

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0212****Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Zuzana Ciesarová, 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 v Bratislave
Slovenská technická univerzita, Fakulta chemickej a potravinárskej chémie v Bratislave, Ústav potravinárstva a výživy

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

bez zahraničnej spolupráce

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

Úžitkový vzor č. 9269 Spôsob výroby pufovaných produktov so zníženým obsahom akrylamidu, pôvodcovia: Ciesarová, Z. – Murín, J. – Kukurová, K. – Jelemenská, V., zapísaný dňa 21.7.2021, Úrad priemyselného vlastníctva SR, stav: udelené osvedčenie
Prihláška úžitkového vzoru č. 175-2021 Spôsob výroby ovocných a/alebo zeleninových preparátov so zníženým potenciálom tvorby akrylamidu, pôvodcovia: Ciesarová, Z. – Kukurová, K. – Jelemenská, V., podaná dňa 29.11.2021, Úrad priemyselného vlastníctva SR, stav: v konaní

Prihláška patentu č. EP20214658.5 Method for the production of puffed products with reduced acrylamide content, pôvodcovia: Ciesarová, Z. – Murín, J. – Kukurová, K. – Jelemenská, V., zverejnená dňa 14.7.2021, European Patent Office, stav: zverejnená

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

Vedecké publikácie v karentovaných časopisoch:

1. Constantin, O. E., Kukurová, K., Daško, L., Stanciuc, N., Ciesarová, Z., Croitoru, C., Rapeanu, G.: Modelling contaminant formation during thermal processing of sea buckthorn purée. *Molecules*, 2019, 24 (8), 1571. doi:10.3390/molecules24081571. Impact Factor: 3,06. Citations until 2021: 5
2. Burčová, Z., Kreps, F., Schmidt, Š., Strižincová, P., Jablonský, M., Ház, A., Šurina, I.: The antioxidant activity, tocopherols and phenols contents of organic grapevine. *BioResources*, 2019, 14 (3), p. 4146 – 4156. doi: 10.15376/biores.14.2.4146-4156. Impact Factor: 1.396. Citations until 2021: 6
3. Burčová, Z., Kreps, F., Grivnová, P., Strižincová, P., Ház, A., Jablonský, M., Šurina, I., Schmidt, Š.: Spruce bark as a source of antioxidant active substances. *BioResources*, 2019,

14 (3), p. 5980-5987. doi: 10.15376/biores.14.3.5980-5987. Impact Factor: 1.396. Citations until 2021: 3

4. Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., Belajová, E., Kukurová, K., Daško, Ľ., Panovská, Z., Revenco, D., Burčová, Z.: Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Research International*. Vol. 133, (2020), s. [1-18], art. no. 109170. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109170. Impact Factor: 4.972. Citations until 2021: 35

5. Janotková, L., Potočnáková, M., Kreps, F., Krepsová, Z., Ácsová, A., Ház, A., Jablonský, M.: Effect of Sea Buckthorn Biomass on Oxidation Stability and Sensory Attractiveness of Cereal Biscuits. *BioResources*. Vol. 16, iss. 3 (2021), s. 5097-5105. doi: 10.15376/biores.16.3.5097-5105. Impact factor: 1.614. Citations until 2021: 0

6. Kreps, F., Dubaj, T., Krepsová, Z.: Accelerated oxidation method and simple kinetic model for predicting thermooxidative stability of edible oils under storage conditions. *Food Packaging and Shelf Life*. Vol. 29, (2021), s. [1-6], art. no. 100739. doi: 10.1016/j.foodres.2021.100739. Impact factor: 6.429. Citations until 2021: 1

7. Ciesarová, Z., Kukurová, K., Torbica, A., Belovic, M., Horváthová, J., Daško, Ľ., Jelemenská, V.: Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural in thermally treated non-wheat flours and respective breads. *Food Chemistry*. Vol 365 (2021), art. no. 130491. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.130491. Impact factor: 7,514. Citations until 2021: 2

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu boli uplatnené u odberateľov výsledkov:

