

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0023**

**Kvalita a autenticita ovocných džúsov - štúdium vzťahov medzi vstupnou surovinou, technológiou spracovania a kvalitou produktu**

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Martin Polovka, PhD.**

Príjemca **Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav potravinársky**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav potravinársky

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Nerelevantné

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Žiadne

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Odborné a vedecké práce

1. Kopuncová, M. – Sádecká, J. - Kolek, E. – Polovka, M. – Durec, J. – Blaško, J.: Impact of inert gas atmosphere application on the complex profile of commercial orange juice volatiles during four-month storage. Journal of Food and Nutrition Research, 2018, vol. 57, no. 4, pp. 373-383. ISSN 1336-8672.
2. Burdejova L., Tobolkova B., Polovka M.: Effects of different factors on concentration of functional components of aronia and saskatoon berries. plant foods for human nutrition (pp. 1-6, 2019) accepted, first online. DOI 10.1007/s11130-019-00780-4.
3. Sádecká, J. - Kopuncová, M. - Kolek, E. - Blaško, J. - Polovka, M. - Farkaš, P. - Durec, J.: Influence of protective inert gas atmospheres on the aroma stability of orange juice with pulp. Barbara Siegmund & Erich Leitner (Eds.): FLAVOUR SCIENCE, 2018, Verlag der Technischen Universität Graz, pp. 371-374. DOI: 10.3217/978-3-85125-593-5-78, CC BY-NC-ND 4.0 (recenzovaná knižná publikácia).
4. Tobolková, B. – Belajová, E. – Polovka, M. – Durec, J. Diferenciácia pomarančových štiav podľa krajiny pôvodu. Trendy v potravinárstve, 2019, roč. XXIV, č. 1, s. 29-34. ISSN 1336-058X (recenz.)
5. Durec, J. - Tobolková, B. - Kolek, K.: Kolorimetrické hodnocení rostlinných nápojů v barevném systému CIE L\*a\*b\*. Trendy v potravinárstve, 2018, roč. XXIII, č. 1, pp. 44-50. ISSN 1336-085X. (recenz.)
6. Durec J. - Kukurová, K. - Kolek, E. - Tobolková, B.: Profil mastných kyselín v rastlinných

nápojoch a ich stabilita počas skladovania výrobkov. *Trendy v potravinárstve*, 2018, roč. XXIII, č. 1, pp. 51-55. ISSN 1336-085X. (recenz.)

7. Polovka, M. - Tobolková, B. - Belajová, E. - Kopuncová, M. - Durec, J.: Analytical and chemometric tools used for fruit juices authenticity evaluation. *Czech Chemical Society Symposium Series: 7th Meeting on Chemistry & Life – Conference Proceedings*, 2018, vol. 16, č. 6, p. 511-514. ISSN 2336-7202 (print), 2336-7210 (on-line)

8. Martin Polovka: Kvalita a autenticita ovocných džúsov – štúdium vzťahov medzi vstupnými surovinami, technológiou spracovania a kvalitou produktu. Nový projekt APVV 15-0023. *Trendy v potravinárstve* 21 (2) pp. 73-75 (2016). ISSN 1336-085X.

9. Kopuncová, M. - Kolek, E. - Sádecká, J. - Polovka, M. – Blaško, J.: Vplyv pôvodu vstupnej suroviny na GC/MS profil prchavých zlúčenín ananásovej šťavy. *Trendy v potravinárstve*, XXII. (2) 2017 pp 62-64.

10. Sádecká, J. - Kopuncová, M. – Kolek, E.: Vplyv doby skladovania pasterizovanej ananásovej šťavy Kostarika produkovanej v inertnej atmosfére N<sub>2</sub> na zmeny jej arómy. *Trendy v potravinárstve*, ročník XXIII., 2018, č.2, str.78-80.

11. Tobolková, B.- Durec, J. Inovace zvyšující účinnost výroby šťáv. *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s. 97-98. ISSN 1336-085X.

12. Durec, J. – Tobolková, B. Vitamínové vody s doplnenou funkcionalitou. *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s. 98-99. ISSN 1336-085X.

13. Durec, J. – Tobolková, B. – Kozelová, D. Kolagén – svetový a moderný trend. *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s. 100-101. ISSN 1336-085X.

14. Durec, J. – Tobolková, B. – Kukurová, K. – Ciesarová, Z. Sarkopénia verzus personalizovaná výživa. *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s. 101-102. ISSN 1336-085X.

15. Durec, J. – Tobolková, B. – Kolek, E. – Minarovičová, J. – Kukurová, K. – Kozelová, D. Ovos – ako surovina pre nápojový priemysel. *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s.103-104. ISSN 1336-085X.

