

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0333**

**Vplyv terroir a technologických postupov na senzorické vlastnosti slovenských vín**

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Katarína Furdíková, PhD.**

Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

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

nie

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

nie

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

Publikácie v databázach Current Content, Scopus, Web of Science

1. Furdíková, K., Bajnociová, L., Malík, F., Špánik, I.: Investigation of volatile profile of varietal gewürztraminer wines using two-dimensional gas chromatography (2017) Journal of Food and Nutrition Research, 56 (1), pp. 73-85.
2. Furdíková, K., Makyšová, K., Špánik, I.: Effect of indigenous *S. cerevisiae* strains on higher alcohols, volatile acids, and esters in wine (2017) Czech Journal of Food Sciences, 35 (2), pp. 131-142. DOI: 10.17221/79/2016-CJFS.
3. Bálež, V., Timár, P., Furdíková, K., Pristaš, M.: Modelling of esters production during winemaking fermentation (2018) 23rd International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2018 and 21st Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, PRES 2018, 1, pp. 546-547.
4. Vyviurska, O., Gorovenko, R., Panáková, V., Špánik, I.: Extensive Validation of Gas Chromatographic Method for Determination of Esters in Wines Using Monolithic Materials as Preconcentration Step (2019) Food Analytical Methods, 12 (3), pp. 791-798. DOI: 10.1007/s12161-018-01409-z.
5. Ďurčanská, K., Muchová, L., Drtilová, T., Olejníková, P., Ženišová, K., Furdíková, K.: Characterization and selection of *saccharomyces cerevisiae* strains isolated from traditional and newly-bred vine varieties of Czech Republic and Slovakia (2019) Journal of Food and Nutrition Research, 58 (1), pp. 9-20.
6. Furdíková, K., Machyňáková, A., Drtilová, T., Klemková, T., Ďurčanská, K., Špánik, I.: Comparison of volatiles in noble-rotten and healthy grape berries of Tokaj (2019) LWT, 105,

pp. 37-47. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.01.055.

7. Drtilová, T., Ďurčanská, K., Machyňáková, A., Špánik, I., Klemková, T., Furdíková, K.: Impact of different pure cultures of *Saccharomyces cerevisiae* on the volatile profile of Cabernet Sauvignon rosé wines (2020) Czech Journal of Food Sciences, 38 (2), pp. 94-102. DOI: 10.17221/338/2018-CJFS.

8. Furdíková, K., Machyňáková, A., Drtilová, T., Špánik, I.: Comparison of different categories of Slovak Tokaj wines in terms of profiles of volatile organic compounds (2020) Molecules, 25 (3), art. no. 669. DOI: 10.3390/molecules25030669.

9. Vašítek, P., Šmogrovičová, D., Kafková, V., Sulo, P., Furdíková, K., Špánik, I.: Production and characterisation of non-alcoholic beer using special yeast. Kvasny prumysl (2020) 66, 336–344 <https://doi.org/10.18832/kp2019.66.336>

10. Khvalbota, L., Machyňáková, A., Čuchorová, J., Furdíková, K., Špánik, I.: Enantiomer composition of chiral compounds present in traditional Slovak Tokaj wines (2021) Journal of Food Composition and Analysis, 96, art. no. 103719. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103719.

11. Furdíková, K., Khvalbota, L., Machyňáková, A., Špánik, I.: Volatile Composition and Enantioselective Analysis of Chiral Terpenoids in Tokaj Varietal Wines. Journal of Chromatography B. Manuscript Number: CHROMB-D-20-00144 (accepted).

Odborné monografie vydané v domácich vydavateľstvách

1. Domin, J., Furdíková, K., Timár, P., Bálež, V., Žembeová, A.: Hrozno a víno ekologicky. 1. vyd. Bratislava Víno Natural Domin & Kušický, s.r.o. 2017. 352 s. ISBN 978-80-972706-1-2.

2. Malík, F., Furdíková, K., Ruman, T., Malík, F., Cpin, P.: Abecedarium vini. 1. vyd. Bratislava Fedor Malík & syn 2017. 320 s. ISBN 978-80970863-3-6.