PD Tvrdošovce (EXATA Group) - pestovateľ rakytníka zabezpečil zber vzoriek rakytníka rešetliakového v pravidelných intervaloch počas zberovej sezóny počas troch rokov (2019-2021), podrobné charakteristiky plodov v jednotlivých fázach zrelosti boli využité pre optimalizáciu zberu plodov. Vedľajšie produkty spracovania rakytníka boli na základe poskytnutých informácií a výsledkov zhodnotené pri vývoji nových produktov (rakytníkové tinktúry, funkčné cereálne výrobky s vyšším obsahom bioaktívnych látok vďaka obsahu vedľajších produktov rakytníka)

Mlyn Kolárovo, a.s. - poskytnuté mlynské výrobky na prípravu produktov s obsahom rakytníka boli charakterizované z hľadiska zloženia a obsahu prekurzorov tvorby akrylamidu. Informácie o zložení aminokyselín umožnili selektovať múky s nízkym potenciálom tvorby akrylamidu.

Celpe, s.r.o., Očová: v spolupráci s odberateľom výsledkov boli prevádzkovo testované nové postupy na zníženie tvorby akrylamidu v cereálnych pufovaných výrobkoch s prídavkom aj bez prídavku vedľajších produktov rakytníka. Verifikované postupy boli predmetom prihlášok ochrany duševného vlastníctva, a to formou úžitkového vzoru č. 9269 zapísaného v Registri Úradu priemyselného vlastníctva SR a prihlášky európskeho patentu č. EP20214658.5, ktorý bol zverejnený v *European Patent Bulletin* 2021/28, published 14/07/2021, s. 221-222.

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

Projekt realizovaný na pracovisku NPPC VÚP v spolupráci s FCHPT STU v Bratislave bol zameraný na identifikáciu, charakterizáciu a stabilizáciu bioaktívnych látok rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách. Aplikovaný výskum od pestovania, spracovania a výroby inovatívnych druhov potravinárskych výrobkov s rakytníkom bol realizovaný v spolupráci s PD Tvrdošovce, Celpe, s.r.o., Očová a Mlyn Kolárovo, a.s. Vstupná surovina plodov rakytníka rešetliakového odrody Leikora z rakytníkového sadu PD Tvrdošovce bola počas 3 sezón podrobne charakterizovaná v rámci celej doby riešenia projektu (2018-2021). Na základe analýzy obsahu biologicky cenných zložiek (vitamínov, flavonoidov, polyfenolov a ďalších zložiek s antioxidačným účinkom) a morfológických a senzorických parametrov boli charakterizované a porovnávané jednotlivé štádiá zrelosti a odporúčania pre zber a následné spracovanie plodov. Osobitná pozornosť bola venovaná možnostiam využitia vedľajších produktov z výroby rakytníkového šťavy, ktoré sú hodnotným zdrojom bioaktívnych látok. Boli vyvinuté nové receptúry pre cereálne výrobky s cieľom zvýšenia nutričnej hodnoty a charakterizácie výsledného obsahu biologicky cenných zložiek vo výrobkoch počas spracovania a skladovania. Kompozitné zmesi múk pozostávajúce z cereálnych, pseudocereálnych a strukovínových múk s

