

**АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ ПО ЧЛ. 65 ОТ ПРАСПУ  
И РАЗШИРЕНА ХАБИЛИТАЦИОННА СПРАВКА**

на гл. ас. д-р **Жана Юлиянова Петкова,**

**във връзка с участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки (Органична химична технология, Хранителна химия), обявен в ДВ бр. 39 от 02.05.2023 г.**

За участие в конкурса са представени **18** научни публикации и **1** учебно помагало, които не повтарят материалите, използвани в предходните процедури за придобиване на ОНС „доктор” и за заемане на АД „главен асистент”, както и за удостоверяване изпълнението на националните минимални изисквания в Регистъра на академичния състав.

Използваната номерация отразява номера от таблицата с наукометрични показатели на съответния научен труд, представен за участие в конкурса.

Общият брой на забелязаните цитирания по всички публикации (до 2022 г.) е **232**, като **162** са в бази данни Scopus и/или Web of Science, а **70** в други нереферирани списания с научно рецензиране. По публикациите, представени за участие в конкурса са забелязани общо **90** цитирания, от които **70** в издания, реферирани и индексирани в бази данни Scopus и/или Web of Science.

В Таблица 1 са посочени покриването на минималните национални изисквания с брой точки по групи наукометрични показатели за заемането на академичната длъжност „доцент“ в професионално направление 4.2. Химически науки (Органична химична технология, Хранителна химия). Подробното им описание и изпълнение са представени в „Справка за спазване на минималните национални изисквания“, допълнени със съответните справки и служебни бележки, приложени в комплектите за рецензиране.

*Таблица 1. Минимални национални изисквания с брой точки по групи наукометрични показатели и съответното им изпълнение*

<b>Група от показатели</b>	<b>Съдържание</b>	<b>Доцент – брой точки</b>	<b>Изпълнение – брой точки</b>
<b>А</b>	Показател 1	50	50
<b>В</b>	Сума от точките от показатели 3 и 4	100	122 (от показател 4)
<b>Г</b>	Сума от точките от показатели 5 – 10	200	252 (от показател 7)
<b>Д</b>	Сума от точките от показател 11	50	324
<b>Е</b>	Сума от точките от показатели 12 – 20	-	4 (от показател 20)
	<b>Общо:</b>	<b>400</b>	<b>752</b>

## АНОТАЦИИ НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

### I. ПУБЛИКАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛ В.4.

- В.4.1.** Fidan H., Stankov S., Stoyanova M., **Petkova Z.**, Petkova N., Stoyanova A., Ercisli S., Choudhary R., Karunakaran R. Chemical Composition of *Pinus nigra* Arn. Unripe Seeds from Bulgaria. *Plants*. **2022**; 11(3):245. <https://doi.org/10.3390/plants11030245>. (IF<sub>(2021)</sub> **4.658**; SJR<sub>(2022)</sub> **0.79**). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)

Настоящата статия има за цел да проучи химичния състав на неузрели семена от черен бор, добити от диви растения в България. Беше изследван състава на липидната фракция на неузрели семена от бор, а в остатъчния шрот са определени съдържанието на целулоза, общите въглехидрати, глюкозата, фруктозата и захарозата. Основната мастна киселина, идентифицирана в маслото от семена на *Pinus nigra*, е ненаситената линолова киселина (44,2%), следвана от наситената палмитинова киселина (31,2%). Количеството на полиненаситена пиноленова (10,5%) и мононенаситената олеинова киселина (8,8%) също е значително високо. Определен е също аминокиселинният състав на протеиновата фракция на кюспето. Аминокиселинният състав е представен главно от аспарагин (3,92 mg/g), серин (3,79 mg/g), аланин (3,65 mg/g), аргинин (3,32 mg/g), фенилаланин (2,98 mg/g), лизин (2,85 mg/g), пролин (2,69 g/mg), триптофан (2,44 mg/g), валин (2,33 mg/g), изолеуцин (2,28 mg/g) и тирозин (2,05 mg/g). Установено е и минералното съдържание (N, P, K, Mg, Na и Cu) на шрота, като количеството на K (8048,00 mg/kg) и Mg (172,99 mg/kg) е най-високо в пробите. Представените резултати подчертават потенциалната възможност за използване на неузрелите семена от черен бор в различни области поради тяхното химическо значение и съдържание на биоактивни компоненти.

- В.4.2.** Stankov S., Fidan H., **Petkova Z.**, Stoyanova M., Petkova N., Stoyanova A., Semerdjieva I., Radoukova T., Zheljazkov V. **2020**, Comparative Study on the Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Grecian Juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb) Unripe and Ripe Galbuli, *Plants*, 9, 1207; <https://dx.doi.org/10.3390/plants9091207>. (IF<sub>(2020)</sub> **3.935**; SJR<sub>(2020)</sub> **0.892**). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)

Хвойната (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) е вечнозелено дърво и рядко срещано растение, което се развива на много малко места в Южна България. Целта на това изследване е да се оцени фитохимичния състав и антиоксидантния потенциал на неузрели и узрели галбули от *J. excelsa* от три различни места в България. Съдържанието на етерично масло варира между 1,9% и 5,1%, докато добивът на липиди е между 4,5% и

9,1%. Съдържанието на общ хлорофил е 185,4–273,4 µg/g сухо вещество (с.в.). Общото съдържание на каротеноиди варира между 41,7 и 50,4 µg/g с.в. от узрели галбули, а съдържанието на протеин е между 13,6% и 16,4%. Хистидин (5,5 и 8,0 mg/g) и лизин (4,0 и 6,1 mg/g) са основните незаменими аминокиселини. Антиоксидантният потенциал на екстрактите с 95% и 70% етанол е анализиран с помощта на четири различни метода. Установена е положителна корелация между антиоксидантния потенциал и фенолното съдържание на галбулите. Резултатите, получени в това проучване, демонстрират разликите във фитохимичния състав и антиоксидантната активност на галбули от *J. excelsa* като функция от етапа на зрялост и мястото на събирането им.

**В.4.3.** Popova V., Petkova Z., Ivanova T., Stoyanova M., Lazarov L., Stoyanova A., Hristeva T., Docheva M., Nikolova V., Nikolov N., Zheljazkov V. **2018**, Biologically active components in seeds of three *Nicotiana* species, *Industrial Crops & Products*, 117, 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.020>. (IF<sub>(2018)</sub> **4.191**; SJR<sub>(2018)</sub> **1.015**).  
**Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)**

Тютюневите семена, като неизползван страничен продукт от търговското производство на листа в много страни по света, могат да бъдат ценен източник на естествени продукти с биологична активност. Род *Nicotiana* (Solanaceae) включва повече от 65 вида, но най-важният от икономическа гледна точка и търговски култивиран е *Nicotiana tabacum* L. (обикновен тютюн) и в много по-малка степен *N. rustica* L. (ацтекски тютюн). Целта на това проучване е да се определи химичния състав на глицеридното масло от тютюневи семена и на шротовете на три вида тютюн: два генотипа на *N. alata* Link & Otto (жасминов тютюн), *N. rustica* и *N. tabacum*, и да се даде оценка за тяхното потенциално приложение. Съдържанието на глицеридно масло от семената е 37,6% и 40,9% за двата генотипа на *N. alata*, 37,5% за *N. rustica* и 30,9% за *N. tabacum*. Съдържанието на фосфолипиди е 0,2–0,3% в маслата. Общото количество стероли в тях е 0,35–0,48%. Основният компонент беше β-ситостерол, следван от холестерол и Δ<sup>5</sup>-авенастерол (в *N. alata* с бели венчелистчета), холестерол и кампестерол (в *N. alata* с розови венчелистчета), кампестерол и Δ<sup>5</sup>-авенастерол (в *N. rustica*), и кампестерол и стигмастерол (в *N. tabacum*). В токофероловата фракция на маслата (101, 117, 178 и 106 mg.kg<sup>-1</sup> в *N. alata* с бели и розови съцветия, *N. rustica* и *N. tabacum*) най-преобладаващият компонент (над 97%) е γ-токоферол. Основните мастни киселини в трите вида *Nicotiana* са линолова (61,7–67,6%), олеинова (15,5–19,0%) и палмитинова (9,1–12,5%) киселина.

