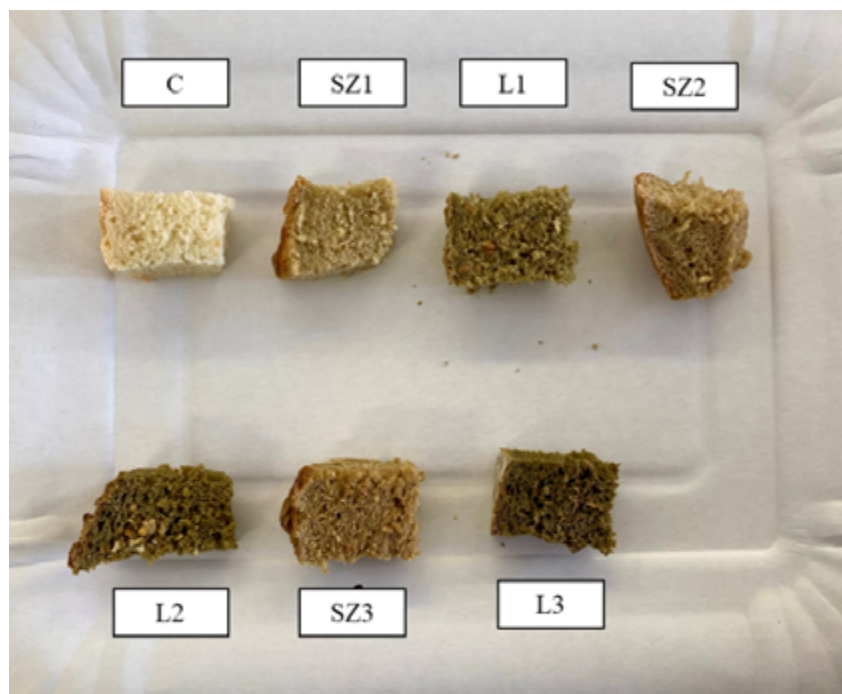


Figure 4: Sensory analysis of test loaf samples

C: control sample; SZ1: 5% enrichment with stem; SZ2: 10% enrichment with stem; SZ3: 15% enrichment with stem; L1: 5% enrichment with leaves; L2: 10% enrichment with leaves; L3: 15% enrichment with leaves

4. Results

All laboratory analyses were carried out in triplicate, and the values reported in the manuscript represent the corresponding means. In certain cases – such as sensory evaluation, baking loss, or the determination of physical parameters of the loaves – the results derive from deterministic calculations.

4.1. Soil test results

The soil parameters (**Table 1**) show that the soil is clay loam with medium humus and CaCO₃ content. The latter is due to the slightly alkaline chemistry of the soil.

Table 1: Soil test results

Plasticity index	pH		Humus	CaCO ₃	NO ₃ -N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
K _A	H ₂ O	KCl	%	%	(mg 1000 g ⁻¹)		
46.00	7.92	7.28	3.10	10.85	49.42	1847	1005.0

4.2. Klason lignin content

The average Klason lignin content of the purslane samples ranged from 4.90–14.1% (**Figure 5**). The leaf samples showed a higher Klason lignin content, with an average of 14.1%, while the Klason lignin content of the stem samples was 4.90%.

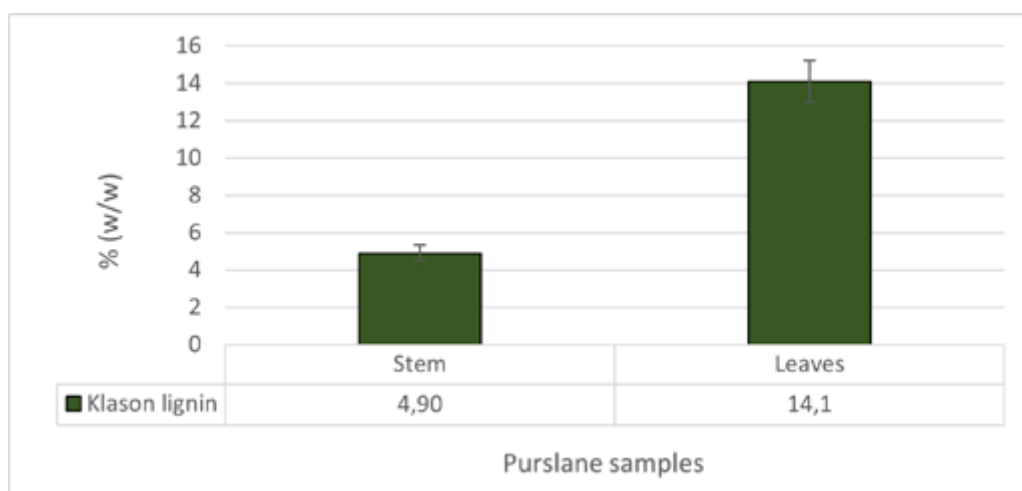


Figure 5: Klason lignin content of purslane samples

4.3. Glucan content

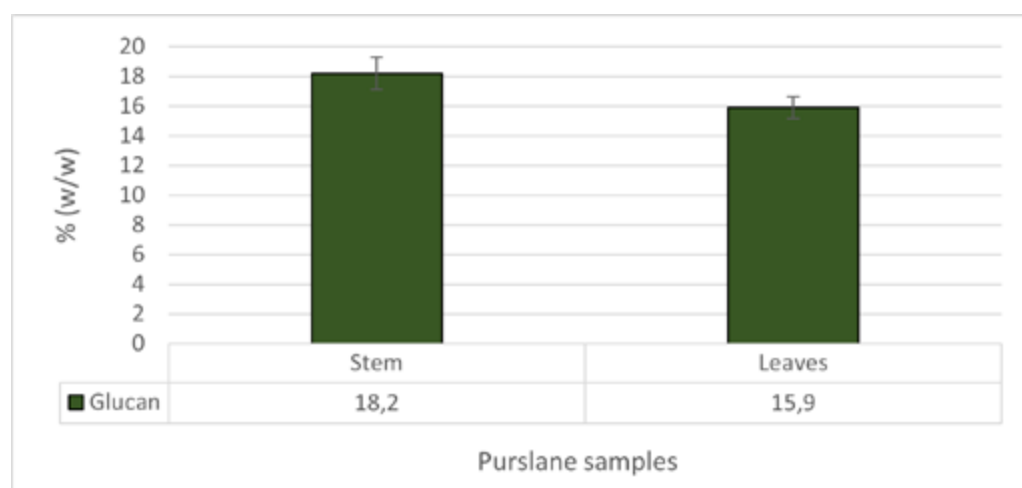


Figure 6: Glucan content of purslane samples

The average glucan content of the purslane samples ranged from 15.9 to 18.2%, as illustrated in **Figure 6**. Stem samples had a higher glucan content, with an average of 18.2%, while leaf samples had a glucan content of 15.9%. In our tests, we also tried to determine other soluble sugars (fructose and sucrose), but we could only detect glucose, from which we calculated the glucan content of the purslane samples.

4.4. Protein content

From the tests performed, it can be concluded that the protein content of the purslane samples was higher than 110 mg/100g DW in all cases. The average water-soluble protein content of the stem samples was 112.9 mg/100g DW, while that of the leaf samples was 188.7 mg/100g DW (**Table 2**).

4.5. Total polyphenol and flavonoid content

The total polyphenol content was 387.5 mg GAE/100g for leaf samples and 133.4 mg GAE/100g for stem samples. The flavonoid content of the leaf samples was 21.3 mg rutin eq/100g, and that of the stem samples was 12.1 mg rutin eq/100g (**Table 2**).

Table 2: The composition of the purslane

	Leaves	Stem
Total polyphenol	387.5±1.86 mg GAE/100g	133.4±0.85 mg GAE/100g
Flavonoid content	21.3±1.78 mg rutin eq/100g	12.1±0.23 mg rutin eq/100g
Protein content	188.7±0.39 mg/100g	112.9±0.08 mg/100g

4.6. Farinograph examination

The farinograph (QA-205) test (Figure 7) showed a score of 79.4, which placed the flour in the A2, high-quality category. From the preliminary tests, it was found that the flour sample had a protein content of 14.99%, moisture content of 10.61%, gluten content of 37.63%, ash content of 63% and water absorption of 15.2%.

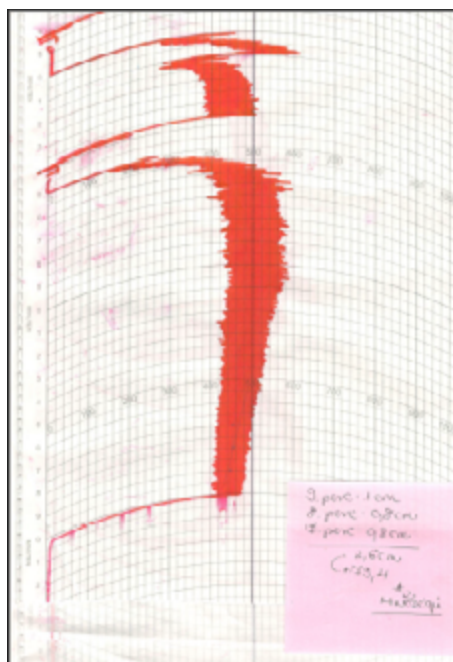


Figure 7: Farinograph test result

4.7. Physical parameters of test loaves

The test loaves had an average weight of 445.63 g. No significant differences were observed in the weights of the test loaves enriched with purslane powder. Sample 2 (SZ1), enriched with 5 % stem dry powder, had the lowest weight and Sample 3 (L1), prepared with 5 % leaf powder, had the highest weight (**Table 3**). The average volume of the test samples was 550 cm³. With the addition of leaf and stem dry powder, the volume of each test specimen decreased, i.e. they became denser. The largest volume after the control sample was sample 5 (680 cm³), which was prepared with 10% leaf powder (L2). The effect of each enrichment was generally to reduce the volume values by half.

Table 3: Physical parameters of our test loaves

Sample number	Sample code	Flour and purslane powder proportion (%)	Test loaves weight (g)	Test loaves volume (cm ³)
1.	C	100% flour – 0% purslane powder	445.68	1230
2.	SZ1	95% flour – 5% stem powder	442.45	600
3.	L1	95% flour – 5% leaves powder	449.13	510
4.	SZ2	85% flour – 10% stem powder	447.91	580
5.	L2	85% flour – 10% leaves powder	447.25	680
6.	SZ3	80% flour – 15% stem powder	443.04	290
7.	L3	80% flour – 15% leaves powder	443.99	550

4.7.1. Specific volume

The average specific volume of the test samples was 1.42 cm³/g (**Figure 8**). Sample 6 (SZ3: 1.53), made with 15% stem powder, had the highest specific volume after the control sample (1:2.76). None of the test samples prepared reached the specific volume as specified.

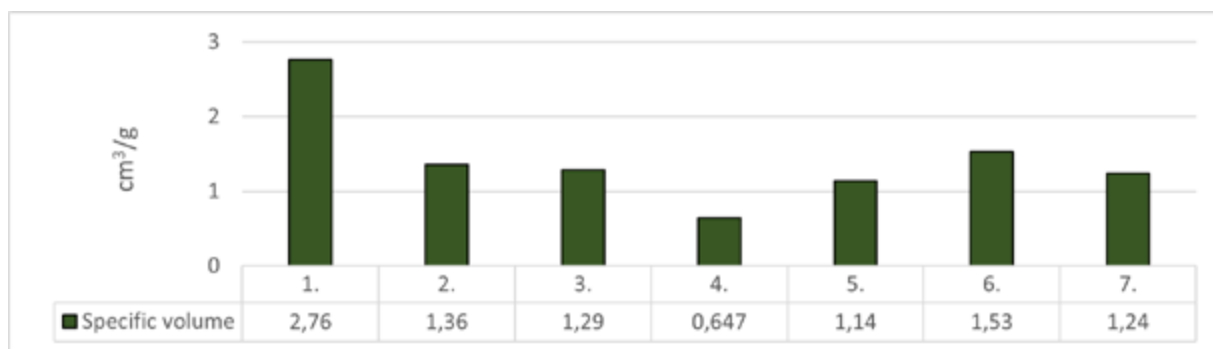


Figure 8: Specific volume of the test loaves

4.7.2. Shape ratio

The average shape ratio of the test loaves was 1.90 (**Figure 9**). Samples 4 (SZ2: 1.63) and 6 (SZ3: 1.63), made with 10% and 15% stem dry powder, had the lowest shape ratio, height, width and the most compact structure. Only sample 3 (L1: 2.21), prepared with 5% leaf powder, achieved the shape quotient found in the specification.

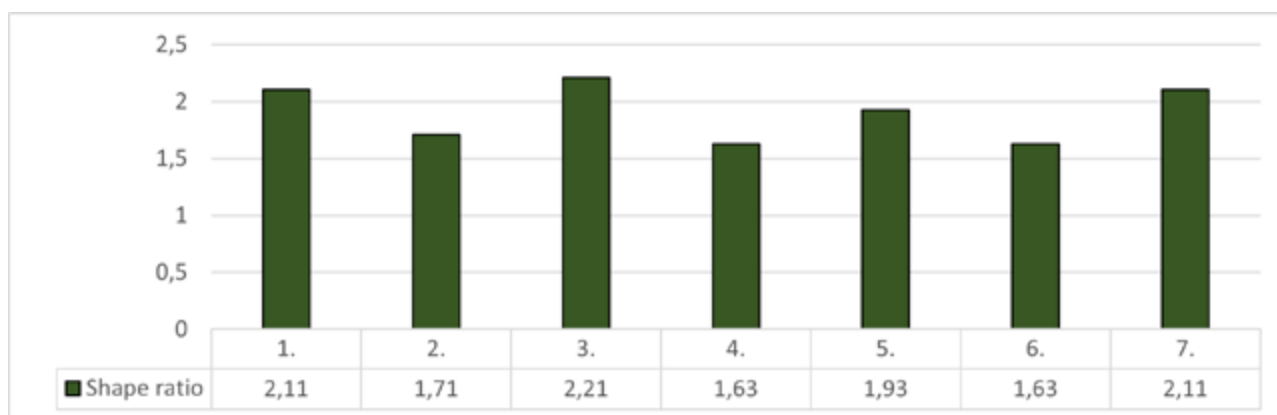


Figure 9: Shape ratio of the test loaves

4.7.3. Baking loss

The average baking loss was 8.053% (**Figure 10**). The control sample had a baking loss of 12.74%, which decreased with different percentages of leaf and dry powder added in each case. The lowest baking loss was achieved by sample 6 (SZ3 – 3.86%), which was a test loaf with 15% enrichment with stem dry powder.

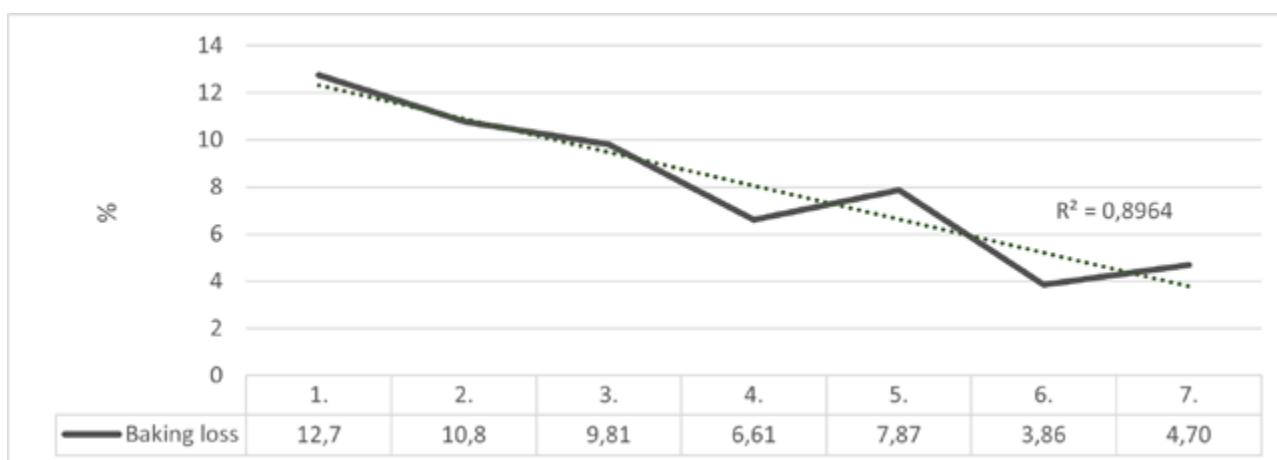


Figure 10: Baking loss of the test loaves

4.8. Sensory analysis

48.1% of the 27 people who tried the purslane-enriched test loaves were female, and 51.9% were male. The age proportions in the survey ranged widely. Two age groups were the most dominant in the study: 26–35 years and 36–45 years. 70.4% of the respondents did not smoke, and 63% ate bread daily. 85.2% of the survey participants had heard of the plant before, but only 11.1% had consumed it. Except for one respondent, no one had ever come across a food product containing purslane. The study also aimed to assess the conscious consumption of the tasters. For 20 of the participants, the food products they bought and consumed needed to have some positive value. A statement of the rating on a scale of 1 to 5 was prepared based on the average scores (Figure 11).

The evaluators found it particularly unusual that the addition of leaf powder to the test loaves resulted in a very strong green colour. The most spectacular green colour was achieved by sample 7 (L3) with 15% enrichment. In terms of appearance, sample 3 (L1) and sample 7 (L3) scored the same. The highest score was obtained by sample 3 (L1) with 5% leaf powder addition, and the loaves with 10% leaf powder (L2) were equally rated in all aspects. Sample 5 (L2) was the most appealing to the judges in terms of taste, and Sample 3 (L1) in terms of smell. When evaluating the products made with dry powder, the judges considered as negative the presence of some larger pieces of stem left over from the grinding process.

Based on all aspects of the survey, the test loaves (SZ1, L1) with 5% purslane powder were the best performing. As the amount of purslane powder was increased, the texture of the loaves changed, compaction was observed, and the sensory test scores were both reduced. However, the overall appearance of the loaves was positively influenced by the strong colour change due to the addition of 15% powder. 66.7% of the evaluators would be happy to buy our purslane powder-enriched products.

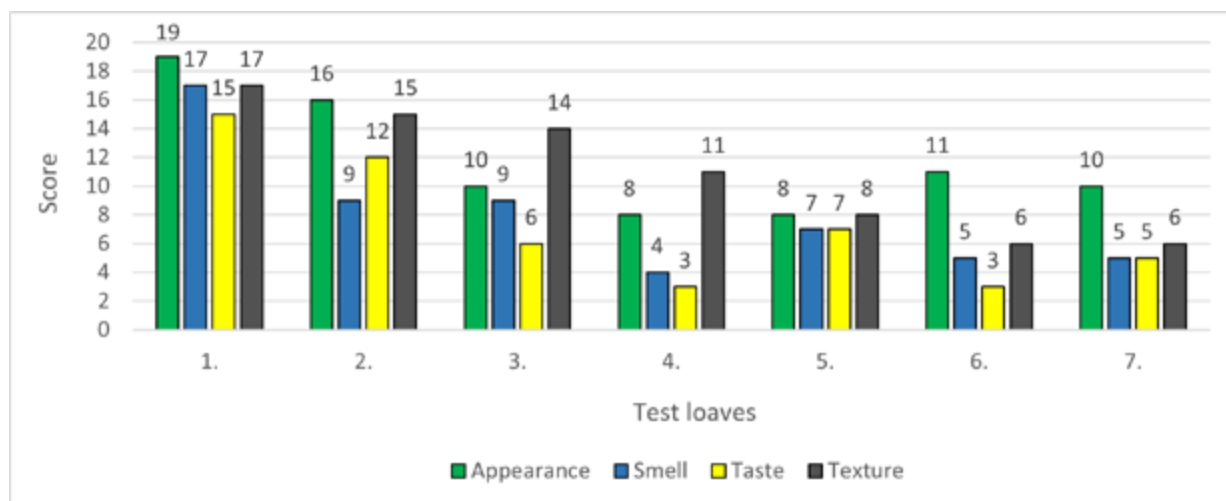


Figure 11: Sensory test results

5. Conclusions

Nowadays, in different parts of the world, purslane is of great importance due to its nutritional and dietary effects and the above-mentioned bioactive compounds. Purslane is a noteworthy plant because of its wide range of uses, covering nutritional, medicinal, agricultural and environmental aspects. Its global distribution and its abiotic stress tolerance properties make it a secure candidate for the future sustainable development of agriculture in Asia. In our country, despite its current status as a weed in public and professional circles, it could be a perspective species for the food industry.

Some of the quality parameters of the test loaves were visibly impaired by the addition of different amounts of powdered stems and leaves from the purslane, but despite this, 66.7% of the evaluators would still like to buy the product. Products with a lower enrichment were more positively received by the tasters.

A negative aspect mentioned in the evaluation was that the taste and smell of the test loaves were affected by the characteristic salty and sour taste of the plant. In this respect, it would be worthwhile to complement the enrichment of purslane with other herbs such as garlic, ramsons or dried tomatoes in future product developments.

The test loaves with added leaf powder were characterised by a strong green colour, which the judges rated very positively. In this respect, it would be worthwhile to use leaf powder as a natural colouring agent in other food products, e.g. in dry pasta or bakery and confectionery products.

When making the loaves again, it would be better to grind the ground stem into even smaller particles, sieve and possibly separate them by size. The technological step described above would presumably avoid a denser structure of the loaves and would also give a more positive evaluation of loaves enriched with higher dry powder content.

We also plan to further develop the production of controlled green biomass under greenhouse conditions and use it to carry out further replicated studies. We also want to make the data from the basic research more tangible for the processing industry. Currently, the processing and storage of purslane is a challenge for both agriculture and the food industry, which we would like to address through further research. In the future, we plan to study the antimicrobial effects of the plant on bacteria of concern to the food industry.

6. Acknowledgement

The authors would like to thank the participants in the sensory evaluation for their participation in completing the questionnaires.

7. References

- ADM (2020): Top Five Global Trends that will Shape the Food Industry in 2021. Nutraceuticals Now. Wednesday, 28 October, 2020. <https://www.nutraceuticalsnow.com/articles/2020/10/28/top-five-global-trends-willshape-food-industry-2021/> Hozzáférés: 2025.03.17.
- Alam, A. M.; Juraimi, S. A.; Rafi, M. Y.; Hamid, A. A.; Aslani, F.; Hasan, M. M.; Zainudin, M. A. M. (2014): Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.). BioMed Research International. 1. pp.: 10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/296063>
- Apicella, M.; Amato, G.; de Bartolomeis, P.; Barba, A.A.; De Feo, V. (2023): Natural Food Resource Valorization by Microwave Technology: Purslane Stabilization by Dielectric Heating. Foods. 12. 4247. pp.: 1-23. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234247>
- Aszalósné Balogh, R.; Nagy, V.; Kovács, S. (2024): Kincset érő gyomnövényünk. Mezőhír. (28): 11. pp.: 57.
- Bánáti, D. (2022): Flexitarianism – the sustainable food consumption? (Flexitariánus étrend – a fenntartható táplálkozás?) Journal of Food Investigation. (68): 3., (Élelmiszervizsgálati közlemények – 2022. LXVIII. évf. 3. szám) pp.: 4058–4091. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-6-HUN>
- Bekmirzaev, G.; Ouddane, B.; Beltrao, J.; Khamidov, M.; Fujii, Y.; Sugiyama, A. (2021): Effects of Salinity on the Macro- and Micronutrient Contents of a Halophytic Plant Species (*Portulaca oleracea* L.). Land. (10): 5. pp.: 481. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10050481>
- Bradford, M. M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72. pp. : 248–254. DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Buzas, I. (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. (Manual of Soil and Agrochemical Analysis Part 2.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp.: 242.
- Carrascosa, A.; Pascual, J.A.; Ros, M.; Petropoulos, S.A.; del Mar, A. (2023): Agronomical Practices and Management for Commercial Cultivation of *Portulaca oleracea* as a Crop: A Review. Plants. 12 pp.: 1246. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12061246>
- Chan, K.; Islam, M.; Kamil, M.; Radhakrishnan, R.; Zakaria, M.; Hanibullah, M.; Attas, A. (2000): The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. sativa (Haw.) Cela.k. Journal of Ethnopharmacology. (73): 3. pp.: 445–451. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00318-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00318-4)
- Chen, D.; Yao, J.; Liu, T.; Zhang, H.; Li, R.; Zhang, Z.; Gu, X. (2019): Research and application of *Portulaca oleracea* in pharmaceutical area. Chinese Herbal Medicines. (11):2. pp.: 150–159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2019.04.002>
- Chen, C. J.; Wang, W. Y.; Wang, X. L.; Dong, L. W.; Yue, Y. T.; Xin, H. L.; Ling, C. Q.; Li, M. (2009): Anti-hypoxic activity of the ethanol extract from *Portulaca oleracea* in mice, J. Ethnopharmacol. 124. pp.: 246–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.04.028>
- Chugh, V.; Mishra, V.; Dwivedi, S. V.; Sharma, K. D. (2019): Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An underutilized wonder plant with potential pharmacological value. The Pharma Innovation Journal. (8): 6. pp.: 236–246. DOI: <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2019&vol=8&issue=6&ArticleId=3554>
- E. Bálint, K.; Járainé Komlódi, M.; Koltay, A.; Vancsura, R. (1987): Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival 2. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp.: 477. ISBN 963–232–279–5

- Egnér, H.; Riehm, H.; Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kunglia Lantbrukshogskolans Annaler* 26. pp.: 199–215.
- Faruque, M.O.; Feng, G.; Khan M.N.A. et al. (2019): Qualitative and quantitative ethnobotanical study of the Pangkhua community in Bilaichari Upazilla, Rangamati District, Bangladesh. *J Ethnobiology Ethnomedicine*. (15): 8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0287-2>
- Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés. 4. javított és bővített kiadás. *Vízügyi Hidrobiológia* 16. VGI, Budapest. pp.: 258.
- Furkó, L. (2024): Középpontban a fenntarthatóság – Kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.), mint rejtett természeti erőforrás élelmiszeriparba való bekapcsolhatóságának vizsgálata. Szakdolgozat, Debreceni Egyetem, Debrecen. pp.: 38.
- Gonella, M.; Charfeddine, M.; Conversa, G.; Santamaria, P. (2010): Purslane: A Review of its Potential for Health and Agricultural Aspects. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 4. 1. pp.: 131–136.
- Grieve, C. M.; Suarez, D. L. (1997): Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. *Plant and Soil*. 192. pp.: 277–283. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1004276804529>
- Howes, M. J.; Irving, J.; Simmonds, M. (2023): Gyógynövények lexikona. Corvina Kiadó Kft. Budapest. pp.: 224. ISBN 9789631364965
- Hunyadi, K.; Béres, I.; Kazinczi, G. (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia, Mezőgazda, Budapest. pp.: 146–147.
- Kim, D. O.; Jeong, S. W.; Lee, C. Y.: (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*. 81. pp.: 321–326. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)
- Király, G. (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. Jászvafő. pp.: 616. ISBN 978–963–87082–9–8
- Kiss, I. (2009): Az ételek tápanyagtartalma. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest. pp.: 42.
- Kumar, A.; Sreedharan, S.; Kashyap, A.K.; Singh, P.; Ramchiary, N. (2022): A review on bioactive phytochemicals and ethnopharmacological potential of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Heliyon*. 8, 1. pp.: 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08669>
- Lim, Y.Y.; Quah, E.P.L. (2007): Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chem*. 103. pp.: 734–740. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.025>
- MSZ 6369/6 – 1988: Lisztvizsgálati módszerek. A vízfelvevő képesség és a sütőipari érték vizsgálata. 1989. 07. 01.
- MSZ 6369/8 – 1988: Lisztvizsgálati módszerek. Sütéspróba. 1–4 p. 1989. 07. 01.
- Nemzer, B.; Al-Taher, F.; Abshiru, N. (2020): Phytochemical composition and nutritional value of different plant parts in two cultivated and wild purslane (*Portulaca oleracea* L.) genotypes, *Food Chem*. 320, 126621, pp.: 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126621>
- Obaisi, A. I. (2017): Overpopulation: a threat to sustainable agriculture and food security in developing countries? A review. *International Journal of Agriculture and Food security*. pp.: 921–927. DOI: 10.13140/RG.2.2.20613.04325
- Rurik, I.; Péter, Sz.; Bánáti, D. (2024): A táplálkozástudomány aktuális kihívásai. *Orvosi Hetilap*. (165):13. pp.: 483–488. DOI: <https://doi.org/10.1556/650.2024.33013>
- Singleton, V.L.; Rossi, J.A. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic*. 16. pp.: 144–158. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Sluiter, A.; Hames, B.; Ruiz, R.; Scarlata, C.; Sluiter, J.; Templeton, D.; Crocker, D. (2008): Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP); Technical Report; US Department of Energy: Washington D.C., USA. 16.
- Uddin, K.; Juraimi, A.S.; Hossain, M.S.; Un Nahar, M.A.; Ali, E.; Rahman, M.M. (2014): Purslane Weed (*Portulaca oleracea*): A Prospective Plant Source of Nutrition, Omega-3 Fatty Acid, and Antioxidant Attributes. *Sci. World J*. 1. 951019. pp.: 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/951019>
- Uddin, K.; Quan, L.; Hasan, M.; Selamat Madom, M.; Selamat Madom, M. (2020): Purslane: A perspective plant source of nutrition and antioxidant. *Plant Archives*. 20, 1. pp.: 1624–1630.
- Ujvárosi, M. (1973): Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp.: 545–546.