Významné publikácie v ostatných domácich a zahraničných časopisoch  
Experimentálne články

1. Drtilová, T., Furdíková, K., Timár, P., Špánik, I.: Produkcia majoritných látok sekundárnej arómy vína pomocou čistých kultúr kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae*. In Vinič a víno. Roč. 17, č. 5 (2017), s. 159-161. ISSN 1335-7514.

2. Furdíková, K., Ožvold, F., Žembeová, A.: Antioxidačné vlastnosti odrodových vín - vybrané novošľachtence vs. staré odrody. In Vinič a víno. Roč. 17, č. 1 (2017), s. 20-24. ISSN 1335-7514.

3. Furdíková, K., Muchová, L., Dubovská, M., Drtilová, T., Špánik, I.: TDN - petrolejový tón vo víne. In Vinič a víno. Roč. 17, č. 4 (2017), s. 122-123. ISSN 1335-7514.

4. Furdíková, K., Drtilová, T., Muchová, L., Špánik, I.: Estery hrozna a vína. Vinařský obzor 4 (2018), 192-196. ISSN: 1212-7884

5. Bálež, V., Furdíková, K., Timár, P.: Modelling of fermentative aromas during winemaking fermentation. Agriculture & Food 6 (2018), 1-6. ISSN 1314-8591

6. Timár, P., Furdíková, K., Bálež, V.: Concentration profiles of aroma compounds during winemaking, Agriculture & Food 6 (2018), 7-14. ISSN 1314-8591

7. Timár, P., Bálež, V., Furdíková, K.: Concentrations of higher alcohols during wine fermentation. In Agriculture & Food. 1. vyd. Burgas, Bulharsko: Science Events, 2019, S. 160-166. ISSN 1314-8591.

8. Drtilová, T., Bedeová, K., Machyňáková, A., Ďurčanská, K., Špánik, I., Furdíková, K.: Vplyv čistých kultúr kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* na senzorický profil ružových vín Cabernet Sauvignon. Vinič a víno 18, č. 5 (2018), 167-170. ISSN 1335-7514

9. Drtilová, T., Špánik, I., Furdíková, K.: Aromatický profil odrodového vína Zweigeltrebe. Vinič a víno 18, č. 1 (2018), 11-13. ISSN 1335-7514

10. Furdíková, K.: Prchavé kyseliny - prirodzená súčasť vína. In Vinařský obzor. Roč. 112, č. 2 (2019), s. 82-84. ISSN 1212-7884.

11. Furdíková, K., Ostrožovič, J.: Tokaj a tokajské vína. Vinařský obzor. Roč. 113, č. 7/8 (2020), s. 358-364. ISSN ISSN: 1212-7884.

Review

12. Furdíková, K.: Aromagram - grafické znázornenie arómy vína. In Vinič a víno. Roč. 17, č. 5 (2017), s. 164-165. ISSN 1335-7514.

13. Bálež, V., Timár, P., Furdíková, K., Ševčík, M.: Odstraňovanie kyslíka z bieleho vína vo vinárskom závode. Vinič a víno 17, č. 6 (2017), 192-194. ISSN 1335-7514.

14. Furdíková, K.: Choroby vína. Vinič a víno 18, č. 6 (2018), 197-199. ISSN 1335-7514

15. Kukučová, K., Ožvold, F., Furdíková, K.: Koncept terroir vo vinohradníctve a vinárstve. Vinič a víno 18, č. 4 (2018), 122-125. ISSN 1335-7514

