

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/208



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L4-4322
Naslov projekta	Navadno volčje jabolko (<i>Physalis alkekengi</i> L.) kot surovina za izdelavo rastlinskega dodatka z zeaksantinom h krmilom kokoši nesnic
Vodja projekta	15461 Breda Simonovska
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4218
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	104 Kemijski inštitut
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	416 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije 489 Emona, Razvojni center za prehrano, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.05 Druge kmetijske vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Izomerna karotenoida zeaksantin in lutein sta oba enako pomembna kot esencialna mikronutrienta za človeka, v prvi vrsti odgovorna za dober vid, vendar tudi z nekaterimi drugimi blagodejnimi učinki na zdravje, kar je v svetu predmet intenzivnih raziskav. Vsebnost zeaksantina v večini vrst zelenjave in sadja kot glavnih izvorov karotenoidov v človeški prehrani je mnogo nižja kot

vsebnost luteina, zato je težje pokriti potrebe po njem. Dodatno lahko vodi do pomanjkanja obeh spojin in posledično do težav z zdravjem tudi neustrezen izbor živil oziroma umetno osiromašena živila. Pomanjkanje je lahko tako resno, da so se nedavno na tržišču pojavila prehranska dopolnila z luteinom, pa tudi z zeaksantinom.

Jajčni rumenjaki so lahko dragocen vir luteina in zeaksantina, ker je biološka dostopnost obeh spojin iz kokošjih rumenjakov bistveno večja v primerjavi z zelenjavo in s sadjem. Na žalost pa se zelena intenzivno rumena barva rumenjakov v industrijski proizvodnji jajc dandanes največkrat dosega z dodajanjem sintetskih karotenoidov v krmo, ki nima pozitivnega vpliva na delovanje rumene pege v očesu. Zaradi tega smo želeli najprej proučiti vsebnost karotenoidov v jajcih na slovenskem tržišču, kar bi služilo tudi za ozaveščanje javnosti o kakovosti jajc glede karotenoidov. Za nadaljnje delo pa smo predlagali raziskovanje možnosti obogatitve kokošjih rumenjakov z zeaksantinom in β -kriptoksantinom. Kot surovino za proizvodnjo prehranskega dodatka z zeaksantinom in β -kriptoksantinom smo za obogatitev kokošje krme predlagali rastlino navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.), ki je predvsem znana okrasna trajnica. Njen oranžno obarvani plod (jagoda) in lampijonu podoben oranžen ovoj njega (botanično povečana čaša) sta bogat izvor zeaksantina kot glavnega karotenoida. Vsebujeta tudi veliko β -kriptoksantina, ki je provitamin A. Želeli smo pokazati, da ta rastlinski material lahko služi za pridobivanje zeaksantina podobno kot žametnica (*Tagetes erecta* L.), za pridobivanje luteina v nekaterih državah v svetu, nekoliko pa tudi pri nas v Sloveniji. To je bila prva raziskava v svetu o uporabnosti te rastline kot izvora ksantofilov zeaksantina in β -kriptoksantina za dodajanje v kokošjo krmo.

Glavni cilj raziskave je bil, da pokažemo, kako je z ustreznim krmljenjem kokoši možna proizvodnja specialnih jajc z rumenjaki obogatenimi z zeaksantinom (in β -kriptoksantinom), ki izvira iz rastline navadno volčje jabolko. Takšna jajca imajo pomembno dodano vrednost za človeško zdravje in lahko pomagajo v boju proti nezaslužnemu slabemu slovesu jajc, da prispevajo k povišanju holesterola v krvi. Resnica je, da so kokošja jajca bogat izvor dragocenih makro- in mikrohranil in je zmerno uživanje visokokakovostnih jajc nujni del sodobnega prehranjevanja.

ANG

The isomeric carotenoids zeaxanthin and lutein are both equally important and essential micronutrients in humans, responsible at the first place for good vision but also with some other beneficial health effects which has been intensively studied in the world. The content of zeaxanthin in most vegetables and fruits as the main source of carotenoids in human nutrition is much lower than the content of lutein, so it is more difficult to cover the needs of it in the human diet. Additionally, the unconscious diet (or foods artificially made deficient!) can lead to deficiencies of both compounds and consequently to health problems. The deficiencies are so serious that food supplements mostly with lutein but also with zeaxanthin appeared recently on the market. Egg yolk can be a precious source of lutein and zeaxanthin since the bioavailability of both compounds from chicken yolks is far superior compared to vegetables and fruits. However, the desired intensive yellow colour of yolk in industrial production of eggs is nowadays mostly achieved with other, mostly synthetic carotenoids which are without positive effects on our macula. For this reason, we will firstly investigate the content of carotenoids in eggs on the Slovenian market, which will serve to make public awareness about the quality of eggs regarding carotenoids. For our further work we propose the research of the enrichment of chicken yolks with zeaxanthin. As the raw material for the production of a plant supplement with zeaxanthin for fortifying poultry feed we propose the plant chinese lantern (*Physalis alkekengi* L.), which is before all known as a perennial ornamental plant. Its intensive orange colored fruit and the lanternlike orange bladders (calices) around it are a rich source of carotenoid zeaxanthin as the main carotenoid. They contain also a lot of β -cryptoxanthin, a carotenoid with provitamin A activity. We want to show that this plant material could be used for production of zeaxanthin similar to marigold (*Tagetes erecta*) which is nowadays plantation cultivated in many countries in the world (and also a bit in Slovenia) for production of lutein. This will be the first research in the world on the potentials of this plant for use in poultry feeding. The main goal is to show that the production of such designer eggs – with zeaxanthin enriched yolk is possible with the special feeding of hens. Such eggs will have a remarkable added value for human health and can contribute to battle the undeserved bad reputation of eggs as elevator of blood cholesterol. The truth is that the chicken egg is a rich source of various precious macro- and micronutrients and a moderate consumption of high quality eggs is indispensable in the modern diet.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Hipoteza naše raziskave je bila, da lahko jagoda in povečana čaša okrasne rastline navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.) s svojo visoko vsebnostjo zeaksantina in β -kriptoksantina služita za obogatitev kokošjih jajc s tema koristnima spojinama. Čeprav je obogatitev rumenjakov z luteinom biološko zelo zaželeno in dandanes prevladuje v proizvodnji jajc, lutein ne daje zadovoljive intenzivne barve rumenjaka, ampak bolj blede rumeno. Predpostavljali smo, da se bo zeaksantin zaradi svojih spektralnih karakteristik v tem pogledu bolje odrezal, kar se je kasneje s poskusom potrdilo. Nadaljnja prednost obogatitve rumenjakov z zeaksantinom v primerjavi z luteinom je tudi ta, da je deficit zeaksantina v prehrani mnogo večji zaradi nižje vsebnosti v rastlinskih živilih, čeprav obe spojini izkazujeta podobno biološko pomembnost.