Younos, C.; Fleurentin, J.; Notter, D.; Mazars, G.; Mortier, F.; Pelt, J.M. (1987): Repertory of drugs and medicinal plants used in traditional medicine of Afghanistan, J. Ethnopharmacol. 20. pp.: 245–290. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(87\)90052-3](https://doi.org/10.1016/0378-8741(87)90052-3)

Zhu, H., Wang, Y., Liu, Y. et al. (2010): Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies, Food Anal. Methods.3. pp.: 90–97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12161-009-9091-2>

Annex

Purslane test loaf questionnaire

1. Gender? ^{*}
 - Female
 - Male

2. Age? ^{*}
 - Under 14 years old
 - 14–18 years old
 - 18–25 years old
 - 26–35 years old
 - 36–45 years old
 - 46–55 years old
 - Above 55 years old

3. Do you smoke? ^{*}
 - Yes
 - No

4. Have you ever heard of purslane (*Portulaca oleracea* L.)? ^{*}



- Yes
 - No
-
5. Have you ever eaten purslane? ^{*}
 - Yes
 - No

 6. Have you ever come across a food product that contained purslane? ^{*}
 - Yes
 - No

 7. Is it important to you that the food you eat has some additional nutritional value over and above the basic nutritional value (e.g. low-carb, high-fibre, no added sugar, low-carb, no sugar)? ^{*}
 - Yes
 - No

8. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 1 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

9. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 2 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

10. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 3 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

11. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 4 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

12. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 5 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

13. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 6 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

14. The loaves are rated on a scale of 1–5:

Sample 7 *

(1–very bad, 2–bad, 3–adequate, 4–good, 5–fine)

Parameters	1	2	3	4	5
Appearance					
Smell					
Taste					
Texture					

15. If you saw this product on the shelves, would you buy it? *

- Yes
- No

16. How frequently do you eat bread? *

- Daily
- 1–2 times a week
- 3–4 times a week
- I eat other bakery products
- I do not consume

Thank you for contributing to the success of our research by filling in the form!

NAGY Vivien^{1,2,3,*}, ASZALÓSNÉ BALOGH Rebeka^{4*}, UNGAI Diána⁵, FURKÓ Lili⁴,
FEKETE István², TÁLLAI Magdolna⁶, SZILÁGYI Anett⁵, KOVÁCS Béla⁵, KOVÁCS Szilvia⁴

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2025/1-1>

Érkezett: 2025. március – Elfogadva: 2025. március

A kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.) élelmiszeripari hasznosíthatóságának vizsgálata

Kulcsszavak: kövér porcsin, termékfejlesztés, próbacipó, érzékszervi vizsgálat, Klason lignin

1. Összefoglalás

Napjainkban a fenntarthatóság és a környezettudatos szemlélet egyre kiemelkedőbb szerepet tölt be a mindennapi életünkben. A tudatos fogyasztók folytonosan bővülő körének az egészséges táplálkozás mellett fontossá vált a változatosság és olyan alapanyagok használata, melyek kedvező beltartalmi paraméterek mellett kis környezetterhelést jelentenek bolygónk számára. A kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.) jellemzően nem kívánatos gyomnövényként ismert hazánkban és Európában egyaránt, viszont a benne rejlő élelmiszeripari potenciálok sokkal többre predesztinálnak. A kövér porcsin az egész világon elterjedt és sokoldalú felhasználhatóságának (mezőgazdaság, gyógyászat, gasztronómia) köszönhetően tudományos szempontból újra fókuszba került. A növény gazdag omega-3 zsírsavakban, különösen alfa-linolénsavban, magas az antioxidáns-, valamint az A, C, B6 és E vitamin-tartalma, mindemellett jelentős magnézium, kalcium és vas forrás. Kutatásunk során összes-polifenol és flavonoid tartalmat, fehérje és Klason lignin tartalmat vizsgáltunk a növény levél és szár részeiből előállított őrleményekből, valamint termékfejlesztés során 5%-os, 10%-os és 15%-os porcsinporral dúsított próbacipókat készítettünk. Vizsgáltuk a próbacipók fizikai paramétereit, valamint érzékszervi bírálat során arra voltunk kíváncsiak, hogy a fogyasztók, hogyan viszonyulnak az általunk fejlesztett termékekhez. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kövér porcsinnal történő élelmiszeripari termékfejlesztés megvalósítható és a növény szár- és levél részeinek felhasználásával, az 5%-os dúsítás érte el a legmagasabb pontokat az érzékszervi bírálat során.

¹ Debreceni Egyetem, Egészségtudományi Kar, Egy Egészség Intézet, Planetáris Egészség Tanszék, Debrecen

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet, Debrecen

³ Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Debrecen

⁴ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Debrecen

⁵ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen

⁶ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

* A szerzők hozzájárulása a tanulmányhoz egyenértékű, osztott elsőszereplőség.

NAGY Vivien	nagy.vivien@etk.unideb.hu	http://orcid.org/0000-0003-3046-9849
ASZALÓSNÉ BALOGH Rebeka		https://orcid.org/0000-0002-5294-6098
UNGAI Diána	ungai@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0001-7637-2896
FEKETE István	feketei@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0009-0002-6204-815X
TÁLLAI Magdolna	tallaim@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0002-6876-5566
SZILÁGYI Anett	szilagyi.anett@agr.unideb.hu	
KOVÁCS Béla	kovacs@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0002-6439-4753
KOVÁCS Szilvia	szkovacs@agr.unideb.hu	https://orcid.org/0000-0003-1504-9002

2. Bevezetés

A kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.) világviszonylatban a nyolcadik leggyakoribb gyomnövényünk (Aszalósné Balogh et al., 2024; Furkó, 2024). Napjainkban ún. „szuperzöldségként” is emlegetik, hiszen tápanyagokban gazdag és igen sokoldalúan felhasználható a gasztronómia területén is (Chen et al., 2019; Howes et al., 2023).

Rendszertanilag a zárvatermők (*Angiospermatophyta*) törzsébe, a kétszikűek (*Dicotyledonopsida*) osztályába, a szegfűvirágúak (*Caryophyllales*) rendjébe, a porcsinfélék (*Portulacaceae*) családjába és a *Portulaca* nemzetségbe sorolható (E. Bálint et al., 1987; Király, 2009).

A kövér porcsin Európa és Ázsia síkságain őshonos. Kozmopolita, T4-es életformával rendelkező faj, szárazságtűrését és a különböző éghajlatokon való könnyű termesztetőségét tekintve már szinte a világ minden részén megtalálható. Kedveli a csapadékos időjárást, de megjelenik az olyan félszáraz és száraz területeken is, mint például Észak-Afrika vagy Dél-Európa. Igen elterjedt hazánkban is, leginkább a laza homokos talajt kedveli, de vályogtalajon is gyakori gyomnövény (Ujvárosi, 1973; Gonella et al., 2010; Chugh et al., 2019).

A vegetatív szervek morfológiáját tekintve a növény alacsony, talajon elterülő (10–40 cm hosszú), heverő, hengeres és húsos szárral rendelkezik. A kövér porcsin ülő pozsgás levelei visszas-tojásdad vagy lapát alakúak, általában 1–2 cm hosszúak, sötétzöld színűek és viaszosak. Virágzása júliustól egészen a fagyokig gyakori, virágai apró, sárga színűek, amelyek egyesével vagy akár 2–3-asával ülnek a murváskodó levelek hónaljában vagy az ágak csúcsán. Termése 3–7 mm hosszú, ovális, ferde kupakkal nyíló sokmagvú toktermés. A magok 0,7 mm szélesek, kerek vagy vesealakúak, laposra nyomottak és barnásfekete színűek (Ujvárosi, 1973; Hunyadi et al., 2000).

A kövér porcsin felhasználását tekintve igen sokrétű. A mezőgazdaságban a fitoremediációs képességének köszönhetően javíthatja a talaj termőképességét és enzimaktivitását, továbbá a sós talajok rehabilitációjában is részt vehet (Grieve and Suarez, 1997; Bekmirzaev et al., 2021). Gasztronómiai jelentőségét bizonyítja, hogy levesek, saláták, smoothie-k vagy savanykás és sós íze miatt fermentált élelmiszerek készítésénél is előszeretettel alkalmazzák, szárított leveleinek forrázatát pedig teaként fogyasztják. Elsősorban a Távol-Keleten népszerű, lényegében hétköznapi ételnek számít (Uddin et al., 2014; Uddin et al., 2020). A leggyakrabban hasznosított rész a porcsin levele és szára, melyek betakarítása jellemzően virágzás előtt történik.

Kedvező beltartalmi paramétereinek köszönhetően az utóbbi években több irányból is jelentős figyelmet kapott a kövér porcsin. Habár a köztudatban gyomnövényként ismert, a WHO jelenleg a leghasznosabb gyógynövények között tartja számon (Lim and Quah, 2007; Apicella et al., 2023; Carrascosa et al., 2023). A növény igen értékes vegyületeket tartalmaz, mint például a polifenolok és flavonoidok, szerves savak és észterek, lignánok, valamint szterolokban is gazdag. Magas antioxidáns- és omega-3 zsírsav-tartalma, jelentős A, C, B6 és E vitamin-tartalma, magnézium-, kalcium-, vas- és kálium-tartalma miatt a gyógyászatban és az élelmiszeriparban is perspektivikus fajról beszélhetünk (Alam et al., 2014; Kumar et al., 2022). Az antimikrobiális-, antivirális-, antifungális-, antidiabetikus-, antiaszmatikus hatás mellett számos tanulmány beszámol a kövér porcsin gyulladáscsökkentő és sebgyógyító hatásairól is. Etnobotanikai kutatásokban a növény gyógyszerként való alkalmazása olyan betegségek esetén használatos, mint például a diabétesz, a cardiovascularis megbetegedések, húgyúti fertőzések, fejfájás, láz, hasmenés, de széles körben alkalmazzák kígyómarás vagy rovarcsípés ellen és veszélyeztetett várandósság esetén is (Younos et al., 1987; Chan et al., 2000; Chen et al., 2009; Zhu et al., 2010; Faruque et al., 2019; Nemzer et al., 2020; Howes et al., 2023).

A fenntarthatóságot és környezettudatos szemléletet szem előtt tartva a kövér porcsin kedvező beltartalmi paramétereinek, valamint jó termesztető képességének köszönhetően a jövő élelmezésébe bevonható, perspektivikus gyógy- és élelmiszernövény lehet (Apicella et al., 2023). A túlnépesedés, a klímaváltozás és a természeti erőforrások kimerülése olyan környezettudatos szemlélet kialakítását sürgetik a mezőgazdaság, szűkebb értelemben pedig az élelmiszeripar területén, amely során akár az önfenntartó életmódba is beilleszthető alapanyagok felhasználása kerül előtérbe (Obaisi, 2017). A humán egészség megővésének egyik alappillére a változatos és kiegyensúlyozott táplálkozás, amely jobb életminőséget tud biztosítani (Bánáti, 2022; Rurik et al., 2024). Az egészségtudatosan táplálkozóak száma rohamosan emelkedik mind Magyarországon, mind pedig világviszonylatban, az élelmiszeripar pedig folyamatos innovációk (pl. új alapanyagok, új technológiák) bevezetésével igyekszik lépést tartani. A kövér porcsin az egészségtudatos, növényi alapú étrendek kiváló alapanyaga lehet, kis környezetterhelés mellett termesztető, valamint a fenntarthatóság szempontjából fontos az elfeledett növények előtérbe helyezése és újrafelfedezése (ADM, 2020; Apicella et al., 2023).

Munkánk fő célja a növényben rejlő élelmiszeripari potenciálok feltárása volt. A vizsgálat során nyert adatokat szeretnénk a feldolgozóipar számára is kézzel foghatóvá tenni, illetve nemcsak a vizsgálat központjában álló növény értékeit hangsúlyozni, hanem hozzájárulni a helyi erőforrások kihasználásához is. A kutatás

eredményei számos új utat nyithatnak azon kertészek és növénytermesztők számára is, akik eddig a kövér porcsinnak csak a visszaszorításával és kezelésével foglalkoztak.

3. Anyag és módszer

A kutatás középpontjában álló kövér porcsint Kabán (N47.3558 E21.2743), egy zárt kertből, virágzást követően gyűjtöttük be 2023 őszén (**1. ábra**). A növény begyűjtésével egyidejűleg, talajmintavételre is sor került. A porcsin mintákat tisztítás és talajmentesítést követően fagyaszttva tároltuk. Felhasználás előtt a növényi részeket kézi válogatással levél- és szárrészre különítettük, majd liofilizáltuk azokat. A mintaelőkészítés során kávédaráló segítségével porítottuk a levél- és szárrészeket termékfejlesztési és laboratóriumi vizsgálatok elvégzése céljából. Kutatásunk során a növényből meghatározásra került az összes polifenol- és flavonoid tartalom, a fehérjetartalom, valamint sejtfal analitikai vizsgálatot (Klason lignin, glükán tartalom) is végeztünk. Termékfejlesztési céllal próbapipót készítettünk, melyet „porcsin porral” különböző arányban dúsítottunk. A vizsgálatban alkalmazott lisztre farinográfus elemzést készítettünk, majd az elkészült dúsított próbapipók esetében fizikai vizsgálatokat (cipótérfogát, alaki hányados, sütési veszteség) is végeztünk. A porcsin porral dúsított próbapipókat és a porcsin port nem tartalmazó kontroll mintánkat érzékszervi vizsgálat alá vetettük, ahol kóstolással és egy kérdőív kitöltésével bírálóink értékelték a próbapipókat. Laboratóriumi vizsgálatainkat minden esetben háromszori ismételtségen végeztük a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar (MÉK) Élelmiszertudományi Intézet, az Agrokémiai és Talajtani Intézet, valamint az Alkalmazott Növénybiológiai Intézet laboratóriumában.



1. ábra: Kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.)

3.1. Talajvizsgálat

A begyűjtött talajból a következő talajtani paraméterek meghatározására került sor a Debreceni Egyetem MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet laboratóriumában: pH-érték, humusztartalom (m/m%), $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$ tartalom, valamint az ammónium-laktát-oldható, könnyen felvehető foszfor- és káliumtartalma. A vizsgálatok sorát kiegészítve megállapítottuk az Arany-féle kötöttségi számot (K_A) is.

A talaj kémhatását 1:2,5 arányú talaj desztillált vizes és KCl-os közegben határoztuk meg. A mérést pH mérő készülékkel (JENWAY 570 hordozható pH / mV / °C mérő) az oldat 12 órás állását követően, az üvegelektrod oldatba merítésével végeztük el (Buzas 1988).

A humusztartalom meghatározása kolorimetriásan (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrofotométer segítségével) történt. A kálium-dikromát ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) oxidálható anyagok jelenlétében, savas közegben erős oxidálószer. A dikromát krómsókká redukálódik, miközben az oldat színe narancssárgából zöld színbe megy át. A főlegesen maradt kálium-dikromát mennyiségét kolorimetriásan (580 nm hullámhosszon) mértük (Buzás 1988).

A talajok nitrát-N tartalmának meghatározása Felföldy (1987) módszere alapján történt, nátrium – szalicilátos módszer segítségével. A mérést spektrofotométerrel 430 nm hullámhosszon (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrofotométer segítségével) végeztük. A talajok könnyen oldható foszfor- és káliumtartalmának meghatározása 0,1 M ammóniumlaktát (AL) kivonószer segítségével történt, melynek pH értéke 3,7. Azonos szűrletből határoztuk meg a foszfor és a kálium mennyiségét. Foszfortartalom: a kivonatból 10 cm³-t kipipettáztunk, majd hozzáadtunk 15 cm³ kénsavas ammónium-molibdenátot és azt kiegészítettük, redukálás céljából 1 cm³ aszkorbinsavas ón-klorid oldattal, így kék elszíneződés jött létre. A kapott szín erősségét 660 nm hullámhosszon fotometráltuk (Philips Pye Unicam PU 8610 UV/VIS Kinetics Spectrofotométer segítségével). A káliumtartalom meghatározása során a szűrletből lángfotométer segítségével (VARIAN AA-20 PLUS + GTA 100 Atomabszorpciós Spektrométer + Grafitekemencés modul), a lángfestés intenzitása alapján megmértük a káliumtartalmat (Egnér et al., 1960).

3.2. Klason lignin és glükán tartalom meghatározása

A Klason lignin tartalom meghatározása Hågglund-módszer (Sluiter, 2008) szerint történt. A bemért nyersanyag lignin tartalmát gravimetriásan határoztuk meg, így a G4-es üvegszűrőket megfelelően előkészítettük. Mérés előtt a kemencébe (Nabertherm izzítókemence L5/11/B510) helyeztük őket 3 órára 550°C-on, majd exsziátorban hűtöttük, és kihűlést követően pontosan felírtuk a tömegüket. Mivel másnap használtuk fel őket, a kemencét követően 105°C-os szárítószekrénybe (BINDER E 28) helyeztük őket.

Első lépésben analitikai mérlegen mintánként három ismételtsben 0,5 g darált, egy éjszakán 105°C-on szárított levél- és szármintákat mértünk be folyadéküvegekbe, majd hozzáadtunk 2,5 ml 72%-os H_2SO_4 -et automata pipettával. A mintákat kénsav jelenlétében termosztáltuk 2 órán keresztül, majd hígítottuk 75 ml desztillált vízzel. Ezt követően a minták zárt folyadéküvegekben kevertetés nélkül autoklávba (Systec 3850 EL) kerültek (121°C) termosztálásra egy órára. A klávozást követően az oldatokat az előzetesen kiizzított és lemért üvegszűrőkön szűrtük át vákuum alkalmazásával.

A szűrlet kb. 2 ml-ét 0.45 μm pórusátmérőjű szűrőn átszűrtük HPLC-s csövecskékbe. Nagyteljesítményű folyadékkromatográfiás (HPLC) módszerrel (Waters Alliance 2695 Separations module; kolonna: Phenomenex Luna Omega Sugar 250 x 4,6 mm, 3 μm ; eluens: acetonitril:víz=75:25; áramlási sebesség: 1 ml/perc; 35 °C-on) meghatároztuk a glükóz koncentrációkat. Az utóbbiakból a bemért minta száraz tömege, a folyadéktérfogat és a hidrolízis során bekövetkező tömegnövekedés ismeretében számoltuk a glükán tartalmakat az eredeti mintára. Az üvegszűrőn fennmaradó szilárd frakciót forró desztillált vízzel semlegesre mostuk.

Az üvegszűrőket ezután szárítószekrénybe helyeztük egy éjszakára 105°C-on. A kiszáradást és az exsziátorban való lehűlést követően megmértük a tömegüket. A szárított szilárd frakciót ezután 550°C-on 6 órán át kemencében hamvasztottuk, majd meghatároztuk a savoldhatatlan szerves komponensek tömegét. Az eredeti minta Klason-lignin tartalma a szilárd frakció szerves anyagának száraz tömege a bemért száraz tömegre vonatkoztatva. A Klason lignint a hidrolízis utáni – hamutartalommal korrigált - szilárd maradékként definiáljuk (**Egyenlet 1.**). A glükán tartalmat a monoszacharidok depolimerizációs tényezőjének figyelembevételével határoztuk meg (Sluiter, 2008). A glükán magában foglalja a glükóz-monomerekből álló összes poliszacharidot.

Egyenlet 1. Lignin-tartalom számítása

$$\text{lignin (\%)} = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_1)}{m_0} \times 100$$

m_0 : 0,5 g szárított minta pontos tömege (g),

m_1 : G4 üvegszűrők tömege (g),

m_2 : 105°C-os szárítás utáni tömeg (g),

m_3 : 550°C-os izzítás utáni tömeg (g).

3.3. Fehérjetartalom meghatározása

A fehérjetartalom meghatározása Bradford (1976) módszere szerint történt. A 20 mg liofilizált, porított szár- és levélmintákat háromszori ismételtsben Eppendorf csövekbe mértük be. A kimért mintákhoz 1 ml desztillált vizet adtunk. Az Eppendorf csöveket vortexeltük, majd ultrahangos vízfürdőbe helyeztük 1 órára. Következő lépésben a szuszpendált részecskék eltávolítása következett, melyet centrifuga segítségével végeztünk 10000 RPM-en 4,5 percen keresztül. A centrifugálás után a felúszóból 50 μl -t kimértünk egy újabb Eppendorf csőbe. A kimért mintához hozzáadtunk 50 μl nátrium-klorid oldatot. Ezután 1 ml Coomassie Blue (Bradford) reagenst adtunk a mintához. A csövet alaposan összeráztuk, hogy a reagens jól elkeveredjen a mintákkal. A keveréket 2 percig inkubáltuk szobahőmérsékleten. Az inkubált mintákat küvettába töltöttük a spektrofotometriás méréshez. A vakmintához 100 μl NaCl-t és 1 ml Bradford reagenst használtunk. Az abszorbanciát 595 nm-en mértük (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences spektrofotométer). A koncentráció kiszámításához standard görbét használtunk.

3.4. Összes polifenoltartalom meghatározása

Az összes polifenol tartalom meghatározását minimális módosításokkal Singleton and Rossi (1965) módszere szerint végeztünk el. A szár- és levélmintából összesen 20 mg-ot mértünk be, majd 1 ml metanol: desztillált víz (70:30) elegyét adtuk hozzá, ezt követően vortexeltük és ultrahangos vízfürdőben 30 percig inkubáltuk. Ezután a mintát 13.200 fordulat/perc sebességgel centrifugáltuk 3 percig. A felülúszót egy 0,45 μm -es filteren keresztül átszűrtük egy Eppendorf csőbe, majd ezt követően 1250 μl Folin-Ciocalteu reagenst adtunk 50 μl felülúszóhoz. 1 perc várakozás után 1000 μl 0,7 M Na_2CO_3 -ot adtunk a mintához, majd 50 °C-os vízfürdőbe inkubáltuk 5 percig. A küvettákat jelre töltöttük és spektrofotométerrel mértük az abszorbanciát

760 nm hullámhosszon (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences spektrofotométer). A vak minta 1250 µl Folin–Ciocâlteu reagens és 250 µl MetOH:DW elegye volt. Az összes fenoltartalmat a gallikusav-standard felhasználásával kapott kalibrációs görbe segítségével számoltuk ki.

3.5. Flavonoid tartalom meghatározása

A flavonoid tartalom meghatározását minimális módosításokkal Kim et al., (2003) módszere szerint végeztük el. A meghatározás alapja a flavonol- és flavon-típusú vegyületek alumínium-kloriddal történő komplexképzése sztöchiometrikus reakcióban, savas közegben. A keletkező komplex színintenzitása jelzi az oldatban lévő vegyületek mennyiségét. A kalibrációs görbe elkészítéséhez rutin standardot használtunk. A méréshez 0,5 ml mintát adtunk 4,5 ml Al-oldathoz. Az Al-oldat 5 ml 10g ml⁻¹ AlCl₃ oldatot, 5 ml 1 M KOac oldatot, 75 ml metanolt és 140 ml desztillált vizet tartalmazott. A mérést 415 nm-en végeztük (Ultrospec 2100 pro, Amersham BioSciences spektrofotométer). Az eredményeket a kalibrációs egyenlet alapján rutin-egyenértékben kaptuk.

3.6. Farinográfus vizsgálat

A különböző lisztek és tészták viselkedésének, vízfelvevő képességének és reológiai tulajdonságainak meghatározása céljából szokás farinográfus vizsgálatot végezni (MSZ 6369/6:1988, LABOR MIM OA 205). Az esetleges szennyeződések eltávolítása céljából első lépésként az általunk termékfejlesztés során alkalmazni kívánt lisztet átszitáltuk. A lisztminta nedvességtartalmát Inframatic 8620 berendezés segítségével meghatároztuk, majd a lisztből és desztillált vízből tésztát készítettünk. Az alkalmazott pontos lisztmennyiséget a liszt nedvességtartalma alapján határoztuk meg a szabvány segítségével. A vizsgálat során a készülék rögzíti a tészta dagasztással szembeni ellenállását, vagyis a tészta viselkedését, az esetleges ellágyulás mértékét. A készülék alkalmas az adott liszt pontos vízfelvételének meghatározására a megfelelő konzisztencia eléréséhez. Az így megállapított értéket alkalmazzuk a próbapipók készítése során.

3.7. Próbapipó készítése

Termékfejlesztésünk során prototípus termékünk a kövér porcsin levél- és szárrészeinek (por állagú) hozzáadásával próbapipókat készítettünk az MSZ 6369/8:1988-as szabvány alapján (MSZ 6369/8:1988). A próbapipó receptúrája a liszt tömegére vonatkoztatva került meghatározásra (m/m %): 100% liszt, 3% élesztő, 2% só és 0,5% cukor. A kutatás során használt liszt esetében előzetesen megállapításra került a vízfelvevő képesség és a minőségi értékszám is. A prototípus termékek esetében a kövér porcsin szár- és levélporral történő 5%, 10% és 15%-os dúsítást végeztünk, így összesen (kontroll mintával együtt, amely nem tartalmazott porcsin port) 7 próbapipót készítettünk.

A pipókészítés folyamata a száraz és nedves alapanyagok kimérésével kezdődött. Az élesztőt és cukrot a dagasztóvíz egy részében feloldottuk, majd az előzetesen kimért és összekevert száraz alapanyagokhoz adtuk és gépi megmunkálással 5 perc alatt, 28°C-on homogén tésztát kaptunk. A tésztát ezután kelesztőbe (FM F-608 kelesztő szekrény) helyeztük, ahol 30 perc alatt, 31°C-on és 85% relatív páratartalom mellett zajlott le a tészta érlelése, majd 20 gömbölyítő mozdulattal kialakítottuk a cipó kerek formáját. A tésztát lisztezett szakajtóba helyeztük (varrattal felfelé), majd 60 percig 31°C-on 85% relatív páratartalom mellett kelesztettük (2. ábra). A megkelt cipókat sütőpapírra helyeztük, felületüket vízzel permeteztük, majd 32 perc alatt, 260°C-on (96%-os relatív páratartalom mellett) készre sütöttük (RXB 606, Hőlégkeveréses kemence).



2. ábra: Sütésre váró próbapipók

3.8. A próbacipók fizikai paramétereinek vizsgálata

3.8.1. Cipótérfogat meghatározása

A cipótérfogat meghatározása általában kenyér vagy pékáruk esetén alkalmazandó, a művelet során az élelmiszeripari termék minőségére, textúrájára, valamint levegősségére vonatkozóan kapunk információt. Az egyik legismertebb térfogatmeghatározási vizsgálat a kiszorítós módszer, amely során ismert térfogatú repcemaggal feltöltött edénybe helyezünk a kihűlt cipót. A cipó által kiszorított repcemag térfogatával azonos a cipó térfogata. A fajlagos térfogatot a kihűlt cipók térfogata és tömeg hányadosa alapján kapjuk meg (**Egyenlet 2.**).

Egyenlet 2. Fajlagos térfogat meghatározása

$$\text{Fajlagos térfogat} \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{V}{G}$$

V: cipó térfogat (cm³)

G: cipó tömeg (g)

3.8.2. Alaki hányados meghatározása

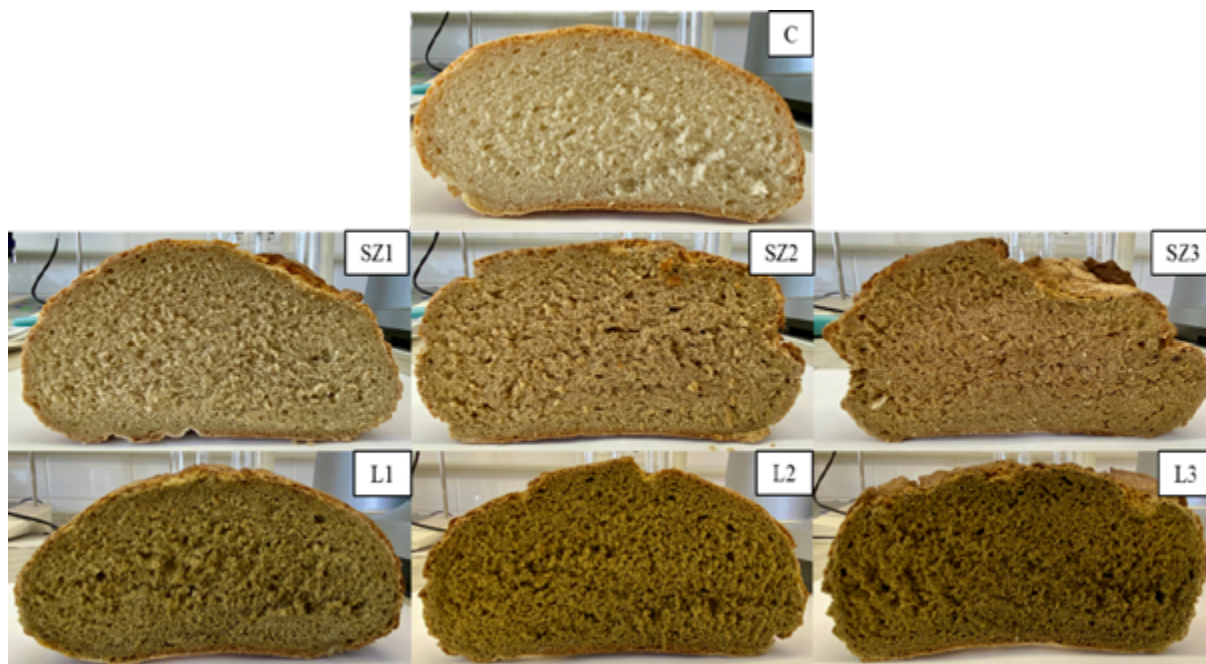
Az alaki hányados meghatározása a sütési idő és minőségi paraméterek meghatározása céljából volt fontos paraméter, amelyet általában kenyér vagy cipó esetén végzünk el, de releváns lehet egyéb sütőipari termékek esetében is termékfejlesztések során. A cipók kihűlését követően azokat félbe vágtuk (**3. ábra**) és felületükkel lefelé egy papírlapra helyeztük, majd körberajzoltuk azokat. Vonalzó segítségével lemértük a cipó hosszanti irányából mért legnagyobb szélességi és legnagyobb magassági értékét és az **Egyenlet 3.** alapján történt meg az alaki hányados meghatározása, amely egy dimenzió nélküli szám.