16. Furdíková, K.: Prchavé kyseliny vo víne. *Vinič a víno* 18, č. 2 (2018), 52-53. ISSN 1335-7514
17. Ďurčanská, K., Furdíková, K.: Čisté kultúry kvasiniek: Curriculum vitae. *Vinič a víno* 18, č. 5 (2018), 171-173. ISSN 1335-7514
18. Furdíková, K.: Spôsoby šľachtenia čistých kultúr vínnych kvasiniek – selekcia, hybridizácia, GMY. *Vinařský obzor* 2 (2018), 77-79. ISSN: 1212-7884
19. Drtilová, T., Furdíková, K.: Víno a jeho kategorizácia. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 1 (2019), s. 20-21. ISSN 1335-7514.
20. Furdíková, K.: Zákaly vo víne. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 1 (2019), s. 12-15. ISSN 1335-7514.
21. Furdíková, K.: Špeciálne vína - Likérové vína. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 2 (2019), s. 55-59. ISSN 1335-7514.
22. Furdíková, K.: Špeciálne vína. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 2 (2019), s. 55-55. ISSN 1335-7514.
23. Furdíková, K.: "Špeciálne vína" Šumivé vína a sýtené vína. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 5 (2019), s. 160-164. ISSN 1335-7514.
24. Furdíková, K., Drtilová, T.: Špeciálne vína - vína spod kože. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 4 (2019), s. 126, príl.4, [5 s. ]. ISSN 1335-7514.
25. Furdíková, K.: Možnosti biologickej regulácie alkoholového kvasenia. In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 6 (2019), s. 192-195. ISSN 1335-7514.
26. Furdíková, K.: Môže prísť k premene kyseliny jablčnej na kyselinu mliečnu už počas fermentácie muštu, len pri použití ušľachtilých kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae*? In *Vinič a víno*. Roč. 19, č. 5 (2019), s. 171-171. ISSN 1335-7514.
27. Furdíková, K.: Bio verzus biodynamic. In *Vinařský obzor*. Roč. 112, č. 4 (2019), s. 190-191. ISSN 1212-7884.
28. Furdíková, K.: Víno a bolesť hlavy. In *Vinařský obzor*. Roč. 112, 7-8 (2019), s. 410-412. ISSN 1212-7884.
29. Furdíková, K.: Birza - křís. In *Vinařský obzor*. Roč. 112, č. 5 (2019), s. 242-243. ISSN 1212-7884.
30. Furdíková, K.: Chyby vína - zákaly. In *Vinařský obzor*. Roč. 112, č. 3 (2019), s. 138-141. ISSN 1212-7884.
31. Furdíková, K.: Alkohol(y) ako dôležitá súčasť hroznového vína. In *Vinič a víno*. Roč. 20, č. 1 (2020), s. 18-20. ISSN 1335-7514.
32. Furdíková, K.: Faktory ovplyvňujúce farbu vína. In *Vinič a víno*. Roč. 20, č. 2 (2020), s. 50-52. ISSN 1335-7514.
33. Furdíková, K.: Osmotolerancia a etanoltolerancia vínnych kvasiniek. *Vinič a víno*. Roč. 20, č. 5 (2020), s. 158-160. ISSN 1335-7514.
34. Furdíková, K.: Acetaldehyd a víno. *Vinič a víno*. Roč. 20, č. 6 (2020), s. 189-190. ISSN 1335-7514.

#### Významné príspevky na konferenciách

1. Furdíková, K., Ďurčanská, K., Ožvold, F., Žembeová, A.: Antioxidant characteristics and polyphenolic profile of varietal red wines - Slovak newly-bred vs. old varieties. In 40th World Congress of Vine and Wine, May 29th – June 2nd 2017, Sofia, Bulgaria: book of abstracts. 1. vyd. Sofia: OIV, 2017, S. 431-432. ISBN 979-10-91799-76-8.
2. Špánik, I., Furdíková, K.: Characterization of VOC profile of varietal Gewürztraminer wines using GCxGC-TOF-MS. In 41st International Symposium on Capillary Chromatography & the 14th GCxGC Symposium, May 15th-19th, 2017, Forth Worth, Texas USA. Texas : Wright's Media, 2017, S. [1].
3. Bajnociová, L., Špánik, I., Makyšová, K., Drtilová, T., Furdíková, K.: Influence of indigenous yeast strains *Saccharomyces cerevisiae* on secondary aroma of wine. In 44th Annual Conference on Yeast, May 2-5 2017, Smolenice, Slovakia : Program and Abstarcts. 1. vyd. Bratislava : Slovak Academy of Sciences, 2017, S. 46. ISSN 1336-4839.
4. Ďurčanská, K., Bajnociová, L., Olejníková, P., Malík, F., Furdíková, K. New strains *Saccharomyces cerevisiae* isolated from two different Slovak winegrowing regions. In 44th Annual Conference on Yeast, May 2-5 2017, Smolenice, Slovakia : Program and Abstarcts. 1. vyd. Bratislava : Slovak Academy of Sciences, 2017, S. 56. ISSN 1336-4839.
5. Drtilová, T., Bedeová, K., Špánik, I., Ďurčanská, K., Furdíková, K.: Impact of different pure cultures *Saccharomyces cerevisiae* on sensory profile of rosé Cabernet Sauvignon wines. In 45th Annual Conference on Yeast, 15-18 May 2018, SAS Congress Centre, Smolenice,