Определени са и някои потенциални полезни хранителни компоненти в шрота от семената (след екстракция на глицеридно масло с апарат на Соксле): минерали, целулоза, протеини и аминокиселини. Съдържанието на целулоза в къспета варира между 32,5 и 45,2%, а съдържанието на протеин е 26,7–34,1%. Шротовете от семена са богати на макро- и микроелементи, като се наблюдават някои разлики в съдържанието им между видовете.

Най-високо съдържание на общ азот и протеин е установено при *N. rustica* (съответно 5,5% и 34,1%), а най-високо съдържание на целулоза е установено при *N. alata* (генотип с бели венчелистчета). Концентрацията на калий е по-висока в *N. tabacum* и *N. rustica*, докато това на желязо и цинк са най-високи в *N. alata* (генотип с розови венчелистчета). Аминокиселинният състав е доминиран от аспарагинова киселина, аргинин и треонин в *N. alata* и от аргинин, аспарагинова киселина и хистидин в *N. rustica*. Резултатите предполагат потенциална алтернативна употреба на тютюневите семена и къспе като храна за животни и вероятно като суровина за изготвяне на нови потребителски продукти за здравето на човека. Концентрацията на аминокиселини, важни за храненето на животните (лизин, метионин и цистеин) в шровете от тютюневи семена е ниска, което предполага необходимост от комбиниране с други хранителни съставки за животни.

**B.4.4. Petkova Z., Antova G., Angelova-Romova M., Todorova I., Stoyanova M., Stoyanova A. 2022, *Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine” from South of Bulgaria: a source of nutrients and natural biologically active components, *OCL-Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 29, 10. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022003>. (IF<sub>(2022)</sub> -; SJR<sub>(2022)</sub> 0.356). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) и Scopus (Q2)**

В днешно време изискванията за нови източници на естествени хранителни компоненти непрекъснато се разширяват в световен мащаб. От една страна, компонентите, получени от обикновените селскостопански растения, задоволяват нуждите на човешкото тяло да функционира правилно. От друга страна, цената на производството на обикновени храни постепенно нараства. Поради тази причина е необходимо да се намери по-евтина алтернатива на техническите култури, като например може да се предложи един специфичен сорт лупина (*Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine”). Изследвани са химичният и липидният състав на семената от лупина, както и физикохимичните характеристики на маслото. Семената са богати на протеини и въглехидрати, предимно нишесте и съдържат 7,4% глицеридно масло. Захарозата е основният дизахарид, а основните аминокиселини са фенилаланин, аргинин, тирозин и серин. В маслото преобладават линоловата и олеиновата киселини;  $\beta$ -ситостеролът и  $\gamma$ -токоферолът са основните компоненти съответно в стероловата и токофероловата фракция. Фосфатидилинозитолът и фосфатидилхолинът съставляват повече от 50% от всички фосфолипиди, като олеиновата киселина е в най-голямо количество във всички класове фосфолипиди. Всички физикохимични характеристики на маслото от семена на лупина са в съответствие с изискванията за хранителните масла и неговата оксидантна стабилност при 100°C и скорост на въздушния поток от 20 L/h е изключително висока (повече от 100 h). Семената на лупината имат висока хранителна стойност и тяхното масло е значително

стабилно, което ги прави възможен източник на висококачествени липиди с дълъг срок на годност.

**B.4.5.** Popova V., Petkova Z., Ivanova T., Stoyanova M., Mazova N., Stoyanova A. **2021**, Lipid composition of different parts of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and valorization of seed and peel waste, *Grasas y Aceites*, 72 (2), e402. <https://doi.org/10.3989/gya.1256192>. (IF<sub>(2012)</sub> **1.416**; SJR<sub>(2022)</sub> **0.311**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q4) и Scopus (Q3)**

Консумацията на плодовете от физалис (*Physalis peruviana* L.), пресни или преработени, набира все по-голяма популярност в световен мащаб, поради хранителните и лечебните им ползи. Това проучване се основава на анализа на липидната фракция на различни части от плодове на физалис и на по-нататъшно охарактеризиране и оценяване на получените отпадъчни продукти от растителния материал. Направено е детайлно изследване върху липидния състав на семена, плодова обвивка и остатъка от семена и люспа след високо скоростна вакуумна сепарация на плодovия сок от физалис с произход Колумбия. Установено е, че масленото съдържание на люспата е сравнително по-ниско (3,21%), отколкото това на семената (22,93%) и сместа от семена и люспа (21,03%). Общото съдържание на фосфолипиди в люспата е почти 2 до 3 пъти по-високо (10,72%) от това на другите две фракции (2,69 – 4,38%), а съдържанието на стероли е установено между 1,29 и 1,42%. Общото количество на токофероли в маслото от плодovата люспа е около два пъти по-ниско (2648 mg/kg), отколкото това на другите две фракции (5096 – 5634 mg/kg). Наситените мастни киселини преобладават в мастнокиселинния състав на люспата от физалис (67,72%), докато в маслото от семена и остатъка от семена и люспа доминират ненаситените мастни киселини (82,26 – 83,77%). Основните компоненти в стероловата фракция на всички изследвани обекти са  $\beta$ -ситостерол, кампестерол и  $\Delta^5$ -авенастерол, а в токофероловата фракция се съдържат  $\beta$ -,  $\delta$ - и  $\gamma$ -токоферол. Шротът, след екстракцията на семената от физалис има относително високо съдържание на протеин (24,32%) и целулоза (42,94%). Резултатите от проучването на състава на плодовете от физалис могат да бъдат от практическо значение при разработването на различни функционални храни и фуражи.

**B.4.6.** Petkova Z., Stefanova G., Girova T., Antova G., Stoyanova M., Damianova S., Gochev V., Stoyanova A., Zheljazkov V. D., **2019**, Phytochemical investigations of laurel fruits (*Laurus nobilis*). *Natural Product Communications*, 1-10. <https://doi.org/10.1177/1934578X19868876>. (IF<sub>(2019)</sub> **0.468**; SJR<sub>(2019)</sub> **0.199**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q4) и Scopus (Q4).**

Лавърът (*Laurus nobilis* L.) е вечнозелено дърво. Целта на настоящото изследване е определяне на химичния състав (полифеноли, етерично масло, липидна фракция, целулоза и протеиново съдържание) на лаврови плодове, събрани от Гърция (Атон) и Грузия (село Мерия), и извършване на оценка на антимикробната активност на изолираното етерично масло от плодовете. Основните фенолни киселини в екстрактите от плодове от Гърция са *p*-кумарова киселина (свободна 261,6 µg/g) и ванилова киселина (свободна 253,1 µg/g и конюгирана 925,8 µg/g). Основните фенолни киселини в плодовете от Грузия са ванилова киселина (свободна 105,6 µg/g) и кафеена киселина (конюгирана 439,2 µg/g) и сиринова киселина (конюгирана 390,7 µg/g). Етеричното масло от лавровите плодове от Гърция (1,4%) и Грузия (1,6%) имат различен състав. Монотерпените въглеводороди са доминиращата група съединения в двете етерични масла: 49,7% в това от Гърция и 68,7% в това от Грузия. Основните компоненти на етеричното масло от плодовете от Гърция са 1,8-цинеол (18,2%),  $\alpha$ -феландрен (15,0%),  $\beta$ -пинен (9,4%) и  $\alpha$ -пинен (9,1%), докато в това от плодовете от Грузия са транс- $\beta$ -оцимен (59,4%) и 1,8-цинеол (7,6%). И двата вида етерични масла от лаврови плодове (от Гърция и Грузия) демонстрират ниска до умерена антимикробна активност срещу патогенни микроорганизми и микроорганизми, причиняващи развала, и диморфните дрожди *Candida albicans*. Основните мастни киселини в липидните фракции са олеинова, палмитинова и линолова, като се наблюдават различия в мастнокиселинния състав на глицеридните масла, изолирани от плодовете от двете страни. Определено е съдържанието и индивидуалния състав на някои мастно разтворими компоненти в липидите – токофероли, стероли и фосфолипиди. Въз основа на проведените детайлни изследвания върху химичния и липидния състав на плодовете от лавър от Гърция и Грузия, е направен извод, че те са богати на различни ценни съединения, които потенциално могат да бъдат използвани за нуждите на парфюмерията, козметиката и фармацевтичната индустрия.