Strukturno izomerni spojini zeaksantin in lutein, ki sta v ožjem pomenu tega pojma sta ksantofila, to je karotenoida z vezanim kisikom, sta normalni sestavini rumenjaka prosto živečih kokoši (malo pa je tudi β -kriptoksantina). Lutein in zeaksantin lahko delujeta kot antioksidanta in lovilca prostih radikalov. Ti lastnosti izvirata iz njune kemijske strukture, za katero je značilna relativno dolga veriga konjugiranih dvojnih vezi ogljika. Obe spojini delujeta kot filtra modre svetlobe in s tem preprečujeta okvare občutljivih spojin (n.pr. beljakovin) v očesih. Lutein in zeaksantin sta bila kot edina karotenoida najdena v mrežnici človeškega očesa, največja koncentracija, posebno še zeaksantina, je bila najdena v rumeni pegi (macula lutea). Obe spojini sta bili najdeni tudi v drugih tkivih (kri, jetra, jajčniki itd) in njuna vloga v organizmu, posebno pri preprečevanju bolezni, je predmet številnih raziskav v svetu. Tudi sorodnemu β -kriptoksantinu pripisujejo ugoden vpliv na človeško zdravje, za razliko od prvih dveh pa je tudi provitamin A.

Jajce ekološko vzgajanih kokoši vsebuje povprečno okrog 0,4 mg luteina, okrog 0,3 mg zeaksantina in približno 0,02 mg β -kriptoksantina, pri čemer je glavni vir ksantofilov v krmilih koruza. Krmljenje samo z rumeno koruzo ne bi zadostovalo za visoko vsebnost navedenih ksantofilov v rumenjaku ekološko vzgajanih kokoši, potrebna je tudi zelena paša. Beta-karoten kokoši v veliki meri transformirajo v vitamin A, zato ga je v rumenjaku zanemarljivo malo, čeprav je prisoten v krmi. Jajčni rumenjaki bi lahko pomemben vir zeaksantina in β -kriptoksantina v prehrani. Ocenjujejo, da je v povprečno zadovoljivi človeški prehrani minimalno potrebni dnevni vnos luteina, oziroma luteina in zeaksantina skupaj, okrog 2 mg. Dodatno je pomembna visoka biološka uporabnost ksantofilov iz jajc v primerjavi z zelenjavo in sadjem. To je verjetno povezano z relativno visoko vsebnostjo maščob, ki pomagajo pri transportu karotenoidov skozi prebavni trakt ter pri njihovi absorpciji. Vnos 6 mg luteina dnevno iz prehranskih dopolnil je bilo priporočeno kot preventiva pred starostno degeneracijo rumene pege (boleznijo, ki je na stara leta glavni povzročitelj slepote) in katarakte. Vendar pa je najbolj pomembno vse življenje ravnati preventivno in skrbeti za zadovoljiv vnos karotenoidov.

Lutein za proizvodnjo krmilnih dodatkov se dandanes pridobiva iz žametnice (*Tagetes erecta*), ki se plantazno vzgaja v Indiji, na Kitajskem, v Peruju in v Mehiki kot glavnih svetovnih proizvajalcih. V industrijski proizvodnji jajc se zelena intenzivno rumena barva rumenjaka dandanes dosega z rutinskim dodajanjem karotenoidov h krmi nesnic. V dodatkih so vedno prisotni tudi sintetski ksantofili (kantaksantin, citranaksantin, etilni ester β -apo-8'-karotenojske kisline), ki pa ne morejo nadomestiti vseh bioloških funkcij luteina in zeaksantina v človeškem organizmu.