Slovakia: Program and abstracts. Bratislava: Slovak Academy of Sciences, 2018, S. 44. ISBN 1336-4839.

6. Ďurčanská, K., Muchová, L., Drtilová, T., Olejníková, P., Ženišová, K., Furdíková, K.: Autochthonous strains *Saccharomyces cerevisiae* isolated from *Vitis vinifera* - comparing three identification methods. In 45th Annual Conference on Yeast, 15-18 May 2018, SAS Congress Centre, Smolenice, Slovakia: Program and abstracts. Bratislava: Slovak Academy of Sciences, 2018, S. 46. ISBN 1336-4839.

7. Machyňáková, A., Khvalbota, L., Špánik, I., Furdíková, K.: The characterization of organic compounds in Tokaj wines using liquid-liquid extraction and GCxGC-HRTOF-MS. In 24th International Symposium on Separation Sciences (ISSS 2018) and 21st International Conference Analytical Methods and Human Health (AMHH 2018), Jasná, Slovakia, June 17-20, 2018 : Book of Abstracts. 1. vyd. Bratislava: Department of Analytical Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, 2018, S. 122. ISBN 978-80-971179-8-6.

8. Machyňáková, A., Thai, H. A., Khvalbota, L., Furdíková, K., Špánik, I.: Application of SPME-GCxGC-HRTOF-MS for characterization of aroma compounds in grapes, noble-rotten berries, musts and wines of Furmint variety. In 24th International Symposium on Separation Sciences (ISSS 2018) and 21st International Conference Analytical Methods and Human Health (AMHH 2018), Jasná, Slovakia, June 17-20, 2018 : Book of Abstracts. 1. vyd. Bratislava: Department of Analytical Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, 2018, S. 188. ISBN 978-80-971179-8-6.

9. Ďurčanská, K., Drtilová, T., Muchová [Bajnociová], L., Olejníková, P., Ženišová, K., Furdíková, K.: Autochthonous strains *Saccharomyces cerevisiae* isolated from *Vitis vinifera* in Czech and Slovak Republic. In XXVII. konference mladých mikrobiologů Tomáškovy dny 2018, Brno, ČR, 7.-8.6.2018. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2018, S. 79. ISBN 978-80-210-8963-1.

10. Vyvírska, O., Špánik I.: Efficiency of PDMS phase for sample preparation methods in wine analysis. In Sample treatment 2018. 3rd International Caparica Christmas Conference on Sample Treatment. 03rd – 06th December 2018. Caparica Portugal.

11. Bálež, V., Furdíková, K., Timár, P.: Modelling of fermentative aromas during winemaking fermentation. Lecture on International conference Agriculture and Food, Elenite, Bulgaria, June 21.-25. 2018. (online dostupné na <https://www.scientific-publications.net/en/article/1001612/>)

12. Timár, P., Furdíková, K., Bálež, V.: Concentration profiles of aroma compounds during winemaking, Poster on International conference Agriculture and Food, Elenite, Bulgaria, June 21.-25. 2018. (online dostupné na <https://www.scientific-publications.net/en/article/1001613/>)

13. Bálež, V., Timár, P., Furdíková, K., Pristaš, M.: Modelling of esters production during winemaking fermentation. Poster P1.147, 23rd International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA. Prague 25.-29.8.2018.