16. Tobolková, B. – Durec, J. Je možné snížiť obsah cukru ve šťávách? *Trendy v potravinárstve*, 2019, roč. XXIV, č. 2, s. 104-105. ISSN 1336-085X.

Odborné príspevky na konferenciách a seminároch

1. Tobolková, Blanka – Polovka, Martin – Belajová, Elena, Durec, Ján: Relationships between the origin of feedstock, processing technology and quality of orange juices. 16th International Nutrition & Diagnostics Conference INDC 2016, 3 - 6 October 2016, Praha, Česká republika. Abstract Book & Final programe, p. 89. ISBN 978-80-7560-016-5.

2. Kopuncová, Mária – Sádecká, Jana– Kolek, Emil: Impact of nitrogen and carbon dioxide processing atmosphere on the odour-active compounds of pineapple juice. 16th International Nutrition & Diagnostics Conference INDC 2016, 3 - 6 October 2016, Praha, Česká republika. Abstract Book & Final programe, p. 92. ISBN 978-80-7560-016-5.

3. Polovka, M. - Tobolková, B. - Kopuncová, M. - Durec, J.: Influence of Origin on Physico-chemical Parameters and Quality of Fresh Pineapple Juices. *Proceedings of 3rd I.C. FABE 2017, International Conference of Food and Biosystems Engineering*, 01-04 June 2017, Rhodes, Greece. (recenz.)

4. Polovka, M. – Tobolková, B. – Belajová, E. – Durec, J.: Relationship between the physicochemical properties of juice samples and their origin. Pineapples case study. XXVII International EPR Seminar, Apríl 3. – 5., 2017, Dresden, Germany (recenz.)

5. Sádecká, J. - Kopuncová, M. – Kolek, E. – Polovka, M. – Farkaš, P. – Durec, J.: Influence of protective inert atmospheres on the aroma stability of orange juice with pulp. 15-th Weurman Flavour Research Symposium, 18-22 september 2017, Graz University of Techology, Graz, Austria.

6. Tobolková, B., Polovka, M., Belajová, E., Durec, J. Vliv původu vstupní suroviny na vybrané parametry ananasových šťáv- příkladová studie. *Sborník příspěvků – XLVII. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, 2017, s 74 – 78. ISBN 978-80-7080-995-2.*

7. Sádecká, J. - Kopuncová, M. - Kolek, E. - Tobolková, B. - Polovka, M. - Durec, J.: Efficiency of protective inert gases applications on aroma stability of commercial fruit juices. 18th International Nutrition & Diagnostic conference: Abstract Book and Final Programme, September 22-25, 2018, Prague, Czech Republic, pp. 94-95.

8. Tobolková B. - Belajová E. - Polovka M. - Durec J.: Utilisation of spectroscopic and chromatographic techniques for evaluation of fruit juices authenticity. 18th International