Egyenlet 3. Alaki hányados meghatározása

$$AH = \frac{M}{L}$$

M: cipó szélessége (mm),

L: cipó magassága (mm).



3. ábra: Próbacipók alaki hányadosának meghatározása

C: kontroll minta; SZ1: szár résszel 5%-os dúsítás; SZ2: szár résszel 10%-os dúsítás; SZ3: szár résszel 15%-os dúsítás;
L1: levél résszel 5%-os dúsítás; L2: levél résszel 10%-os dúsítás; L3: levél résszel 15%-os dúsítás

3.8.3. Sütési veszteség meghatározása

A sütési veszteséget a termékfejlesztés napján, a próbacipók kihűlését követően végeztük el. A cipók tömegét lemértük sülés előtt és sülés után is, majd az **Egyenlet 4.** alapján történt meg a sütési veszteség meghatározása (Kiss, 2009).

Egyenlet 4. Sütési veszteség meghatározása

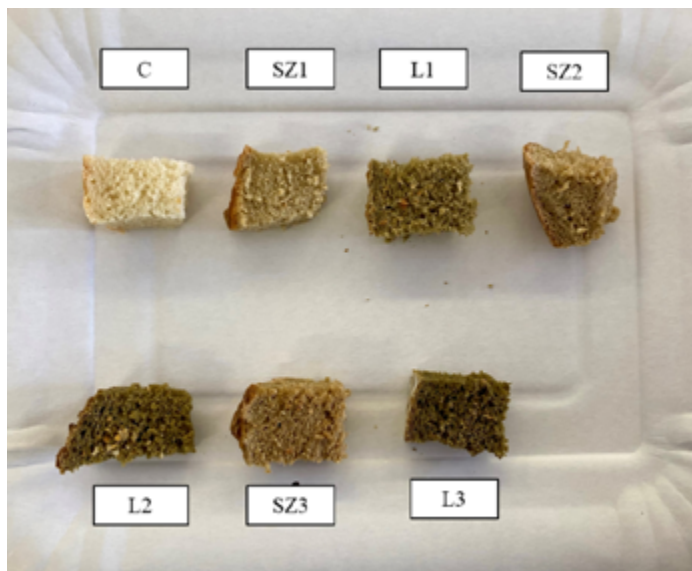
$$\frac{m_1 - m_0}{m_1} \times 100$$

m_0 : kiszült tömeg (g),

m_1 : sütés előtti tömeg (g).

3.9. Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi vizsgálat/organoleptikus vizsgálat fontos szerepet tölt be az élelmiszeripari termékfejlesztések kivitelezésekor, segítségével felmérjük az adott termék elfogadhatóságát és minőségét. Az érzékszervi vizsgálat során (**4. ábra**) célunk volt felmérni a porcsin porral dúsított próbacipók (és a porcsinport nem tartalmazó kontroll minta) 4 paraméterét: kinézet, illat, íz, állag. A vizsgálatban összesen 27 fő vett részt, akik egyetemi polgárok (oktatók és hallgatók) voltak. Bírálóink a próbacipókat egy 1–5-ig terjedő skálán jellemezték (egyszerű rangsorolás), ahol 1 a nagyon rosszat, 5 pedig a finomat jelentette, valamint néhány kérdésre kellett válaszolniuk pl. ismerik-e a kövér porcsint, fogyasztottak-e már valaha kövér porcsint, megvennék-e az általunk fejlesztett terméket stb. A teljes kérdőív a mellékletben található meg.



4. ábra: Próbacipó minták érzékszervi vizsgálata

C: kontroll minta; SZ1: szár résszel 5%-os dúsítás; SZ2: szár résszel 10%-os dúsítás; SZ3: szár résszel 15%-os dúsítás; L1: levél résszel 5%-os dúsítás; L2: levél résszel 10%-os dúsítás; L3: levél résszel 15%-os dúsítás

4. Eredmények

A laboratóriumi vizsgálatokat minden esetben három ismételtsben végeztük, a közölt adatok pedig az ismételtses átlagát képviselik. Egyes vizsgálat típusok – például az érzékszervi vizsgálat, a sütési veszteség vagy a cipók fizikai paramétereinek meghatározása – ugyanakkor determinisztikus számításból származnak.

4.1. Talajtani eredmények

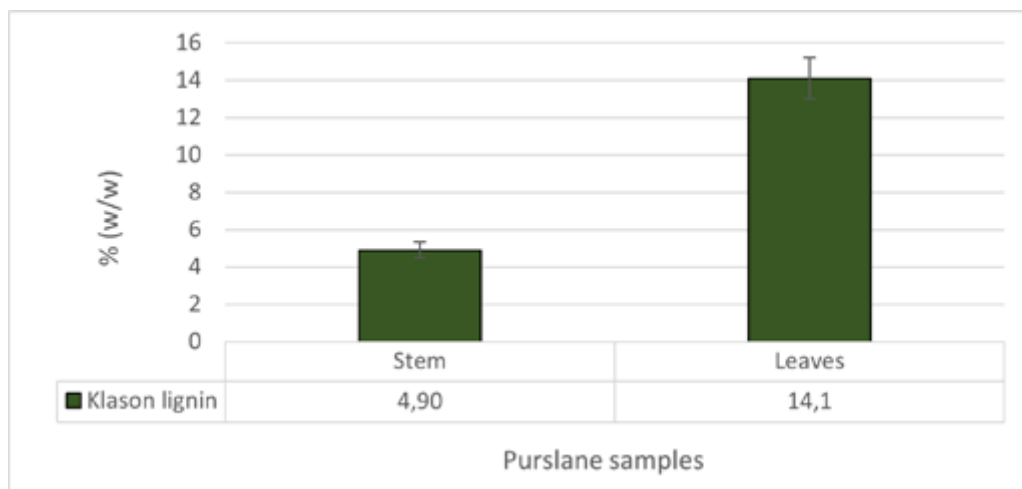
A vizsgált talajtani paraméterek (1. táblázat) alapján megállapítható, hogy a talaj agyagos vályog kötöttségű, közepes humusz- és CaCO_3 tartalommal rendelkezik. Utóbbinak köszönhető a talaj gyengén lúgos kémhatása.

1. táblázat: A talajvizsgálat eredményei

Kötöttség	pH		Humusz	CaCO ₃	NO ₃ -N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
K _A	H ₂ O	KCl	%	%	(mg 1000 g ⁻¹)		
46,00	7,92	7,28	3,10	10,85	49,42	1847	1005,0

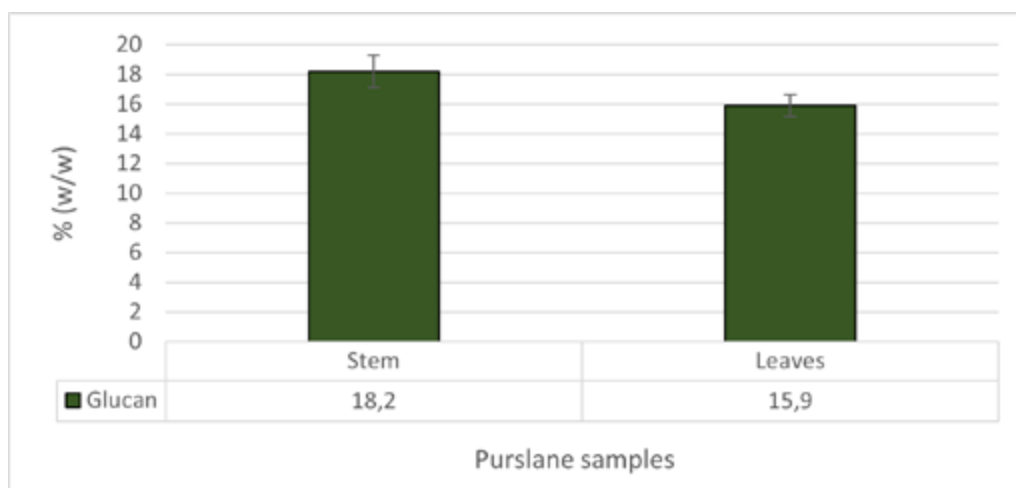
4.2. Klason lignin tartalom

A kövér porcsin minták átlag Klason lignin tartalma 4,90–14,1% közé volt tehető (5. ábra). A levélminták esetében magasabb Klason lignin tartalom került kimutatásra, átlagosan 14,1%-os értéket mértünk, míg a szárminták esetében a Klason lignin tartalom 4,90% volt.



5. ábra: A kövér porcsin minták Klason lignin tartalma

4.3. Glükán tartalom



6. ábra: A kövér porcsin minták glükán tartalma

A kövér porcsin minták átlag glükán tartalma 15,9–18,2% közé volt tehető, amelyet a **6. ábra** szemléltet. A szárminták esetében magasabb glükán tartalom került kimutatásra, átlagosan 18,2%-os értéket mértünk, míg a levélminták esetében a glükán tartalom 15,9% volt. Vizsgálataink során megkíséreltünk más oldható cukrokat is meghatározni (fruktóz és szacharóz), de kimutatni csak a glükózt tudtuk, melyből kiszámítottuk a kövér porcsin minták glükán tartalmát.

4.4. Fehérjetartalom

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a kövér porcsin minták fehérjetartalma 110 mg/100g DW értéknél minden esetben nagyobb értékekkel rendelkezett. A szár minták átlagos vízdoldható fehérjetartalma 112,9 mg/100g DW, míg a levél mintáké pedig 188,7 mg/100g DW volt (**2.táblázat**).

4.5. Összes polifenol- és flavonoid tartalom

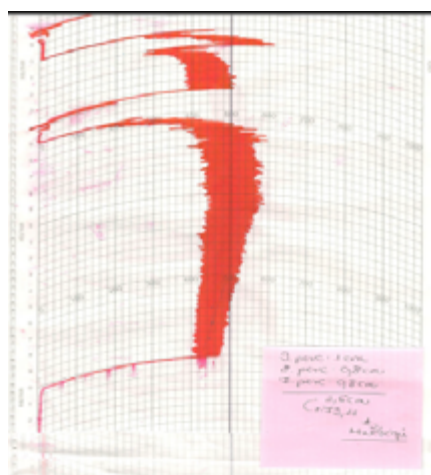
A levélminták esetében az összes polifenoltartalom 387,5 mg GAE/100g, a szár minták esetében pedig 133,4 mg GAE/100g volt. A levélminták flavonoid tartalma 21,3 mg rutin eq/100g, a szármintáké pedig 12,1 mg rutin eq/100g volt (**2. táblázat**).

2. táblázat: Az általunk vizsgált kövér porcsin összetétele

	Levél	Szár
Összes polifenoltartalom	387,5±1,86 mg GAE/100g	133,4±0,85 mg GAE/100g
Flavonoid tartalom	21,3±1,78 mg rutin eq/100g	12,1± 0,23 mg rutin eq/100g
Fehérjetartalom	188,7±0,39 mg/100g	112,9±0,08 mg/100g

4.6. Farinográfós vizsgálat

A farinográfós (QA-205) vizsgálat során (7. ábra) kapott értékszám (79,4) alapján a lisztet az A2, kiváló minőségű kategóriába soroltuk. Az előzetes vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a lisztminta fehérjetartalma 14,99%, nedvességtartalma 10,61%, sikértartalma 37,63 %, és hamutartalma 63% volt, a tészta vízfelvétele pedig 15,2% volt.



7. ábra: Farinográfós vizsgálat eredménye

4.7. A cipók fizikai paraméterei

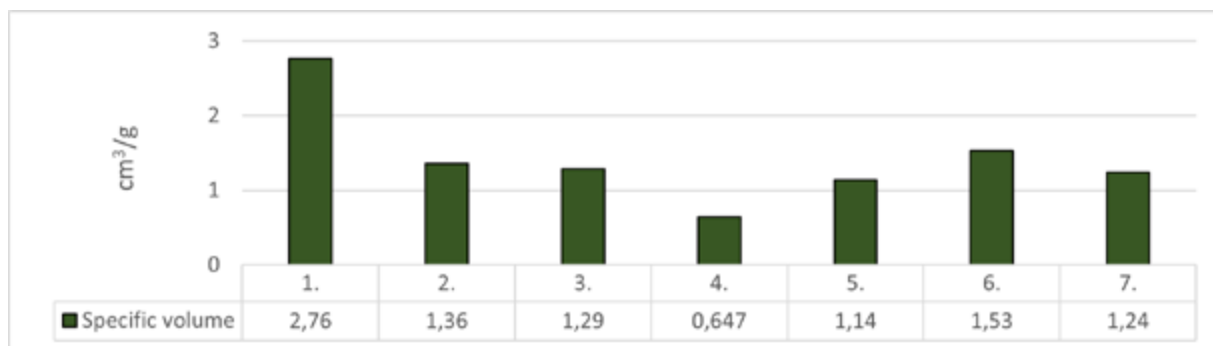
A próbacipók 445,63 g átlagos tömeggel rendelkeztek. A porcsin porral dúsított próbacipók tömegeinek tekintetében nem tapasztaltunk jelentős eltérést. A legkisebb tömeggel az 5 %-os szárporral dúsított 2. minta (SZ1), a legnagyobb tömeggel pedig az 5 % levélporral elkészített 3. minta (L1) rendelkezett (3. táblázat). A próbacipók átlagos térfogata 550 cm³ volt. A levél- és szárpor hozzáadásával az egyes próbacipók térfogat értéke csökkent, azaz tömörödtek. A kontroll mintát követően legnagyobb térfogattal az 5. minta rendelkezett (680 cm³), mely 10%-os levélporral (L2) készült el. Az egyes dúsítások hatására általában a térfogat értékek felére való lecsökkenése volt jellemző.

3. táblázat: Az általunk készített próbacipók fizikai paraméterei

Minta sorszáma	Mintakód	Liszt és porcsin por %-os aránya	Próbacipó tömege (g)	Próbacipó térfogata (cm ³)
1.	C	100% liszt – 0% porcsin por	445,68	1230
2.	SZ1	95% liszt – 5% szár por	442,45	600
3.	L1	95% liszt – 5% levél por	449,13	510
4.	SZ2	85% liszt – 10% szár por	447,91	580
5.	L2	85% liszt – 10% levél por	447,25	680
6.	SZ3	80% liszt – 15% szár por	443,04	290
7.	L3	80% liszt – 15% levél por	443,99	550

4.7.1. Fajlagos térfogat

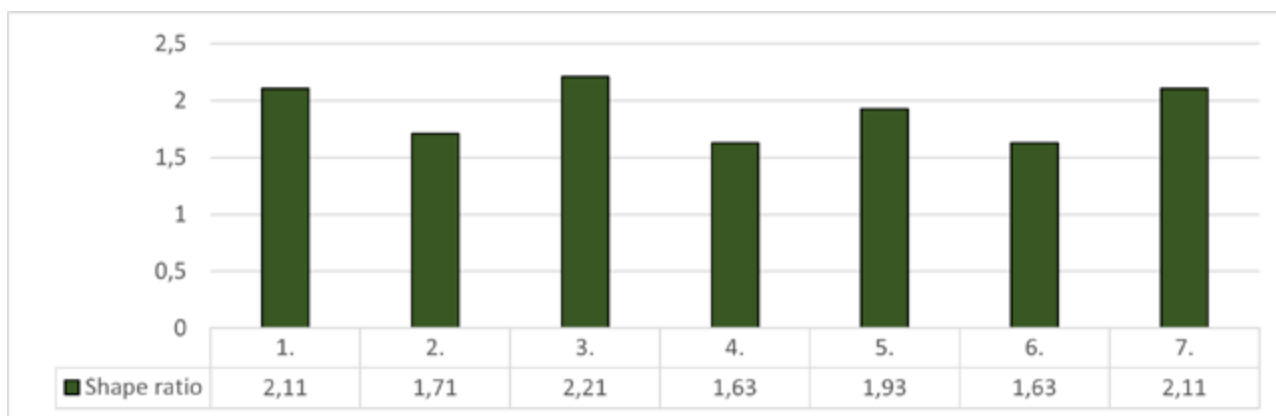
A próbacipók átlagos fajlagos térfogata 1,42 cm³/g volt (8. ábra). A kontroll mintát (1: 2,76) követően a legnagyobb fajlagos térfogattal a 15%-os szár porral készült 6. minta (SZ3: 1,53) rendelkezett. Az előírásban megtalálható fajlagos térfogatot egyik elkészített próbacipó sem érte el.



8. ábra: A próbacipók fajlagos térfogata

4.7.2. Alaki hányados

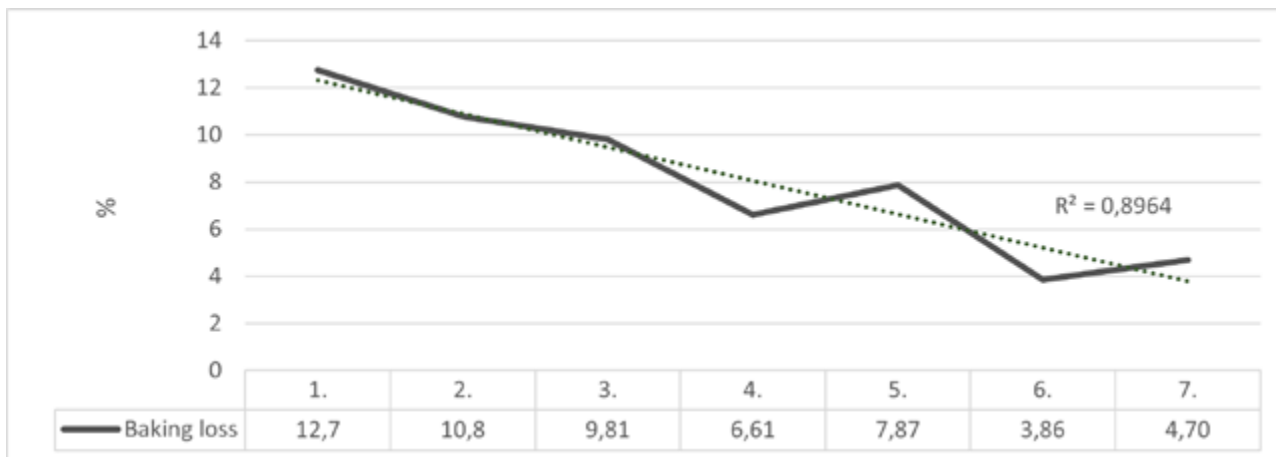
A próbacipók átlag alaki hányadosa 1,90 volt (9. ábra). A legkisebb alaki hányadossal, magassággal, szélességgel és a legtömörebb szerkezettel a 10%-os és 15%-os szárpor hozzáadásával készült 4. (SZ2: 1,63) és 6. minta (SZ3: 1,63) rendelkezett. Az előírásban megtalálható alaki hányadost csak az 5%-os levélporral elkészült 3. minta (L1: 2,21) érte el.



9. ábra: A próbacipók alaki hányadosa

4.7.3. Sütési veszteség

Az átlagos sütési veszteség 8,053% volt (10. ábra). A kontroll minta 12,74 % sütési veszteséggel rendelkezett, mely érték minden egyes esetben a levél- és szárpor különböző százalékos hozzáadásával csökkent. A legkisebb sütési veszteséget a 6. minta (SZ3) érte el (3.86%), amely a szárporral 15%-os dúsítású próbacipó volt.



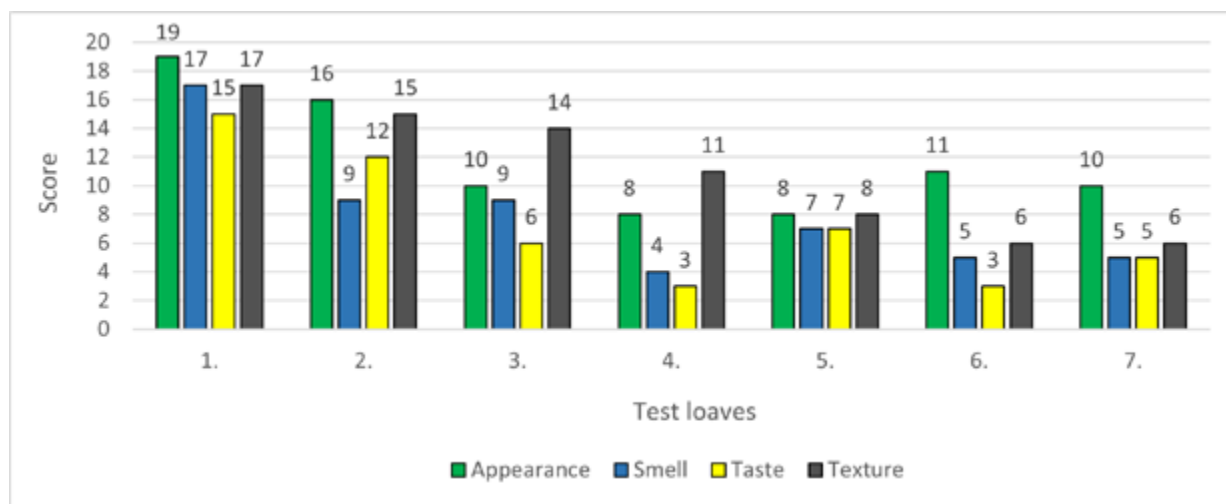
10. ábra: A próbacipók sütési vesztesége

4.8. Érzékszervi vizsgálat

A kövér porcsinnal dúsított próbacipókat kóstoló 27 fő 48,1%-a nő és 51,9%-a férfi volt. A felmérés során az életkor arányok széles skálán mozogtak. A vizsgálatban két korcsoport volt a legmeghatározóbb: 26–35 év és 36–45 év közöttiek. Az értékelők 70,4%-a nem dohányzott, 63%-a naponta fogyaszt kenyeret. A felmérésben résztvevők 85,2%-a már hallott korábban a növényről, viszont csak 11,1%-uk fogyasztotta már. Egy fő kivételével, még senki nem találkozott kövér porcsint tartalmazó élelmiszeripari termékkel. A vizsgálat során célunk volt a kóstolók tudatos fogyasztásának a felmérése is. A résztvevők közül 20 fő számára kifejezetten fontos volt, hogy valamilyen pozitív értékkel rendelkezzenek az általuk megvásárolt és egyaránt fogyasztott élelmiszeripari termékek. Az 1–5-ig terjedő skálán való értékelésre vonatkozó kimutatást az átlagpontszámok alapján készítettük el (11. ábra).

Az értékelők szerint kifejezetten különleges volt, hogy a próbacipóknál a levélpor hozzáadása igen erős zöld színt eredményezett. A leglátványosabb zöld színt a 15%-os dúsítással készült 7. minta (L3) érte el. Kinézet tekintetében a 3. (L1) és a 7. minta (L3) azonos értékelést kapott. A legmagasabb pontszámot az 5%-os levélpor hozzáadásával készült 3. minta (L1) érte el, továbbá a 10% levélporral készült cipók (L2) véleményezése minden szempontból azonos volt. A bírálók számára íz tekintetében az 5. minta (L2), illat szempontjából pedig a 3. minta (L1) volt a legszimpatikusabb. A szárporral készült termékek értékelése során a bírálók negatívként értékelték, hogy a cipókban néhol a darálás során megmaradt nagyobb szár részek megjelentek.

A felmérés alapján minden szempontot figyelembe véve az 5% porcsin por hozzáadásával készült próbacipók (SZ1, L1) voltak a legmegnyerőbbek. A por mennyiségének növelésével a cipók szerkezete változott, tömörödés volt megfigyelhető és az érzékszervi vizsgálat értékei is egyaránt csökkentek. A cipók kinézetére, küllemére azonban összességében pozitívan hatott a 15%-os por hozzáadásának hatására kialakult erős színváltozás. A bírálók 66,7%-a szívesen megvásárolná az általunk készített porcsinporral dúsított termékeket.



11. ábra: Érzékszervi vizsgálat eredményei

5. Következtetések

Napjainkban a világ különböző részein a kövér porcsin óriási jelentőséggel bír táplálkozás-élettani hatásai és a fent említett bioaktív vegyülettartalmának köszönhetően. A kövér porcsin táplálkozási, gyógyászati, mezőgazdasági és környezetvédelmi szempontokat felölelő széleskörű felhasználási lehetőségei miatt figyelemre méltó növény. Globális elterjedése és abiotikus stressztűrő tulajdonságai miatt Ázsiában a mezőgazdaság jövőbeni fenntartható fejlődésében biztos helyet foglal el. Hazánkban annak ellenére, hogy jelenleg gyomnövényként él a köztudatban és szakmai körökben egyaránt, az élelmiszeripar számára is egy perspektivikus faj lehet.

A próbacipó egyes minőségi paramétereit láthatóan rontotta a porcsinból készült szár- és levélpor különböző mennyiségekben való adagolása, de ennek ellenére a bírálók 66,7%-a szívesen megvásárolná a terméket. A kisebb dúsítással készült termékeket sokkal pozitívabban fogadták a kóstolók.

Az értékelés során negatívként került említésre, hogy a próbacipók ízére és illatára hatással volt a növény jellegzetes sós és savanykás íze. Ennek tekintetében a jövőbeni termékfejlesztések során érdemes lenne a porcsinnal való dúsítást még más fűszernövényekkel is kiegészíteni pl. fokhagymával, medvehagymával vagy aszalt paradicsommal.

A levélpor hozzáadásával készült próbapipók erős zöld színnel voltak jellemezhetőek, melyet a bírálók kifejezetten pozitívan értékelték. Ennek tekintetében érdemes lenne a levélport természetes színezékként alkalmazni más élelmiszeripari termékekben is pl. szárzészében, vagy sütő- és édesipari termékekben.

A pipók újabb elkészítéskor célszerűbb lenne a szárból készült őrleményt még kisebb szemcseméretűre darálni, átszítálni és esetleg méret szerint szétválasztani. A leírt technológiai lépést alkalmazva feltételezhetően a pipók tömörebb szerkezete elkerülhető lenne, illetve pozitívabb értékelésben is részesülhetnének a magasabb szárpórral dúsított pipók is.

A továbbiakban tervezzük szabályozott, üvegházi körülmények közötti zöld biomassza előállítását is és annak felhasználását az újabb, ismételt vizsgálatok elvégzésére. Az alapkutatóból nyert adatokat a feldolgozóipar számára is szeretnénk kézzel foghatóvá tenni. Jelenleg a kövér porcsin feldolgozása és tárolása kihívást jelent a mezőgazdaság és élelmiszeripar számára egyaránt, melyre további vizsgálatainkkal szeretnénk megoldást találni. A jövőben tervezzük a növény antimikrobiális hatásainak vizsgálatát az élelmiszeripar számára problémát jelentő baktériumokon.

6. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az érzékszervi bírálatban résztvevőknek a kérdőívek kitöltésében való részvételéért.