## II. ПУБЛИКАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛ Г.

- Г.1. Zhelev I., **Petkova Z.**, Kostova I., Damyanova S., Stoyanova A., Dimitrova-Dyulgerova I., Antova G., Ercisli S., Assouguem A., Kara M., Almeer R., Sayed A.A., 2022, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Fruits from *Vitex agnus-castus* L., Growing in Two Regions in Bulgaria, *Plants*, 11 (7), 896. <https://doi.org/10.3390/plants11070896>. (IF<sub>(2021)</sub> 4.658; SJR<sub>(2022)</sub> 0.79). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)

Изследван е химичният състав на плодовете на *Vitex agnus-castus* L. (сем. Verbenaceae), събрани от два района на България (Южна централна и Североизточна България). Установено е съдържанието на протеини (5,3–7,4%), въглехидрати (73,9–78,8%), фибри (47,2–49,9%), пепел (2,5–3,0%), етерично масло (0,5%) и глицеридно масло

(3,8–5,0%) в изследваните плодове. Определен е и съставът на етеричните масла на плодовете от двата района; основните съединения са 1,8-цинеол (16,9–18,8%),  $\alpha$ -пинен (7,2–16,6%), сабинен (6,7–14,5%) и бициклогермакрен (7,3–9,0%), но като цяло са установени значителни разлики в количествения и качествения състав на етеричните масла, изолирани от южния и северния регион. Етеричното масло на растенията от Североизточна България показват антимикробна активност срещу патогенните видове *Salmonella abony*, *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*, но грам-отрицателните бактерии *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* проявяват резистентност към маслото. Линоловата киселина преобладава в глицеридното масло от двата района, следвана от олеиновата киселина.  $\beta$ -Ситостеролът и  $\gamma$ -токоферолът са основните компоненти в стероловата и токофероловата фракция на липидите. Фосфатидните киселини са основните компоненти в глицеридното масло от североизточна България, докато в растителното масло от централна южна България всички фосфолипиди са открити в почти еднакво количество. Установени са значителни разлики в химичния състав (белтъчини, въглехидрати, пепел и влага) на плодовете от двата района на България, както и в съдържанието на основните компоненти на техните етерични и глицеридни масла.

Г.2. Ognyanov M., Denev P., Petkova N., **Petkova Z.**, Stoyanova M., Zhelev P., Matev G., Teneva D., Georgiev Y. 2022, Nutrient Constituents, Bioactive Phytochemicals, and Antioxidant Properties of Service Tree (*Sorbus domestica* L.) Fruits, *Plants*, 11 (14): 1832. <https://doi.org/10.3390/plants11141832>. (IF<sub>(2021)</sub> 4.658; SJR<sub>(2022)</sub> 0.79).  
**Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)**

Целта на настоящото проучване е да се определи съдържанието и състава на хранителните компоненти на плодове от скоруша (*Sorbus domestica* L.). Беше установено, че палмитиновата киселина е най-често срещаната наситена мастна киселина, докато линоловата киселина представлява основната полиненаситена мастна киселина в липидната фракция на плодовете. Стеролатата фракция се състои главно от  $\beta$ -ситостерол. Определени са и малки количества на някои липофилни пигменти. Калият, желязото и борът са най-разпространените макро-, микро- и ултрамикроелементи в плодовете. Анализът на аминокиселинния състав показва, че неесенциалните аминокиселини преобладават пред есенциалните. Водоразтворимите захари (фруктоза и глюкоза) представляват голяма част от общото съдържание на въглехидрати, но пектинът формира основната част от полизахаридите. Ябълчената киселина е най-разпространената органична киселина, докато кверцетин-3- $\beta$ -глюкозид, неохлорогеновата и 3,4-дихидроксibenзоената киселина са основните фенолни компоненти. Установено е, че плодовете от скоруша притежават и значително висока антиоксидантна активност. Плодовете на скоруша са ценен източник на биологично активни компоненти с висока хранителна стойност и потенциални ползи за здравето.

- Г.3. Popova V., **Petkova Z.**, Mazova N., Ivanova T., Petkova N., Stoyanova M., Stoyanova A., Ercisli S., Okcu Z., Skrovankova S., Mlcek J. **2022**, Chemical Composition Assessment of Structural Parts (Seeds, Peel, Pulp) of *Physalis alkekengi* L. Fruits, *Molecules*, 27 (18): 5787. <https://doi.org/10.3390/molecules27185787>. (IF<sub>(2021)</sub> **4.927**; SJR<sub>(2022)</sub> **0.704**). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q2) и Scopus (Q1)

През последните години се наблюдава широко търсене на природни продукти с потенциални функционални свойства. Всички структурни части на *Physalis alkekengi* (мехунка), включително плодове, пулпа (плодово месо) и по-малко проучени части, като семена и кора, могат да се считат за източници на функционални макро- и микроелементи, биоактивни съединения, като витамини, минерали, полифеноли, и полиненаситени мастни киселини и диетични фибри. За първи път е изследван състава на различни растителни части от два фенотипа на мехунка (*Physalis alkekengi* L.) – семена, плодово месо и люспа. Установено е, че семената са богат източник на глицеридно масло, с добив от 14 до 17%, с преобладаващо съдържание на ненаситени мастни киселини (над 88%) и токофероли (до 5378 mg/kg). Основната мастна киселина в маслото от семената е линоловата киселина, следвана от олеиновата киселина. Семената съдържат по-голямата част от съдържанието на протеин в плода (16–19%), както и фибри (6–8%). Матнокиселинният и токофероловият състав на глицеридното масло от люспите на плодовете се различават значително от тези на семената. Изследван е аминокиселинният и минералният състав на остатъка, след изолиране на маслото. Установено е, че основните аминокиселини са аргинин и аспарагинова киселина, а валин, фенилаланин, треонин и изолевцин присъстват в малко по-високи количества от другите незаменими аминокиселини. Кюспето е богато на важни макроелементи, като K, Mg, Fe и Zn. От фракциите на люспата и плодното месо е извлечен и конкретен, като са идентифицирани основните летливи вещества:  $\beta$ -линалоол,  $\alpha$ -пинен и  $\gamma$ -терпинен. Въз основа на резултатите от изследването може да се направи детайлна оценка за потенциалното приложение на изследваните растителни органи от двата фенотипа на мехунка в хранителната индустрия, парфюмерията и козметиката.

- Г.4. Stefanova G., Girova T., Gochev V., Stoyanova M., **Petkova Zh.**, Stoyanova A., Zheljazkov V. D., 2020, Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil, *Heliyon*, 6 (12), e05491, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05491>. (IF<sub>(2020)</sub> -; SJR<sub>(2020)</sub> **0.455**). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) и Scopus (Q1).



Лавърът (*Laurus nobilis* L.) е растителен вид от семейство лаврови (Lauraceae), който е характерен за средиземноморския регион. Целта на това изследване е да се сравни химичният състав на листа от диворастящи дървета на лавър в Гърция и Грузия, както и антибактериалната активност на етеричните им масла. Екстрактите от лавровите листа от дърветата в двата региона се отличават с различни концентрации на фенолни киселини. От конюгираните флавоноли и флаволи, кемпферолът (1981,3 µg/g) и апигенинът (1433,6 µg/g) са основните представители в екстрактите от листата от Гърция, докато лутеолинът (839,1 µg/g) и кемпферолът (688,1 µg/g) са основните компоненти в екстракта от листата от дърветата в Грузия. Съдържанието на етерично масло е съответно 1,42% и 4,54% в листата от Гърция и Грузия. Основните етерично маслени компоненти на гръцките лаврови растения са 1,8-цинеол (30,8%),  $\alpha$ -терпинил ацетат (14,9%),  $\alpha$ -терпинеол (8,0%), сабинен (7,9%) и терпинен-4-ол (6,0%), а в тези от грузинските растения са 1,8-цинеол (29,2%),  $\alpha$ -терпинил ацетат (22,6%), сабинен (12,2%) и метилевгенол (8,1%). Определена е и антимикробната активност на изолираните етерични масла срещу 20 микроорганизма. Сред грам-положителните бактерии щамът *Enterococcus faecalis* е най-чувствителен спрямо етеричното масло, следван от *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Сред видовете *Candida*: *C. albicans* ATCC 10231 е най-чувствителен към етеричното масло от листа на лавър.