Prva naloga projekta je bila analiza ksantofilov v rumenjakih v jajcih s tržišča v R. Sloveniji glede na način reje kokoši nesnic, tako glede kvalitativne kot tudi kvantitativne sestave, kar do sedaj ni bilo narejeno. Za izvedbo te naloge smo najprej razvili sodobno metodo za analizo ksantofilov v rumenjaku s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti. Z analizo 64 vzorcev jajc s tržišča v R. Sloveniji smo pridobili potrebne podatke za primerjavo z našimi dosežki pri poskusih na kokoših. Ugotovili smo, da so glede vsebnosti karotenoidov jajca iz baterijske reje celo bolj kvalitetna kot jajca iz ekološke reje, saj so povprečno vsebovala 2,11 mg/100 g, ekološka jajca pa 1,75 mg/100 g luteina (vsebnost zeaksantina je bila 0,84 in 0,90 mg/100g rumenjaka). Še huje je, da je kar nekaj vzorcev jajc iz ekološke reje vsebovalo tudi sintetske karotenoide kantaksantin in etil-8'-apo- β -karoten-8'-oat, ki pa ju je bilo v jajcih baterijske reje še izdatno več, ker se z njimi doseže zelena obarvanost rumenjaka. Najmanj je bilo v jajcih β -kriptoksantina. Rekordna vrednost je bila 0,11 mg/100 g v vzorcu jajc iz ekološke reje, sicer pa je bila ali pod mejo detekcije (0,02 mg/100 g rumenjaka ali malo nad njo).

Cilj naših raziskav je bila obogatitev rumenjaka z zeaksantinom in β -kriptoksantinom, pri čemer smo kot izvor teh ksantofilov uporabili rastlino navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.), ki je sicer že stoletja v uporabi v tradicionalni kitajski medicini kot cela rastlina, ni pa podatkov o tem, da bi se kje v svetu uporabljala za pridobivanje zeaksantina in β -kriptoksantina in za

obogatitev rumenjakov. V okviru predlaganega projekta sta bila glavni predmet raziskovanja ksantofila zeaksantin in β -kriptoksantin, vendar smo naredili tudi pregled in kemijsko karakterizacijo drugih spojin v jagodi in v oranžno obarvani povečani čaši s sodobnimi kromatografskimi tehnikami (triterpenoidi, flavonoidi, sladkorji). *Physalis alkekengi* L. (slovenska imena: navadno volčje jabolko, kapska kosmulja, fizalis, kitajska laterna ali zemeljska češnja) botanično pripada družini razhudnikovk (Solanaceae). Je trajnica, ki prezimi s podzemnimi deli. Zanimalo nas je tudi, katera sorta rastline navadno volčje jabolko je najbolj primerna zaradi visoke vsebnosti ksantofilov (od treh testiranih sort je najboljši rezultat dala *Physalis alkekengi* var. *francheti*), v kakšnih pogojih rasti se dobi največji pridelek plodov z ovojnicami, v kakšnih pogojih sušenja se dobi najboljši izplen zeaksantina ter kako stabilni so ksantofili v rastlinskem materialu, pa tudi v dodatku za krmila ter v krmilu. Zeaksantin in β -kriptoksantin se v jagodi in povečani čaši nahajata zaestrena z nasičenimi višjimi maščobnimi kislinami, največ je palmitinske, podobno kot lutein v žametnici (*Tagetes erecta* ali *Tagetes patula*). Izvedli smo dve študiji, vsakokrat na 30 kokoših nesnicah, ki smo jih razdelili v 6 skupin po pet kokoši, ena skupina je bila kontrolna, ostale pa so dobivale krmo obogateno s ksantofili v naraščajoči dozi. Prva študija je trajala en mesec, dodatek v krmo je bil enostaven zmlet rastlinski material. Pri dodatku 100 mg zeaksantina na kg krme (in okrog petkrat manj β -kriptoksantina) v obliki zmletih jagod in povečanih čaš, ki so skupaj vsebovali 0,5 g zeaksantina v 100 g rastlinskega materiala, smo dobili maksimalno 3 mg/100 g zeaksantina v rumenjaku (povprečno 2,57 mg/100 g) in celo 0,95 mg/100 g β -kriptoksantina (povprečno 0,74 mg/100 g), kar močno presega vsebnosti teh spojin, ki jih izkazujejo jajca na tržišču R.Slovenije. Povprečna obarvanost teh rumenjakov je bila 13 na lestvici od 1 do 15 po metodi obarvane pahljače po Rochu, kar potrjuje tudi našo domnevo, da ob uporabi zeaksantina in β -kriptoksantina v dodatkih za kokošjo krmo sintetski ksantofili ne bi bili potrebni. Ugotovili smo izplen transfera zeaksantina in β -kriptoksantina iz krme v rumenjake pri različnih dozah dodatka v krmo. Izplen je bil odvisen od uporabljene doze dodatka in je znašal za zeaksantin od 13,8% pri dozi 14 mg/kg in samo 3,4% pri dozi 106 mg/kg. krme. Pri β -kriptoksantinu je izplen znašal 14,3% pri dozi 2,8 mg/kg in 5,4% pri dozi 21,2 mg/kg krme. Predpostavljamo, da bi se pri primerni kemijski predelavi rastlinskega materiala ta izplen lahko povečal in s tem tudi ekonomičnost, ker bi bile potrebne nižje doze za enak učinek, vendar so za doseganje tega cilja potrebne nadaljnje raziskave. Ksantofili v zmletem rastlinskem materialu dodanem h krmi so bili stabilni ves čas študije, kar je bilo pozitivno presenetljivo in bi bilo treba dodatno proučiti, zakaj je bilo tako. Ker smo v prvi študiji ugotovili, da obstaja individualna sposobnost nesnic za prenos ksantofilov v rumenjake, smo naslednjo dvomesečno študijo izvedli tako, da je različni obliki preparata vsakokrat dobila ista nesnica. Prva oblika dodatka je bila narejena po ekstrakciji estrov obeh spojin iz rastlinskega materiala in predelavi v primerno obliko za dodajanje v krmilo; druga oblika dodatka pa je bila nevezani zeaksantin in β -kriptoksantin po saponifikaciji obeh estrov po njihovi izolaciji iz rastlinskega materiala in predelavi v dopolnilo h krmi. Za ekstrakcijo ksantofilov iz rastlinskega materiala smo uporabili tehniko s superkritičnim CO₂. Študirali smo pogoje za optimalno ekstrakcijo in izplen suhega ekstrakta ter ksantofilov v njem. Ugotovili smo, da je za večjo stopnjo čistote ksantofilov potrebno vključiti vsaj še en tehnološki korak, saj je bilo prisotnih še veliko primesi. Nujno potreben je dodatek antioksidantov pri pripravi karotenoidnih preparatov verjetno pa tudi že med ekstrakcijo, saj je slaba obstojnost ksantofilov v preparatih precej kompromitirala drugo študijo na kokoših, zaradi izgub pri predelavi pa je bila tudi vsebnost ksantofilov nižja kot pri dodajanju zmletega rastlinskega materiala. Žal so bile izgube obeh proučevanih karotenoidov v krmi pripravljene z nesaponificiranimi karotenoidi do 1/3, v primeru saponificiranih karotenoidov pa do 2/3 v krmi v času krmljenja kokoši. Ocenili smo, da je bila dostopnost zeaksantina in β -kriptoksantina kokošim direktno iz fizalisa in iz preparata z nesaponificiranimi ksantofili približno enaka. Opazili smo poslabšanje nesnosti v času hranjenja s preparatom s saponificiranimi ksantofili (možni vzroki: hladno vreme, slaba vitalnost živali, spojine, ki se sprostito s saponifikacijo in motijo nesnost, itd.).