7. Felhasznált irodalom

- ADM (2020): Top Five Global Trends that will Shape the Food Industry in 2021. Nutraceuticals Now. Wednesday, 28 October, 2020. <https://www.nutraceuticalsnow.com/articles/2020/10/28/top-five-global-trends-willshape-food-industry-2021/> Hozzáférés: 2025.03.17.
- Alam, A. M.; Juraimi, S. A.; Rafi, M. Y.; Hamid, A. A.; Aslani, F.; Hasan, M. M.; Zainudin, M. A. M. (2014): Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.). *BioMed Research International*. 1. pp.: 10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/296063>
- Apicella, M.; Amato, G.; de Bartolomeis, P.; Barba, A.A.; De Feo, V. (2023): Natural Food Resource Valorization by Microwave Technology: Purslane Stabilization by Dielectric Heating. *Foods*. 12. 4247. pp.: 1-23. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234247>
- Aszalósné Balogh, R.; Nagy, V.; Kovács, S. (2024): Kincset érő gyomnövényünk. *Mezőhír*. (28): 11. pp.: 57.
- Bánáti, D. (2022): Flexitarianism – the sustainable food consumption? (Flexitáriánus étrend – a fenntartható táplálkozás?) *Journal of Food Investigation*. (68): 3., (Élelmiszervizsgálati közlemények – 2022. LXVIII. évf. 3. szám) pp.: 4058–4091. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-6-HUN>
- Bekmirzaev, G.; Ouddane, B.; Beltrao, J.; Khamidov, M.; Fujii, Y.; Sugiyama, A. (2021): Effects of Salinity on the Macro- and Micronutrient Contents of a Halophytic Plant Species (*Portulaca oleracea* L.). *Land*. (10): 5. pp.: 481. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10050481>
- Bradford, M. M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72. pp.: 248–254. DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Buzas, I. (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszertan 2. (Manual of Soil and Agrochemical Analysis Part 2.). *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest. pp.: 242.
- Carrascosa, A.; Pascual, J.A.; Ros, M.; Petropoulos, S.A.; del Mar, A. (2023): Agronomical Practices and Management for Commercial Cultivation of *Portulaca oleracea* as a Crop: A Review. *Plants*. 12 pp.: 1246. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12061246>
- Chan, K.; Islam, M.; Kamil, M.; Radhakrishnan, R.; Zakaria, M.; Hanibullah, M.; Attas, A. (2000): The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.) Cela.k. *Journal of Ethnopharmacology*. (73): 3. pp.: 445–451. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00318-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00318-4)
- Chen, D.; Yao, J.; Liu, T.; Zhang, H.; Li, R.; Zhang, Z.; Gu, X. (2019): Research and application of *Portulaca oleracea* in pharmaceutical area. *Chinese Herbal Medicines*. (11):2. pp.: 150–159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2019.04.002>
- Chen, C. J.; Wang, W. Y.; Wang, X. L.; Dong, L. W.; Yue, Y. T.; Xin, H. L.; Ling, C. Q.; Li, M. (2009): Anti-hypoxic activity of the ethanol extract from *Portulaca oleracea* in mice, *J. Ethnopharmacol*. 124. pp.: 246–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.04.028>
- Chugh, V.; Mishra, V.; Dwivedi, S. V.; Sharma, K. D. (2019): Purslane (*Portulaca oleracea*

- L.): An underutilized wonder plant with potential pharmacological value. The Pharma Innovation Journal. (8): 6. pp.: 236–246. DOI: <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2019&vol=8&issue=6&ArticleId=3554>
- E. Bálint, K.; Járainé Komlódi, M.; Koltay, A.; Vancsura, R. (1987): Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival 2. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp.: 477. ISBN 963–232–279–5
- Egnér, H.; Riehm, H.; Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kunglia Lantbrukshögskolans Annaler 26. pp.: 199–215.
- Faruque, M.O.; Feng, G.; Khan M.N.A. et al. (2019): Qualitative and quantitative ethnobotanical study of the Pangkhua community in Bilaichari Upazilla, Rangamati District, Bangladesh. J Ethnobiology Ethnomedicine. (15): 8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0287-2>
- Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés. 4. javított és bővített kiadás. Vízügyi Hidrobiológia 16. VGI, Budapest. pp.: 258.
- Furkó, L. (2024): Középpontban a fenntarthatóság – Kövér porcsin (*Portulaca oleracea* L.), mint rejtett természeti erőforrás ételmiszeriparba való bekapcsolhatóságának vizsgálata. Szakdolgozat, Debreceni Egyetem, Debrecen. pp.: 38.
- Gonella, M.; Charfeddine, M.; Conversa, G.; Santamaria, P. (2010): Purslane: A Review of its Potential for Health and Agricultural Aspects. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 4. 1. pp.: 131–136.
- Grieve, C. M.; Suarez, D. L. (1997): Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. Plant and Soil. 192. pp.: 277–283. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1004276804529>
- Howes, M. J.; Irving, J.; Simmonds, M. (2023): Gyógynövények lexikona. Corvina Kiadó Kft. Budapest. pp.: 224. ISBN 9789631364965
- Hunyadi, K.; Béres, I.; Kazinczi, G. (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia, Mezőgazda, Budapest. pp.: 146–147.
- Kim, D. O.; Jeong, S. W.; Lee, C. Y.: (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry. 81. pp.: 321–326. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)
- Király, G. (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. Jósvafő. pp.: 616. ISBN 978–963–87082–9–8
- Kiss, I. (2009): Az ételek tápanyagtartalma. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest. pp.: 42.
- Kumar, A.; Sreedharan, S.; Kashyap, A.K.; Singh, P.; Ramchiary, N. (2022): A review on bioactive phytochemicals and ethnopharmacological potential of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Heliyon. 8, 1. pp.: 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08669>
- Lim, Y.Y.; Quah, E.P.L. (2007): Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. Food Chem. 103. pp.: 734–740. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.025>
- MSZ 6369/6 – 1988: Lisztvizsgáló módszerek. A vízfeltevő képesség és a sütőipari érték vizsgálata. 1989. 07. 01.
- MSZ 6369/8 – 1988: Lisztvizsgáló módszerek. Sütéspróba. 1–4 p. 1989. 07. 01.
- Nemzer, B.; Al-Taher, F.; Abshiru, N. (2020): Phytochemical composition and nutritional value of different plant parts in two cultivated and wild purslane (*Portulaca oleracea* L.) genotypes, Food Chem. 320, 126621, pp.: 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126621>
- Obaisi, A. I. (2017): Overpopulation: a threat to sustainable agriculture and food security in developing countries? A review. International Journal of Agriculture and Food security. pp.: 921–927. DOI: 10.13140/RG.2.2.20613.04325
- Rurik, I.; Péter, Sz.; Bánáti, D. (2024): A táplálkozástudomány aktuális kihívásai. Orvosi Hetilap. (165):13. pp.: 483–488. DOI: <https://doi.org/10.1556/650.2024.33013>
- Singleton, V.L.; Rossi, J.A. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16. pp.: 144–158. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Sluiter, A.; Hames, B.; Ruiz, R.; Scarlata, C.; Sluiter, J.; Templeton, D.; Crocker, D. (2008): Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP); Technical Report; US Department of Energy: Washington D.C., USA. 16.

- Uddin, K.; Juraimi, A.S.; Hossain, M.S.; Un Nahar, M.A.; Ali, E.; Rahman, M.M. (2014): Purslane Weed (*Portulaca oleracea*): A Prospective Plant Source of Nutrition, Omega-3 Fatty Acid, and Antioxidant Attributes. *Sci. World J.* 1. 951019. pp.: 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/951019>
- Uddin, K.; Quan, L.; Hasan, M.; Selamat Madom, M.; Selamat Madom, M. (2020): Purslane: A perspective plant source of nutrition and antioxidant. *Plant Archives.* 20, 1. pp.: 1624-1630.
- Ujvárosi, M. (1973): Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp.: 545–546.
- Younos, C.; Fleurentin, J.; Notter, D.; Mazars, G.; Mortier, F.; Pelt, J.M. (1987): Repertory of drugs and medicinal plants used in traditional medicine of Afghanistan, *J. Ethnopharmacol.* 20. pp.: 245–290. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(87\)90052-3](https://doi.org/10.1016/0378-8741(87)90052-3)
- Zhu, H., Wang, Y., Liu, Y. et al. (2010): Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies, *Food Anal. Methods.* 3. pp.: 90–97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12161-009-9091-2>

Kövér porcsinból készült cipó értékelése

1. Neme? *
 - Nő
 - Férfi
2. Életkora? *
 - 14 év alatti
 - 14–18 év
 - 18–25 év
 - 26–35 év
 - 36–45 év
 - 46–55 év
 - 55 év feletti
3. Ön dohányzik? *
 - Igen
 - Nem
4. Hallott már korábban a kövér porcsinról (*Portulaca oleracea* L.)? *



- Igen
 - Nem
5. Fogyasztott már valaha kövér porcsint? *
 - Igen
 - Nem
 6. Találkozott már olyan élelmiszeripari termékkel, amely tartalmazott kövér porcsint? *
 - Igen
 - Nem
 7. Az ön számára fontos, hogy az elfogyasztott élelmiszer az alap tápértékeken felül, valemilyen plussz értékkel is rendelkezzen? (pl. szénhidrátcsökkentett, magas rosttartalmú, hozzáadott cukrot nem tartalmaz) *
 - Igen
 - Nem
 8. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:
 1. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

9. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:
 2. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

10. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:

3. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

11. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:

4. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

12. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:

5. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

13. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:

6. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

14. A cipók minősítése 1–5ig terjedő skálán:

7. minta *

(1–nagyon rossz, 2–rossz, 3–megfelelő, 4–jó, 5–finom)

Paraméterek	1	2	3	4	5
Kinézet					
Illat					
Íz					
Állag					

15. Ha ön találkozna ezzel a termékkel a boltok polcain, megvásárolná? *

- Igen
- Nem

16. Milyen gyakran fogyaszt kenyeret? *

- Naponta
- Hetente 1–2 alkalommal
- Hetente 3–4 alkalommal
- Más pékárut fogyasztok
- Nem fogyasztok

Köszönjük, hogy a kitöltéssel hozzájárult kutatásunk sikerességéhez!

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2025/1-2>

Érkezett: 2025 március – Elfogadva: 2025 március

Az ultrahanggal segített extrakció paramétereinek hatása fehér ürömfű kivonatok antioxidáns tartalmára és a színére

Kulcsszavak: ürömfű, italok, italgyártás, polifenoltartalom, extrakció

1. Összefoglalás

A gyógynövények mindig is jelen voltak az élelmiszer előállításban, mely különösen igaz az italgyártásra. A belőlük készített kivonatok előállításában egyre több figyelmet kapnak az újabb, hatékonyabb kivonási eljárások, mint az ultrahanggal segített extrakció, mely élelmiszerminőségre gyakorolt hatásáról még relatíve kevés információ áll rendelkezésre. Munkánkban azt vizsgáltuk, hogy ezen eljárás alkalmazása során a szolvensösszetétel és a hőmérséklet hogyan hat a fehér ürömfűből (*Artemisia absinthium*) készített vizes-etanolos extraktumok antioxidáns tartalmára és színére. Az elvégzett vizsgálatok alapján elmondható, hogy a hőmérséklet emelése a legtöbb esetben segíti az antioxidánsok feltárását, valamint intenzívebb színt kölcsönöz a kivonatoknak, azonban ez az árnyalatot változó mértékben befolyásolja. A szolvensösszetétel esetében a legmagasabb összes polifenol tartalmat és FRAP-értékben kifejezett antioxidáns kapacitást az 50 V/V% etanollal készített kivonatban nyertük, melynek színintenzitása szintén kiemelkedőnek nevezhető.

¹ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet

³ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet

BOTKÓ Zsombor
KINCSES Sándorné
SZILÁGYI Anett
KOVÁCS Béla

botkozsombor00@gmail.com
kincsesi@agr.unideb.hu
szilagyi.anett@agr.unideb.hu
kovacs@agr.unideb.hu

<https://orcid.org/0009-0003-9581-3222>
<https://orcid.org/0000-0002-2223-863X>
<https://orcid.org/0000-0002-3871-7694>
<https://orcid.org/0000-0002-6439-4753>

2. Bevezetés

Az élelmiszeripar régóta alkalmaz különböző gyógynövényeket a termékek élvezeti értékének növelése céljából, mivel számos közülük aromaanyagokban, illóolajokban is gazdagnak mondható. Az egyes szakágazatok közül a legrégibbi és legjelentősebb felhasználónak a szeszipar tekinthető (Kaefer and Millner, 2008). Az utóbbi időben az aromaanyagok kinyerése mellett egyre inkább figyelmet kap különböző bioaktív komponensek, antioxidánsok kivonása is, mivel bár alapvetően a gyógynövények használata a legtöbb esetben empirikus alapokon nyugszik, azonban az utóbbi időben egyre több tudományos bizonyíték áll rendelkezésre azok vegyületeinek valódi hatásosságáról egyes betegségek megelőzésében (Parham et al., 2020).

A fehér ürömfű (*Artemisia absinthium*) egyike az italgyártásban leggyakrabban használt növényeknek. Nélkülözhetetlen összetevője különböző aromatisztált boroknak, vermutoknak, de részt vesz keserűlikőrök karakterének kialakításában is (Liang et al., 2021), továbbá az abszint jellegzetes zöld színét is ennek a növénynek köszönhetjük (Lachenmeier et al., 2006). Utóbbi kiemelt jelentőséggel bír, hiszen az italok esetében az elvárt szín megléte alapvetően meghatározó a fogyasztói döntés szempontjából, amely akár az érzékelt ízre is hatással lehet (Spence, 2016). Ezen felül a gyógynövények által kialakított halvány zöldes szín a magas minőségű, prémium kategóriás abszintok ismérve, így a fogyasztók is ezt preferálják. Kíváncos, hogy a kivonatok ilyen színt kölcsönözzenek az italnak, míg a színezékekhez köthető egyéb árnyalatok az olcsóbb termékekhez tartoznak (Lachenmeier et al., 2007).

Polifenol tartalma miatt a fehér ürömfű sokszor képezi táplálkozástudományi kutatások tárgyát. Az említett vegyületcsoport tagjai közül főleg fenolsavakban gazdag, azon belül is hidroxifahéjsav származékokban, amik közül kiemelkedik klorogénsav tartalma. Utóbbiak összetétele termőhelyenként nagy változatosságot mutathat (Boudjelal et al., 2020). Korábbi kutatások a rutin tartalmát is kiemelik (Moacă et al., 2019). Jótékony hatásait ugyanakkor elsősorban a flavonoid komponensekre vezetik vissza, kiváltképpen az ürömfűvekre jellemző artemetinre és casticinra (Ekiert et al., 2022). Az említett vegyületek kapcsán a fehér ürömfű gyulladáscsökkentő és daganatellenes hatását is élénk érdeklődés övezi, ugyanakkor antibakteriális és maláriaellenes hatása miatt a gyógyszergyártásban is fontos szerepet tölt be (Szopa et al., 2020), de kozmetikai termékekben is alkalmazzák (Ekiert et al., 2022).

A gyógynövények hasznos anyagainak kinyerése az italgyártásban tradicionálisan etanolban történő áztatással, macerációval történik, ami akár hetekig is eltarthat. Napjainkra ennek az eljárásnak a gyorsítására számos más segített extrakciós technika áll rendelkezésre (Azmin et al., 2016), melyek a velük kapcsolatos tapasztalatok hiányában nem tekinthetők általánosan elterjedtnek az élelmiszeriparban (Vinatoru et al., 2017). Ezek közül a későbbi ipari alkalmazhatóság szempontjából az ultrahanggal segített extrakciót tartják az egyik legígéretesebbnek, mely hatékonyságát számos tanulmány bizonyította már a kivonatok előállításánál a tradicionális módszerekkel szemben (Azmin et al., 2016).

Munkánkban azokra a kérdésekre kerestük a választ, hogy az ultrahanggal segített extrakció paramétereinek változtatása hogyan befolyásolja az így készített kivonatok antioxidáns tartalmát és színét. Az antioxidáns tartalom leírása az összes polifenol tartalom (TPC), a FRAP-értékben kifejezett antioxidáns kapacitás mérésnek segítségével történt, míg a szín értékeléséhez a Glories-féle színintenzitás és színárnyalati paramétereket használtuk.

3. Anyagok és módszer

3.1 A kivonatok elkészítésének menete

A kivonatok elkészítéséhez kereskedelmi forgalomból szereztünk be fehér ürömfű leveles és virágos hajtását tartalmazó szárítmányokat.

Felhasználás előtt a szárítmányok daráláson estek át. Ezt követően analitikai mérlegen 5 g-ot mértünk ki. A kimért szárítmányokat centrifugacsövekbe helyeztük, amiket 50 cm³-re töltöttünk, abszolút etanol (VWR International S.A.S., Franciaország) és desztillált víz elegyekkel, úgy, hogy azok végső etanol tartalma 0, 25, 50, 75 és 100 V/V% legyen. A csöveket lezárás után Bandelin Sonorex RK-1029H ultrahangos fürdőbe (Bandelin Electronic GmbH & CO, KG, Németország) helyeztük különböző hőfokon (35, 55 és 75 °C), 50 percre, 35 kHz frekvencia alkalmazása mellett. A csövek behelyezése csak akkor történt meg, ha a fürdő vize elérte a beállított hőmérsékletet, melynek visszaellenőrzése kézi hőmérő segítségével történt.

Ezután a mintákat szűrőpapír (Grade 292; Ahlstrom Munksjö, Helsinki, Finland) és tölcser segítségével leszűrtük. A vizsgálatokat az így nyert szűrleteken végeztük el.

3.2. Az összes polifenol tartalom (TPC) meghatározása

Az összes polifenol tartalom meghatározását a Folin-Ciocalteu módszer (Singleton, et al., 1999) segítségével hajtottuk végre. A méréshez leszűrt kivonatokból kimértünk 5 cm³-t, majd ezt metanol és desztillált víz 80:20

arányú elegyével (Scharlab S.L., Spanyolország) 50 cm³-re hígítottuk. A felhígított kivonatokból 0,5 cm³-t került kimérésre kémcsövekbe, majd ehhez 2,5 cm³, 0,2 normalitású Folin-Ciocalteu reagenst (VWR International S.A.S., Franciaország) adtunk, valamint 5 perc múlva 75 g/cm³ töménységű nátrium-karbonát (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Németország) oldatot. Két óra sötétben töltött állást követően vízzel 10 cm³-re egészítettük ki.

Az abszorbancia mérése 760 nm-en Thermo Nicolet Evolution 300 spektrofotométerrel (Thermo Electron Corporation, Egyesült Királyság) történt. Az összes polifenol tartalom meghatározása galluszsav (Alfa Aesar GmbH & Co. KG, Németország) referencia oldatsorozat alapján történt. Az eredmények galluszsav ekvivalensként (GAE) kerültek megadásra, mg/dm³-ben.

3.3. A FRAP-érték meghatározása

Az antioxidáns kapacitás meghatározására a FRAP-módszert használtuk (Benzie and Starin, 1996). Ehhez a leszűrt kivonatokból kimértünk 5 cm³-t, majd ezt metanol és desztillált víz 80:20 arányú elegyével (Scharlab S.L., Spanyolország) 50 cm³-re hígítottuk. A vizsgálathoz a hígított minták 100 mm³-t pipettáztunk 10 cm³-es kémcsövekbe, ezután ezekhez 3 cm³ FRAP reagenst adagoltunk, ami acetát-puffert (Sigma-Aldrich, Németország), vas-(III)-kloridot (Scharlab S.L., Spanyolország) és 2,4,6-tripiridil-S-tirazint (TPTZ) (Sigma-Aldrich, Németország) tartalmazott.

Az abszorbancia mérése 593 nm-en Thermo Nicolet Evolution 300 spektrofotométerrel (Thermo Electron Corporation, Egyesült Királyság) történt. A FRAP-érték meghatározása aszkorbinsav (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Németország) referencia oldatsorozat alapján történt. Az eredmények aszkorbinsav ekvivalensként (AAE) kerültek megadásra, mg/dm³-ben.

3.4. A Glories-féle színintenzitás (CI) meghatározása

A színintenzitás meghatározásához az italoknál alkalmazott Glories-féle színintenzitás (CI) meghatározása szerint történt (Pérez-Magariño és González-San José, 2002). Ehhez a kivonatok színét Thermo Nicolet Evolution 300 spektrofotométerrel (Thermo Electron Corporation, Egyesült Királyság) 420, 520 és 620 nm-en rögzítettük, majd ezek összegeként került kiszámításra a színintenzitás az **1. egyenlet** szerint.

$$CI = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

3.5. A Glories-féle színárnyalati értékek (Y%, R%, B%) meghatározása

A színárnyalat meghatározásához az italoknál alkalmazott Glories-féle sárga (Y%), vörös (R%) és kék (B%) árnyalatok meghatározásával történt (Pérez-Magariño és González-San José, 2002). Ehhez sárga (Y%)

$$Y(\text{sárga}) \% = \frac{A_{420}}{CI} \times 100$$

$$R(\text{vörös}) \% = \frac{A_{520}}{CI} \times 100$$

$$B(\text{kék}) \% = \frac{A_{620}}{CI} \times 100$$

esetében a 420 nm-en (**2. egyenlet**), vörös (R%) esetében az 520 nm-en (**3. egyenlet**), míg kék esetében a 620 nm-en mérhető (**4. egyenlet**), abszorbancia részarányát vizsgáltuk a teljes színintenzitásból.

3.6. Statisztikai vizsgálatok

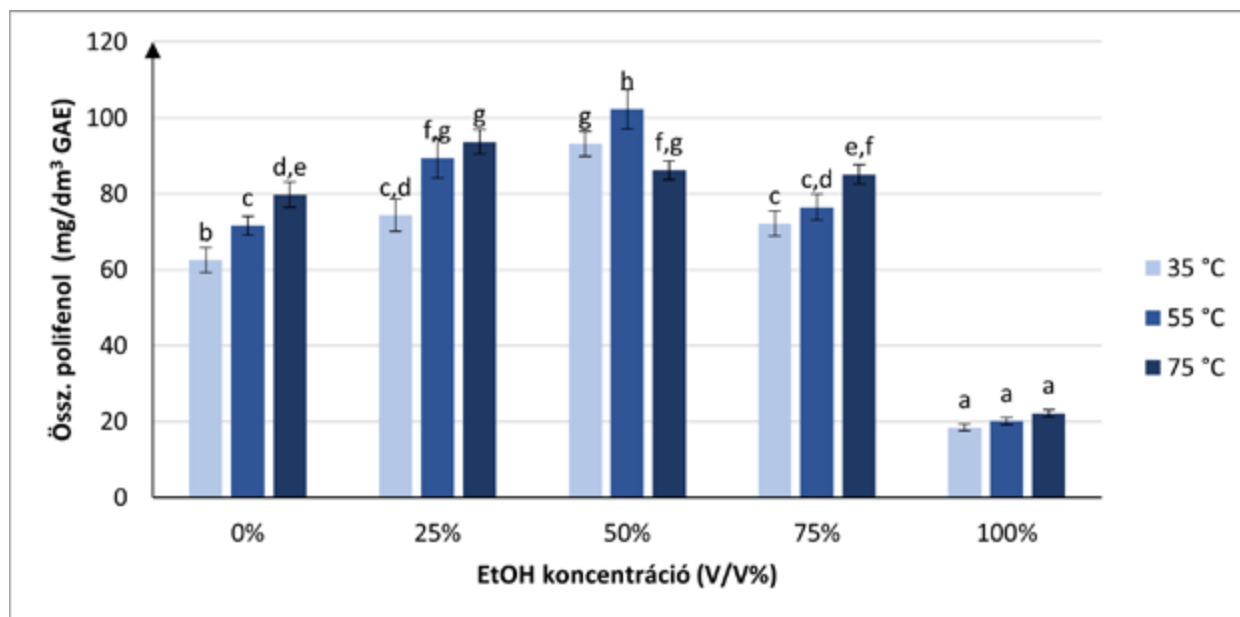
A minták kiértékelése során valamennyi eredmény 3 párhuzamosan készített kivonat átlagaként $\pm$ szórásaként került megadásra. A kivonatok eredményeinek összehasonlítása egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) történt, a szignifikáns különbségeket Duncan-féle post hoc teszttel azonosítottuk. Azokat az eseteket tekintettük szignifikánsnak, ahol p-érték 0,05 alatti volt. Az egyes vizsgált paraméterek közötti kapcsolatok erőssége Pearson-féle korrelációs együttható meghatározásával történt. Valamennyi statisztikai vizsgálat IBM SPSS 27.0.1 szoftverrel (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) történt.

4. Eredmények

4.1. Az összes polifenol tartalom (TPC) alakulása

Az összes fenolos tartalom alakulását az **1. ábra** szemlélteti. Az ábra alapján látható, hogy egy kivonat kivételével valamennyi esetben segítette a polifenolok extrakcióját a hőmérséklet növelése. Ez várható volt,

hiszen a hőmérséklet emelése egyrészt gyorsítja a molekuláris diffúzió sebességét, fokozza a növényi sejtek permeabilitását, ezen felül pedig egyes kötött állapotban lévő polifenolok feltárását is segítheti (Oreopoulou et al., 2019). A legjobb kihozatali eredményeket az 50 V/V% etanol tartalmú szolvens és 55 °C hőmérséklet alkalmazásával tudtuk elérni, ami egybevág korábbi, ürömfűre vonatkozó irodalmi adatokkal (Sendi et al., 2020), illetve ez a kombináció a gyógynövények között általánosságban is hatékony oldószerösszetételnek és hőmérsékletnek tekinthető (Oreopoulou et al., 2019). Ennél a szolvens összetételnél ugyanakkor nem volt érvényes a hőmérséklet 75 °C-ra történő emelésével a magasabb fenolos tartalom elérése: az ezen a hőfokon végzett extrakció alacsonyabb értékeket hozott, mint az 55 °C-on végrehajtott. Elképzelhető, hogy itt olyan polifenol frakció került kivonásra, mely a magasabb hőmérséklet hatására károsodott, ahogyan a flavonoidok esetében már 60 °C alkalmazásánál is megfigyelték korábbi tanulmányok a növényi kivonatok készítése során (Antony and Farid, 2022), így itt további vizsgálatok végzése indokolt.



1. ábra: A kivonatok összes polifenol tartalma (TPC). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek Duncan-féle post hoc teszt alapján $\alpha=0,05$ mellett.

Az etanol tartalom növelése 50 V/V% alkalmazásáig minden esetben magasabb eredményeket hozott, azonban a 75 V/V% etanol alkalmazása már csökkentette a polifenolok kinyerését és lényegesen alacsonyabb koncentrációkat eredményezett. Ennek értéke a 25 V/V% etanollal extrahált mintáénál is alacsonyabb volt. Ezen eltérések okai a fenolos tartalom minőségi összetételében keresendők. A fehér ürömfű polifenol tartalmának nagyrészt alacsony molekulatömegű polifenolok, illetve különböző fenolsavak teszik ki. Ezek kivonásához az alacsonyabb etanol tartalmú szolvensek polaritásukból fakadóan megfelelőbbek (Abate et al., 2021). Utóbbi azt is magyarázza, hogy miért látható jelentős visszaesés a TPC-ben 100 V/V% etanol alkalmazásánál. Ez hőmérséklettől függetlenül valamennyi kivonatonál a legalacsonyabb eredményeket produkálta, korábbi szakirodalmi adatoknak megfelelően (Sendi et al., 2020).

Egyes irodalmi adatokhoz képest az értékeink elmaradnak. Moacă és munkatársai (2019) Romániában gyűjtött fehér ürömfűvekből készítettek kivonatok, 80 V/V%-os etanol felhasználásával, 60 perces ultrahangozás mellett, ami során a levelek esetén $54,68 \pm 1,93$ mg/g kivonat GAE, míg szár esetében $44,15 \pm 1,12$ mg/g kivonat GAE koncentrációt kaptak, ami lényegesen magasabb eredmény az általam kapott értékekhez képest. Az ezzel való összevetés nem tekinthető teljesen relevánsnak, mivel a szerzők abban az esetben egyéb koncentráló műveleteket is alkalmaztak (rotációs vákuum elpárolgatóban történő koncentráció, majd többszörös liofilizálás). Bora és Sharma munkájában (2011) *Artemisia absinthium* metanolos kivonatainak vizsgálata során $123 \pm 0,82$ mg/g kivonat GAE TPC-t rögzítettek, azonban ebben az esetben is igaz, hogy a kivonat előkészítése során 20 órás Soxhlet-extrakciót használtak eltérő kivonószerrel, illetve vákuum bepárlást is alkalmaztak, ami szintén nehezíti az eredmények összevetését, ugyanakkor magyarázatot szolgáltat that a nagymértékű eltérésre, hiszen a mi kivonataink esetében nem kerültek alkalmazásra ilyen eljárások.

A fentiektől függetlenül számos munka bizonyította már, hogy az ultrahanggal segített extrakció rövidebb idő alatt, kedvezőbb polifenol kihozatali eredményez növényi kivonatok készítésénél, mint a hagyományos maceráció (Savic Gajic et al., 2019; Momchev et al., 2020; Calderón-Oliver and Ponce-Alquicira, 2021).

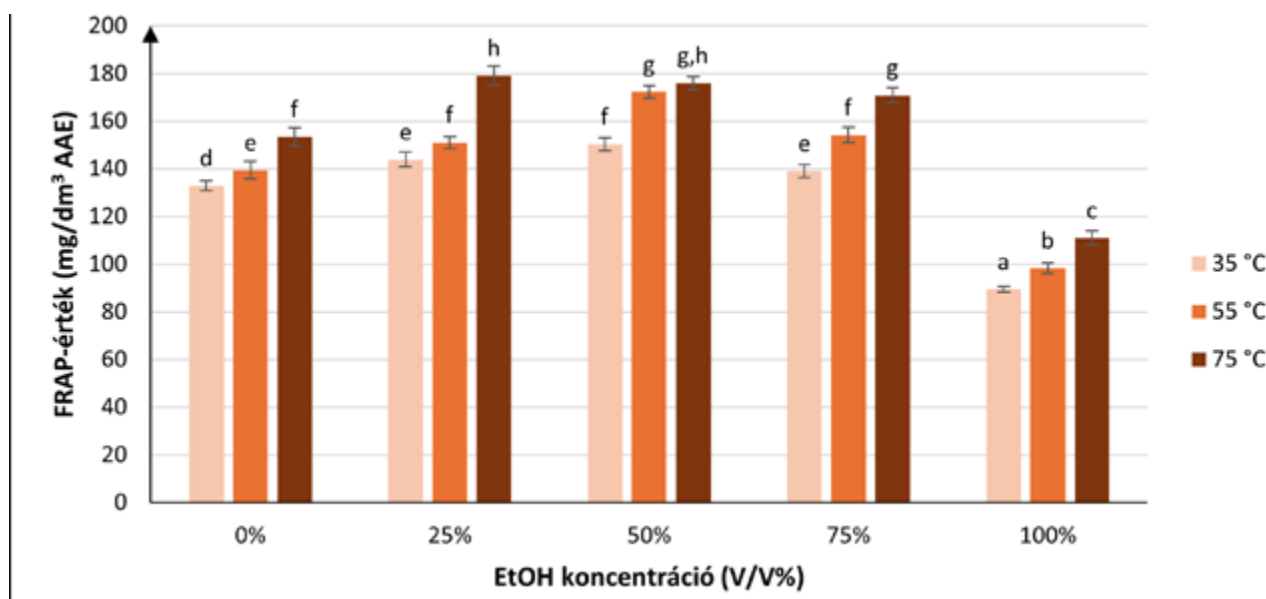
Az elvégzett irodalmi összehasonlítások alapján ugyanakkor a tradicionális forrázás kiváltására is jól alkalmazható az ultrahanggal segített extrakció, ürömfűkivonatok készítésénél. Vičkačkaité és munkatársai

(2024) ürömfűből 15 perces forróvízes infúziós eljárást követően 112 és 224 mg/dm³ közötti TPC-t rögzítettek, ami összehasonlítható az általam 50 V/V% etanol tartalmú szolvenssel készített kivonat eredményével. Az ultrahanggal segített extrakció során alkalmazott hőmérsékletek relatíve alacsonyak, így elkerülhetők a forrázás hőmérsékleteinél fellépő aromaveszteségek (Gouda et al., 2021), ami természetesen fontos szempont a likőrkészítésnél.