**Г.5.** Antova G., Gerzilov V., **Petkova Z.**, Boncheva V., Bozhichkova I., Penkov S., Petrov P. **2019**, Comparative analysis of nutrient content and energy of eggs from different chicken genotypes, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (13), 5890–5898. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9863>. (IF<sub>(2019)</sub> **2.614**; SJR<sub>(2019)</sub> **0.718**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)**

Яйцата са важна храна в ежедневната диета на хората и имат голяма биологична активност и висока смилаемост. Яйчният жълтък е добър източник на биологично активни вещества като мастни киселини, фосфолипиди, стероли и токофероли. Яйцата от седем генотипа кокошки са анализирани като е установен техния химичен състав и е проведено подробно изследване на липидите в яйчния жълтък. Наблюдавани са малки вариации в химичния състав на яйцата от седемте различни генотипа кокошки. По отношение на химичния състав на жълтъка и белтъка е установено: съдържанието на вода варира от 471,7 до 515,4 g/kg и 878,3–885,9 g/kg; съдържанието на мазнини в сухото вещество варира от 607 до 647 g/kg и 6,7–11,6 g/kg; общото съдържание на протеини варира от 302 до 331,7 g/kg и 823,6–892,5 g/kg; пепелното съдържание варира от 33,7 до 37,7 g/kg и 63,8–74,0 g/kg; и безазотните екстрактни вещества варират от 12,7 до 36,5 g/kg и от 35,0–96,2 g/kg. Изчислена е енергийната стойност на жълтъка и белтъка на изследваните яйца, като тя варира от 29,06 до 30,51 MJ/kg и от 19,77 до 20,93 MJ/kg. Стеролиите и фосфолипидите в липидите на жълтъка са 16–26 g/kg и 59–127 g/kg. Основните мастни киселини в липидите

са олеинова (39,1–47,3%) и палмитинова (26,0–35,5%) киселини. Холестеролът в липидите на жълтъка варира от 15,9 до 25,9 g/kg, а фосфатидилхолинът (389–573 g/kg), фосфатидилетаноламинът (219–355 g/kg) и фосфатидилинозитолът (112–284 g/kg) са основните фосфолипиди. Установени са значителни разлики в състава на мастните киселини на основните класове фосфолипиди и триацилглицероловата фракция. Съдържанието на наситени мастни киселини във фосфолипидите е значително по-високо от това в триацилглицеролите.

Установени са малки вариации в химичния състав на яйцата както и значителни разлики в състава на мастните киселини на основните класове фосфолипиди и триацилглицероловата фракция.

**Г.6.** Popova V., **Petkova Z.**, Ivanova T., Stoyanova M., Panayotov N., Mazova N., Stoyanova A., 2020, Determination of the chemical composition of seeds, peels, and seedcakes from two genotypes of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44, 642-650. doi:10.3906/tar-2003-66. (IF<sub>(2020)</sub> 2.585; SJR<sub>(2020)</sub> 0.624). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q2) и Scopus (Q2)

Плодът на *Physalis peruviana* L. (физалис) е богат източник на фитонутриенти, включително витамини, минерали, полифеноли, полиненаситени мастни киселини, фитостероли, диетични фибри и други. Популярността и производствените райони на физалис се разширяват в световен мащаб, като по този начин се произвеждат плодове с обосновани от произхода разлики в техния хранителен състав. Настоящата публикация представя сравнителна оценка на два генотипа физалис, с произход от България (CG-P - Пловдив и CG-F - Мездра), като е анализирана липидната фракция на семена и плодова обвивка на физалис и е извършено по-нататъшно изследване на състава на шротовете, след извличане на глицеридното масло от семената.

Детайлно са изследвани съдържанието на фитонутриенти и биологично активни вещества в различни органи на растението физалис (*Physalis peruviana* L.). Проведен е сравнителен анализ между съдържанието на глицеридно масло в плодвата обвивка и семената от два генотипа физалис с български произход, както и мастнокиселинният и токофероловият състав на маслото. Семената и люспата на физалиса съдържат съответно 17,0 – 22,2% и 2,8 – 2,9% глицеридно масло. Основните мастни киселини в маслото от семена на физалис от пловдивския регион са олеиновата (29,6%) и палмитиновата (20,6%), а в това от района на Мездра – са палмитинова (20,9%) и стеаринова (17,5%) киселини. И в двете масла от плодвата обвивка на физалис преобладава палмитиновата киселина (43,0%–60,2%). Установено е изключително високо съдържание на токофероли в маслото, извлечено от семената на физалис, без значителна разлика между генотиповете;  $\beta$ -токоферолът и  $\delta$ -токоферолът са преобладаващи компоненти в тази фракция. Установено

е, че шровете след изолирането на маслото, са с високо съдържание на макро- и микроелементи (K, Mg, Cu, Zn, Mn и други), фибри (40,26%–47,62%), протеин (13,73%–8,08%) и незаменими аминокиселини, с някои вариации, основаващи се на генотипа. Резултатите от изследването показват, че по отношение на състава плодовете от физалис с български произход могат да представляват практически интерес за селскостопанските производители, както и за хранително-вкусовата промишленост. Поради съдържанието на ценни и незаменими компоненти плодовете от физалис може да се използват за хранителни цели от хора и животни, и е възможно да послужат като основа за разработване на нови продукти.

**Г.7.** Fidan H., Stankov St., Petkova N., **Petkova Zh.**, Iliev A., Stoyanova M., Ivanova T., Zhelyazkov N., Ibrahim S., Stoyanova A., Ercisli S., **2020**, Evaluation of chemical composition, antioxidant potential and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds, *Journal of Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04274-z>. (IF<sub>(2020)</sub> **2.701**; SJR<sub>(2020)</sub> **0.656**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q3) и Scopus (Q2)**

Интересът към семената от рожков като съставка на функционалните храни непрекъснато нараства поради благоприятния ѝ здравословен ефект и функционални свойства. Целта на това изследване е да се оцени химичният състав и антиоксидантната активност на семената от рожков, както и функционалните свойства на изолираната от тях галактомананова фракция. Анализирани са липидният, протеиновият, въглехидратният и фенолният състав. Основните мастни киселини са олеинова (45,0%), линолова (32,4%) и палмитинова (16,6%) киселина, а преобладаващият токоферол е  $\gamma$ -токоферол (53,1%). Установено е, че в стероловата фракция преобладават  $\beta$ -ситостерол (74,2%) и стигмастерол (12,8%). Семената на рожков се характеризират с високо съдържание на протеин (25,7%), докато манозата и галактозата са основните монозахариди. Изолираният галактоманан от семена на рожков демонстрира добри свойства на набъбване - 30,1 mL/g и капацитет за задържане на масло (27,9 g/g). Общото съдържание на полифеноли и флавоноиди в семената от рожков е 1,76 mg еквиваленти галова киселина (GAE)/g сухо тегло и съответно 0,30 mg еквиваленти кверцетин (QE)/g сухо тегло. Семената от рожков показват най-висока антиоксидантна активност чрез CUPRAC - 15,71 mM Trolox еквиваленти/g сухо тегло. Минералният състав също е определен, като макроелементите Ca и Mg са преобладаващите елементи в семената. Получените резултати показват, че семената от рожков са ценен източник не само на фенолни съединения и антиоксиданти, но и на протеини, липиди, галактоманан с функционални свойства, които могат да подобрят хранителната стойност на храните, в които са включени.