Gljučna ugotovitev našega raziskovanja je, da je navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.var. *francheti*) zelo primerna surovina za pridobivanje ksantofilov zeaksantina in β -kriptoksantina. Obe spojini imata široko področje uporabe: v živilski industriji, ker sta naravni in dovoljeni barvili za živila, za pripravo funkcionalnih živil, kamor lahko prištevamo tudi obogatena jajca, za pripravo prehranskih dopolnil za ljudi ter dodatkov za hrano za živali. S študijo na kokoših smo pokazali, da se z uporabo zmletega rastlinskega materiala lahko zelo poveča vsebnost sicer deficitarnih ksantofilov v jajcih. Menimo, da bi imelo pridobivanje zeaksantina in β -kriptoksantina iz navadnega volčjega jabolka zanesljivo tržišče v svetu. Rastlina ni na listi

zdravilnih rastlin dovoljenih za uporabo v EU, zato mletih jagod in povečanih čaš navadnega volčjega jabolka (*Physalis alkekengi* L.var. francheti) direktno ni dovoljeno uporabljati za obogatitev kokošje krme, medtem ko bi to bilo možno po ustrezni kemijski predelavi rastlinskega materiala, kjer že imamo prve vzpodbudne rezultate. Pričakujemo, da bo objava rezultatov prve študije na kokoših v svetu o hkratnem prenosu zeaksantina in β -kriptoksantina iz krme v rumenjake odmevna na raziskovalnem področju, in bo prispevala k navezavi stikov s tujimi partnerji za nadaljnje raziskave. Vzpostavili smo uspešno sodelovanje s podjetjem Natex v Avstriji, ki je vodilna v svetu na področju ekstrahiranj s superkritičnim CO₂, predvsem pa so eksperti za izdelavo naprav za izvajanje teh ekstrahiranj. V kolikor pa bi obstajalo zanimanje v R. Sloveniji za vzpostavitev proizvodnje zeaksantina in β -kriptoksantina in predelave v različne izdelke, bi bilo bolje, da z objavo rezultatov študij počakamo, dokler ne bo kemijska predelava rastlinskega materiala na taki stopnji, da bo zrela za patentiranje.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Hipoteza naše raziskave je bila, da lahko plod (jagoda) in oranžni ovoj plodu (pravilno botanično povečana čaša) okrasne rastline navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.) s svojo visoko vsebnostjo zeaksantina (in tudi β -kriptoksantina) služita za obogatitev kokošjih jajc s tema koristnima spojinama.

Da smo lahko potrdili našo hipotezo, smo organizirali pridelavo rastlinskega materiala s partnerji na projektu (v Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu) in izvedli 2 študiji na večji skupini kokoši nesnic (s partnerji v firmi Emona, Razvojni center za prehrano, d.o.o., v Ljubljani) z dodajanjem mletega rastlinskega materiala v krmo nesnic in z dodajanjem pripravkov dobljenih iz rastlinskega materiala. Najprej smo razvili in validirali metodo za analiziranje ksantofilov v rumenjakih. Metodo smo objavili v reviji z visokom faktorjem vpliva. S to metodo smo nato analizirali 64 vzorcev jajc s tržišča v R. Sloveniji, da bi dobili referenčne vrednosti in pa zato, ker taka študija do zdaj ni bila narejena. Razvili smo tudi metodo za določevanje ksantofilov v jagodah in povečanih čašah rastline navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.). Študiji na kokoših smo organizirali po smernicah Dobre laboratorijske prakse (po pisnem protokolu, z dokumentiranimi in sledljivimi rezultati poskusa in poročilom po opravljenih študijah). Prva študija na kokoših je bila narejena z dodajanjem mletega rastlinskega materiala h kokošji krmi, druga pa z dodajanjem pripravkov iz rastlinskega materiala. Pripravki so bili narejeni iz ostanka po ekstrakciji rastlinskega materiala s superkritičnim CO₂. En pripravek je vseboval zaestrene ksantofile, kot so prisotni v rastlini, drugi pa nevezane, ki so nastali po saponifikaciji. Obe obliki sta bili v naslednji fazi vezani na nosilec s pomočjo naprave »spray-drier« in takšni uporabljeni kot dodatek h kokošji krmi. Pokazalo se je, da je pripravke potrebno še izboljšati, predvsem v smeri povečanja obstojnosti ksantofilov.