A kivonatok TPC-je gyógynövényeket használó szeszecsisitalokkal összehasonlítva átlagosnak tekinthető. Ezek megfelelőbb összehasonlítási alapot jelentenek eredményeinkhez, mivel itt rendszerint közvetlen az italba vagy közvetetten, etanolba történik meg az áztatás, a későbbiekben pedig nem alkalmaznak egyéb koncentráció műveleteket. Dočekalová és munkatársai (2024) infúziós eljárással készített abszintból 55 ± 4 mg/dm³ GAE összes fenolos tartalmat mértek, ami majd a fele az általunk mért legmagasabb, 102,5 ± 5,18 mg/dm³ GAE TPC-értékének. Mrvčić és munkatársai (2012) különböző kereskedelmi forgalomban kapható szeszecsisitalok vizsgálataiban a gyógynövénylikőröknél 240,33 mg/dm³ eredményt rögzítettek, ami több mint kétszerese az általunk mért legmagasabb értéknek. Issa-Issa és munkatársai (2019) tanulmánya szerint a spanyol „Herbero” gyógynövénylikőrök összes polifenol tartalma 72 és 142 mg/dm³ GAE között alakult, ami lefedi a kivonatok eredményeit. Ezen eltérések mögött valószínűsíthetően a gyógynövényfajok polifenol tartalma, mint nyersanyagbéli különbség, illetve kisebb technológiai eltérések állhatnak.

4.2. A FRAP-értékben kifejezett antioxidáns-kapacitás alakulása

A FRAP-érték alakulását a **2. ábra** szemlélteti. Az ábra alapján látható, hogy a különböző paraméterek változásai itt is a polifenol tartalomnál leírtakhoz hasonlóan alakítják az értékeket, amit a köztük lévő erős korrelációs együttható ($r=0,924$) is megerősített. Ez részben várható volt, hiszen a FRAP-módszer elsősorban a vízzoldható anitoxidánsok kimutatására alkalmas (Munteanu and Apetrei, 2021), amely kategóriába a fehér ürömfű polifenoljainak legnagyobb része sorolható (Abate et al., 2021), így ezek kivonása az antioxidáns kapacitást is nagyban meghatározza.



2. ábra: A kivonatok FRAP-értékének alakulása. Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek Duncan-féle post hoc teszt alapján $\alpha=0,05$ mellett.

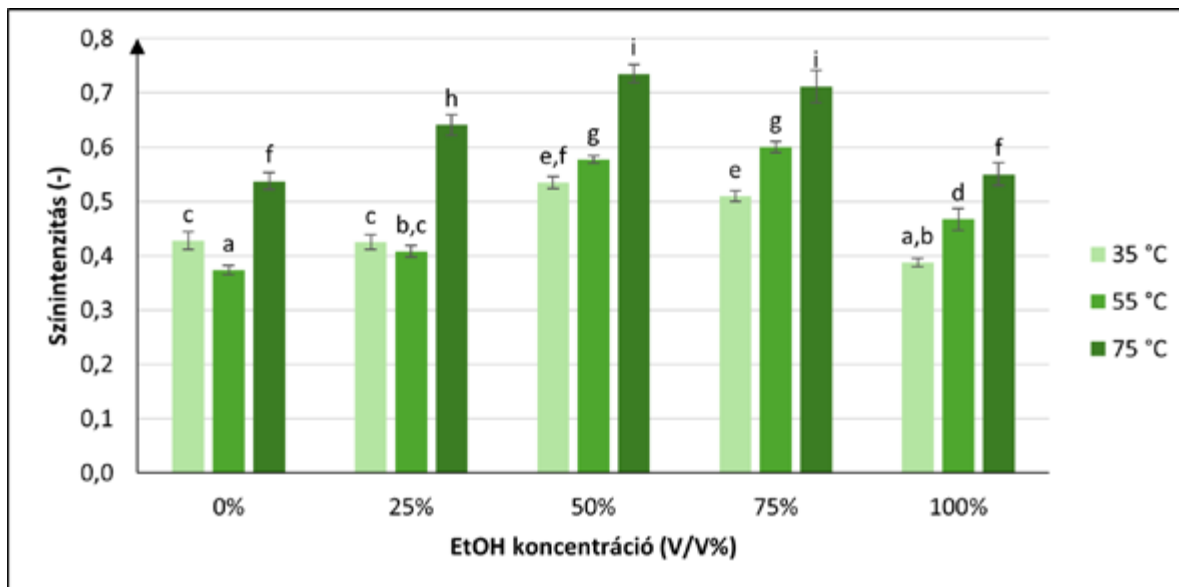
A hőmérséklet emelése itt valamennyi esetben növelte a FRAP-értéket, ami valószínűleg ebben az esetben is a növényi sejtek jobb feltárásával magyarázható (Oreopoulou et al., 2019), ahogyan azt teák esetében is megfigyelték (Ariffin et al., 2011).

Ugyanakkor látható, hogy az etanol tartalom növelése itt nem eredményezett olyan mértékű csökkenést a 75-ről 100 V/V%-ra történő növelés esetében, mint ahogyan azt a polifenol tartalomnál volt látható. Míg a TPC esetében ez közel ötödére csökkentette a fenolos tartalmat, addig a FRAP-érték esetében ezek a 75 V/V% etanol tartalmú kivonószerek alkalmazásánál mért értékek felére csökkentek. Szintén különbségként említhető, hogy a 75 V/V% etanollal készített kivonat eredményei nem maradtak el annyira a 25 V/V%-al készítettől, mint ahogyan azt a TPC-nél tapasztaltuk. A fenti jelenségek hátterében az állhat, hogy bár a polifenolok redukáló tulajdonságuk miatt nagyban meghatározzák a FRAP-érték alakulását, azonban a módszer számos egyéb redukáló tulajdonsággal rendelkező, nem-polifenol jellegű antioxidáns is képes reagálni (Munteanu and Apetrei, 2021), így különböző növényi pigmentekkel is, melyek kivonásához a magasabb etanol tartalom a megfelelőbb. Ugyanakkor ebben a tiszta etanol, mint oldószer alkalmazása itt sem tekinthető hatékonyabbnak.

a vizet is tartalmazó szolvensekkel szemben, ahogyan azt más növényeken végzett korábbi extrakciós vizsgálatok is igazolták (Gentscheva et al., 2021).

4.3. A *Glories*-féle színintenzitás (CI) értékelése

A színintenzitás (CI) alakulását a **3. ábra** mutatja be. Látható, hogy ezen paraméter szempontjából inkább a magasabb 50 V/V% feletti etanol tartalmú szolvensek bizonyultak hatékonyak. Ezen paraméter szempontjából egyfelől a különböző színes polifenolok, például a virágzatból származó sárgás színt adó kalkonok, apigenin, továbbá auronok (Keserkar et al., 2009) kivonása a meghatározó, másfelől pedig a kloroplasztiszokban található fotoszintetikus pigmentek kinyerése (Miazeek and Ledakowicz, 2013), illetve az említett csoportok egyéb reakciói a hő hatására. Az etanol tartalom 50 V/V% felé történő növelése itt is jelentős visszaesést eredményezett, de itt sem olyan mértékűt, mint a TPC-nél látható volt, ami valószínűleg különböző fotoszintetikus pigmentek kivonásával magyarázható ebben az esetben is (Gentscheva et al., 2021).



3. ábra: A kivonatok *Glories*-féle színintenzitásának (CI) alakulása. Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek Duncan-féle post hoc teszt alapján $\alpha=0,05$ mellett.

A hőmérséklet 75 °C-ratörténő emelése minden esetben lényeges növekedést eredményezett a színintenzitásban, az alkalmazott szolvens összetételétől függetlenül. Itt feltehetően a pigmentek hatékonyabb feltárása mellett, a hőmérséklet hatására képződő vegyületek hatását látjuk. Az egyik ilyen csoportot a polifenolok oxidációja révén képződő sárgás-barnás kinonok, jelentik, melyek a 420 nm-en mérhető abszorbanciát, ezzel a teljes CI-t növelik. Ez egy ismert jelenség, melyet hasonló hőmérsékleti tartomány alkalmazásával már fehérborok esetében is megfigyeltek, érlelésgyorsítás során (Pereira et al., 2013) és leginkább a fenolsavakat érinti, melyek az ürművekben nagy mennyiségben fordulnak elő (Abate et al., 2021). A színintenzitás növeléséhez szintén hozzájárulhat az ürműben nagymennyiségben megtalálható proantocianidinek (Lutgen, 2018) átalakulása, szintelen vegyületekből különböző vörös színű pigmentekké, melyek 520 nm-en mérhető abszorbanciát korábbi kutatások alapján jelentősen növelhetik (Hamauzu et al., 2007).

A színintenzitás szempontjából kisebb mértékben volt meghatározó az összes fenolos tartalom, ezek között a korreláció vizsgálat alapján egy közepes erősségű kapcsolat ($r=0,402$) áll fenn, ami azzal magyarázható, hogy a növényben a polifenol tartalom legnagyobb részét adó alacsony molekulatömegű polifenolok és fenolsavak teszik ki (Abate et al., 2021), melyek közül a legtöbb főleg az UV-régióban rendelkezik jó fényelnyeléssel (Robbins, 2003). Így a *Glories*-féle színintenzitásban vizsgált hullámhosszok szempontjából jelenlétük nem meghatározó, a CI alakítása itt inkább a színes polifenolokra és az egyéb polifenol eredetű színes vegyületekre vezethető vissza. A FRAP-érték és a CI között ehhez képest egy közepes erősségű kapcsolat áll fent ($r=0,664$), ami valószínűleg a kivont, látható fényelnyeléssel rendelkező pigmentek redukáló tulajdonsága miatt alakult így.

4.4. A *Glories*-féle színárnyalati értékek (Y%, R%, B%) értékelése

A színárnyalati értékek közül valamennyi kivonat esetében a sárga (Y%) árnyalat volt a meghatározó. Ennek aránya az etanol tartalom növekedésével folyamatosan emelkedett, ahogyan az **1. táblázatban** is látható. A kivonatoknál ez kezdetben valószínűleg a már említett flavonoidok, köztük a sárgás színt adó csoportjaik (Keserkar et al., 2009) egyre jobb kivonásának köszönhető, mivel ezek extrahálására különösen alkalmasak az 50-60 V/V% közötti etanol tartalmú szolvensek, ugyanakkor e felett már romlik a kivonhatóságuk

(Oreopoulou et al., 2019). Magasabb etanol koncentrációk inkább a klorofillek és feofitinek kivonásának kedveznek (Gentscheva et al., 2021), melyek irodalmi adatok alapján 430 és 660 nm környékén rendelkeznek látható fény abszorpció maximummal (Kang et al., 2018), ezért részt vesznek a 420 nm-en mért sárga árnyalat kialakításában.

1. táblázat: A kivonatok Glories-féle színárnyalati paramétereinek alakulása. Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek Duncan-féle post hoc teszt alapján $\alpha=0,05$ mellett.

Hőmérséklet	EtOH koncentráció (V/V%)	Sárga (Y%)	Vörös (R%)	Kék(B%)
35 °C	0%	69,0 ± 0,22 ^b	21,9 ± 0,53 ^j	9,12 ± 0,33 ^e
35 °C	25%	69,5 ± 1,04 ^b	19,7 ± 0,42 ^h	10,8 ± 0,94
35 °C	50%	77,2 ± 0,39 ^e	16,4 ± 0,10 ^f	6,42 ± 0,49 ^a
35 °C	75%	81,4 ± 0,58 ⁱ	11,4 ± 0,53 ^c	7,19 ± 0,46 ^b
35 °C	100%	81,3 ± 0,88 ⁱ	8,20 ± 0,34 ^a	10,5 ± 0,73 ^f
55 °C	0%	71,0 ± 1,20 ^c	20,2 ± 1,03 ^h	8,74 ± 0,35 ^{d,e}
55 °C	25%	71,8 ± 0,51 ^{c,d}	19,9 ± 0,51 ^h	8,25 ± 0,13 ^{c,d}
55 °C	50%	77,9 ± 1,14 ^e	14,3 ± 0,90 ^e	7,86 ± 0,46 ^{b,c}
55 °C	75%	80,9 ± 0,36 ^{h,i}	11,7 ± 0,03 ^{c,d}	7,39 ± 0,39 ^b
55 °C	100%	79,8 ± 0,09 ^{g,h}	9,10 ± 0,06 ^b	11,1 ± 0,14 ^f
75 °C	0%	66,7 ± 0,70 ^a	22,1 ± 0,34 ^j	11,1 ± 0,36 ^f
75 °C	25%	68,6 ± 0,30 ^b	21,1 ± 0,28 ⁱ	10,4 ± 0,10 ^f
75 °C	50%	72,7 ± 1,01 ^d	18,0 ± 0,56 ^g	9,34 ± 0,46 ^e
75 °C	75%	79,3 ± 0,21 ^{f,g}	12,4 ± 0,24 ^d	8,29 ± 0,11 ^{c,d}
75 °C	100%	78,2 ± 0,24 ^{e,f}	9,80 ± 0,21 ^b	12,0 ± 0,32 ^g

A táblázatban megfigyelhető, hogy vörös (R%) esetében egy ezzel ellentétes trend alakult ki: itt az etanol tartalom növelése folyamatosan csökkentette a vörös árnyalatot. Az ebben a hullámhossztartományban, 520 nm-en abszorbeáló vegyületek között a korábbiakkal összhangban, a hőmérséklet hatására kialakuló proantocianidin eredetű vöröses pigmenteket sejtethünk (Hamauzu et al., 2007). Ezeknek a vegyületeknek a kinyerhetősége etanol tartalom 50 V/V%-ig történő növelésével maximalizálható korábbi kutatási eredmények alapján, azonban e felett már csökkent az extrahált mennyiségük (Monrad et al., 2009). Magasabb etanol koncentrációk alkalmazásával a korábban említett fotoszintetikus pigmentek kivonása szintén csökkenti a vörös (R%) részarányát az intenzitásból, a sárga (Y%) és a kék (B%) árnyalatok növelése útján, ami megmagyarázza a vörös árnyalat alakulásában látható trendet. A hőmérséklet hatásának vonatkozásában egyértelmű trendek nem voltak megállapíthatók. A színárnyalatot és a színintenzitást befolyásoló vegyületek pontos megismerése érdekében további vizsgálatok végzése indokolt ebben az esetben is.

5. Következtetések

A gyógynövények élelmiszeripari feldolgozása folyamatosan igényt tart korszerűbb és egyben hatékonyabb technológiák alkalmazására, melyek közé az ultrahanggal segített extrakció (UAE) is sorolható. Munkánkban ennek a technikának az élelmiszerminőségre gyakorolt hatásával foglalkoztunk. Az antioxidánsokkal kapcsolatos paraméterek vonatkozásában (TPC, FRAP-érték) megállapítható volt, hogy a szolvens etanol tartalmának növelése 50 V/V%-ig segíti ezek feltárását, míg magasabb koncentrációk alkalmazása már kevésbé magas eredményeket hozott a vizsgált paraméterek vonatkozásában. A hőmérséklet egy kivételével minden esetben növelte a FRAP-értékben kifejezett antioxidáns kapacitást, valamint az összes polifenol tartalmat is. A kivonatok összes polifenol tartalma megfelel a gyógynövénylikőrökben mérhetőeknek. A

Glories-féle színintenzitás kialakításában szerepet játszó anyagok kivonásában az 50 mellett a 75 V/V%-os etanol is hatékonynak mondható, melyben vélhetően a hőmérséklet hatására kialakuló egyéb pigmentek is közreműködnek. Az Glories-féle árnyalatok tekintetében valamennyi kivonat esetében a sárga (Y%) volt az uralkodó. A vörös (R%) az etanol tartalom növelésével csökkenő tendenciát mutatott, ami a vörös pigmentek alapjául szolgáló proantocianidinek kialakulásának romlásával magyarázható.

Összességében az elvégzett vizsgálatok alapján ezen extrakciós technika élelmiszerminőségre gyakorolt hatásáról hasznos ismereteket sikerült gyűjtenünk a bioaktív komponensek és a szín szempontjából. A későbbi vizsgálatoknak elsősorban a kivont anyagok pontosabb megismerésére kell kiterjednie, illetve egyéb, az italtechnológia szempontjából fontos anyagok (pl.: aromakomponensek) meghatározására.

6. Támogatás megjelölése

A kutatómunka a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24-2 kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési És Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

7. Felhasznált irodalom:

- Abate, G.; Zhang, L.; Pucci, M.; Morbini, G.; Mac Sweeney, E.; Maccarinelli, G.; Ribaud, G.; Gianoncelli, A.; Uberti, D.; Memo, M.; Lucini, L.; Mastinu, A. (2021): Phytochemical Analysis and Anti-Inflammatory Activity of Different Ethanolic Phyto-Extracts of *Artemisia annua* L. *Biomolecules*. 11(7). p. 975. <https://doi.org/10.3390/biom11070975>
- Antony, A.; Farid, M. (2022): Effect of Temperatures on Polyphenols during Extraction. *Applied Sciences*. 12(4). p. 2107. <https://doi.org/10.3390/app12042107>
- Ariffin, F.; Heong Chew, S.; Bhupinder, K.; Karim, A. A.; Huda, N. (2011): Antioxidant capacity and phenolic composition of fermented *Centella asiatica* herbal teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91(15) pp.: 2731–2739. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4454>
- Azmin, S. N. H. M.; Manan, Z. A.; Alwi, S. R. W.; Chua, L. S.; Mustaffa, A. A.; Yunus, N. A. (2016): Herbal processing and extraction technologies. *Separation and Purification Reviews*. 45(4). pp.: 305–320. <https://doi.org/10.1080/15422119.2016.1145395>
- Benzie I.; Strain J. (1996): The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power: The FRAP Assay”. *Analytical Biochemistry*. 239. 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bora, K. S.; Sharma, A. (2011): Evaluation of antioxidant and free-radical scavenging potential of *Artemisia absinthium*. *Pharmaceutical Biology*. 49(12). pp.: 1216–1223. <https://doi.org/10.3109/13880209.2011.578142>
- Boudjelal, A.; Smeriglio, A.; Ginestra, G.; Denaro, M.; Trombetta, D. (2020): Phytochemical Profile, Safety Assessment and Wound Healing Activity of *Artemisia absinthium* L. *Plants*. 9(12). 1744. <https://doi.org/10.3390/plants9121744>
- Calderón-Oliver, M.; Ponce-Alquicira, E. (2021). Environmentally Friendly Techniques and Their Comparison in the Extraction of Natural Antioxidants from Green Tea, Rosemary, Clove, and Oregano. *Molecules* (Basel, Switzerland). 26(7). 1869. <https://doi.org/10.3390/molecules26071869>
- Dočekalová, H.; Soural, I.; Balík, J.; Híc, P.; Tříška, J.; Vrchotová, N.; Kowalczyk, B. A.; Seriš, D.; Horák, M. (2024): Enriching absinthe bitters with Stilbenes and Lignans from Waste Plant Materials. *LWT*. 200. p. 116170. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116170>
- Ekiert, H.; Klimek-Szczykutowicz, M.; Rzepiela, A.; Klin, P.; Szopa, A. (2022): *Artemisia* Species with High Biological Values as a Potential Source of Medicinal and Cosmetic Raw Materials. *Molecules*, 27(19). 6427. <https://doi.org/10.3390/molecules27196427>
- Gentscheva, G.; Karadjova, I.; Minkova, S.; Nikolova, K.; Andonova, V.; Petkova, N.; Milkova-Tomova, I. (2021): Optical Properties and Antioxidant Activity of Water-Ethanol Extracts from *Sempervivum tectorum* L. from Bulgaria. *Horticulturae*. 7(12). 520. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120520>
- Hamazu, Y.; Kume, C.; Yasui, H.; Fujita, T. (2007): Reddish Coloration of Chinese Quince (*Pseudocydonia sinensis*) Procyanidins during Heat Treatment and Effect on Antioxidant and Antiinfluenza Viral Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(4). pp.: 1221–1226. <https://doi.org/10.1021/jf061836>
- Issa-Issa, H.; Ivanišová, E.; Noguera-Artiaga, L.; Kántor, A.; López-Lluch, D.; Kačániová, M.; Szumny, A.; Carbonell-Barrachina, Á. A. (2019): Effect of the herbs used in the formulation of a Spanish herb liqueur, Herbero de la Sierra de Mariola, on its chemical and functional compositions and antioxidant and antimicrobial activities. *European Food Research and Technology*. 245(6) pp.: 1197–1206. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03247-7>

- Gouda, M.; El-Din Bekhit, A.; Tang, Y.; Huang, Y.; Huang, L.; He, Y.; Li, X. (2021): Recent innovations of ultrasound green technology in herbal phytochemistry: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 73. 105538. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105538>
- Kaefer, C. M.; Milner, J. A. (2008): The Role of Herbs and Spices in Cancer Prevention. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 19(6). pp.: 347–361. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2007.11.003>
- Kang, Y.-R.; Park, J.; Jung, S. K.; Chang, Y. H. (2018): Synthesis, characterization, and functional properties of chlorophylls, pheophytins, and Zn-pheophytins. *Food Chemistry*. 245. pp.: 943–950. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.079>
- Kesarkar, S.; Bhandage, A.; Deshmukh, S.; Shevkar, K.; Abhyankar, M. (2009): Flavonoids: an overview. *Journal of Pharmacy Research*. 2(6). pp.: 1148–1154.
- Lachenmeier, D. W.; Walch, S. G.; Padosch, S. A.; Kröner, L. U. (2006): Absinthe—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 46(5). pp.: 365–377. <https://doi.org/10.1080/10408690590957322>
- Lachenmeier, D. W. (2007): Assessing the authenticity of absinthe using sensory evaluation and HPTLC analysis of the bitter principle absinthin. *Food Research International*. 40(1). pp.: 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.09.002>
- Liang, Z.; Zhang, P.; Zeng, X.-A.; Fang, Z. (2021): The art of flavored wine: Tradition and future. *Trends in Food Science & Technology*. 116. pp.: 130–145. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.020>
- Lutgen, P. (2018): Tannins in Artemisia: the hidden treasure of prophylaxis. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*. 6(3). <https://doi.org/10.15406/ppij.2018.06.00173>
- Miazeck, K.; Ledakowicz, S. (2013): Chlorophyll extraction from leaves, needles and microalgae: A kinetic approach. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 6(2). pp.: 107–115. <https://doi.org/10.25165/ijabe.v6i2.642>
- Moacă, E.-A.; Pavel, I. Z.; Danciu, C.; Crăiniceanu, Z.; Minda, D.; Ardelean, F.; Antal, D. S.; Ghiulai, R.; Cioca, A.; Derban, M.; Simu, S.; Chioibaş, R.; Szuhaneck, C.; Dehelean, C.-A. (2019): Romanian Wormwood (*Artemisia absinthium* L.): Physicochemical and Nutraceutical Screening. *Molecules*. 24(17). 3087 <https://doi.org/10.3390/molecules24173087>
- Momchev, P.; Ciganović, P.; Jug, M.; Marguí, E.; Jablan, J.; Zovko Končić, M. (2020). Comparison of Maceration and Ultrasonication for Green Extraction of Phenolic Acids from *Echinacea purpurea* Aerial Parts. *Molecules*. 25(21), 5142. <https://doi.org/10.3390/molecules25215142>
- Monrad, J. K.; Howard, L. R.; King, J. W.; Srinivas, K.; Mauromoustakos, A. (2009): Subcritical Solvent Extraction of Procyanidins from Dried Red Grape Pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(7). pp.: 4014–4021. <https://doi.org/10.1021/jf9028283>
- Mrvčić, J.; Posavec, S.; Kazazić, S.; Stanzer, D.; Peša, A.; Stehlik-Tomas, V. (2012): Spirit drinks: a source of dietary polyphenols. *Croatian journal of food science and technology*. 4(2). pp.: 102–111.
- Munteanu, I. G.; Apetrei, C. (2021): Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International journal of molecular sciences*. 22(7). p. 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Oreopoulou, A.; Tsimogiannis, D.; Oreopoulou, V. (2019): Extraction of Polyphenols From Aromatic and Medicinal Plants: An Overview of the Methods and the Effect of Extraction Parameters. In: *Polyphenols in Plants*. (Eds.: R. R. Watson). Elsevier. Berlin. ISBN: 9780128137697
- Parham, S.; Kharazi, A. Z.; Bakhsheshi-Rad, H. R.; Nur, H.; Ismail, A. F.; Sharif, S.; Rama-Krishna, S.; Berto, F. (2020): Antioxidant, Antimicrobial and Antiviral Properties of Herbal Materials. *Antioxidants*. 9(12). p. 1309. <https://doi.org/10.3390/antiox9121309>
- Pérez-Magariño, S.; González-San José, M. L. (2002): Prediction of red and rosé wine CIELab parameters from simple absorbance measurements. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82(11). pp.: 1319–1324. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1191>
- Pereira, V.; Albuquerque, F.; Cacho, J.; Marques, J. (2013): Polyphenols, Antioxidant Potential and Color of Fortified Wines during Accelerated Ageing: The Madeira Wine Case Study. *Molecules*. 18 (3) pp.: 2997–3017. <https://doi.org/10.3390/molecules18032997>
- Robbins, R. J. (2003): Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(10). pp.: 2866–2887. <https://doi.org/10.1021/jf026182t>
- Sendi, N.; Mkhadimi-Hammi, K.; Ben Mansour, R.; Selmi, S.; Trabelsi, N.; Isoda, H.; Ksouri, R.; Megdiche-Ksouri, W. (2020): Simultaneous optimization of ultrasound-assisted extraction of flavonoid compounds and antiradical activity from artemisia herba-alba using response surface methodology. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*. 50(9). pp.: 943–953. <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1774778>

- Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventos, M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. (299). pp. 152-178.
- Savic Gajic, I.; Savic, I.; Boskov, I.; Žerajić, S.; Markovic, I.; Gajic, D. (2019). Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Black Locust (*Robinia Pseudoacacia*) Flowers and Comparison with Conventional Methods. *Antioxidants* (Basel, Switzerland). 8(8). 248. <https://doi.org/10.3390/antiox8080248>
- Spence, C. (2016): The Crucial Role of Color in the Perception of Beverages. In: *Beverage Impacts on Health and Nutrition* (Eds.: Wilson, T.; Temple, N.). Nutrition and Health. Humana Press. Cham. ISBN: 9783319236728 https://doi.org/10.1007/978-3-319-23672-8_21
- Szopa, A.; Pajor, J.; Klin, P.; Rzepiela, A.; Elansary, H. O.; Al-Mana, F. A.; Mattar, M. A.; Ekiert, H. (2020): *Artemisia absinthium* L. — Importance in the History of Medicine, the Latest Advances in Phytochemistry and Therapeutical, Cosmetological and Culinary Uses. *Plants*. 9(9). p. 1063. <https://doi.org/10.3390/plants9091063>
- Vinatoru, M.; Mason, T. J.; Calinescu, I. (2017): Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 97. pp.: 159–178. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.09.002>

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2025/1-2>

Arrived: March 2025 / Accepted: March 2025

Effect of ultrasound-assisted extraction parameters on antioxidant content and colour of white wormwood extracts

Keywords: wormwood, beverages, beverage production, polyphenol content, extraction

Abstract

Medicinal plants have always been involved in food production, which is especially true for beverage production. In the production of herbal extracts, novel, more efficient extraction methods, such as ultrasound-assisted extraction, are receiving increasing attention, yet their effect on food quality is still relatively not well understood. In our work, we investigated how the solvent composition and temperature affects the antioxidant content and colour of aqueous-ethanolic extracts of white wormwood (*Artemisia absinthium*), utilizing this technique. Based on our findings, increasing the temperature in most cases helps the extraction of antioxidants and gives the extracts a more intense colour, however, this affects the shade to a varying extent. In the case of solvent composition, the highest total polyphenol content, FRAP-values, and colour intensities were obtained in the case of the extract prepared with 50 V/V% ethanol.