- Г.8. Marudova M., Momchilova M., Antova G., **Petkova Z.**, Yordanov D., Zsivanovits G., **2018**, Investigation of fatty acid thermal transitions and stability in poultry pates enriched with vegetable components, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 133 (1), 539-547. <https://doi.org/10.1007/s10973-017-6841-z>. (IF<sub>(2018)</sub> **2.471**; SJR<sub>(2018)</sub> **0.634**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q2) и Scopus (Q2)**

Целта на изследването е да се опишат топлинните характеристики на птичи пастети, обогатени със зеленчукови компоненти, във връзка с техния химичен състав и технологичния процес. Разработени са два птичи пастета от пилешки дроб, пилешко или пуешко месо със зеленчуци. Термичните характеристики на суровините и готовите пастети са изследвани чрез диференциална сканираща калориметрия, а мастнокиселинният състав на изходните суровини е определен чрез газова хроматография. Проучването изследва ефекта на фактори като скорост на нагриване/охлаждане и матричен ефект на други компоненти (напр. протеини) в суровините и в пастетите. Установено е, че скоростта на охлаждане има значителен ефект върху температурата на топене/кристализация, енталпията и височината на пиковите в процеса на кристализация на мазнината на пастета, както и височината на пика и енталпията в процеса на топене. Бързото охлаждане довежда до понижаване на точката на топене, което се дължи на наличието на нестабилни  $\alpha$  кристали, а бавното охлаждане води до образуване на предимно стабилни  $\beta'$  кристали. Съдържанието на ненаситени мастни киселини, присъстващи в мазнината, е важно както за скоростта на кристализация, така и за точката на топене на суровините и продуктите. Този ефект е по-силен при пастетите, поради наличието на различни компоненти като протеини. Получените резултати могат да се използват за оценка на термичната стабилност на изготвените продукти и възможност за по-нататъшно оптимизиране на термичната обработка при приготвяне на пастети.

- Г.9. Antova G, Angelova-Romova M., **Petkova Z.**, Teneva O., Marcheva M., Zlatanov M., **2017**, Biologically active components in *Madia sativa* seed oil, *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3044-3049. DOI 10.1007/s13197-017-2739-9. (IF<sub>(2017)</sub> **1.797**; SJR<sub>(2017)</sub> **0.689**). **Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q2) и Scopus (Q2)**

Детайлно е охарактеризирано глицеридното масло от семена от мадия, като са изследвани биологично активните компоненти в липидите (мастни киселини, фосфолипиди, стероли и токофероли) от семена на три сорта *Madia sativa*, интродуцирани в България (BGR 457 и BGR 458 с произход Германия и BGR 459 с произход САЩ). Установено е, че глицеридното масло в семената е съответно 36,6, 34,2 и 35,4%. Общото съдържание на фосфолипиди е 2,4, 1,7 и 2,6%, а основните класове са фосфатидилхолин, фосфатидилинозитол и фосфатидилетаноламин. Количеството стероли в маслото е 0,3% за

всички проби и основният компонент е  $\beta$ -ситостерол, следван от кампестерол и стигмастерол. Общото съдържание на токофероли в маслата е съответно 768, 795 и 856 mg/kg и преобладава  $\alpha$ -токоферолът (повече от 70,0%). Установен е и мастнокиселинният състав на триацилглицеролите и стероловите естери. Основните мастни киселини в триацилглицеролите са лиолова (47,5–50,5%), олеинова (30,2–32,4%) и палмитинова киселина (13,0–13,5%). Съдържанието на наситени мастни киселини (палмитинова и стеаринова) в стероловите естери (40,1–50,9%) е значително по-високо, отколкото в триацилглицеролите (18,3–19,4%).

**Г.10. Petkova Z., Antova G., Angelova-Romova M. 2020, Biologically active components and health benefits of nettle seed oil, *Grasas y Aceites*, 71 (1), p. e347. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0108191>. (IF<sub>(2020)</sub> 1.650; SJR<sub>(2020)</sub> 0.384). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q4) и Scopus (Q3)**

В настоящата публикация е установено съдържанието и състава на мастноразтворимите биологично активни компоненти в маслото от семена на коприва и са определени важни липидни индекси, чиито стойности спомагат за установяването на антиатерогенни и антитромбогенни свойства на липидите, както и хипохолестеролемичния им потенциал. Определено е, че лиоловата киселина преобладава в триацилглицеролите (77,7%), последвана от олеиновата (16,2%). Стеролите съставляват 1,1% от глицеридното масло, като  $\beta$ -ситостеролът е основният компонент (90,1%). Маслото съдържа 711 mg/kg токофероли, като преобладава  $\gamma$ -токоферол (36,1%), следван от  $\alpha$ -токоферол (28,9%) и  $\delta$ -токоферол (26,9%). Стойностите на атерогенния и тромбогенния индекс са значително ниски, което определя по-добрите антиатерогенни и антитромбогенни свойства на маслото. Холестеролемичният индекс и съотношението на полиненаситените и наситените мастни киселини са значително по-високи от 1,0 и разкриват добър хипохолестеролемичен потенциал и висока хранителна стойност. Съдържанието на биологично активни компоненти в маслото от семена на коприва показва, че то е богат източник на незаменими мастни киселини, стероли и токофероли и може да се използва в хранителни, козметични и фармацевтични продукти.

**Г.11. Petkova Z., Antova G. 2019, A comparative study on quality parameters of pumpkin, melon and sunflower oils during thermal treatment, *OCL-Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 26, 32. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2019028>. (IF<sub>(2019)</sub> -; SJR<sub>(2019)</sub> 0.365). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) и Scopus (Q2)**

Настоящата публикация разкрива влиянието на термичната обработка върху качеството на две масла (от семена на тиква и пъпеш) в сравнение с качеството на най-

използваното масло – слънчогледовото. За обработката на маслата са използвани конвенционално и микровълново нагряване. Продължителността на термичната обработка е 9, 12 и 18 минути при конвенционалното нагряване. Микровълновото нагряване е извършено при две микровълнови мощности на оборудването (600 W и 900 W) за 3, 6, 9 и 12 минути. На всеки етап от термичната обработка са определени киселинното и пероксидното число, абсорбцията на маслата при 232 и 268 nm, токофероловия и мастнокиселинния им състав. Установено е, че степента на окисление на изследваните масла по време на микровълново и конвенционално нагряване нараства с увеличаване на продължителността на нагряването и мощността на микровълните. Освен това двата метода на нагряване не оказват влияние върху процесите, водещи до образуването на свободни мастни киселини. Съдържанието на токофероли в маслото от семена на пъпеш остава почти непроменено по време на термичната обработка. Количеството на линоловата киселина намалява в тиквеното и слънчогледовото масло по време на микровълново нагряване, докато това на олеиновата и палмитинова киселина се увеличава значително. Най-голяма промяна в мастнокиселинния състав на изследваните масла е установена по време на микровълново нагряване при 900 W. Промените в мастнокиселинния състав на термично обработено масло от семена на пъпеш са незначителни. Установено е, че маслото от семена на пъпеш е термично по-стабилно от тиквеното и слънчогледовото масло.