Hipotezo smo uspešno potrdili in pokazali, da ima navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L., var. francheti) velik potencial kot plantažna industrijska rastlina za pridobivanje zeaksantina in β -kriptoksantina, ki se med drugim lahko uporabita v prehrani nesnic za obogatitev jajc, pa tudi kot barvili v živilih ali sestavna dela prehranskih dopolnil.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

V teku projekta je prišlo do enega bistvenega odstopa. V začetku smo predvideli, da bo v treh letih trajanja projekta vsako leto izvedena ena študija na kokoših. V prvi študiji spomladi 2012 smo ugotovili, da kokoši različno presnavljajo in je bil % transfera ksantofilov v jajca odvisen tudi od kokoši in ne samo od uporabljene doze dodatka. Ker smo v nadaljevanju želeli ugotoviti, ali je v krmo bolje dodajati zaestrene ali nevezane ksantofile, je bilo treba poskusa z različnima pripravkoma izvesti na istih kokoših. Zato smo dve študiji združili v eno, ki pa je trajala dva meseca, in ne samo eden kot prva. Izvedena je bila šele v aprilu in maju 2014. Ker je bila kemijska predelava rastlinskega materiala v ustrezne pripravke zahtevna naloga, se je delo zavleklo. V teku študije se je pokazalo, da so ksantofili v pripravkih zelo neobstojni, zato smo zaprosili za šestmesečno podaljšanje projekta, v katerem smo želeli ponoviti eksperiment na kokoših, v kolikor bi uspeli izboljšati pripravke s ksantofili (povečati vsebnost ksantofilov in njihovo obstojnost). Delo na tem še teče, zato do ponovitve študije na kokoših še ni prišlo.

V teku projekta so se dogodile nekatere spremembe v sestavi projektne skupine. Vodja projekta se

je v l.2012 upokojila (ZUJF), tako da je operativno delo prevzela namestnica projekta dr. Irena Vovk, vodja pa je še vedno sodelovala pri načrtovanju pomembnih faz projekta (organizacija preparativne ekstrakcije v Avstriji, pisanje prvega članka, priprava protokola tudi za drugo študijo na kokoših, priprava poročil). Spomladi 2014 je projektno skupino zapustila mlada raziskovalka Lučka Brulc, ki je velik del svojega doktorata pripravila iz teme projekta. Doktorat je spisan in je v fazi korigiranja s strani mentoric. Manjše spremembe so bile tudi v projektni skupini partnerjev v Emoni RHC, kar pa se ni odražalo na izvajanje projektnih nalog, saj je firma Emona RCP bila udeležena samo pri izvedbi študij na kokoših.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	5334042	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Določanje ksantofilov v jajčnih rumenjakih z izokratsko tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti	
	ANG	Determination of egg yolk xanthophylls by isocratic high-performance liquid chromatography	
Opis	SLO	To je prva objavljena metoda za določanje vseh 8 ksantofilov, ki so v EU dovoljeni v krmilih za kokoši nesnice, in se zato pojavljajo v rumenjakih, z izokratsko ločbo analitov s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti. Med obravnavanimi spojinami so bili ksantofili, ki so lahko naravno prisotni v krmilih, ali pa jih vanje dodajajo, med temi nekateri sintetski, ki so dovoljeni za uporabo. Metoda je hitra, enostavna in zanesljiva.	
	ANG	This is the first published method for the determination of all 8 xanthophylls permitted in EU for feeding of laying hens and thus transferred to yolks, by isocratic separation of the analytes by high performance liquid chromatography. Among the investigated compounds figured xanthophylls naturally present in the feed or added, the permitted synthetic xanthophylls were included. The method is fast, simple and reliable.	
Objavljeno v		Elsevier; Journal of chromatography. A; 2013; Vol. 1318; str. 134-141; Impact Factor: 4.258; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.155; A': 1; WoS: CO, EA; Avtorji / Authors: Brulc Lučka, Simonovska Breda, Vovk Irena, Glavnik Vesna	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	634764	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Pridelek navadnega volčjega jabolka (<i>Physalis alkekengi</i> L. var. <i>franchetii</i> (Mast. Makino) v Sloveniji	
	ANG	Production of Chinese lantern (<i>Physalis alkekengi</i> L. var. <i>franchetii</i>), (Mast. Makino) in Slovenia	
Opis	SLO	Klimatski pogoji so zelo vplivali na pridelek suhe snovi plodov z ovojnico navadnega volčjega jabolka (18,8 kg/100 m ² v l.2012, v l. 2013 pa samo 10,2 kg/100 m ²). Pridelava na foliji z rednim kapljičnim namakanjem je povečala pridelek v primerjavi z nasadom brez folije in samo z občasnim zalivanjem.	
	ANG	The climate conditions impacted on the yield of the dry matter of fruits and calices of Chinese lantern (18.8 kg/100 m ² and 10.2 kg/100 m ² , in 2012 and 2013, respectively). Growing on the plot covered with foil and	

		using drip irrigation system enhanced the yield compared to the growing without the foil and with occasional irrigation.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo; Hmeljarski bilten; 2013; 20; str. 48-55; Avtorji / Authors: Ferant Nataša, Čeh Barbara, Simonovska Breda	
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