¹ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Élelmiszertudományi Intézet

² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Agrokémiai és Talajtani Intézet

³ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Élelmiszertudományi Intézet

Zsombor BOTKÓ
Sándorné KINCSES
Anett SZILÁGYI
Béla KOVÁCS

botkorszombor00@gmail.com
kincsesi@agr.unideb.hu
szilagyi.anett@agr.unideb.hu
kovacs@agr.unideb.hu

<https://orcid.org/0000-0009-0003-9581-3222>
<https://orcid.org/0000-0000-0002-2223-863X>
<https://orcid.org/0000-0000-0002-3871-7694>
<https://orcid.org/0000-0000-0002-6439-4753>

Néhány gondolat az úgynevezett ‘ultra-feldolgozott élelmiszerekről’ (UPF)¹

Kulcsszavak: ultra-feldolgozott élelmiszerek, élelmiszer-feldolgozás, élelmiszer szakpolitika

1. Összefoglalás

Az élelmiszerek fontos szerepet játszanak mindennapi életünkben, meghatározzák az egészségünket, formálják kulturális és társadalmi létünket. A változó szocio-ökonómiai tényezők, változó életmódunk pedig befolyásolják élelmiszer fogyasztási szokásainkat. A modern életmód, a városiasodás, a technológiai fejlődés és a változó fogyasztói elvárások jelentősen átalakították, hogy hogyan állítjuk elő, dolgozzuk fel és fogyasztjuk el az élelmiszereket. Manapság egyre inkább igényt tartunk a feldolgozott és kényelmi ételekre, amelyek biztonságosak, könnyen hozzáférhetőek és hosszú eltarthatósági idejűek. Ezek az élelmiszerek azonban aggodalmat keltettek, különösen az ún. ultra-feldolgozott élelmiszerek (UPF-ek) fogalma kapcsán.

A Monteiro által kidolgozott NOVA osztályozási rendszer egyre nagyobb figyelmet kap az élelmiszerek feldolgozottsági szint alapján történő kategorizálása, különösen az UPF-ek kiemelése miatt. Ugyanakkor bírálókat is érték ezt a rendszert, többek között leegyszerűsítés, a tudományos megalapozottság hiánya miatt, valamint azért, mert félrevezető lehet a fogyasztók számára – mivel inkább a feldolgozottságra koncentrálnak, semmint az élelmiszerek összetételére és tápértékére.

Ez a tanulmány egy árnyaltabb, bizonyítékokon alapuló megközelítést sürget az élelmiszer osztályozása terén. Egy olyan korszakban, amikor az álhírek terjedése és a fogyasztók tudományba vetett bizalma csökken, kiemelten fontos a transzparens tudományos kommunikáció és a felelős szakpolitikai döntéshozatal, hogy egyszerre támogassuk a fogyasztók egészségét és a tisztességes élelmiszer-előállítókat. A jövőbeli táplálkozási irányelvekhez és élelmiszer-politikákhoz elengedhetetlen egy átfogóbb osztályozási rendszer, amely a feldolgozási módszereken túl figyelembe veszi az élelmiszerek összetételét és tápértékét is.

¹ Néhány gondolat az úgynevezett ‘ultra-feldolgozott élelmiszerekről’ (UPF) – Chris van Tulleken új könyve kapcsán: Ultra-Processed People: Why Do We All Eat Stuff That Isn’t Food... and Why Can’t We Stop?

¹ Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Élelmiszer-mérnöki Intézet

A mindennapi betevőnk, az ételünk, az élelmiszerünk, az ennivalónk mindenkit érint, mindenkit érdekel, mindenkit elgondolkodtat és napi szinten foglalkoztat. Egyáltalán hozzáfér-e, meg tudja-e venni? Mit vesz? Mennyit vesz? Nyersanyagokat, alapanyagokat, vagy készételeket vesz-e? Fog-e főzni, van-e rá ideje vagy veszi-e a fáradságot, vagy a menzán eszik, netán étteremben?

Ki mit eszik? Mennyit eszik? Mikor étkezik? Hogyan táplálkozik? Csipeget vagy zabál? Komótosan étkezik vagy bekapja az ennivalót? Eszik, ha éhes, néha nassol vagy tudatosan táplálkozik? Barátokkal vacsorázik vagy csak táplálkozik, eszik, ha éhes? Számít-e a kulturális közeg, a hagyományos ételek, hagyományos ízek?

Megváltozott az életünk, megváltozott a környezetünk, változik a klíma, változik a Föld erőforrásainak a felhasználása. Többen vagyunk, városokban élünk, nem magunknak termeljük meg az élelmiszer nyersanyagokat, nem tartunk háztáji hízósertést, vagy egy tejelő tehenet, néhány birkát, baromfit a hátsó udvarban. Ritkábban vásárolunk és elvárjuk, hogy az élelmiszerek legyenek hosszabb ideig eltarthatóak. Elvárjuk, hogy legyenek biztonságosak, ízletesek, jó minőségűek. Elvárjuk, hogy a nyersanyagok legyenek előkészítve, megmosva, akár hámozva, felkockázva, darálva, szeletelve, az ételek félkészben vagy készen, higiénikusan csomagolva. Elvárjuk, hogy csak melegíteni (*ready-to-eat*), vagy legfeljebb sütni-főzni (*ready-to-heat*) kelljen az előkészített termékeket, az ún. kényelmi ételeket (*convenience foods*).

Azt is elvárjuk, hogy az élelmiszerek nemcsak biztonságosak, hosszabb ideig eltarthatóak, de mégis frissek, minél inkább natúr, természetes, adalékanyagoktól mentes termékek legyenek.

Teljesülnek az elvárásaink? Nagyrészt igen. Rendelkezésünkre állnak az előkészített, feldolgozott, biztonságos termékek, amelyek esetében sokszor a háztartásokban is használt egyszerű feldolgozási módszereket használják. Az élelmiszer-feldolgozási technológiák révén biztosítják a termék biztonságosságát, elpusztítják a romlást okozó és patogén mikroorganizmusokat és tovább eltarthatóvá teszik az élelmiszereket. Új élelmiszer-feldolgozási technológiák révén, akár a hőkezelési idő vagy a hőmérséklet csökkentésével, új fizikai módszerek alkalmazásával próbálják meg a fentiek mellett megőrizni az élelmiszerek beltartalmi értékét. Mindezt előre meghatározott paraméterek és szigorú dokumentálás mellett.

Az élelmiszer-feldolgozás során az élelmiszer-biztonsági előírások betartása elsődleges fontosságú. Tartósítószeres és megfelelő kezelési-tartósítási eljárások révén érjük el, hogy a nagy mennyiségben előállított termékek biztonságosak legyenek.

Ma is használunk évezredes tartósító anyagokat, tartósítási és feldolgozási módszereket, a sót, szárítást, füstölést, fermentálást, a főzést, sütést stb. A tudomány fejlődése azonban lehetővé tette, hogy sokkal szélesebb körű lehetőségek közül választhassunk. Sajnos a korszerű élelmiszer-feldolgozási technológiák egy részével kapcsolatosan nem magyaráztuk el időben és/vagy megfelelő módon a fogyasztók számára azok előnyeit és nem tettük egyértelművé, hogy – legalábbis az Európai Unióban, híresen szigorú élelmiszerjogi szabályozás mellett – minden „új élelmiszert” és új élelmiszer-feldolgozási technológiát alapos és széleskörű kutatómunkát követően szigorú biztonságossági vizsgálatnak (*risk assessment*) vetnek alá.

Mindemellett az egyre növekvő számú fogyasztó megfelelő mennyiségű és minőségű, biztonságos élelmiszerrel való ellátása érdekében, hogy az élelmiszer mindenki számára elérhető, hozzáférhető, megfizethető legyen, a tömegtermelés keretei között olcsóbb, a fizetőképes keresletnek megfelelő, de továbbra is biztonságos és hosszabb ideig eltartható élelmiszereket állítanak elő. Ehhez szükség van adalékanyagokra, amelyekkel a mikrobiológiai biztonság, a techno-funkciós tulajdonságok biztosíthatóak. Ehhez sokszor kevesebb értékes alapanyagot használnak fel (például színhús helyett mechanikailag szeparált húst ill. szalonnát, vagy például egy drágább terméket olcsóbban előállíthatóval helyettesítenek (pl. a vajat növényi olajokkal), vagy meggyorsítják és olcsóbbá teszik az előállítás (pl. hagyományos sonka érlelés helyett gyorspácolás és – érlelés, vagy kovászolás helyett adalékanyagok felhasználása a kenyér előállítása során).

Mindemelett megváltozott az életünk, az életstílusunk. Nemcsak a már említett városiasodás és kényelmi elvárások miatt, hanem többet ülünk a képernyő előtt (TV, internet, számítógép előtt végzett munka), hozzászoktunk a bezártság (Covid-19) miatti *home office* kényelméhez. Sok az egyszemélyes háztartás, ahol kevésbé éri meg főzni, elveszik a többgenerációs háztartásokra korábban jellemző tudás átadás. Olyan sok vizuális inger éri a fiatalabb generációkat és olyan mértékben uralják őket az elektronikai eszközök, hogy sokan elszoknak a személyes társasági-közösségi kapcsolatoktól és elidegenednek saját kulturális közegükben.

A szocio-ökonómiai feltételek változása, az internet adta lehetőségek túlbujánzása jelentős mértékben hatnak az életünkre, meghatározzák létezésünk kereteit. A könnyen hozzáférhető, könnyen fogyasztható „kompakt” információ eláraszt bennünket és – megfelelő forrás kritika nélkül – behatol az életünkbe és az ott terjedő, sokszor megalapozatlan információ meghatározza döntéseinket. Az álhírek, a *post-truth* az információ-manipuláció korában a sok hamis hír meghatározza véleményünket, kockázat-érzékelésünket (*risk perception*) és ezáltal döntéseinket is. Következmények nélkül lehet szakmailag megalapozatlan információkat terjeszteni.

Eltorzulnak az értékviszonyok, botcsinálta influenszerek határozzák meg tömegek véleményét.

Közben folyamatosan változik, sajnos javarészt romlik egészségi állapotunk, egyre több a túlsúlyos, az elhízott, a szív- és érrendszeri betegségekben vagy 2-es típusú diabéteszben szenvedő ember. Nem megfelelően, nem kiegyensúlyozottan táplálkozunk, sokszor nem jutunk hozzá a kiegyensúlyozott táplálkozáshoz szükséges, ún. egészséges élelmiszerekhez. Miért? A fizetőképes kereslet hiánya vagy a tudományosan megalapozott információk hiánya, az erőszakos marketing, netán saját lustaságunk, vagy a megfelelő élelmiszerek hiánya miatt?

Van ennek, az egészségi állapotunk romlásával kapcsolatos kedvezőtlen trendnek köze a nagy tömegben előállított, mindannyiunk számára hozzáférhető, feldolgozott élelmiszerek fogyasztásához?¹ Van köze az életmódunkhoz? Van köze a döntéseinket befolyásoló információ hiányhoz vagy torzuláshoz? Nyilván van.

Hogyan tudnánk megállapítani, hogy milyen mértékben? Nos, legalábbis az élelmiszerek feldolgozása kapcsán meg kellene vizsgálni, hogy milyen összetételű, milyen módon előállított, milyen mennyiségben és gyakorisággal fogyasztott élelmiszerek járul(hat)nak hozzá az ún. civilizációs betegségek kialakulásához.

Mire van ehhez szükség? Az élelmiszer nyersanyagok, összetevők, az élelmiszer-feldolgozási technológiák, a biokémiai, élelmiszer-kémiai folyamatok, a szervezetben történő felszívódás, hasznosulás és még sok más tényező alapos ismeretére.

Először is ismerni kell az élelmiszer nyersanyagokban lévő egyes összetevők átalakulási folyamatait, az egyes kezelések (pl. hőkezelés) hatására történő biokémiai folyamatokat. Ismerni kell az élelmiszer-feldolgozási technológiákat, azok hatását. Továbbá az élelmiszerek feldolgozása során felhasznált anyagokat, adalékanyagokat is. Azzal sem árt tisztában lenni, hogy milyen bonyolult állatkísérletek és még nehezebben kivitelezhető humán klinikai vizsgálatok révén juthatunk az egyes élelmiszerek, vagy inkább élelmiszer összetevők humán élettani hatását követő eredményekhez. Hogy milyen bonyolult az emberi szervezet működése, hogy milyen sokféle tényező befolyásolja egy-egy élelmiszer összetevő hatását stb.

Az élelmiszerek szempontjából szükség lenne egy megfelelő kategorizálásra, ehhez megfelelő definíciókra, hogy eldönthessük hogyan lehet a lehető legalaposabban megvizsgálni bizonyos élelmiszerek egészségre gyakorolt hatását.

Egy ilyen besorolási, klasszifikációs rendszerrel próbálkozott Monteiro brazil tudós, aki 2010-ben publikálta NOVA néven ismertté vált rendszerét (Monteiro et al., 2010).

Három csoportba sorolta az élelmiszereket:

1. unprocessed or minimally processed foods;
2. processed culinary and food industry ingredients;
3. ultra-processed food products.

Az ultrafeldolgozott élelmiszerek (3) közé tartoznak a csomagolt snackek, üdítők, cukros gabonapelyhek, energitalok és csokoládészeletek, valamint az olyan élelmiszerek, mint a kész szószok és mártások, készételek és salátaöntetek. Az állati termékek számos növényi alapú helyettesítője, például a vegán sajtok is a NOVA osztályozási rendszer alapján az ultrafeldolgozottak közé sorolhatók, mivel jellemzően olyan összetevőket tartalmaznak, mint a fehérjeizolátumok, magolajok, emulgeálószer, gumik és egyéb adalékanyagok.

Ha rosszul határozzák meg a fogalmat, akkor szubjektívvá válhat az osztályozás. Ráadásul amennyiben csak egy szempontot vesznek figyelembe az értékítélet megalkotásakor, az torzulásokhoz vezethet. Ebben az esetben is nyilvánvalóan egyéb kritériumokat is figyelembe kell venni.

Kétségtelen, hogy az ún. ultra-feldolgozott élelmiszerek csoportjába tartozó egyes élelmiszereket úgy tervezték meg, hogy azok gyorsan fogyaszthatóak és étvágygerjesztőek legyenek. Fogyasztásuk körülményei (pl. gyorséttermi fogyasztás, képernyő előtti evés, szállítás közbeni, vagy utcai fogyasztás stb.) persze növelhetik a táplálék-, azaz a kalória bevitelt.

Az élelmiszerek egy részének „ultra-feldolgozott” élelmiszerként való kategorizálása gyorsan elterjedt Latin Amerikában. 2015-ben a Brazilian Food Guide, majd további útmutatók részévé vált: Uruguay (2016), Ecuador (2018), Peru (2018), Chile (2022), Mexico (2023).

A FAO is átvette a NOVA rendszert és publikálta 2019-ben a Monteiro és csapata által összeállított anyagot (Monteiro et al., 2019), amely már négy kategóriára osztotta az élelmiszereket az alábbiak szerint:

¹ Számos tanulmány született az ultra-feldolgozott élelmiszerek (UPF) egészségügyi hatásairól – pro és kontra. Érdemes lenne ezeket összegyűjteni és alaposan áttanulmányozni.

1. Unprocessed and minimally processed foods
2. Processed culinary ingredients
3. Processed foods
4. Ultra-processed foods

Az utóbbi időben Latin-Amerikán túl is teret nyert a rendszer, bár az európai országok (pl. Spanyolország, az északi (*Nordic*) országok, Franciaország, Egyesült Királyság) tudományos testületei korántsem támogatják hasonlóképpen az „ultra-feldolgozott” élelmiszerként való besorolás rendszerét. (Az ANSES külön kiemelte a definíció pontatlanságát és hiányosságait.)

Az ultra-feldolgozott élelmiszerek körüli párbeszéd az elmúlt években felgyorsult. Világszerte, Európa nagy részén legalábbis kiszélesedett, sőt sok esetben elfajult a vita. Számos – sokszor szubjektív – nem megalapozott szempont és érv merül fel a vitákban. (Érdemes lenne azonban megvizsgálni és feltárni az ezen vitákban elhangzó érveket.)

A fogyasztók jobb híján a NOVA osztályozási rendszerhez fordultak, hogy „megfejtsek” a modern élelmiszer-előállítás bonyolult összefüggéseit. Azonban egy leegyszerűsítő rendszer, amely nem eléggé pontos és szakmailag megalapozott definícióra épül, nem alkalmas a bonyolult összefüggések feltárására.

Az Európai Bizottság vadonatúj, „*Vision for Agriculture and Food*” (2025) című víziójában előrevetítette az élelmiszer rendszer (*food system*) szereplőivel folytatandó párbeszédet, benne az élelmiszerek összetételének megváltoztatásáról, az élelmiszerek megfizethetőségéről szóló egyeztetéseket és bejelentették, hogy tanulmányt készítenek az ultra-feldolgozott élelmiszerek fogyasztásának hatásáról.

Azt, hogy mit értünk az egészségtelennek vélt *junk food*, vagy ultra-feldolgozott élelmiszerek fogalma alatt, nem könnyű megfogalmazni. Az ultra-feldolgozott élelmiszerek definiálása önmagában is kihívás. A definíciók, illetve a lehetséges fogalom-meghatározások pedig meghatározzák a fogyasztók észlelését, megítélését (*consumer perception*).

Az EIT Food 2024. tanulmánya szerint a fogyasztók többsége (65%) úgy véli, hogy az ultrafeldolgozott élelmiszerek károsak az egészségükre. Ráadásul az európai fogyasztók 67%-a állítja, hogy nem szeretik, ha az élelmiszerek olyan összetevőket tartalmaznak, amelyeket nem ismernek.

A NOVA besorolási rendszer kapcsán kialakult dogmák, egyes élelmiszer csoportok megbélyegzése, egyes élelmiszerek demonizálása káros. Káros a fogyasztók számára, megnehezítve az élelmiszerek minőségével kapcsolatos, az élelmiszerek választására vonatkozó döntésüket. Káros az élelmiszeripar számára, azon tisztességes gyártóknak, amelyek kiváló minőségű élelmiszerek átlátható módon való előállításával igyekeznek profitot termelni. Káros azon szakemberek számára is, akik azzal küszködnek, hogy tudományosan megalapozott információkat közérthető módon osszanak meg a fogyasztókkal és világosan elmagyarázzák egyes anyagok és technológiák előnyeit és esetleges káros hatásait.

Mire van tehát szükség? Szükség lenne egy jobb kategorizálás rendszerre, amely egyaránt figyelembe veszi a feldolgozás (*processing*) és az összetétel (*formulation*) hatását is ill. a táplálkozástudományi értéket, hogy sokkal megalapozottabb és jobb táplálkozási útmutatókat készíthessenek az arra hivatott szakmai szervezetek.

Addig is, az ultra-feldolgozott élelmiszerekről szóló diskurzus zavaros marad, és inkább a széleskörű pánik keltés, mint a megérdemelt tudományos megalapozottság határozza meg.

A mértékadó szakmai megítélés szerint a NOVA rendszer túlságosan leegyszerűsíti az élelmiszerek osztályozását², egész termék kategóriákat demonizál a feldolgozás, nem pedig a tápanyagtartalom alapján, továbbá nem rendelkezik a döntéshozatalhoz (és az esetleges jogalkotáshoz) szükséges tudományos alapossággal. A rendszert felül kellene vizsgálni egy szakértői csapattal, amelyben az élelmiszer-tudományhoz és -technológiához, az élelmiszer-mérnökséghez értő, valamint megfelelő táplálkozástudományi ismeretekkel is rendelkező tudósok ill. szakemberek vesznek részt.

Nagyon hamar válnak rosszul értelmezett, félreértett vagy félreértelmezett állításokból dogmák, mint azt az élelmiszer-tudomány történetében sokszor megtapasztalhattuk.

A tudomány világának szigorú, bizonyítékokon alapuló (evidence-based) élelmiszer-tudományi, élelmiszer-kémiai, táplálkozástudományi és élelmiszer-technológiai kutatásokra van szüksége.

Az élelmiszer-előállítás rejtelseinek, az élelmiszer rendszer bonyolult voltának a megértése, az élelmiszerek fogyasztása és az egészség összefüggéseinek a jobb, árnyaltabb megértése lehetséges, de csak akkor,

² Az EFFoST és az IUFOST keretében jelenleg is folyik a szakértői munka az UPF (újra-)értelmezéséről és -kategorizálásáról.

ha a kutatók független és átlátható módon, egyben politikailag motivált támadásoktól való félelem nélkül végezhetik a munkájukat.

Ahogy Monteiro az eredeti kéziratában (2010) megállapította: „*The significance of food processing in itself, is overlooked.*” (azaz az élelmiszer-feldolgozás jelentőségét alábecsülik), ma is igaz. Csakhogy ma már abban az értelemben igaz, hogy nem vesszük észre, nem tudatosult bennünk, hogy az évezredek, megfigyelésen alapuló, empirikus úton szerzett élelmiszer tartósítási ismereteink nyomán, a tudományos és technológiai fejlődés révén, hogyan sikerült az élelmiszer alapanyagokat – azok beltartalmi értékét megőrizve – nagy mennyiségben, hosszú ideig eltartható módon, biztonságos élelmiszerekként a fogyasztó asztalára juttatni.

Szakirodalom

- EC (2025): Vision for Agriculture and Food. Shaping the future of farming and the agri-food sector for future generations in Europe. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Vision for Agriculture and Food Shaping together an attractive farming and agri-food sector for future generations. COM/2025/75 final. European Commission. Brussels, 19.2.2025. pp.: 1-28. https://agriculture.ec.europa.eu/overview-vision-agriculture-food/vision-agriculture-and-food_en;
- EIT (2025): Trust Report 2024. An EIT Food Consumer Observatory study on European consumer trust in the food system. 11 Feb. 2025. European Institute of Food Technology. <https://www.eitfood.eu/reports/trust-report-2024#access-the-full-trust-report-2024>
- Monteiro, C. A.; Bertazzi Levy, R.; Moreira Claro, R.; Rugani Ribeiro de Castro, I.; Cannon, G. (2010): A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. Uma nova classificação de alimentos baseada na extensão e propósito do seu processamento. Cad. Saúde Pública 26 (11) Nov 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010001100005>
- Monteiro, C.A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M.L. and Pereira Machado, P. (2019): Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5277b379-0acb-4d97-a6a3-602774104629/content>
- von Tulleken, Ch. (2024): „Ultra-Processed People: Why Do We All Eat Stuff That Isn't Food... and Why Can't We Stop?”

The love/hate relationship with the categorisation of ultra-processed foods. Some thoughts on the so-called 'ultra-processed foods' phenomenon

Keywords: ultra-processed foods (UPF), food processing, food policy, evidence-based

1. Abstract

Food plays a central role in our daily lives, shaping not only our health but also our cultural and social practices. Modern lifestyles, urbanization, technological advances, and shifting consumer expectations have transformed how food is produced, processed, and consumed. Today, we rely increasingly on processed and convenience foods that are safe, accessible, and have a long shelf-life – but these shifts have sparked concern, particularly around the concept of ultra-processed foods (UPFs). The NOVA classification system, developed by Monteiro, has gained traction for its categorization of foods based on their level of processing, especially highlighting UPFs.

However, this system has faced criticism for oversimplification, lack of scientific rigor, and the potential to mislead consumers by focusing on processing rather than formulation, composition, and nutritional value. This paper calls for a more nuanced, evidence-based approach to food classification. In an era marked by misinformation and declining public trust, transparent scientific communication and responsible policymaking are critical to supporting both consumer health and the food industry. A more comprehensive classification system that considers formulation and nutritional value besides processing methods is necessary for future dietary guidelines and food policies.

¹

Introduction

Our daily sustenance – our food, our nourishment – affects, interests, and provokes thought in everyone. Is it available? Do we have access to it? Can we afford it? What do we buy? How much do we buy? Do we purchase raw ingredients, basic components, or ready-made meals? Do we have the time or the inclination to cook, or do we eat in canteens or in restaurants?

What do people eat? How much do they eat? When do they eat? How do they nourish themselves? Do they nibble or overeat? Do they eat leisurely or just grab a bite? Do they eat when they're hungry, occasionally snack, or follow a conscious diet? Do they dine with friends or eat alone only when hungry? Does the cultural environment, traditional dishes, and customary flavors matter?

Our lives have changed, our environment has changed, the climate is changing, and the use of Earth's resources is changing. The world's population is increasing; we live in cities, we don't produce our own food, and we don't keep pigs in the backyard, dairy cows, a few sheep, or poultry in the backyard. We shop less frequently and expect food to have a longer shelf life. We expect foodstuffs to be safe, tasty, and of good quality. We expect raw materials to be pre-prepared, washed, even peeled, diced, ground, sliced; foods to be ready-made or ready-to-eat, hygienically packaged. We expect prepared products, the so-called convenience foods, to be ready-to-eat or ready-to-heat.

We also expect that foods are not only safe and have a longer shelf life but also remain fresh, as natural as possible, and are free from additives.

Are our expectations met? Largely, yes. We have access to prepared, processed, safe products, often using simple treatment / processing methods also employed in households. Food processing technologies ensure product safety by eliminating spoilage-causing and pathogenic microorganisms, extending the shelf life of foods. New food processing technologies aim to preserve the nutritional value of foods by reducing heating time or temperature and applying new physical methods, all under predetermined parameters and strict documentation.

Adhering to food safety regulations is of primary importance during food processing. Through preservatives and appropriate treatment-preservation procedures, we ensure that mass-produced products are safe.

We still use ancient preservatives and processing methods today, such as salt, drying, smoking, fermentation, cooking, baking, etc. However, scientific advancements have enabled us to choose from a much wider range of options. Unfortunately, we have not adequately explained the benefits of some modern food processing technologies to consumers in a timely and/or appropriate manner. We have not made it clear that – at least in the European Union, with its famously strict food legislation – every „novel food” and novel food processing technology undergoes rigorous risk assessment following extensive research.

Moreover, to provide the growing number of consumers with an adequate quantity and quality of safe food, ensuring that food is available, accessible and affordable for everyone, mass production produces cheaper foods according to the buying power, yet still safe and longer-lasting foods. This requires additives to ensure microbiological safety and techno-functional properties. Often, less valuable raw materials are used (e.g., mechanically separated meat and bacon instead of lean meat), or more expensive products are replaced with cheaper alternatives (e.g., butter with margarine or vegetable oils), or production is accelerated and made cheaper (e.g., quick curing and aging instead of traditional ham curing, or using additives instead of sourdough in bread production).

In addition, our lives and lifestyles have changed. Not only due to the aforementioned urbanization and convenience expectations but also because we spend more time in front of screens (TV, internet, computer) and have become accustomed to the comfort of a home office due to COVID-19 lockdowns. There are many single households where cooking is less worthwhile, leading to the loss of knowledge transfer previously characteristic of multi-generational households. The younger generations are exposed to so many visual stimuli and are so dominated by electronic devices that many have become unaccustomed to personal social-community relationships and become alienated within their own cultural environment.

Changes in socio-economic conditions and the overgrowth of internet opportunities significantly impact our lives and define the framework of our existence. Easily accessible, easily consumable „compact” information floods us and – without proper source criticism – penetrates our lives, with often unfounded information determining our decisions. In the age of fake news and post-truth information manipulation, many false news shapes our opinions, risk perceptions, and thereby our decisions. It has become possible to spread professionally unfounded (non-evidence-based) information without consequences. Value relationships are distorted, and self-proclaimed influencers determine the opinion of the public.

Meanwhile, our health condition is continuously changing, unfortunately mostly deteriorating, with increasing

numbers of overweight, obese individuals, and people suffering from cardiovascular diseases or type 2 diabetes. We do not eat properly; often, we do not have access to the so-called healthy foods necessary for a balanced diet. Why? Is it due to a lack of purchasing power, a lack of scientifically based information, aggressive marketing, perhaps our own laziness, or the absence of appropriate foods?

Is there a connection between this unfavorable trend of deteriorating health and the consumption of mass-produced, processed foods accessible to all of us? Is it related to our lifestyle? Is it connected to the lack or distortion of information influencing our decisions? Obviously, there is.

How could we determine to what extent? Well, at least regarding food processing, we should examine what composition, production methods, quantities, and consumption frequency of foods may contribute to the development of the non-communicable diseases.

What is needed for this? A thorough knowledge of raw food materials, ingredients, food processing technologies, biochemical, food chemical processes, absorption, metabolism, and many other factors.

First, we need to understand the transformation processes of individual components in food raw materials, the biochemical processes occurring due to various treatments (e.g., heat treatment). We need to know the food processing technologies and their effects. Furthermore, the substances and additives used during food processing should also be taken into account. It is also useful to be aware of the complexity of animal experiments and even more challenging human clinical trials required to obtain results tracking the human physiological effects of individual food components. Understanding the complex functioning of the human body and the many factors influencing the effect of a food component is also essential.

From a food perspective, appropriate categorization is necessary, along with suitable definitions, to determine how to examine the health effects of certain foods as thoroughly as possible.

Monteiro's NOVA Classification System and the Ultra-Processed Food Debate

A Brazilian scientist, Monteiro, attempted to create a classification system, which he published in 2010 (Monteiro et al., 2010) under the name NOVA. He grouped foods into three categories:

1. Unprocessed or minimally processed foods
2. Processed culinary and food industry ingredients
3. Ultra-processed food products

Ultra-processed foods (category 3) include packaged snacks, soft drinks, sugary breakfast cereals, energy drinks, and chocolate bars, as well as products such as ready-made sauces and dressings, prepared meals, and salad dressings. Many plant-based meat- and milk-substitutes – like so-called „vegan cheeses” – can also be classified as ultra-processed under the NOVA system, as they often contain ingredients such as protein isolates, seed oils, emulsifiers, gums, and other additives.