prídavkom jemne mletého sušeného rakytníka boli použité na prípravu nových produktov (chlieb, koláče, sušienky a pufované chlebíky) so zvýšeným obsahom vlákniny, proteínov a ďalších zdraviu prospešných zložiek. Produkty boli charakterizované z hľadiska kvality, nutričnej hodnoty a prítomnosti bioaktívnych látok, ale tiež z hľadiska obsahu kontaminantov vznikajúcich pečením výrobkov. Zistilo sa, že niektoré druhy obilnín (najmä raž a ovos) ako aj rakytníkové výlisky sú významným potenciálnym zdrojom nežiaduceho akrylamidu. V ďalšom kroku bol preto navrhnutý inovatívny spôsob enzymatickej predúpravy výliskov rakytníka a múk pomocou asparaginázy, ktorý viedol k účinnej eliminácii vzniku nežiaducich procesných kontaminantov počas pečenia. Spôsoby získania surovín s nízkou dispozíciou pre vznik akrylamidu boli uplatnené ako úžitkové vzory na ÚPV SR, resp. ako prihláška európskeho patentu. Počas projektu vzniklo 7 vedeckých publikácií v zahraničných impaktovaných časopisoch s celkovým ohlasom 52 citácií, 29 príspevkov v odborných časopisoch a zborníkoch na Slovensku, 27 príspevkov na zahraničných konferenciách uverejnených v zborníkoch, 1 zapísaný úžitkový vzor v SR, 1 prihláška európskeho patentu a 1 prihláška úžitkového vzoru v SR, 5 nových výrobkov, 1 overená technológia, 10 diplomových prác, vznikli 2 doktorandské miesta, boli realizované 3 doktorandské práce, z toho 1 obhájená, bolo zverejnených 5 elektronických dokumentov, usporiadaných 15 popularizačných aktivít, bolo podaných 5 žiadostí o nové projekty v rámci SR, z toho 3 boli podporené, a 4 žiadosti medzinárodných COST projektov, z toho 1 bol podporený a boli realizované ďalšie formy medzinárodnej spolupráce i spolupráce s podnikateľským sektorom. Kolektív riešiteľov NPPC VÚP pod vedením Ing. Zuzany Ciesarovej, PhD. spolu s realizátorom projektu Celpo, s.r.o., Očová, získal Cenu za transfer technológií na Slovensku 2020 v kategórii Inovácia. Za systematický prístup k transferu technológií boli nominovaní v kategórii Inovátor/Inovátorka aj v roku 2021.

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

The project implemented at the NPPC VÚP in cooperation with FCHPT STU in Bratislava was focused on the identification, characterization and stabilization of sea buckthorn bioactive substances and their application in functional foods. Applied research from the cultivation, processing and production of innovative types of food products with sea buckthorn was carried out in cooperation with PD Tvrdošovce, Celpo, s.r.o., Očová and Mlyn Kolárovo, a.s. The input raw material of sea buckthorn fruits Leikora from the sea buckthorn orchard PD Tvrdošovce was characterized in detail during 3 seasons of the project period (2018-2021). Based on the analysis of the content of biologically valuable components (vitamins, flavonoids, polyphenols and other components with antioxidant effect) and morphological and sensory parameters, the individual stages of ripeness and recommendations for fruit collection and subsequent processing were characterized. Special attention was paid to the possibilities of using by-products from the production of sea buckthorn juice, which are a valuable source of bioactive substances. New recipes for cereal products have been developed in order to increase the nutritional value and characterization of the resulting content of biologically valuable ingredients in the products during processing and storage. Composite flour mixtures consisting of cereal, pseudocereal and legume flours with the addition of finely ground dried sea buckthorn were used to prepare new products (bread, cakes, biscuits and puffed breads) with increased fiber, protein and other health-promoting ingredients. The products were characterized in terms of quality, nutritional value and the presence of bioactive substances, but also in terms of the content of contaminants generated by baking products. Certain cereals (especially rye and oats) as well as sea buckthorn expellers have been found to be a significant potential source of undesirable acrylamide. In the next step, therefore, an innovative method of enzymatic pretreatment of sea buckthorn and flour with asparaginase was proposed, which led to the effective elimination of the formation of undesirable process contaminants during baking. Methods of obtaining raw materials with a low disposition for the formation of acrylamide were used as utility models at the Industrial Property Office of the Slovak Republic, resp. as a European patent application. During the project, 7 scientific publications were published in foreign impact journals with a total response of 52 citations, 29 papers in professional journals and proceedings in Slovakia, 27 papers at foreign conferences published in proceedings, 1 registered utility model in the Slovak Republic, 1 European patent application and 1 utility model application in the Slovak Republic, 5 new products, 1 proven technology, 2 doctoral

positions were created, 3 doctoral theses were performed, 1 of which was defended, 10 diploma theses were conducted, 5 electronic documents were published, 15 popularization activities were organized, 5 applications for new projects within the Slovak Republic were applied, of which 3 were supported, and 4 applications of international COST projects, of which 1 was supported and other forms of international cooperation and cooperation with the business sector were performed. The team of NPPC VÚP researchers led by Ing. Zuzana Ciesarova, PhD. together with the implementer of the Celpo project, s.r.o., Očová, won the Technology Transfer Award in Slovakia 2020 in the Innovation category. They were nominated in the Innovator category in 2021 for their systematic approach to technology transfer.