- Nutrition & Diagnostic conference: Abstract Book and Final Programme, September 22-25, 2018, Prague, Czech Republic, pp. 55
9. Sádecká, J.- Tobolková, B.- Kopuncová, M.- Kolek, E. - Belajová, E. - Polovka, M. - Daško, L. - Durec, J.: Multi-experimental characterisation of Costa Rican pineapple juice. 4th International Conference on Food Chemistry and Technology: Abstract Book, November 5-7, 2018, Berlin, Germany, pp. 45-46.
10. Tobolková, B. - Belajová, E. - Polovka, M. - Kopuncová, M. - Daško, L. - Durec, J.: Assessment of fruit juices authenticity using spectroscopic and chromatographic techniques. 4th International Conference on Food Chemistry and Technology: Abstract Book, November 5-7, 2018, Berlin, Germany, pp. 45.
11. Polovka, M. - Tobolková, B. - Belajová, E. - Kopuncová, M. - Durec, J. : Analytical and chemometric tools used for fruit juices authenticity evaluation. 7th Meeting on Chemistry and Life 2018: Book of abstracts. September 12-14, 2018, Brno, Czech Republic, pp. 69, ISBN: 978-80-214-5488-0.
12. Burdějová, L. – Polovka, M. – Pořízka, J. Impact of post-harvest processing, geographical locality and production year on quality of selected medicinal plants. CECE 2018: 15th International Interdisciplinary Meeting on Bioanalysis. October 15-17, 2018, Brno, Czech Republic, pp. 116-119. ISBN 978-80-904959-5-1.
13. Sádecká, J. – Kolek, E. – Dimitrov, F. – Tobolková, B. – Durec, J.: Processing and storage effects on industrially produced orange juice aroma: gas chromatography-olfactometry studies. Book of Abstract: 9th International Symposium on RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS, Prague, November 5-8, 2019, pp. 356. ISBN 978-80-7592-055-3.
14. Tobolková, B. – Belajová, E. – Polovka, M. – Durec, J. Relationships between the origin of feedstock and quality of orange juices. Book of Abstract: 9th International Symposium on RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS, Prague, November 5-8, 2019, pp. 437. ISBN 978-80-7592-055-3.
17. Durec, J. - Tobolková, B. - Kolek, E. – Kozelová, D.: Farebné zmeny rastlinných nápojov vo farebnom systéme CIE L\*a\*b\*. XVI. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Bezpečnosť a kontrola potravín, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, 28.-29. 3. 2019 v PARK Hoteli v Piešťanoch. Zborník príspevkov, pp. 103.  
<https://doi.org/10.15414/2019.9788055219783> (recenz.)
18. Durec, J. - Kukurová, K. - Kolek, E. - Tobolková, B. - Kozelová, D.: Stabilita mastných kyselín v rastlinných nápojoch počas ich skladovania, Vysoká škola obchodní a hotelová. Nové trendy v gastronómii, hotelnictví a cestovním ruchu. Sborník příspěvků z XII. mezinárodní vědecké konference. Brno, 3. 4. 2019. pp 47-52, ISBN 978-80-7627-006-0 (elektronická verzia) (recenz.)
- Propagačné prednášky a prezentácie výsledkov
1. Kukurová, K. – Kolek, E. – Tobolková, B.: Profil mastných kyselín v rastlinných nápojoch a ich stabilita počas skladovania. Prednáška v rámci Ústavného seminára, NPPC- VÚP, 1.3.2019, 9:00.
2. Tobolková, B.: Meziročníkové rozdíly rakytníku řešetlákového. Prednáška v rámci Ústavného seminára, NPPC- VÚP, 1.3.2019, 9:00.
3. Dimitrov, F. – Kolek, E.: Analýza GC-MS metódou Fingerprint. Prednáška v rámci Ústavného seminára, NPPC- VÚP, 8.11.2019, 9:00.
4. Tobolková, B.: Vliv vstupní suroviny na fyzikálně-chemické parametry ananasových šťáv. Ústavný seminár VÚP Bratislava, 31.3.2017.
5. Webová stránka projektu - <http://www.apvv-mcc.webnode.sk> – priebežný update
- Dizertačné práce
1. Ing. Lenka Burdějová, Ph.D.: Komplexní analýza léčivých rostlin a jejich potenciál při využití v potravinářském průmyslu. Školitel: Ing. Martin Polovka, Ph.D.. Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně (2018).  
[https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/112271?zp\\_id=112271](https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/112271?zp_id=112271)
- Diplomové a záverečné práce študentov:
1. Ing. Monika Domonkosová. Porovnanie kvality nealko nápojov po aplikácii rôznych spôsobov antioxidačného ošetrovania polotovaru (Diplomová práca). SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva. FBP – 5610-5672. (Ing. Ján Durec, PhD., McCarter, a.s. – školiteľ špecialista).
- Aplikačné výstupy

1. Súbor analytických metód a metódik využitých na sledovanie markerov autenticity ovocných štiav a džúsov.
2. Súbor markerov autenticity ovocných štiav a džúsov – databáza charakteristických markerov.
3. Kolek E. – Dimitrov F. Možnosti autenticity ovocných štiav metódou analýzy celkového iónového spektra. Analytická metóda.
4. Elektronický dokument Metódy vhodné na autentifikáciu ovocných štiav a džúsov (Kolektív autorov, BA, 2017 - 2019, dostupné na www stránke projektu).

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Získaný ucelený súbor poznatkov z riešenia projektu bude využitý našim partnerom v projekte, dlhodobu spolupracujúcim popredným výrobcom štiav v SR na optimalizáciu technologického procesu s ohľadom na udržanie a kontinuálne zvyšovanie kvality produktov, ako aj na verifikáciu pôvodu suroviny a použitie príslušnej technologickej operácie. V dôsledku riešenia projektu s odberateľom praxe sa zlepšila kvalita produkcie, výrobca disponuje nástrojom na kontrolu kvality a pôvodu suroviny a spolu s riešiteľským pracoviskom projektu začal kooperáciu na ďalších problémoch spojených s diverzifikáciou výroby v oblasti funkčných nápojov a alternatívnych rastlinných mliek.