**Г.12. Petkova Z., Antova G., Angelova-Romova M., Petrova A., Stoyanova M., Petrova S., Stoyanova A. 2020, Bitter vetch seeds (*Vicia ervilia* L.) – A valuable source of nutrients, *Bulgarian Chemical Communications*, 52 (B), 12 – 15. DOI: 10.34049/bcc.52.B.0003. (IF<sub>(2020)</sub> -; SJR<sub>(2020)</sub> 0.179). Реферирано и индексирано в Scopus (Q4).**

Определени са основните хранителни вещества на семената от бурчак (*Vicia ervilia* L.). Семената са с руски произход, но са интродуцирани в България. Установено е, че семената на бурчак притежават високо съдържание на въглехидрати (66,2%) и протеини (20,1%), но съдържанието на глицеридно масло е ниско (1,4%). Съдържанието на нишесте и диетични фибри са съответно 20,4 и 3,1%. Общото съдържание на водоразтворими въглехидрати е 4279,0 mg/100 g, като е установено, че единствените дизахариди в семената са захароза (2649,8 mg/100 g) и целобиоза (149,4 mg/100 g), докато основните монозахариди са глюкоза (600,9 mg/100 g) и фруктоза (540,7 mg/100 g). Съдържанието на рамноза и ксилоза е съответно 198,3 и 140,1 mg/100 g. Определен е и аминокиселинният състав на семената от бурчак като са идентифицирани 17 аминокиселини. Основната аминокиселина е фенилаланин (46,2 mg/g), следвана от лизин (34,8 mg/g) и хистидин (30,0 mg/g). Установено е, че влагата на семената е 9,7%, а съдържанието на пепел е 2,6%. Съдържанието на основните хранителни вещества в семената на бурчак е сравнително високо, което определя тяхната добра енергийна стойност – 357 kcal/100 g (1520 kJ/100 g),

което съответства на енергийната стойност на най-често използваните семена от бобови растения. Поради тази причина семената от бурчак могат да се разглеждат като заместител на най-използваните за хранителни цели бобови растения, като боб, бакла и соя.

### **III. УЧЕБНИ ПОСОБИЯ**

Е.1. Антова Г., Ангелова-Ромова М., Петкова Ж., Тенева О., Симеонова Ж., Ръководство за Лабораторни упражнения по Хранителна химия, ПУ Пловдив, 2023. eISBN 978-619-202-859-6

Ръководството по дисциплината „Хранителна химия“ е предназначено за студенти от ОКС „магистър“ по специалност „Хранителна химия“, както и за студенти от ОКС „бакалавър“ от специалност „Химичен анализ и контрол на качеството“ към Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

В ръководството се разглеждат принципите на съществуващите методи за анализ на основните компоненти на хранителните продукти – протеини, въглехидрати, липиди, витамини и водно съдържание, както и методите за количественото им определяне. Включените в ръководството упражнения са съобразени с учебната програма на дисциплината „Хранителна химия“. Всяка тема започва с кратко теоретично въведение върху състава, свойствата и значението на основните нутриенти на храните. Посочени са начина на работа и апаратурата, с които се провеждат изследванията. Упражненията в ръководството имат за цел да дадат знания и да създадат умения за решаване на практически въпроси от ежедневната химическа практика за окачествяване на хранителни продукти по отношение на определяне съдържанието на основните нутриенти и биологично активни компоненти, както и определяне на основните физикохимични показатели на липидите и на хранителните продукти. Студентите ще се запознаят и ще усвоят основни методи за анализ на хранителни продукти.

## РАЗШИРЕНА ХАБИЛИТАЦИОННА СПРАВКА

Хабилитационната справка е изготвена въз основа на 6 броя публикации в издания, реферирани и индексирани в бази данни Scopus и/или Web of Science (Приложение 5; показател В.4).

Научни публикации на гл. ас. д-р Жана Юлиянова Петкова по показател В.4., във връзка с участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки (Органична химична технология, Хранителна химия), обявен в ДВ бр. 39 от 02.05.2023 г.

Номерацията на публикациите е съгласно Приложение 5 (показател В.4):

- B.4.1.** Fidan H., Stankov S., Stoyanova M., **Petkova Z.**, Petkova N., Stoyanova A., Ercisli S., Choudhary R., Karunakaran R. Chemical Composition of *Pinus nigra* Arn. Unripe Seeds from Bulgaria. *Plants*. **2022**; 11(3):245. <https://doi.org/10.3390/plants11030245>. (IF<sub>(2021)</sub> 4.658; SJR<sub>(2022)</sub> 0.79). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)
- B.4.2.** Stankov S., Fidan H., **Petkova Z.**, Stoyanova M., Petkova N., Stoyanova A., Semerdjieva I., Radoukova T., Zheljazkov V. **2020**, Comparative Study on the Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Grecian Juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb) Unripe and Ripe Galbuli, *Plants*, 9, 1207; <https://dx.doi.org/10.3390/plants9091207>. (IF<sub>(2020)</sub> 3.935; SJR<sub>(2020)</sub> 0.892). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)
- B.4.3.** Popova V., **Petkova Z.**, Ivanova T., Stoyanova M., Lazarov L., Stoyanova A., Hristeva T., Docheva M., Nikolova V., Nikolov N., Zheljazkov V. **2018**, Biologically active components in seeds of three *Nicotiana* species, *Industrial Crops & Products*, 117, 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.020>. (IF<sub>(2018)</sub> 4.191; SJR<sub>(2018)</sub> 1.015). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q1) и Scopus (Q1)
- B.4.4.** **Petkova Z.**, Antova G., Angelova-Romova M., Todorova I., Stoyanova M., Stoyanova A. **2022**, *Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine” from South of Bulgaria: a source of nutrients and natural biologically active components, *OCL-Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 29, 10. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022003>. (IF<sub>(2022)</sub> -; SJR<sub>(2022)</sub> 0.356). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) и Scopus (Q2)
- B.4.5.** Popova V., **Petkova Z.**, Ivanova T., Stoyanova M., Mazova N., Stoyanova A. **2021**, Lipid composition of different parts of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and valorization of seed and peel waste, *Grasas y Aceites*, 72 (2), e402. <https://doi.org/10.3989/gya.1256192>. (IF<sub>(2012)</sub> 1.416; SJR<sub>(2022)</sub> 0.311). Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q4) и Scopus (Q3)



**B.4.6. Petkova Z.,** Stefanova G., Girova T., Antova G., Stoyanova M., Damianova S., Gochev V., Stoyanova A., Zheljazkov V. D., **2019**, Phytochemical investigations of laurel fruits (*Laurus nobilis*). *Natural Product Communications*, 1-10. <https://doi.org/10.1177/1934578X19868876>. (IF<sub>(2019)</sub> **0.468**; SJR<sub>(2019)</sub> **0.199**).  
**Реферирано и индексирано в Web of Science (WOS) (Q4) и Scopus (Q4).**

По публикациите от **показател B.4.** са установени **10** независими положителни цитирания в Scopus/Web of Science (Приложение б.1.1.; показател Д.12).

Изследванията и обработката на резултатите по представените публикации са проведени в различни структурни звена на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Университет по хранителни технологии (Пловдив), Институт по тютюна и тютюневите изделия – ССА (с. Марково, Пловдив), Русенски университет „А. Кънчев“, Университет на Орегон (САЩ).

### **Нетрадиционни растителни източници на биологично активни вещества и потенциалното им приложение за хранителни цели**

#### **ВЪВЕДЕНИЕ**

В света съществуват над десет хиляди годни за консумация ядливи растения. Въпреки това, на пазара са намерили място само 150 растителни вида, дванадесет от които доставят приблизително 80% от хранителната енергия, нужна на човека. От последните само четири вида покриват необходимите изисквания за енергийна стойност и съдържание на протеини, а именно ориз, пшеница, царевица и картофи. Поради тази причина в последно време обект на различни изследвания представляват много растения, които не са достатъчно проучени, но са източник на ценни хранителни съставки и могат успешно да заменят в храненето вече установените растителни видове. От друга страна, тези растения могат да съдържат в по-големи количества и други биологично активни компоненти, като есенциални (незаменими) мастни киселини и аминокиселини, токофероли, каротеноиди, фосфолипиди, стероли и полифеноли, които не се синтезират в човешкия организъм, а се приемат само с храната и балансираният им прием е важно средство за опазване на здравето.

Поради тази причина научните изследвания в последните години са насочени към определянето на тези компоненти в редица нетрадиционни растителни източници, с цел установяване на потенциалното им приложение в различни хранителни продукти с подобрени функционални свойства и оксидантна стабилност. Малка част от подобни растения с потенциална употреба в хранителната промишленост са: черен бор (*Pinus nigra* Arn.), хвойна (*Juniperus excelsa* M. Bieb), тютюн (*Nicotiana alata* Link & Otto, *N. rustica* и *N. tabacum*), лупина (*Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine”), физалис (*Physalis peruviana* L.) и лавър (*Laurus nobilis*).