V zadnjem letu je bil največji poudarek na raziskovalnem delu kemikov, ki so se lotili priprave krmilnih dodatkov iz rastlinskega materiala, kar je lahko predmet patentiranja, o čemer se bo še odločalo v nadaljevanju, saj je ostalo še nekaj problemov nerešenih (stopnja čistote ksantofilov v pripravkih, njihova obstojnost itd). Rezultati projekta bodo lahko bistvenega pomena pri eventualni komercializaciji pridobljenih znanj, saj obstaja potencial za uvedbo nove poljedelske kulture - navadno volčje jabolko, v Sloveniji. Navadno volčje jabolko je bilo do sedaj znano predvsem kot okrasna rastlina, podobno kot velja za žametnico (*Tagetes erecta*), ki je dandanes v številnih državah sveta, nekoliko pa tudi v Slovenija plantažno gojena za pridobivanje luteina. V primerjavi z žametnico ima navadno volčje jabolko celo nekaj prednosti: vsebuje ksantofila, ki sta v človeški prehrani bolj deficitarna kot lutein, pri čemer je β -kriptoksantin celo provitamin A.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Različne rastline so imele ogromen pomen v razvoju človeške civilizacije. Vedno so bile predmet intenzivnih znanstvenih proučevanj. V projektu smo proučevali rastlino navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.) kot bogat izvor karotenoidov zeaxantina in β -kriptoksantina, ki sta deficitarna v sodobni človeški prehrani. Oba karotenoida, ki se nahajata v jagodi in povečani čaši te rastline, sta se pri dodajanju v obliki mletega rastlinskega materiala ali pripravkov narejenih po kemijski obdelavi le-tega v krmo kokoši nesnic akumulirala v jajcih. Proučevali smo odnos med vsebnostjo obeh karotenoidov v krmi in vsebnostjo v rumenjaki, kar je bila prva tovrstna raziskava v svetu. V okviru projekta smo prispevali tudi k razvoju analiznih in preparativnih metod v kemiji, posebno na osnovi kromatografskih in spektroskopskih tehnik, del teh rezultatov smo že objavili v mednarodni reviji z relativno visokim faktorjem vpliva. V različnih delih rastline navadno volčje jabolko, ki je posebno na Kitajskem znana zdravilna rastlina, se poleg navedenih karotenoidov nahajajo še mnogi drugi zanimivi sekundarni metaboliti, ki potrebujejo nadaljnje raziskovanje, pomembno za znanost.

ANG

Different plants had an immense importance in the development of human civilisation. They always have been the matter of intensive scientific investigations. In the project, the plant *Physalis alkekengi* was studied as a rich source of carotenoids zeaxanthin and β -cryptoxanthin, which are deficitary in the modern human diet. Both carotenoids present in the berry and calyx of these plant accumulated in the yolks of laying hens after addition of the ground plant material or preparations by its chemical processing, to the feeding. We investigated the relationship between the content of both carotenoids in the feeding and their content in the yolks. This was the first such study in the world concerning zeaxanthin and β -cryptoxanthin. In the frame of the project we contributed to the development of analytical and preparative methods in chemistry, especially based on chromatographic and spectroscopic techniques, a part of these results was already published in a journal with a relatively high impact factor. In different parts of the plant *Physalis alkekengi* L, which is a known medicinal plant especially in China, many other interesting secondary metabolites are present, needing further research important for the science.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Glavni rezultat predlaganega projekta je novo funkcionalno živilo – z naravnim zeaksantinom in β -kriptoksantinom, karotenoidoma, ki sta pomembna za zdravje, obogateno kokošje jajce. Dobili smo ga tako, da smo v krmo kokoši nesnic dodali zmlete jagode in povečane čaše rastline navadno volčje jabolko ali pa preparate, narejene s kemijsko predelavo rastlinskega materiala. Iz študij na 30 kokoših smo našli tudi povezavo med dozo navedenih karotenoidov v krmi in njihovo vsebnostjo v rumenjaki, kar je zanimivo za nadaljnje načrtovanje uporabe navadnega volčjega jabolka v krmi nesnic. Nov način uporabe znane okrasne rastline navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi* L.) pomeni možnost za poljedelstvo, da uvede alternativno kulturo, podobno kot se je to zgodilo z žametnico (*Tagetes erecta*) za pridobivanje sorodnega karotenoida luteina. Kot posledica pridobljenega znanja bi lahko nastalo majhno podjetje specializirano za proizvodnjo jajc z zeaksantinom in β -kriptoksantinom in našlo svoje mesto na slovenskem tržišču (n.pr. v trgovinah z zdravo hrano). Naredili smo tudi analizo karotenoidov v jajcih na slovenskem tržišču in med drugim ugotovili, da se proizvajalci jajc iz ekološke reje ne zavedajo pomena karotenoidov v prehrani kokoši in s tem škodujejo potrošnikom, zato bi ti rezultati lahko bili v pomoč na področju predpisov o zagotavljanju ustrezne kakovosti jajc v R.Sloveniji

Pridobili smo znanja o pridobivanju zeaksantina in β -kriptoksantina iz rastlinskega materiala, saj imata obe spojini še druge možnosti uporabe, namreč v živilski in farmacevtski industriji. Razvoj živilskih aditivov in prehranskih dopolnil zahteva mnogo manjši finančni vložek kot razvoj zdravil, zato je možen tudi v R. Sloveniji.