Vplyvom riešenia projektu sa významne podporila spoluptáca výskumnej inštitúcie a výrobného sektora v oblasti nápojového priemyslu a podporil prenos poznatkov výskumu do praxe, spolu s nárastom poznatkovej úrovne. Tým sa jednoznačne podporili všetky atribúty znalostného trojuholníka. Je reálny predpoklad pokračovania efektívnej spolupráce partnerov projektu bezprostredne po jeho skončení.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Na naplnenie deklarovaných cieľov projektu sa realizovala cielená analýza vstupných surovín ananásových a pomarančových štiav definovaného pôvodu, monitoring technologického procesu vrátane skladovania, ako i vplyv týchto procesov na zmenu cca 60 vybraných kvalitatívnych ukazovateľov (napr. farba, antioxidačná aktivita, °Brix, organické kyseliny, cukry, aminokyseliny, HMF a iné). Pozornosť sa venovala aj analýze celkových prchavých frakcií štiav a ich aróma-aktívnych zlúčenín. Z výsledkov analýz vyplynuli nasledujúce závery:

1. Fyz.-chem. parametre analyzovaných štiav spĺňali kvalitatívne požiadavky ich autenticity, avšak niektoré z nich boli nevyhovujúce z hľadiska obsahu org. kyselín, cukrov a hesperidínu, najmä v pomarančových šťavách.
  2. Efektívnosť použitia dusíkovej atmosféry v skladovaných šťavách sa prejavila minimálnymi zmenami väčšiny monitorovaných kvalitatívnych parametrov.
  3. Najdynamickejšie zmeny počas skladovania štiav sa zaznamenali v obsahu kys. askorbovej a v antioxidačnej aktivite, avšak max. 20 % v kostarických šťavách s vysokou koreláciou ( $r > 0,85$ ).
  4. Výsledky GC/FID-O analýz preukázali určitú vzájomnú podobnosť odorického profilu kľúčových aróma-aktívnych zlúčenín v pomarančových šťavách z Kostariky z rokov 2018 a 2019, v ktorých kľúčovými odorantmi boli niektoré terpény, estery, aldehydy, alkoholy, laktóny, ketóny a karboxylové kyseliny. Ako nežiaduce, procesne generované „off-flavours“ boli identifikované niektoré deriváty furánu a fenolu a Streckerov aldehyd methional, boli však prítomné v šťavách na ultrastopovej úrovni. Zo senzorického hľadiska, v rámci skladovania štiav, však ich celková stabilita arómy nebola principiálne zmenená.
  5. Navrhnutý model autentifikácie založený na databáze experimentálnych charakteristík pomarančových/ananásových štiav predstavuje vhodný nástroj na verifikáciu pôvodu a vlastností týchto štiav, čo sú aspekty kľúčové pre producenta ovocných štiav a džúsov. Autentifikačný model môže byť rozširovaný ďalšími experimentálnymi dátami s cieľom zvýšiť jeho vnútornú variabilitu a spoľahlivosť.
- Z pohľadu riešiteľov, všetky deklarované ciele projektu boli naplnené.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

In order to fulfil the declared project goals, a focused analysis was realized on the raw feedstock of pineapple and orange juice with known origins, on the technological production

process (including storage conditions) and its influence on the changes in circa 60 qualitative markers (for example: colour, antioxidant activity, °Brix, organic acids, sugars, aminoacids, HMF, etc.). Overall volatile fractions of the juice and their aroma-active compounds were also analyzed. Based on the results of these analyses, following conclusions were made:

1. Physico-chemical parameters of majority of the analysed raw juices met the qualitative requirements for the authenticity of the product, with some exceptions, failing e.g. in the parameters such as the content of organic acids, sugars and hesperidine in some of analysed orange juice samples.
  2. Analysis of the efficiency of nitrogen atmosphere application in fruit juice storage resulted in minimal changes of most of the monitored qualitative parameters.
  3. Most dynamic changes during the four-month storage period were detected in the contents of ascorbic acid and antioxidant activity, but reaching only maximum of 20% in Costa Rica juice with high correlation ( $r > 0,85$ ).
  4. GC/FID-O analysis resulted in a certain similarities in the odor profile of the key aroma-active compounds in the orange juice from Costarica from 2018 and 2019 studies. Key odorants were a few terpenes, esters, aldehyds, alcohols, lactones, ketones and carboxylic acids. Undesirable „off-flavours“, generated during the production process, were identified as several furane and phenol derivates and a Strecker aldehyde methional. They were detected in ultratrace amounts. From the sensorial point of view, regarding storage of these juices, their overall aroma stability was not principally changed.
  5. Proposed authentication model is based on a database of experimental characteristics of orange/pineapple juice. It serves as a good instrument for verification of the origins and quality of juices for their producer. The developed authentication model can be expanded with further experimental data aimed at increasing its variability and reliability.
- From the perspective of the project partners, all the declared objectives of the project were fulfilled.