If the concept and the definition are poorly defined, the classification becomes subjective. Moreover, if judgments are made based on a single factor, this can lead to distortions. In this case, too, it is clear that other criteria must also be considered.

It is undeniable that certain foods in the ultra-processed category are designed to be quickly consumable and appetizing. The conditions under which they are consumed (e.g., in fast-food restaurants, in front of screens, while commuting or on the street) can, of course, increase food – and thus calorie – intake.

The categorization of some foods as “ultra-processed” quickly gained traction in Latin America. In 2015, the Brazilian Food Guide adopted it, followed by similar guidelines in Uruguay (2016), Ecuador (2018), Peru (2018), Chile (2022), and Mexico (2023).

The FAO (Food and Agriculture Organization) also adopted the NOVA system and, in 2019, published material compiled by Monteiro and his team (Monteiro et al., 2019), which divided foods into four categories:

4. Unprocessed and minimally processed foods
5. Processed culinary ingredients
6. Processed foods
7. Ultra-processed foods

Recently, the system has spread beyond Latin America, although scientific bodies in European countries (e.g., Spain, the Nordic countries, France, and the United Kingdom) do not support the classification of foods as “ultra-processed” to the same extent. (The French food safety agency ANSES has explicitly pointed out the inaccuracy and shortcomings of the definition.)

The dialogue around ultra-processed foods has accelerated in recent years. Globally – and especially in much of Europe – the debate has broadened and, in many cases, become polarized. Numerous, often subjective and unsubstantiated points and arguments arise in these debates. (It would be worthwhile to examine and analyze these arguments in depth.)

In the absence of better alternatives, consumers have turned to the NOVA classification system in an attempt to “decode” and understand the complexities of modern food production. However, a simplified system based on an imprecise and insufficiently evidence-based definition is not suitable for uncovering these complex relationships.

In its brand-new vision document „Vision for Agriculture and Food” (EC, 2025), the European Commission announced upcoming dialogue with the food system’s actors on food composition, affordability, and the launch of a study on the impacts of ultra-processed food consumption.

Defining what we mean by “junk food” or ultra-processed food is not easy. The definition of ultra-processed food itself is a challenge. The definitions – and how we frame the concept – greatly influence consumer perception.

According to the EIT Food 2024 study (EIT, 2025), a majority of consumers (65%) believe that ultra-processed foods are harmful to their health. Furthermore, 67% of European consumers say they dislike food products containing ingredients they do not recognize.

The dogmas surrounding the NOVA classification, the stigmatization of certain food groups, and the demonization of specific products are harmful. They harm consumers by complicating their decision-making regarding food quality and choice. They harm the food industry, especially honest producers striving to make high-quality foods transparently. They also harm professionals who struggle to share scientifically grounded, evidence-based information with the public in an accessible, easy-to-understand way, clearly explaining both the benefits and potential risks of certain substances and technologies.

So what is needed? We need a better classification system that considers both processing and formulation, as well as nutritional value – so that professional bodies can create more accurate and well-founded dietary guidelines.

Until then, the discourse around ultra-processed foods will remain murky, shaped more by widespread panic than by sound scientific evidence.

According to professional judgement, the NOVA system oversimplifies food classification¹, demonizes entire product categories based on processing rather than nutrient content, and lacks the scientific rigor needed for policymaking or legislation. The system should be reviewed by a team of experts – including scientists and professionals with expertise in food science and technology, food engineering, and nutritional science.

Misinterpreted or misunderstood claims can all too quickly become dogmas – something we have seen repeatedly in the history of food science.

What the world of science needs is rigorous, evidence-based research in food science, food chemistry, nutrition, and food technology.

It is possible to better understand the complexities of food production, the food system, and the links between food consumption and health – but only if researchers can work independently and transparently, without fear of politically motivated attacks.

As Monteiro himself wrote in his original 2010 manuscript: “The significance of food processing in itself, is overlooked.” This remains true today – though in a different sense. We fail to recognize and appreciate how, thanks to centuries of empirical food preservation knowledge and scientific-technological advancement, we can now bring safe, long-lasting food products – preserving their nutritional value – into mass production and onto consumers’ tables.

¹ The European Federation of Food Science and Technology (EFFoST) and the International Union of Food Science and Technology (IUFoST) are currently engaged in expert efforts to discuss the concept of ultra-processed foods (UPF). This initiative aims to address and clarify the role of food processing and the use of terms such as UPF in food classification systems. Notably, the IUFoST Task Force on Food Processing for Nutrition, Diet, and Health is actively working on these issues.

References

- EC (2025): Vision for Agriculture and Food. Shaping the future of farming and the agri-food sector for future generations in Europe. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Vision for Agriculture and Food Shaping together an attractive farming and agri-food sector for future generations. COM/2025/75 final. European Commission. Brussels, 19.2.2025. pp.: 1-28. https://agriculture.ec.europa.eu/overview-vision-agriculture-food/vision-agriculture-and-food_en;
- EIT (2025): Trust Report 2024. An EIT Food Consumer Observatory study on European consumer trust in the food system. 11 Feb. 2025. European Institute of Food Technology. <https://www.eitfood.eu/reports/trust-report-2024#access-the-full-trust-report-2024>
- Monteiro, C. A.; Bertazzi Levy, R.; Moreira Claro, R.; Rugani Ribeiro de Castro, I.; Cannon, G. (2010): A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. Uma nova classificação de alimentos baseada na extensão e propósito do seu processamento. Cad. Saúde Pública 26 (11) Nov 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010001100005>
- Monteiro, C.A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M.L. and Pereira Machado, P. (2019): Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5277b379-0acb-4d97-a6a3-602774104629/content>

Implementation of advanced ecological innovative technologies in the production of environmentally friendly food products

Keywords: nitrate; cucumber; soil; agriculture; organic farming; aquaponics

1. Abstract

The accumulation of nitrates in vegetables represents a major food safety concern, especially in crops such as cucumber (*Cucumis sativus* L.), which has a high tendency to store nitrates. The present study aimed to evaluate nitrate concentrations in cucumbers cultivated under organic and conventional farming systems. A total of 60 samples were collected and analyzed using UV-Vis spectrophotometry, with results statistically processed through ANOVA and t-tests. The findings showed that organically cultivated cucumbers contained significantly lower nitrate levels compared to conventional samples, with an average reduction of 35%. Standard deviations were calculated to ensure the reliability of the measurements. The outcomes demonstrate the effectiveness of organic farming in reducing nitrate accumulation and highlight the potential of sustainable agricultural practices for improving food safety.

¹ Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Ecology, Karshi state university, Karshi, Uzbekistan

² Head of the Department of Ecology and environmental protection, Karshi state technical universiteti, Karshi, Uzbekistan

³ Head of the Department of Geodesy and Geoinformatics, Karshi state technical universiteti, Karshi, Uzbekistan

⁴ Associate Professor of the Department of Ecology and environmental protection, Karshi state technical universiteti, Karshi, Uzbekistan

✉ Corresponding author

Nigora Sh. BAZAROVA

Zafar Z. UZAKOV

Golib. N. ALIKULOV

Ulugbek M. TURAEV

uzakovzafar40@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-1705-0890>

<https://orcid.org/0000-0001-6284-2383>

<https://orcid.org/0009-0008-6501-3650>

<https://orcid.org/0009-0005-8829-6970>

1. Introduction

In the modern world, issues related to ecology and food safety are becoming increasingly important. According to the World Health Organization (WHO), around 600 million people are affected annually by diseases linked to unsafe food consumption (WHO, 2015). This highlights the urgent need to introduce innovative technologies into the production of environmentally friendly food.

For Uzbekistan, a country with strong agricultural traditions and growing export potential, the development and implementation of ecological innovations in food production are highly relevant. Data from the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan indicate that the annual production of eco-friendly food has increased by 10–15%, showing a growing consumer demand for such products (Report on the development of agriculture, 2023).

The production of environmentally friendly food requires the adoption of approaches that minimize environmental damage while ensuring high product quality. Modern practices such as organic farming, agroforestry, aquaponics, and hydroponics provide effective opportunities to achieve these goals without harming natural resources (FAO, 2023; Innovative methods in agriculture, 2020).

Campbell and Lindsay (2022) reported that eco-friendly technologies significantly reduce the use of chemical fertilizers and pesticides, thereby improving product quality and reducing environmental stress. Earlier studies also confirmed similar results (Campbell & Lindsay, 2020). Previous findings by Brown and Martinez (2018) likewise indicated that the adoption of innovative agricultural practices reduces environmental burdens while maintaining high yields, which further supports the conclusions of recent studies (Ali et al., 2023).

In addition, aquaponics and hydroponics have been investigated as efficient methods for eco-friendly production under conditions of limited water resources. Hallenbeck and Moore (2018) demonstrated that these systems not only conserve water but also ensure high crop yields, making them particularly relevant for arid regions such as Uzbekistan.

In Uzbekistan, Abdurakhmanov and Kamolova (2021) showed that organic farming reduces costs for chemical inputs and improves soil quality improved due to the combined use of organic fertilizers and biological agents. They emphasized the importance of government support and subsidies in promoting the transition to eco-friendly production systems. Similarly, Juraev and Safarov (2022) stressed the necessity of integrating eco-friendly technologies into national agricultural development strategies, highlighting the role of regulatory frameworks and financial mechanisms.

Digital technologies are another important direction. Georgievskiy and Petrova (2019) found that IoT and AI applications improve monitoring of crop conditions and yield forecasting while minimizing production risks. Jones and Smith (2020) highlighted the benefits of blockchain in agricultural supply chains, showing how transparency and traceability increase consumer trust and demand for eco-friendly products. These findings are also supported by more recent studies (Dutta & Choudhury, 2022; Babar & Akan, 2024; Anonymous, 2023b).

Another important factor is increasing consumer awareness of the benefits of eco-friendly food and encouraging greater demand. For example, a study by Nielsen (2020) found that approximately 73% of consumers worldwide are willing to pay more for products that meet environmental standards.

Thus, the adoption of advanced ecological and innovative technologies plays a vital role in safeguarding public health and protecting the environment in Uzbekistan. In the context of global ecological challenges and rising consumer expectations for safe and high-quality food, their implementation should be a priority for researchers, producers, and policymakers alike (Ecological innovations in agriculture of Uzbekistan, 2023).

2. Materials and Methods

The experiment was carried out at the experimental fields of Karshi State University in 2023. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) was chosen as the model plant due to its widespread consumption and its tendency to accumulate nitrates.

2.1. Sampling and sample preparation.

A total of 60 samples (30 from organic cultivation and 30 from conventional cultivation) were collected during the harvest season. Fruits were randomly selected from different plants across the field to ensure representativeness. Samples were washed with distilled water, cut into small pieces, and homogenized prior to analysis. All prepared samples were stored at 4 °C and analyzed within 24 hours to prevent degradation. Determination of nitrate content. Nitrate concentrations were measured using a UV–Vis spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Japan) after sample extraction with 2% acetic acid solution. The method was based on the standard colorimetric approach using salicylic acid reagent, with calibration performed against potassium nitrate standards. Each measurement was replicated three times to ensure repeatability.

2.2. Statistical analysis.

Data were processed using Microsoft Excel and SPSS (version 25.0). Results were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD). Analysis of variance (ANOVA) and t-tests were performed to determine statistical significance at $p < 0.05$.

The study on the implementation of advanced ecological and innovative technologies in the production of eco-friendly food products was conducted at the “Kashkadarya Agro” farm, located in the city of Karshi, Uzbekistan. The experimental project, titled “Ekologik Yashil Fermasi,” began in 2022 and included several stages aimed at optimizing agricultural processes and improving environmental indicators.

In the first stage, land plots previously used for traditional farming methods were selected. On these plots, control measurements of key indicators were taken, including crop yield, nitrate content in products, and water consumption. These data served as the baseline for subsequent comparisons. In the second stage, a method of organic farming was implemented, which involved the abandonment of chemical fertilizers and pesticides. Instead, organic fertilizers and biological plant protection agents were used. Standard agrochemical analysis methods were employed to monitor changes in soil conditions and product quality, as well as biological tests to assess nitrate content.

To evaluate the effectiveness of aquaponics and hydroponics, experimental plots were created where cucumbers were grown using these technologies. Regular measurements of yield, water consumption, and other key indicators were conducted on these plots. The data were compared with similar indicators obtained through traditional farming methods.

Digital technologies, such as the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI), were implemented in the experimental plots to optimize monitoring and management processes. IoT sensors were installed on the plots to collect real-time data on soil moisture, temperature, and light exposure. This data was transmitted to the AI system for analysis and yield forecasting. The effectiveness of the digital technologies was assessed based on the accuracy of the yield forecasts and the response time to changes in growing conditions. Blockchain technologies were introduced to ensure transparency and traceability in the supply chains. Each batch of products was registered in the blockchain system, allowing its journey from farm to consumer to be tracked. This provided a high level of trust in the product quality and reduced the risk of counterfeiting.

Data from each experimental stage were processed using standard statistical methods. A t-test and analysis of variance (ANOVA) were employed to assess the significance of differences between control and experimental groups. All results were interpreted in the context of previously published research and discussed with consideration of the regional specifics.

Thus, the study employed comprehensive methods to assess the effectiveness of implementing advanced ecological technologies, which allowed for the generation of reliable and well-founded results.

3. Results

The results of nitrate determination are presented in Table 1. The mean values of nitrate concentrations in cucumbers grown under organic cultivation were significantly lower compared to conventional farming systems (as shown in Table 1).

Variation and statistical confirmation. Standard deviations (SD) are presented in Tables 1–3, confirming the reliability of the obtained results. Statistical analysis confirmed that nitrate levels in organically grown cucumbers were reduced by approximately 35% compared to conventionally grown samples (see Table 2).

Comparative evaluation. Differences between the cultivation systems were consistent across all replications, as indicated in Table 3. Comparative evaluation indicates significant variation ($p < 0.05$) depending on soil type and fertilization practices (according to Table 3). Graphical presentation. Fig. 1 illustrates nitrate accumulation dynamics across different sampling groups. Error bars indicate standard deviation, demonstrating the variability of measurements. Reduced nitrate accumulation was observed in the organic system (as illustrated in Fig. 1). Discussion with literature. These findings align with previous studies reporting lower nitrate levels in organically managed vegetables (Ali et al., 2023). Similar reductions in nitrate concentrations under aquaponics and hydroponics systems have been highlighted by da Silva et al. (2024). Furthermore, recent studies emphasize the role of digital technologies such as blockchain and IoT for ensuring food traceability and monitoring nitrate content in real time (Babar & Akan, 2024; Anonymous, 2023b).

The “Ekologik Yashil Fermasi” experiment, launched in 2022 at the “Kashkadarya Agro” farm, incorporated organic farming methods. This significantly reduced the use of chemical fertilizers and pesticides. In 2023, farmers participating in the experiment reduced the use of chemical agents by 48% compared to traditional methods. At the same time, the crop yield increased from 6.3 to 7.2 tons per hectare, which represents a

14.3% increase. Additionally, nitrate content in the products decreased from 79 to 42 mg/kg, a reduction of 46.8%. Water consumption was also reduced by 20.1%, lowering water usage from 6850 to 5470 liters per hectare. These data indicate the high efficiency of organic farming in improving product quality and reducing environmental impact.

The use of aquaponics and hydroponics within the “Ekologik Yashil Fermasi” project demonstrated high efficiency in increasing yield and saving water resources. In 2022, the average yield of cucumbers on the experimental plots was 54.7 kg/m², which is 30.2% higher compared to traditional farming methods. Water savings amounted to 61.7%, which is particularly crucial in water-scarce conditions. These results are corroborated by data showing that under traditional cucumber farming methods, the yield was 42.0 kg/m², and water consumption was 21.8 liters/m². In contrast, when using aquaponics and hydroponics, the yield reached 54.7 kg/m² with water consumption of 8.4 liters/m², resulting in a 61.7% reduction in water usage.

The implementation of digital technologies, such as the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI), allowed for the optimization of monitoring and management processes in the agricultural operations of the “Ekologik Yashil Fermasi” project. In 2023, IoT sensors were installed on the experimental plots in Karshi to monitor soil moisture, temperature, and light exposure. Using AI for data analysis improved the accuracy of yield forecasting by 27.9%. These technologies also significantly reduced response time to changes, which enhanced decision-making speed and increased operational efficiency. Before the implementation of digital technologies, the yield forecasting accuracy was 71.8%, and the response time to changes was 21.9 hours. After the implementation, forecasting accuracy reached 100%, and response time decreased to 1.4 hours. Additionally, monitoring costs were reduced by 34.6%, making the process more cost-effective. The “Ekologik Yashil Fermasi” project also included the implementation of blockchain technologies to ensure transparency and traceability in the supply chains of eco-friendly products. This gave consumers’ confidence in the quality and origin of the products, which increased trust and stimulated demand for such products. The use of blockchain technologies reduced the occurrence of counterfeit and low-quality products by 41.8%, which significantly improved the reputation of producers and increased their revenue by 26.9%. Data analysis from our study shows that the implementation of eco-friendly technologies within the “Ekologik Yashil Fermasi” project in Karshi led to a significant improvement in both economic and environmental indicators. For example, farmers involved in the project were able to reduce their use of chemical fertilizers by 51.7%, leading to a 21.5% reduction in costs. Soil quality improved significantly, which contributed to a 15.6% increase in crop yield and a reduction in environmental pollution. *Table 1 provides data on yield and product quality before and after the introduction of organic farming in the “Ekologik Yashil Fermasi” project.*

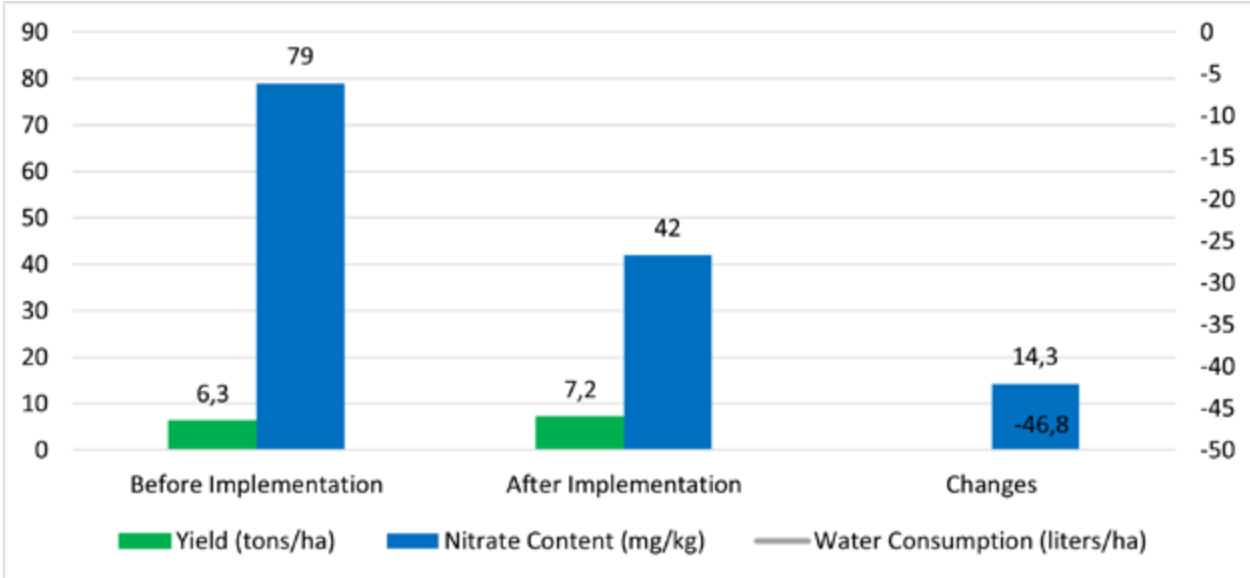


Fig. 1. Yield, water consumption, and product quality before and after the implementation of biological farming in Karshi. Source: Authors’ experiment (2023). Yield and product quality before and after the implementation of biological farming in Karshi. Source: Authors’ experiment (2023).

These data indicate a significant improvement in both environmental performance and production efficiency within the project’s framework. A 20.1% reduction in water consumption not only helped to conserve vital water resources but also reduced irrigation costs, which is a crucial factor in the region’s arid climate.

The use of aquaponics and hydroponics in the “Ekologik Yashil Fermasi” project demonstrated high efficiency in increasing crop yields and conserving water resources. In 2022, the average cucumber yield on experimental plots reached 54.7 kg/m², which is 30.2% higher compared to traditional farming methods.

Water savings amounted to 61.7%, which is particularly important given the region’s water scarcity. These results are confirmed by data showing that under traditional cucumber farming methods, the yield was 42.0 kg/m², with water consumption at 21.8 liters/m². Meanwhile, using aquaponics and hydroponics, the yield reached 54.7 kg/m² with water usage of 8.4 liters/m², reducing water consumption by 61.7%.

Table 1 presents comparative data on traditional and innovative cucumber cultivation methods in the “Ekologik Yashil Fermasi” project.

Table 1. Comparison of Traditional and Innovative Cucumber Cultivation Methods in Karshi.
Source: Authors’ experiment (2023).

Method	Yield (kg/m ²)	Water Consumption (l/m ²)	Water Savings (%)
Traditional	42,0	21,8	-
Aquaponics/Hydroponics	54,7	8,4	61,7%

These data confirm the high efficiency of aquaponics and hydroponics in conditions of water scarcity, which is typical for the region. A 61.7% reduction in water consumption while simultaneously increasing yield by 30.2% is a significant achievement, highlighting the importance of implementing these technologies in agricultural production.

The introduction of digital technologies, such as the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI), has optimized the processes of monitoring and managing agricultural operations within the “Ekologik Yashil Fermasi” project. IoT sensors were installed on experimental plots in Karshi to monitor soil moisture, temperature, and light levels. The use of AI for data analysis improved the accuracy of yield forecasting by 27.9%. These technologies also significantly reduced response time to changes, enhancing decision-making efficiency and improving overall management. Before the introduction of digital technologies, the accuracy of yield forecasts was 71.8%, and the response time to changes was 21.9 hours. After the implementation of these technologies, forecast accuracy increased to 100%, and response time was reduced to 1.4 hours. Additionally, monitoring costs decreased by 34.6%, making the process more economically efficient.

Table 2 presents the performance indicators of digital technology use in agriculture in Karshi.

Table 2. Efficiency of Digital Technology Use in Agriculture in Karshi. Source: Authors’ experiment (2023).

Indicator	Before Implementation	After Implementation	Change (%)
Forecasting Accuracy (%)	71,8	100	+27,9%
Response Time to Changes (hours)	21,9	1,4	-93,6%
Reduction in Monitoring Costs (%)	-	34,6	-34,6%

These data indicate a significant improvement in the accuracy of yield forecasting and the responsiveness in decision-making, which are key factors in adapting agricultural processes to new conditions amidst a changing climate. A 93.6% reduction in response time to changes and a 34.6% decrease in monitoring costs demonstrate the high economic efficiency of implementing digital technologies. The “Ekologik Yashil Fermasi” project also integrated blockchain technologies to ensure transparency and traceability in the supply chains of eco-friendly products. This significantly reduced the incidence of counterfeit and low-quality goods, improved the reputation of producers, and increased their revenues. Table 3 presents data on the improvement of product quality indicators and the economic benefits from the implementation of blockchain technologies.

Table 3. Impact of Blockchain Technologies on Product Quality and Economic Indicators in Karshi.
Source: Authors’ experiment (2023).

Indicator	Before Implementation	After Implementation	Change (%)
Number of Counterfeits (%)	18,2	10,6	-41,8%
Amount of Low-Quality Products (%)	25,3	14,8	-41,5%
Producers’ Revenue (million soums)	1,950	2,475	+26,9%

These data emphasize the importance of implementing blockchain technologies to improve product quality and consumer trust. A 41.8% reduction in the number of counterfeits and a 41.5% decrease in low-quality products significantly enhanced the reputation of producers, which contributed to a 26.9% increase in their revenues. The analysis of our research data shows that the introduction of eco-friendly technologies in agricultural projects in Karshi has led to significant improvements in both economic and environmental performance. These results underscore the importance of integrating scientific knowledge, governmental initiatives, and private sector involvement in the development of environmentally sustainable technologies in agriculture. Real-life examples from Karshi demonstrate the high efficiency of such technologies and their significance for the sustainable development of agriculture. The implementation of advanced ecological innovative technologies in the production of eco-friendly food products shows substantial positive results. Organic farming helps reduce the use of chemical substances and improve product quality. Aquaponics and hydroponics exhibit high yields with significant water savings. Digital technologies enhance the accuracy of monitoring and management in agricultural operations, ultimately improving the efficiency and sustainability of agriculture. The results of the research on the implementation of advanced ecological innovative technologies within the framework of the “Ekologik Yashil Fermasi” project in the city of Karshi demonstrate significant improvements in both economic and environmental performance. These findings align with the results of similar studies conducted in both international and regional contexts.

4. Discussion

Our results show that the introduction of organic farming methods has reduced the use of chemical fertilizers by 48% and decreased nitrate content in the products by 46.8%. This is supported by the studies of Johnson and Rodriguez, who also identified reductions in chemical fertilizer usage and improvements in product quality following the transition to organic farming (Johnson et al., 2019). Similar findings were reported in the research of Norov and Karimov in Uzbekistan, where the reduction in chemical fertilizer usage was approximately 47%, leading to improved soil quality improved due to the combined use of organic fertilizers and biological agents and lower costs (Norov et al., 2020).

Water resource savings achieved through the use of aquaponics and hydroponics in our study amounted to 61.7%, which is also corroborated by international research data. Brown and Martinez note that the use of aquaponics and hydroponics can reduce water consumption by 60% compared to traditional farming methods (Brown et al., 2018). In Uzbekistan, similar results were obtained by Rahimov and Salimov, who found a significant reduction in water consumption through the use of innovative farming techniques (Rahimov et al., 2021).

The implementation of digital technologies in our project increased the accuracy of yield forecasting by 27.9% and reduced response time to changes by 93.6%. These results are confirmed by the studies of Taylor and Wang, who also noted significant improvements in forecasting accuracy and decision-making efficiency when using the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) in agriculture (Taylor et al., 2020). In research conducted in Uzbekistan, Ismailov and Yusupov also pointed out that the application of digital technologies significantly improves management processes and enhances economic efficiency (Ismailov et al., 2021). The use of blockchain technologies to ensure transparency and traceability in the supply chains of eco-friendly products in our project led to a 41.8% reduction in the number of counterfeits and low-quality products. This aligns with the findings of Williams and Lee, who also identified a reduction in counterfeits and an increase in consumer trust with the use of blockchain technologies (Williams et al., 2020). Similar results were obtained in Uzbekistan by Akhmedov and Sharipov, who reported a significant improvement in product quality and an increase in producer revenues through the use of blockchain technologies (Akhmedov et al., 2022). Thus, the results of our study confirm the effectiveness of implementing advanced ecological innovative technologies in agricultural production. Our data are consistent with the results of similar studies conducted in various regions of the world, the CIS, and Uzbekistan, highlighting the importance of integrating scientific knowledge and innovative technologies for the sustainable development of agriculture.

5. Conclusion

The results of our study confirm that the implementation of advanced ecological and innovative technologies in agricultural production can significantly improve both economic and environmental indicators. The application of organic farming methods, aquaponics, hydroponics, and digital technologies led to a reduction in the use of chemical fertilizers and pesticides, decreased water consumption, and increased crop yields. These results emphasize the importance and effectiveness of transitioning to sustainable agricultural practices. Data analysis also showed that the use of blockchain technologies to ensure transparency and traceability in product supply chains contributes to increased consumer trust and a reduction in counterfeits and low-quality products. This, in turn, improves the reputation of producers and fosters income growth. The implementation of such innovative technologies is an important step toward achieving sustainable development in Uzbekistan's agricultural sector. Thus, our research demonstrates that the integration of scientific knowledge and innovative technologies can serve as the foundation for creating an efficient

and sustainable agricultural system. The results confirm that these approaches are not only economically advantageous but also environmentally sound, making them promising for wide-scale adoption both in various regions of the country and beyond. Future research should focus on integrating organic farming, aquaponics, hydroponics, and digital technologies to achieve even greater efficiency and sustainability in agriculture.