ANG

The main result of the project is a new functional food – a chicken egg containing natural zeaxanthin and β -cryptoxanthin. These are two carotenoids which are important for the human health. The new functional food was obtained by addition of milled berries and husks from the ornamental plant Chinese lantern (*Physalis alkekengi* L.), or preparations of chemically modified plant material, to the chicken feed. A study on 30 chickens provided a correlation between the dose of aforementioned carotenoids in the chicken feed and their content in egg yolks, which is a helpful information for subsequent studies. The new use of *P. alkekengi* opens new possibilities in agriculture to produce a new alternative culture. A similar venture was already observed with *Tagetes erecta*, which is cultivated for the needs of related carotenoid lutein. The acquired knowledge could form the foundations for the formation of a company, which would specialize in zeaxanthin and β -cryptoxanthin enriched egg production. The products could readily be launched on the Slovenian market (e.g. healthy food shops). We also analysed eggs from Slovenian market for carotenoids and we established that manufacturers of eggs from ecological breeding do not realize the importance of carotenoids in chicken feed and by that, they unintentionally wrong the consumers. Therefore, these results should be of interest in the field of regulation of quality assurance for eggs in Slovenia.

We acquired knowledge on isolation of zeaxanthin and β -cryptoxanthin from plant material, because both compounds have additional purpose of use in food and pharmaceutical industry. The development of food additives and food supplements requires only a fragment of a financial investment usually associated with the development and launch of a drug, which makes it absorbing also for Slovenia.

10.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.12	Izboljšanje obstoječe storitve
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

V projektu smo se prvič v Sloveniji lotili proučevanja rastline navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi*), ki tudi v svetu ni bila veliko proučevana, razen na Kitajskem. Zanimali so nas predvsem ksantofili v jagodi in povečani čaši. Zdravilna je cela rastlina, vendar mi zelenih delov in korenin zaenkrat nismo proučevali. Zato je zaželeno, da se začeto delo nadaljuje tako v smeri znastvenega proučevanja, kar je bolj domena raziskovalcev na inštitutu, kot tudi v smeri razvoja izdelkov za prodajo, za kar pa bi bilo potrebno pritegniti druge zainteresirane strokovnjake. V kolikor bi želeli komercializirati rezultate tega projekta, bi se morala povečati projektna skupina in tudi finančna sredstva. Imamo prva spoznanja o vzgoji rastline, donosu jagod in povečanih čaš, o sušenju materiala, vsebnosti ksantofilov ter njihovi ekstrakciji in predelavi v dodatek h kokošji krmi. Škoda bi bilo ne nadaljevati tega dela, ker smo za sedaj prvi v svetu, kar pa ne bomo več, čim bomo objavili rezultate naše študije na kokoših.

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					

G.09.	Drugo:						
--------------	---------------	--	--	--	--	--	--

Komentar

V projektu smo pokazali, kako se lahko dobijo z zeaksantinom in β -kriptoksantinom obogatena jajca, vendar imata oba ksantofila tudi širšo uporabo in s tem tržišče. Pri tem mislimo na živilsko (obe spojini sta dovoljeni kot naravna barvila) in farmacevtsko industrijo (prehranska dopolnila za zaščito pred starostno degeneracijo rumene pege). Medtem ko so za razvoj originalnega zdravila potrebna tolikšna finančna sredstva, da jih R.Slovenija ne zmore, pa to ne velja za prehranska dopolnila.

Mislimo, da ideja, ki smo jo začeli razvijati v tem projektu, zasluži pozornost. Potrebna bi bila študija o možnostih proizvodnje ksantofilov: kakšne površine zemlje bi dale dovolj rastlinskega materiala za predelavo, kako bi se rastlinski material razmnožil, kdo bi rastline gojil, kako bi se organiziralo sušenje in ekstrakcija ter nadaljnja predelava ter koliko bi vse skupaj stalo. Potrebna je motivirana skupina strokovnjakov in dovolj velik finančni vložek. Tržišče karotenoidov v svetu je v vzponu že več let, zeaksantin in β -kriptoksantin pa sta deficitarna. Ni dvoma, da bo prej ali slej to naredil nekdo drug v svetu.

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

		Sofinancer		
1.	Naziv	Emona, Razvojni center za prehrano, d.d.		
	Naslov	Ljubljana, Kavčičeva 72		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	21.512	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	24	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.	Pobuda za uvedbo novega raziskovalnega področja v Sloveniji	D.04
		2.	Pridobitev novih znanj, informacij in veščin	F.01
		3.	Razvoj novega izdelka	F.06
		4.		
		5.		
	Komentar	Sofinancerju je bila na razpolaga izvorna informacija o tem, kako je mogoče narediti jajca hkrati obogatena z zeaksantinom in β -kriptoksantinom, česar ni naredil še nihče drug v svetu. Sofinancer je tudi seznanjen s tem, da je skupina kemikov naredila pripravke z vezanima in nevezanima ksantofiloma, v katerih pa ksantofila še nista zadosti obstojna.		
	Ocena	Sofinancer ocenjuje, da je bilo sodelovanje na projektu zanimivo in koristno za njihovo organizacijo.		

13.Izjemni dosežek v letu 2014¹²**13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Pri dodatku 10 mg zeaksantina in 3 mg β -kriptoksantina v 100 g krme se je povečevala vsebnost teh dveh spojin v jajcih, pri čemer je bil izkoristek iz pripravka, ki je v glavnem vseboval zeaksantin dipalmitat in β -kriptoksantin palmitat, večji kot iz pripravka, ki je vseboval nezaestreni spojini. Oba pripravka za dodajanje sta bila narejena iz zmesi posušenih jagod in

povečanih čaš navadnega volčjega jabolka (*Physalis alkekengi* L.).