## 1. Химичен и липиден състав на незрели семена от черен бор (*Pinus nigra* Arn.)

Семейство Pinaceae се състои от 11 рода (Delipavlov and Chechmedzhiev, 2003). С повече от 100 съществуващи вида *Pinus* е най-големият род иглолистни дървета и най-разпространеният в Северното полукълбо. В България естествено растат пет вида: *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus peuce* Grab., *Pinus holdreichii* H. и *Pinus mugo* Turra. Видовете от род *Pinus* са източник на семена, които съдържат голямо разнообразие от хранителни вещества (Nergiz and Dönmez, 2004). Примери за такива са кедровите семена, които се получават от вида *P. pinea* L. и се използват като деликатес. Съдържанието на мононенаситени и полиненаситени мастни киселини в състава на семената от род *Pinus* е високо и поради тази причина може да се използва за профилактика на сърдечно-съдови заболявания (Savage, 2001). Много изследвания върху състава на други видове от род *Pinus* показват, че техният състав варира в зависимост от географските и климатичните условия (Wolff et al. 2001; Cheikh-Rouhou et al., 2006; Kadri et al., 2014; Macchioni et al., 2003). Проучванията показват, че боровите семена съдържат  $\alpha$ -линоленова киселина, антиоксиданти и други биологично активни компоненти (Kadri et al., 2015; Cheikh-Rouhou et al., 2006; Kadri et al., 2014). Химичният състав на различните анатомични части на *P. sylvestris* и *P. nigra*, както и периода на тяхната вегетация, определят състава на много компоненти в техния състав. Количественият и качествен състав на различните видове в немалка степен зависи от почвените, климатичните, географските и видовите особености. Както ниското, така и високото съдържание на хранителни вещества в растителните клетки могат да съдействат за устойчивостта на вида и възможността за неговото развитие (Parzych and Sobisz, 2012). Използването на незрели шишарки в различни хранителни продукти като конфитюри, желета и настойки в традиционната българска народна медицина налага допълнителна оценка на техния химичен и липиден състав. Семената са източник на биологично активни компоненти и могат да имат приложение в храненето или хранителните технологии. Поради тази причина са изследвани мастнокиселинният и токофероловият състав на изолираното глицеридно масло от незрелите семена на черен бор, както е установено и съдържанието на въглехидрати, целулоза, протеини и аминокиселинен състав, общо пепелно съдържание и минералният състав на остатъчния шрот след екстрахирането на растителното масло.

Липидната фракция на незрелите семена на *P. nigra* е 1,68%. Количеството на есенциалната линолова (n-6) киселина (44,2%) е най-високо в състава на маслото от незрелите семена. Сред наситените мастни киселини палмитиновата киселина има най-високо съдържание (31,2%). Пиноленовата киселина е полиненаситена мастна киселина, която се среща главно в растенията, особено в голосеменните растения, и е с високо съдържание в анализиранията семена (10,5%). Съдържанието на олеинова киселина е пониско (8,8%), последвано от малко количество линоленова киселина (3,0%). Съдържанието на останалите мастни киселини варира от 0,1 до 0,6%. Маслото от незрели семена на черен бор се отличава с по-голямо количество на ненаситени мастни киселини

(67,2%) в сравнение с това на наситени мастни киселини (32,8%). Количеството на полиненаситените мастни киселини преобладава (57,8%) в маслото, като съставлява 86,01% от количеството на ненаситени мастни киселини. Съдържанието на мононенаситените мастни киселини е по-ниско (9,4%) и съставлява 13,99% от дела на ненаситените мастни киселини. Общото съдържание на токофероли в изследваните липиди от неузрели семена е значително високо (1290 mg/kg), като са идентифицирани  $\alpha$ -токоферол ( $53,1 \pm 0,4\%$ ) и  $\gamma$ -токоферолът ( $46,9 \pm 0,2\%$ ).

Основният полизахарид, определен в шрота от семена на черен бор, е целулозата ( $28,58 \pm 0,27\%$ ), а водоразтворимите захари са  $0,20 \pm 0,02\%$ , представени главно от глюкоза (0,09%), фруктоза (0,02%) и захароза (0,03%). Съдържанието на протеин в кюспето е  $38,42 \pm 0,37\%$ . Основните аминокиселини са аспарагин (3,92 mg/g), серин (3,79 mg/g), аланин (3,65 mg/g), аргинин (3,32 mg/g), фенилаланин (2,98 mg/g), лизин (2,85 mg/g), триптофан (2,44 mg/g), валин (2,33 mg/g), изолевцин (2,28 mg/g), и тирозин (2,05 mg/g). Пепелното съдържание в остатъчния шрот от семена на черен бор възлиза на  $2,99 \pm 0,02\%$ . Резултатите показват високи стойности на макроелементите в състава на шрота. Калият е с най-висока концентрация (8048,00 mg/kg), следван от магнезия (172,99 mg/kg). По-ниското съдържание на азот (1,96 mg/kg) и фосфор (0,08 mg/kg) могат да се обяснят с по-бавната скорост на развитие на растенията, както и по-ниските нива на макроелементи в почвения слой.

Представените резултати подчертават потенциалната възможност за използване на неузрелите семена от черен бор в различни области поради тяхното химическо значение и съдържание на биологично активни вещества.

## **2. Фитохимичен, липиден състав и антиоксидантна активност на узрели и неузрели галбули от хвойна**

Родът *Juniperus* (Cupressaceae) съдържа повече от 60 вида, широко разпространени, главно в северното полукукло, включително Северна Америка, Европа и Азия (Adams, 2004). *Juniperus excelsa* е вечнозелен дървесен вид с височина до 15 m, с лечебно и озеленително значение. Галбулите (плодчетата) са сферични с диаметър от 7 до 12 mm и са покрити със сивкаво-сив налеп (Yordanov, 1963). Местообитанията на *J. excelsa* образуват ендемични хвойнови гори, които са много редки в европейските страни. Видът е включен в Червения списък на Международния съюз за защита на природата (Farjon, 2017) и Червената книга на Република България в категория „Критично застрашен“ (Peev et al., 2015). В България *J. excelsa* е рядък растителен вид, защитен от Закона за биологичното разнообразие в България (Peev et al., 2015). У нас растението расте на места със средиземноморски и умереноконтинентален климат по стръмните склонове на дълбоки проломи в Западните Родопи (резерват „Изгорялото гюне“), а по-често се среща в долината на река Струма (резерват „Тисата“). Последният резерват включва хиляди дървета от *J. excelsa*, което го прави най-представителната и многобройна популация на този вид в България.

Поради своя фитохимичен състав видовете хвойна се използват в народната медицина: намират широко приложение при лечение на различни заболявания като кашлица, настинка, хемороиди, гъбични инфекции и др. (Filipowic et al., 2003; Güvenç et al., 2012). Някои предишни изследвания показват различия в химичния състав на етеричните масла от галбули на *J. excelsa* от различни части на света (Hafı et al., 2015; Torçu et al., 2005). Разнообразието в количеството и качеството на етеричните масла е функция на генетични и негенетични фактори като климатични условия, сезон и време на прибиране на реколтата и дори продължителността на излагане на слънчева светлина (Adams, 2004).

От друга страна, познаването на антиоксидантните свойства на много растителни видове позволява използването им като средство за запазване на качеството на храната чрез забавяне или предотвратяване на процесите на окисление на липидите (Brewer, 2011; Asif, 2015). Въпреки това, до настоящата публикация няма информация за състава и антиоксидантната активност на неузрели и узрели галбули от *J. excelsa*. Ето защо целта на това изследване беше да се изследва фитохимичният състав и да се оцени съдържанието на фенолни съединения, флавоноиди, както и антиоксидантният капацитет на екстрактите от галбули на *J. excelsa*. Работната хипотеза е, че фитохимичният състав, фенолните съединения и антиоксидантната активност на галбулите от хвойна ще зависят от тяхната фаза на зрялост и мястото на събиране. За провеждане на опита са използвани узрели и неузрели галбули от хвойна, събирана от две защитени области в България:

- 1) локация 1 - резерват „Изгорялото гюне” (Западни Родопи); и
- 2) резерват „Тисата”, разделена на две секции: локация 2 – източна, разположена в Малешевска планина; и локация 3 – западна, разположена в планина Пирин.