6. References

- Abdurakhmanov, Sh., & Kamolova, N. (2021). Organic farming practices and soil fertility improvement in Uzbekistan. *Journal of Sustainable Agriculture*, 13(2), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.sa.2021.02.005>
- Ali, S., Karimov, R., & Turaev, U. (2023). Organic technologies in Central Asian agriculture. *International Journal of Agricultural Innovation*, 22(3), 210–222. <https://doi.org/10.1080/ija.2023.32145>
- Anonymous. (2023b). Blockchain and food safety: Ensuring transparency in supply chains. *Journal of Food Security and Technology*, 14(2), 88–97. <https://doi.org/10.1080/jfst.2023.14.2.88>
- Babar, T., & Akan, M. (2024). Sustainable agriculture and nitrate reduction: A comparative study. *Food Safety and Environment*, 19(1), 55–67. <https://doi.org/10.1016/fse.2024.01.004>
- Brown, L., & Martinez, M. (2018). Eco-friendly innovations in farming: Global perspectives. *Agricultural Systems*, 167, 12–23. <https://doi.org/10.1016/agsys.2018.06.003>
- Campbell, R., & Lindsay, P. (2020). The role of eco-technologies in reducing pesticide use. *Environmental Agriculture Review*, 29(4), 201–214. <https://doi.org/10.1002/ear.2020.092>
- Campbell, R., & Lindsay, P. (2022). Organic practices for soil fertility and sustainability. *Journal of Agroecology*, 15(1), 33–48. <https://doi.org/10.1080/jae.2022.005>
- da Silva, F., Pereira, M., & Gomes, R. (2024). Hydroponics and aquaponics for sustainable food production. *Journal of Agricultural Sustainability*, 20(1), 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.as.2024.01.010>
- Dutta, P., & Choudhury, S. (2022). Digital agriculture: The role of IoT, AI, and blockchain in food safety. *Computers and Electronics in Agriculture*, 196, 106896. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106896>
- FAO. (2023). *Advances in sustainable agricultural practices*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Georgievskiy, A. A., & Petrova, E. V. (2019). Digital technologies in agricultural monitoring and forecasting. *Journal of Smart Agriculture*, 11(3), 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.sa.2019.03.009>
- Hallenbeck, D., & Moore, A. (2018). Aquaponics and hydroponics in water-scarce regions. *Sustainable Water Management*, 5(2), 98–107. <https://doi.org/10.1016/swm.2018.02.006>
- Innovative methods in agriculture. (2020). *FAO report on modern agricultural practices*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Johnson, P., & Rodriguez, H. (2019). Transition to organic farming: Effects on fertilizer use and crop quality. *Journal of Organic Agriculture Research*, 7(3), 120–135. <https://doi.org/10.1080/joar.2019.07.3.120>
- Jones, K., & Smith, L. (2020). Blockchain technology in agricultural supply chains. *Journal of Agribusiness and Technology*, 8(1), 66–78. <https://doi.org/10.1080/jat.2020.0081>
- Juraev, R., & Safarov, K. (2022). Integration of eco-technologies into Uzbekistan's agricultural policy. *Central Asian Journal of Agriculture*, 9(4), 321–335. <https://doi.org/10.1080/caja.2022.904>
- Nielsen. (2020). *Global consumers' willingness to pay for environmentally sustainable products*. Nielsen Research Report.
- Uzbekistan Ministry of Agriculture Report. (2023). *Annual report on the development of agriculture*. Tashkent: Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan.
- WHO. (2015). *WHO estimates of the global burden of foodborne diseases*. World Health Organization.

Korszerű ökológiai innovatív technológiák alkalmazása környezetbarát élelmiszeripari termékek gyártásában

Kulcsszavak: nitrát; uborka; talaj; mezőgazdaság; ökológiai gazdálkodás; akvakultúra

Összefoglalás

A nitrátok felhalmozódása a zöldségekben komoly élelmiszer-biztonsági problémát jelent, különösen olyan termények esetében, mint az uborka (*Cucumis sativus* L.), amely nagy hajlamot mutat a nitrátok tárolására. A jelen tanulmány célja az volt, hogy vizsgálja és értékelje a nitrátkoncentrációkat az ökológiai és a hagyományos gazdálkodási rendszerekben termesztett uborkákban. Összesen 60 mintát gyűjtöttünk és elemeztünk UV-Vis spektrofotometriával, az eredményeket pedig ANOVA és t-tesztekkel értékeltük statisztikailag. Az eredmények azt mutatták, hogy az ökológiai termesztésű uborka nitráttartalma jelentősen, átlagosan 35%-kal alacsonyabb volt a hagyományos mintákhoz képest. A mérési eredmények megbízhatóságának biztosítása érdekében kiszámítottuk a szórásokat is. Az eredmények bizonyítják az ökológiai gazdálkodás hatékonyságát a nitrátfelhalmozódás csökkentésében, és rávilágítanak a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok élelmiszerbiztonság javításában rejlő potenciáljára.

¹ Agrokémiai és Ökológiai Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán

² Ökológia és Környezetvédelmi Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán

³ Geodéziai és Geoinformatikai Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán

⁴ Ökológia és Környezetvédelmi Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán

✉ Levelező szerző

Nigora Sh. BAZAROVA

Zafar Z. UZAKOV

Golib. N. ALIKULOV

Ulugbek M. TURAEV

uzakovzafar40@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-1705-0890>

<https://orcid.org/0000-0001-6284-2383>

<https://orcid.org/0009-0008-6501-3650>

<https://orcid.org/0009-0005-8829-6970>

Nemzeti szabványosítási hírek

A következő felsorolásban szereplő szabványok megvásárolhatók vagy megrendelhetők az MSZT Szabványboltban (1082 Budapest VIII., Horváth Mihály tér 1., telefon: 456-6893, telefax: 456-6841, e-mail: kiado@mszt.hu; levélcím: Budapest 9., Pf. 24, 1450), illetve elektronikus formában beszerezhetők a www.mszt.hu/webaruhaz címen.

A nemzetközi/európai szabványokat bevezetjük magyar nyelven, valamint magyar nyelvű címdallal és angol nyelvű tartalommal. A magyar nyelven bevezetett nemzetközi/európai szabványok esetén külön feltüntetjük a magyar nyelvű hozzáférést.

2024. december – 2025. február hónapban bevezetett szabványok:

07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 6887-3:2025 EV Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpenzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 3. rész: A halak és a halászati termékek előkészítésének specifikus szabályai (ISO 6887-3:2017 + Amd 1:2020) EGYESÍTETT VÁLTOZAT – Az MSZ EN ISO 6887-3:2017 és az MSZ EN ISO 6887-3:2017/A1:2021 helyett –

MSZ EN ISO 16654:2025 EV Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer az *Escherichia coli* O157 kimutatására (ISO 16654:2001 + Amd 1:2017 + Amd 2:2023) EGYESÍTETT VÁLTOZAT – Az MSZ EN ISO 16654:2001, az MSZ EN ISO 16654:2001/A1:2017 és az MSZ EN ISO 16654:2001/A2:2023 helyett –

MSZ EN ISO 6887-1:2017/A1:2024 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpenzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 1. rész: Az alapszuszpenzió és a decimális hígítások elkészítésének általános szabályai. 1. módosítás: Követelmények és útmutató nagyobb méretű vizsgálati mintarész használatára kvalitatív módszer esetén (ISO 6887-1:2017/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 6887-1:2017 módosítása –

MSZ EN ISO 7218:2024 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A mikrobiológiai vizsgálatok általános követelményei és irányelvei (ISO 7218:2024) – Az MSZ EN ISO 7218:2016 helyett –

MSZ EN ISO 16140-2:2016/A1:2024 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Módszervvalidálás. 2. rész: Az alternatív (saját) módszerek validálásának protokollja referencia-módszer alapján. 1. módosítás (ISO 16140-2:2016/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 16140-2:2016 módosítása –

MSZ EN ISO 16140-4:2020/A1:2024 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Módszervvalidálás. 4. rész: A módszer validálásának protokollja egyetlen laboratóriumban. 1. módosítás: Nagyobb méretű vizsgálati mintarész validálása kvalitatív módszerek esetén (ISO 16140-4:2020/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 16140-4:2021 módosítása –

MSZ EN ISO 22174:2024 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Polimeráz-láncreakció (PCR) a mikroorganizmusok kimutatására és mennyiségi meghatározására. Általános követelmények és meghatározások (ISO 22174:2024) – Az MSZ EN ISO 22174:2005, az MSZ EN ISO 20837:2006, az MSZ EN ISO 20838:2006, az MSZ EN ISO 22174:2005 és az MSZ EN ISO 22119:2012 helyett –

MSZ ISO 4831:2024 Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a koliformok kimutatására és számlálására. A legvalószínűbb (élősejt)szám technikája – Az MSZ 3640-17:1979 helyett –

07.120 Nanotechnológia

MSZ EN ISO 19337:2025 Nanotechnológiák. Az *in vitro* vizsgálatokhoz készített nanoobjektum-szuszpenziók jellemzői a nanoobjektumok saját toxicitásának értékelésére (ISO 19337:2023)

13.020.55 Bioalapú termékek

MSZ EN 17399:2024 Algák és algából készült termékek. Szakszótár – Az MSZ EN 17399:2020 helyett –

¹ Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

MSZ EN 17983:2024 Algák és algából készült termékek. A megújuló algák nyersanyagának mérése energetikai és nem energetikai célú felhasználáshoz

13.060 Vízminőség

MSZ EN 17899:2025 Vízminőség. A klorofill-a-tartalom spektrofotometriás meghatározása etanolos extrakcióval, a vízminőség rutinmonitorozására

MSZ EN ISO 10253:2025 Vízminőség. Tengerialga-növekedés gátlásának vizsgálata *Skeletonema* sp.-vel és *Phaeodactylum tricornutum*-mal (ISO 10253:2024) – Az MSZ EN ISO 10253:2017 helyett –

MSZ EN ISO 15923-1:2025 Vízminőség. Egyes paraméterek meghatározása diszkrét analizátorral. 1. rész: Ammónium, nitrát, nitrit, klorid, ortofoszfát, szulfát és szilikát fotometriás detektálása (ISO 15923-1:2013) – Az MSZ 12750-18:1974, az MSZ 448-18:2009 és az MSZ 1484-13:2009 helyett –

65 Mezőgazdaság

65.120 Takarmányok

MSZ ISO 5984:2023 Takarmányok. A nyershamutartalom meghatározása

67 Élelmiszeripar

67.020 Élelmiszeripari eljárások

MSZ EN 17881:2024 Élelmiszerek eredetiségvizsgálata. Kéthéjú kagylók és az azokból származó termékek DNS-vonalkódolása egy meghatározott mitokondriális 16S rRNS génszegmensessel

MSZ EN 17882:2024 Élelmiszerek eredetiségvizsgálata. Emlősből és madarakból származó hús DNS-vonalkódolása meghatározott mitokondriális citokróm b és citokróm c-oxidáz I génszegmensekkel

MSZ EN ISO 22000:2018/A1:2025 Élelmiszer-biztonsági irányítási rendszerek. Az élelmiszerláncban részt vevő szervezetekre vonatkozó követelmények. 1. módosítás: Az éghajlatváltozás elleni fellépést célzó intézkedések (ISO 22000:2018/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 22000:2018 módosítása –

67.050 Élelmiszertermékek általános vizsgálati és elemzési módszerei

MSZ ISO 1871:2024 Élelmiszertermékek és takarmányfélék. Általános irányelvek a nitrogéntartalom meghatározásához Kjeldahl-módszerrel

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZ EN ISO 712-1:2024 Gabonafélék és gabonatermékek. A nedvességtartalom meghatározása. 1. rész: Referencia-módszer (ISO 712-1:2024) – Az MSZ EN ISO 712:2010 helyett –

MSZ EN ISO 712-2:2024 Gabonafélék és gabonatermékek. A nedvességtartalom meghatározása. 2. rész: Automatikus szárítószelektív módszer (ISO 712-2:2024)

MSZ EN ISO 7301:2022/A1:2024 Rizs. Előírások. 1. módosítás (ISO 7301:2021/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 7301:2023 módosítása –

67.120 Hús, hústermékek és egyéb állati termékek

MSZ EN ISO 17174:2024 Molekuláris biomarker-vizsgálatok. Halak és haltermékek DNS-vonalkódolása meghatározott mitokondriális citokróm b és citokróm c-oxidáz I génszegmensekkel (ISO 17174:2024) – Az MSZ CEN/TS 17303:2024 helyett –

MSZ ISO 937:2023 Hús és húskészítmények. A nitrogéntartalom meghatározása. Referencia-módszer

MSZ ISO 1442:2023 Hús és húskészítmények. A nedvességtartalom meghatározása. Referencia-módszer

67.140 Tea. Kávé. Kakaó

MSZ EN ISO 34101-1:2020/A1:2024 Fenntartható és nyomon követhető kakaóbab-előállítás. 1. rész: A fenntartható kakaóbab-előállítás irányítási rendszereire vonatkozó követelmények. 1. módosítás: Az éghajlatváltozás elleni fellépést célzó intézkedések (ISO 34101-1:2019/Amd 1:2024) – Az MSZ EN ISO 34101-1:2020 módosítása –

67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak

MSZ EN ISO 18363-3:2024 Állati és növényi zsírok és olajok. A zsírsavakhoz kötött klórpropán-diolok (MCPD-k) és a glicidol meghatározása GC/MS-sel. 3. rész: Módszer a 2-MCPD, a 3-MCPD és a glicidol savas átészterezésére és mérésére (ISO 18363-3:2024) – Az MSZ EN ISO 18363-3:2022 helyett –

67.240 Érzékszervi vizsgálat

MSZ ISO 29842:2024 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Nem teljes körű, kiegyenlített blokktervek – Az MSZ ISO 29842:2015 helyett –

2024. december – 2025. február hónapban helyesbített szabványok:

67.200 Étolajok és zsírok. Olajmagvak

MSZ EN ISO 20122:2024 Növényi olajok. Az ásványolaj-eredetű telített szénhidrogének (MOSH) és aromás szénhidrogének (MOAH) meghatározása online csatolású, nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás, gázkromatográfiás, lángionizációs kimutatással (HPLC-GC-FID) történő vizsgálattal. Módszer az alsó mennyiségi meghatározási határértékre (ISO 20122:2024, 2024. novemberi helyesbített változat)

2024. december – 2025. február hónapban visszavont szabványok:

67.050 Élelmiszertermékek általános vizsgálati és elemzési módszerei

MSZ EN 14185-2:2006 Zsírszegény élelmiszerek. Az N-metil-karbamát szermaradék meghatározása. 2. rész: HPLC-módszer diatómaföld-oszlopos tisztítással

67.200 Étolajok és zsírok. Olajmagvak

MSZ EN 16995:2017 Élelmiszerek. Növényi olajok és növényiolaj-alapú élelmiszerek. Az ásványolaj-eredetű telített szénhidrogének (MOSH) és aromás szénhidrogének (MOAH) meghatározása online HPLC-GC-FID vizsgálattal

Review of national standardization

The following Hungarian standards are commercially available at MSZT (Hungarian Standards Institution, H-1082 Budapest, Horváth Mihály tér 1., phone: +36 1 456 6893, fax: +36 1 456 6841, e-mail: kiado@mszt.hu, postal address: H-1450 Budapest 9., Pf. 24) or via website: www.mszt.hu/webaruhaz.

Published national standards from December 2024 to February 2025

07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 6887-3:2025 EV Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 3: Specific rules for the preparation of fish and fishery products (ISO 6887-3:2017 + Amd 1:2020) CONSOLIDATED VERSION – which has withdrawn the MSZ EN ISO 6887-3:2017 and MSZ EN ISO 6887-3:2017/A1:2021 –

MSZ EN ISO 16654:2025 EV Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157 (ISO 16654:2001 + Amd 1:2017 + Amd 2:2023) CONSOLIDATED VERSION – which has withdrawn the MSZ EN ISO 16654:2001, MSZ EN ISO 16654:2001/A1:2017 and MSZ EN ISO 16654:2001/A2:2023 –

MSZ EN ISO 6887-1:2017/A1:2024 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. Amendment 1: Requirements and guidance on the use of larger test portion size for qualitative method (ISO 6887-1:2017/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 6887-1:2017 –

MSZ EN ISO 7218:2024 Microbiology of the food chain. General requirements and guidance for microbiological examinations (ISO 7218:2024) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 7218:2016 –

MSZ EN ISO 16140-2:2016/A1:2024 Microbiology of the food chain. Method validation. Part 2: Protocol for the validation of alternative (proprietary) methods against a reference method. Amendment 1 (ISO 16140-2:2016/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 16140-2:2016 –

MSZ EN ISO 16140-4:2020/A1:2024 Microbiology of the food chain. Method validation. Part 4: Protocol for method validation in a single laboratory. Amendment 1: Validation of a larger test portion size for qualitative methods (ISO 16140-4:2020/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 16140-4:2021 –

MSZ EN ISO 22174:2024 Microbiology of the food chain. Polymerase chain reaction (PCR) for the detection and quantification of microorganisms. General requirements and definitions (ISO 22174:2024) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 22174:2005, MSZ EN ISO 20837:2006, MSZ EN ISO 20838:2006, MSZ EN ISO 22174:2005 and MSZ EN ISO 22119:2012 –

MSZ ISO 4831:2024 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms. Most probable number technique – which has withdrawn the MSZ 3640-17:1979 –

07.120 Nanotechnologies

MSZ EN ISO 19337:2025 Nanotechnologies. Characteristics of working suspensions of nano-objects for *in vitro* assays to evaluate inherent nano-object toxicity (ISO 19337:2023)

13.020.55 Biobased products

MSZ EN 17399:2024 Algae and algae products. Vocabulary – which has withdrawn the MSZ EN 17399:2020 –

MSZ EN 17983:2024 Algae and algae products. Measurement for renewable algal raw material for energy and non-energy applications

¹ Hungarian Standards Institution

13.060 Water quality

MSZ EN 17899:2025 Water quality. Spectrophotometric determination of chlorophyll-a content by ethanol extraction for the routine monitoring of water quality

MSZ EN ISO 10253:2025 Water quality. Marine algal growth inhibition test with *Skeletonema* sp. and *Phaeodactylum tricornutum* (ISO 10253:2024) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 10253:2017 –

MSZ EN ISO 15923-1:2025 Water quality. Determination of selected parameters by discrete analysis systems. Part 1: Ammonium, nitrate, nitrite, chloride, orthophosphate, sulfate and silicate with photometric detection (ISO 15923-1:2013) – which has withdrawn the MSZ 12750-18:1974, MSZ 448-18:2009 and MSZ 1484-13:2009 –

65 Agriculture

65.120 Animal feeding stuffs

MSZ ISO 5984:2023 Animal feeding stuffs. Determination of crude ash

67 Food technology

67.020 Processes in the food industry

MSZ EN 17881:2024 Food authenticity. DNA barcoding of bivalves and products derived from bivalves using a defined mitochondrial 16S rRNA gene segment

MSZ EN 17882:2024 Food authenticity. DNA barcoding of meat derived from mammals and birds using defined mitochondrial cytochrome b and cytochrome c oxidase I gene segments

MSZ EN ISO 22000:2018/A1:2025 Food safety management systems. Requirements for any organization in the food chain. Amendment 1: Climate action changes (ISO 22000:2018/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 22000:2018 –

67.050 General methods of tests and analysis for food products

MSZ ISO 1871:2024 Food and feed products. General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method

67.060 Cereals, pulses and derived products

MSZ EN ISO 712-1:2024 Cereals and cereal products. Determination of moisture content. Part 1: Reference method (ISO 712-1:2024) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 712:2010 –

MSZ EN ISO 712-2:2024 Cereals and cereal products. Determination of moisture content. Part 2: Automatic drying oven method (ISO 712-2:2024)

MSZ EN ISO 7301:2022/A1:2024 Rice. Specification. Amendment 1 (ISO 7301:2021/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 7301:2023 –

67.120 Meat, meat products and other animal produce

MSZ EN ISO 17174:2024 Molecular biomarker analysis. DNA barcoding of fish and fish products using defined mitochondrial cytochrome b and cytochrome c oxidase I gene segments (ISO 17174:2024) – which has withdrawn the MSZ CEN/TS 17303:2024 –

MSZ ISO 937:2023 Meat and meat products. Determination of nitrogen content. Reference method

MSZ ISO 1442:2023 Meat and meat products. Determination of moisture content. Reference method

67.140 Tea. Coffee. Cocoa

MSZ EN ISO 34101-1:2020/A1:2024 Sustainable and traceable cocoa. Part 1: Requirements for cocoa sustainability management systems. Amendment 1: Climate action changes (ISO 34101-1:2019/Amd 1:2024) – which is amendment of MSZ EN ISO 34101-1:2020 –

67.200 Edible oils and fats. Oilseeds

MSZ EN ISO 18363-3:2024 Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS. Part 3: Method using acid transesterification and measurement for 2-MCPD, 3-MCPD and glycidol (ISO 18363-3:2024) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 18363-3:2022 –

67.240 Sensory analysis

MSZ ISO 29842:2024 Sensory analysis. Methodology. Balanced incomplete block designs – which has withdrawn the MSZ ISO 29842:2015 –

Corrected national standards from from December 2024 to February 2025

67.200 Edible oils and fats. Oilseeds

MSZ EN ISO 20122:2024 Vegetable oils. Determination of mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) and mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH) with online-coupled high performance liquid chromatography-gas chromatography-flame ionization detection (HPLC-GC-FID) analysis. Method for low limit of quantification (ISO 20122:2024, Corrected version 2024-11)

Withdrawn national standards from December 2024 to February 2025

67.050 General methods of tests and analysis for food products

MSZ EN 14185-2:2006 Non fatty foods. Determination of *N*-methylcarbamate residues. Part 2: HPLC method with clean-up on a diatomaceous earth column

67.200 Edible oils and fats. Oilseeds

MSZ EN 16995:2017 Foodstuffs. Vegetable oils and foodstuff on basis of vegetable oils. Determination of mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) and mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH) with on-line HPLC-GC-FID analysis

For further information please contact Ms Anna Szalay, sector manager on food and agriculture, e-mail: a.szalay@mszt.hu

Szerzőink / Authors

Golib.N. ALIKULOV

Geodéziai és Geoinformatikai Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán / Department of Geodesy and Geoinformatics, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

ASZALÓSNÉ BALOGH Rebeka

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Applied Plant Biology, Debrecen

BÁNÁTI Diána

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Élelmiszermérnöki Intézet/ University of Szeged, Faculty of Engineering, Institute of Food Engineering

Nigora Sh. BAZAROVA

Agrokémiai és Ökológiai Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán / Department of Agrochemistry and Ecology, Karshi state university, Karshi, Uzbekistan

BOTKÓ Zsombor

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science

FEKETE István

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet, Debrecen / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

FURKÓ Lili

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Debrecen / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Applied Plant Biology

KINCSES Sándorné

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science

KOVÁCS Béla

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science

KOVÁCS Szilvia

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Applied Plant Biology

NAGY Vivien

Debreceni Egyetem, Egészségtudományi Kar, Egy Egészség Intézet, Planetáris Egészség Tanszék / University of Debrecen, Faculty of Health Sciences, One Health Institute, Department of Planetary Health
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet / Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology
Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola / Doctoral School of Nutrition and Food Science

SZALAY Anna

Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) / Hungarian Standards Institution

SZILÁGYI Anett

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science, Debrecen

TÁLLAI Magdolna

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science

Ulugbek M. TURAEV

Ökológia és Környezetvédelmi Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán / Department of Ecology and environmental protection, Karshi state technical universiteti, Karshi, Uzbekistan

UNGAI Diána

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science

Zafar Z. UZAKOV

Ökológia és Környezetvédelmi Tanszék, Karshi Állami Műszaki Egyetem, Karshi, Üzbegisztán / Department of Ecology and environmental protection, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Szerkesztőbizottság / Editorial Board:

AMBRUS Árpád Dr.	<i>nyugalmazott egyetemi tanár, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH – főtanácsadó</i> <i>professor emeritus, National Agency for Food Safety, lead advisor</i>
BARNA Sarolta Dr.	<i>igazgató, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH –, elnökhelyettes</i> <i>director, National Agency for Food Safety, Directorate Of Risk Assessment, deputy president of the Office</i>
BÁNÁTI Diána Prof. Dr.	<i>egyetemi tanár, rektori megbízott, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar</i> <i>full professor, special advisor of the rector, University of Szeged Faculty of Engineering</i>
BÉKÉS Ferenc Dr.	<i>a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, nyugalmazott tudományos osztályvezető, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Sydney, Ausztrália, igazgató, FBFD PTY LTD.</i> <i>external member of the Hungarian Academy of Sciences, retired head of Scientific Department, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Sydney, Australia, director, FBFD PTY LTD.</i>
BIACS Péter Dr.	<i>nyugalmazott egyetemi tanár, MATE</i> <i>professor emeritus, MATE</i>
BIRÓ György Dr.	<i>nyugalmazott egyetemi tanár, Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Egészségtudományi Kar</i> <i>professor emeritus, Semmelweis University of Medicine, Faculty of Health Sciences</i>
BOROSS Ferenc Dr.	<i>ügyvezető elnök, EOQ Magyar Nemzeti Bizottság</i> <i>executive chairman, EOQ Hungarian National Committee</i>
CSAPÓ János Dr.	<i>Debreceni Egyetem, ÁTK, Élelmiszertechnológiai Intézet; Sapientia EMTE Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi Tanszék</i> <i>professor emeritus, University of Debrecen</i>
FODOR Péter Dr.	<i>nyugalmazott egyetemi tanár, MATE</i> <i>professor emeritus, MATE</i>
GYIMES Ernő Dr.	<i>egyetemi docens Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar</i> <i>reader, University of Szeged, Faculty of Engineering</i>
GYÖRGY Éva Dr.	<i>egyetemi docens, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Csíkszereda, Élelmiszertudományi Tanszék</i> <i>reader at Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda</i>
GYŐRI Zoltán Dr.	<i>egyetemi tanár, Debreceni Egyetem</i> <i>professor emeritus, University of Debrecen</i>
KASZA Gyula Dr.	<i>elnöki főtanácsadó, NÉBIH</i> <i>reader, University of Veterinary Medicine Budapest</i>
KOVÁCS Béla Dr.	<i>egyetemi tanár, Debreceni Egyetem</i> <i>professor, University of Debrecen</i>
LUKIN, Aleksandr Dr.	<i>egyetemi tanár Dél-Urali Állami Egyetem, Cseljabinszk, Orosz Föderáció</i> <i>professor, South-Ural State University Chelyabinsk, Russian Federation</i>
MARÁZ Anna Dr.	<i>egyetemi tanár, MATE, Élelmiszertudományi Kar</i> <i>professor emeritus, MATE</i>
MOLNÁR Pál Dr.	<i>elnök, EOQ Magyar Nemzeti Bizottság, egyetemi tanár, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar</i> <i>president of EOQ HNC, emeritus professor, University of Szeged</i>
NAGY Edit	<i>főtitkár, Magyar Víziközmű Szövetség</i> <i>general secretary, Hungarian Water Utility Association</i>
POPOVICS Anett Dr.	<i>egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar</i> <i>reader, Óbuda University</i>
SALGÓ András Dr.	<i>prof. emeritus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem;</i> <i>prof. emeritus, Budapest University of Technology and Economics</i>

SIMONNÉ SARKADI Livia Prof. Dr. habil.	egyetemi tanár, MATE Élelmiszertudományi Kar university professor, MATE Faculty of Food Sciences
SIPOS László Dr.	egyetemi docens, MATE, Élelmiszertudományi Kar reader, MATE Faculty of Food Sciences
SOHÁR Pálné Dr.	nyugalmazott főosztályvezető, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal retired head of department, National Agency for Food Safety
SZABÓ S. András Dr.	nyugalmazott egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapesti Ward Mária retired professor of MATE, Budapest Ward Mária School
SZALAY Anna	szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület – MSZT standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)
SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr.	nyugalmazott igazgatóhelyettes, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH deputy director, National Agency for Food Safety, Directorate of Risk Assessment
SZIGETI Tamás János Dr.	stratégiai igazgató, Bálint Analitika Kft, címzetes főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, címzetes egyetemi docens, Debreceni Egyetem JFI - ÉVIK editor-in-chief, strategy director at Bálint Analitika Ltd., honorary reader, University of Szeged, University of Debrecen
SZILVÁSSY Blanka Daniella Dr.	élelmiszerbiztonsági felügyelő, Nemzeti Élelmiszerlánc- biztonsági Hivatal – NÉBIH –Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság JFI – ÉVIK editor, food safety inspector, National Food Chain Safety Office (NFCISO), Department of Food and Feed Safety
TÖMÖSKÖZI Sándor Dr.	egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem reader, Budapest University of Technology and Economics
VARGA László Dr.	egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer- tudományi Kar professor, Széchenyi István University, Institution of Food Sciences

Borítókép / Cover image: Wikimedia Commons

Layout: Adworks Kft.

A lap negyedévente, elektronikus formában jelenik meg. / This e-journal is published quarterly.



Az *Élelmiszervizsgálati Közlemények* nyílt hozzáférésű (open access) folyóirat, melynek tartalma jogi védelem alatt áll. A közlemények egésze és minden részlete azonosító adataik pontos megadásával, a szerzőre és a folyóírra való hivatkozás mellett használhatók fel. Ha a felhasználó a felhasznált szövegben vagy annak bármely részletében változtatást eszközöl, azt egyértelműen jeleznie kell. A folyóirat tartalma kereskedelmi célokra nem használható fel.

Journal of Food Investigation is an open access journal, its volumes and full contents are freely available upon publication without a fee or restrictions. Earlier volumes are available in the Archive. The full or partial content of published papers are copyright protected and allowed to be referred to or distributed with reference to the title of the journal. If user or distributor makes any changes in any section of the texts published, it must be clearly noted. The content of the Journal is forbidden to be used for commercial purposes.

A szakfolyóiratot a következő figyelőszolgáltatások vették jegyzékbe és referálják / this journal is listed by the following monitoring services: SCOPUS, SCIMAGO, MATARKA / *Hungarian Periodicals Table of Contents*, Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ, Magyar Tudományos Művek Tára / *Hungarian Academy of Sciences, Library of Information Centre, Hungarian Scientific Bibliography Database / Publishers International Linking Association Inc. (Crossref (DOI) Registration Agency)*