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Pri dodatku 10 mg zeaksantina in 3 mg β -kriptoksantina v 100 g krme se je povečevala vsebnost teh dveh spojin v jajcih, pri čemer je bil izkoristek iz pripravka, ki je v glavnem vseboval zeaksantin dipalmitat in β -kriptoksantin palmitat, večji kot iz pripravka, ki je vseboval nezaestreni spojini. Oba pripravka za dodajanje sta bila narejena iz zmesi posušenih jagod in povečanih čaš navadnega volčjega jabolka (*Physalis alkekengi* L.).

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kemijski inštitut

Breda Simonovska

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

16.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/208

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni

enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

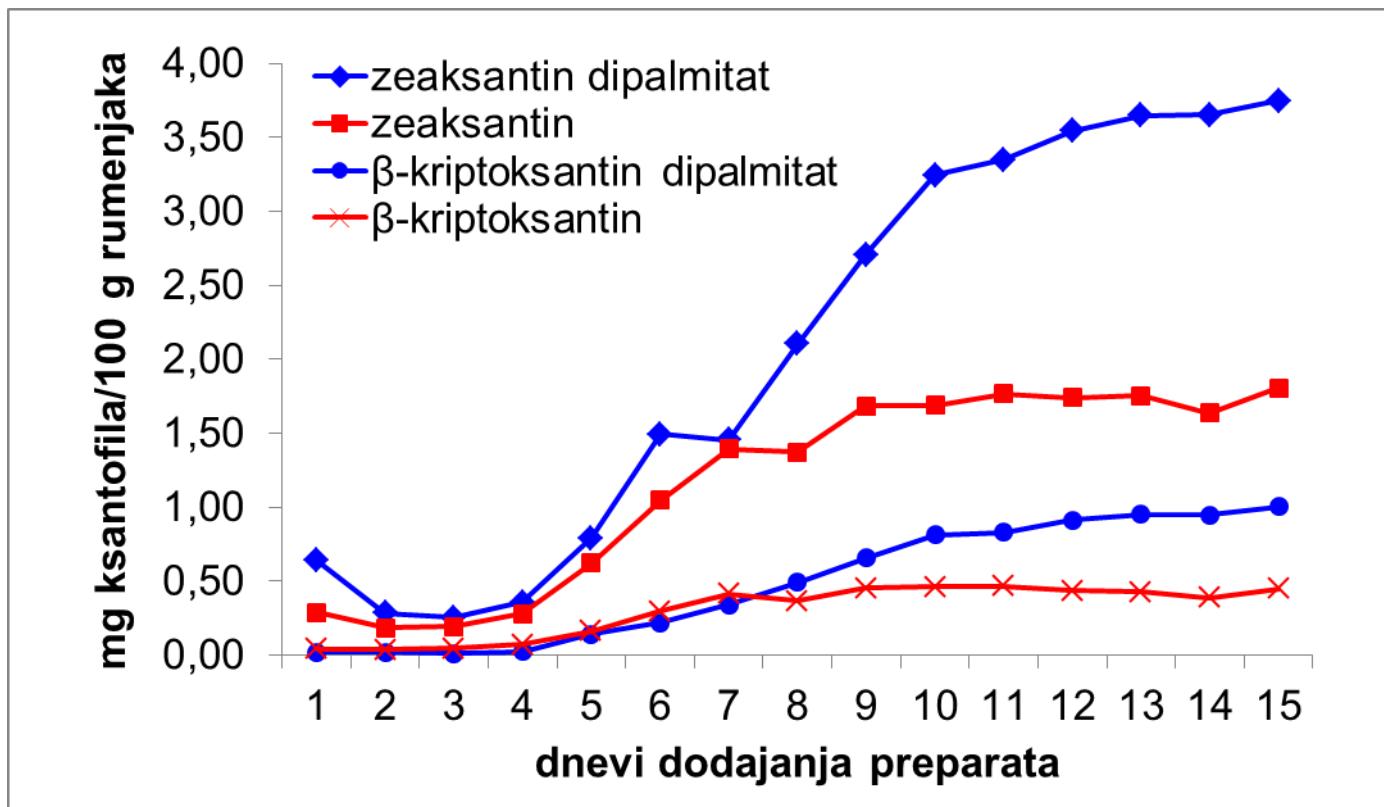
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
AD-CB-D2-12-8B-95-31-73-4E-15-CE-F9-7B-57-63-D8-B6-C6-F8-E2

Priloga 1

BIOTEHNIKA

Področje: 4.03 – Rastlinska produkcija in predelava

Dosežek 1: Povečanje vsebnosti zeaksantina in β -kriptoksantina v jajcih doseženo z dodatkom nesaponificiranega in saponificiranega pripravka iz navadnega volčjega jabolka h krmilu kokoši nesnic, Vir: Poročilo študije „Povečanje vsebnosti zeaksantina in β -kriptoksantina v jajcih v odvisnosti od dodatka navadnega volčjega jabolka h krmilu kokoši nesnic“



Pri dodatku 10 mg zeaksantina in 3 mg β -kriptoksantina v 100 g krme se je povečevala vsebnost teh dveh spojin v jajcih, pri čemer je bil izkoristek iz pripravka, ki je v glavnem vseboval zeaxantin dipalmitat in β -kriptoksantin palmitat, večji kot iz pripravka, ki je vseboval nezaestreni spojini. Oba pripravka za dodajanje sta bila narejena iz zmesi posušenih jagod in povečanih čaš navadnega volčjega jabolka (*Physalis alkekengi* L.).

Z dodatkom pripravkov narejenih iz navadnega volčjega jabolka h krmilu kokoši nesnic smo kot prvi v svetu dosegli bistveno povečanje vsebnosti zeaksantina in β -kriptoksantina.