14. Bálež, V., Timár, P., Furdíková, K.: Kinetic model for aromatic compounds formation during wine fermentation. In Proceedings of the 7th International Conference on Chemical Technology. 1. vyd. Praha : Czech Society of Industrial Chemistry, 2019, S. 38-41. ISBN 978-80-88307-00-6.

15. Timár, P., Bálež, V., Furdíková, K.: Experimental investigation of higher alcohols concentration profiles during winemaking. In Proceedings of the 7th International Conference on Chemical Technology. 1. vyd. Praha: Czech Society of Industrial Chemistry, 2019, S. 72-77. ISBN 978-80-88307-00-6.

16. Drtilová, T., Ďurčanská, K., Špánik, I., Furdíková, K.: Aromatic profile of varietal wine Zweigeltrebe. In 42nd World Congress of Vine and Wine, 15.-19.7.2019, Geneva, Switzerland: Book of Abstracts. 1. vyd. Geneva: OIV, 2019, S. 456-457. ISBN 978-285-038-0105.

17. Ďurčanská, K., Drtilová, T., Kolek, E., Furdíková, K.: Aromatic profile of Riesling wines obtained by different inoculation strategies. In 42nd World Congress of Vine and Wine, 15.-19.7.2019, Geneva, Switzerland : Book of Abstracts. 1. vyd. Geneva : OIV, 2019, S. 447-448. ISBN 978-285-038-0105.

18. Furdíková, K., Machyňáková, A., Drtilová, T., Klemková, T., Ďurčanská, K., Špánik, I.: Healthy and noble-rotten grape berries from Tokaj - comprehensive study of volatile profile. In 42nd World Congress of Vine and Wine, 15.-19.7.2019, Geneva, Switzerland : Book of

Abstracts. 1. vyd. Geneva : OIV, 2019, S. 448-449. ISBN 978-285-038-0105.

19. Drtilová, T., Sosková, R., Špánik, I., Ďurčanská, K., Furdíková, K.: Influence of *Saccharomyces cerevisiae* on development of fermentative aromas in wine. In 46th Annual Conference on Yeasts 2019, 7.-10.5.2019, Smolenice. 1. vyd. Bratislava : Slovenská akadémia vied, Chemický ústav, 2019, S. 47-47. ISSN 1336-4839.

20. Ďurčanská, K., Olejníková, P., Furdíková, K.: Development of supplementary MALDI-TOF MS database as a tool for identification of wine yeasts. In 46th Annual Conference on Yeasts 2019, 7.-10.5.2019, Smolenice. 1. vyd. Bratislava : Slovenská akadémia vied, Chemický ústav, 2019, S. 48-48. ISSN 1336-4839.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky základného výskumu realizovaného v rámci riešenia projektu majú množstvo ďalších uplatnení, a to vo vedeckej, praktickej i štátnej sfére. Mnohé z dosiahnutých výsledkov sú unikátne a v danej oblasti výskumu úplne nové a môžu sa stať podkladom pre ďalšie štúdie a nové experimenty. Nové validované metodiky vyvinuté počas riešenia projektu môžu byť aplikované v rámci ďalších vedeckých projektov zameraných na kvalitu vína ale aj na analýzu iných komodít. Zistené markery a podrobné fingerprinty (vrátane enantiomérmeho pomeru rôznych chirálnych zlúčenín) vín rôznych typov, štýlov, odrôd a geografického pôvodu môžu byť využité pri stanovení autenticity vzoriek existujúcich vín so sporným pôvodom (botanickým, odrodovým, geografickým, technologickým). Navrhnutý postup autentifikácie tiež možno aplikovať na ďalšie skupiny vín a rozšíriť tak vedomosti o konkrétnych skupinách vín aj o vínach všeobecne. Vylepšenie postupu izolácie, identifikácie a charakterizácie nových kmeňov kvasiniek zefektívnil získavanie nových kvasinkových kultúr využiteľných v ďalšom výskume ale aj v praxi. Vlastnosti autochtónnych kmeňov kvasiniek a poznatky o ich správaní pri rôznych podmienkach fermentácie sú priamo uplatniteľné vo výrobnnej praxi. Výsledky riešenia projektu sa stali súčasťou podkladov pre vzdelávanie v rôznych predmetoch zameraných na biotechnológie, fermentačné technológie, enológiu a analytickú chémiu. Okrem iného sú tiež súčasťou podkladov pre novú slovenskú vinársku legislatívu, ktorá sa v súčasnosti tvorí.

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

Riešenie projektu bolo zamerané na charakterizáciu látok vytvárajúcich senzorický profil vína a elementov, ktoré na vytváranie tohto profilu vplývajú. Najmodernejšími technikami HPLC, GC-MS, GCxGC a GC(MS)-enantioGC-FID sa posudzoval vplyv lokality, odrody i technológie výroby na jednotlivé senzorické zložky vína, najmä však na jeho chuťový a aromatický profil. Sledoval sa vplyv jednotlivých krokov technológie výroby vína (od hrozna až po hotový produkt) vrátane sledovania vplyvu kmeňa použitých kvasiniek a fermentačných podmienok, ale tiež vplyv odrody a lokality na profil vína typického pre danú oblasť. Metódou SPME-GCxGC TOF MS a následným štatistickým spracovaním dát boli vytvorené fingerprinty profilu prchavých látok pre vína rôznych odrôd, vrátane novošľachtencov, tokajských odrodových aj tradičných botrytických vín. Pri tokajských vínach bol ako nástroj zlepšujúci možnosť autentifikácie využitý enantiomérmý pomer vybraných prchavých chirálnych zlúčenín. K charakterizácii typického senzorického prejavu tokajských vín prispela tiež štúdia zameraná na podrobný opis prchavého profilu zdravého hrozna a cibéb. Výsledky projektu boli publikované prostredníctvom 10 (+1 akceptovaný) CC/SCOPUS článkov, 48 článkov v domácich a zahraničných recenzovaných odborných časopisoch a boli tiež formou 25 príspevkov prezentované na konferenciách. Čiastkové výsledky výskumu podporeného týmto projektom boli publikované v 2 odborných monografiách. V súvislosti s riešením projektu vzniklo 23 diplomových a 15 bakalárskych prác. Na riešení projektu sa svojimi doktorandskými prácami podieľalo 7 PhD. študentov a 2 práce boli v čase trvania projektu úspešne obhájené.

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

The solution of the project was focused on the characterization of the substances responsible for the sensory profile of wine and the elements that influence the creation of this profile. The state-of-the-art HPLC, GC-MS, GCxGC and GC (MS)-enantioGC-FID techniques were used to assess the influence of locality, grapevine variety and production

technology on individual sensory components of wine, but especially on its flavour and aromatic profile. The influence of individual steps of wine production technology (from grapes to the final product) was monitored, including the influence of used yeast strain and fermentation conditions, but also the influence of variety and location on the wine profile typical of the area. Fingerprints of the profile of volatile substances for wines of various varieties, including new Slovak varieties, Tokaj varieties and traditional botrytic wines, were created by the SPME-GCxGC TOF MS method and subsequent statistical data processing. In Tokaj wines, the enantiomeric ratio of selected volatile chiral compounds was used as a tool to improve the possibility of authentication. A study focusing on a detailed description of the volatile profile of healthy and noble-rotten grapes also contributed to the characterization of the typical sensory expression of Tokaj wines. The results of the project were published through 10 (+1 accepted) CC / SCOPUS articles, 48 articles in domestic and foreign peer-reviewed professional journals and were also presented at conferences in the form of 25 papers. Partial results of the research supported by this project were published in 2 monographs. In connection with the solution of the project, 23 diploma and 15 bachelor's theses were created. 7 PhD students took part in solving the project, 2 of them successfully graduated.