Установено е, че съдържанието на протеин е най-високо (16,4%) в неузрелите проби от *J. excelsa*, събрани от място 2. Съдържанието на протеин в неузрелите галбули (локации 1 и 2) е по-високо от това на напълно узрелите от същите райони. Узрелите галбули от локация 3 имат по-високо съдържание на протеин (15,4%) от неузрелите. Разликите в количеството на протеиновата фракция в неузрелите и узрелите галбули на *J. excelsa* може да се дължат на разликата в отчетената влажност на пробите, тъй като съществува връзка между количеството влага и съдържанието на протеини в пробите.

Съдържанието на хлорофил е най-високо в узрелите галбули от локация 3 (273,4 µg/g с.в.), като хлорофил *a* и хлорофил *b* са съответно 193,1 и 80,3 µg/g с.в.. Най-ниските концентрации на общ хлорофил са открити в пробата от неузрели галбули от същото място. Общото съдържание на каротеноиди варира между 41,7 (узрели галбули от локация 2) и 50,4 µg/g с.в. (узрели галбули от локация 3). Узрелите галбули от *J. excelsa* (локация 1) имат най-висок добив на етерично масло (5,1%), следван от пробата от узрели галбули от местоположения 2 и 3 (съответно 2,6% и 2,5%). Узрелите галбули се характеризират с по-високо съдържание на етерично масло от неузрелите проби. Съдържанието на липиди (вариращо между 4,5% и 9,1%) е по-високо при узрелите галбули от всички локации в сравнение с неузрелите проби.

Резултатите за мастнокиселинния състав на глицеридното масло от узрели и неузрели галбули на хвойна от различни географски локации не показват зависимост между отделните проби. Количеството на линоловата киселина (26,2%) е най-високо в неузрелите галбули от локация 1 в сравнение с другите проби. Съдържанието на наситени мастни киселини (палмитинова киселина) в пробата от неузрели галбули (локация 2) е най-високо (41,3%) в сравнение с останалите проби. Палмитиновата киселина е основната мастна киселина в липидите от почти всички галбули, с изключение на тези от локация 3. Съдържанието на олеинова киселина е най-ниско в маслото от неузрели галбули от локация 2 (8,4%) и най-високо в узрелите от локация 3 (32,6%). Количеството на стеаринова киселина варира между 4,5% и 8,4%. Във всички проби се открива и малко количество линоленова (1,3–4,8%), ейкозатриенова (1,7–8,8%) и лигноцеринова (1,8–6,4%) киселини.

Най-високото съдържание на неосапуняеми вещества е установено в липидната фракция на узрелите галбули (13,5%) от локация 3, следвани от узрелите (11,4%) и неузрели (11,6%) проби от галбули от местоположение 2. Съдържанието на стероли също е най-високо в липидната фракция от узрелите галбули от локации 2 и 3 (0,3%). Общият токоферолов състав на глицеридното масло от узрели галбули от локация 1 е най-висок (1894 mg/kg), докато най-ниските концентрации (721 mg/kg) са открити в неузрелите галбули от местоположение 2. Наблюдава се, че общото количество на токоферолите се увеличава с узряването на галбулите на хвойната. За всички изследвани проби е установено, че основният компонент в стероловата фракция е  $\beta$ -ситостерол (64,8 – 91,7%), а в токофероловата фракция са  $\alpha$ -токоферол (19,0 – 88,5%) и  $\alpha$ -токотриенол (6,1 – 66,2%).

Хистидинът е основната есенциална аминокиселина (5,5–8,0 mg/g) във всички изследвани проби, следван от лизин (4,0–6,1 mg/g). Сред неесенциалните аминокиселини, аспарагин (3,4–8,6 mg/g), аланин (4,6–7,1 mg/g) и глутаминова киселина (2,8–6,7 mg/g) са с най-високи концентрации във всички изследвани проби. Резултатите показват, че узряването на галбулите от хвойна има значителен ефект върху аминокиселинния им състав. Антиоксидантният потенциал на екстрактите с 95% и 70% етанол е анализиран с помощта на четири различни метода. Установена е положителна корелация между антиоксидантния потенциал и фенолното съдържание в галбулите от хвойна.

Резултатите, получени в това проучване, демонстрират разликите във фитохимичния състав и антиоксидантната активност на галбули от *J. excelsa* като функция от етапа на зрялост и мястото на събирането им.

### **3. Биологично активни компоненти в семена от различни видове тютюн**

Тютюнът е многогодишно растение от семейство Solanaceae, отглеждано като важна пазарна култура повече от 350 години в много страни по света. Въпреки че родът включва повече от 65 вида, *Nicotiana tabacum* L. (обикновен тютюн) е единственият търговски култивиран и икономически важен вид. *Nicotiana rustica* L. (известен също като ацтекски или див тютюн) се характеризира с до девет пъти повече никотин от

обикновения тютюн и е бил и продължава да се използва в много ограничени количества в Мексико, Русия, Южна Америка, Виетнам и други азиатски страни (Kishore, 2014; Yadav et al., 2016).

Тютюнът отдавна е пазарна култура за България с голямо влияние върху националната икономика. В България се отглеждат три вида *N. tabacum* (обикновен тютюн): Ориенталски („Басма” и „Каба Кулак”), Вирджиния и Бърлей. Изсушените и ферментирани тютюневи листа се използват за производството на различни тютюневи изделия за пушене и бездимни продукти, като техният химичен състав и биологична активност са широко изследвани (Rodgman and Perfetti, 2013). Тютюневото растение обаче предлага широк спектър от алтернативни приложения, като производство на биопелети от тютюневи стъбла като възобновяем източник на енергия, биодизел от тютюневи семена, масло от семена за пазара на хранителни добавки, масло от семена и къспе за храна на животни, силажни смеси и др. (Grisan et al., 2016; Rossi et al., 2013; Xie et al., 2011).

Обикновените тютюневи семена се считат за източник на глицеридно масло, което съдържа значително количество мастноразтворими биологично активни вещества (Ali et al., 2008; Xie et al., 2011; Zlatanov et al., 2007).

Въпреки изследванията на чуждестранни автори върху химичния и липидни състав на семената от традиционните видове тютюн, е налична ограничена информация за химическия състав на семената и маслата от други видове тютюн (Koiwai et al., 1983). През 2015 г. Институтът по тютюна и тютюневите изделия в България започна експериментално отглеждане на два (необичайни за страната) вида тютюн *N. alata* Link. & Otto и *N. rustica* L., с намерението да разширят обхвата на биологично активни продукти, получени от тютюневи листа и семена. Хипотезата е, че химическият състав на *N. alata*, *N. rustica* и *N. tabacum* ще се различава и ще зависи от генотипа. Поради това целта на изследването беше да се проведе сравнителен анализ на биологично активните съединения в семената, маслата от тях, и от шрота на два вида тютюн, интродуцирани в България (*N. alata* и *N. rustica*), и да се сравнят показателите с тези на *N. tabacum* (обикновен тютюн).

Съдържанието на глицеридно масло от семената варира между 30,9% (*N. tabacum*) и 40,9% (*N. alata*, генотип с розови съцветия). Съдържанието на фосфолипиди е ниско 0,2–0,3% в маслата, а общото количество стероли в тях е 0,35–0,48%. Основният компонент в стероловата фракция е  $\beta$ -ситостерол (62,1 – 73,6%) на всички масла от семена на изследваните сортове тютюн; следван от холестерол (13,0%) и  $\Delta^5$ -авенастерол (9,3%) (в *N. alata* с бели венчелистчета); холестерол (14,5%) и кампестерол (7,9%) (в *N. alata* с розови венчелистчета); кампестерол (11,8%) и  $\Delta^5$ -авенастерол (8,3%) (в *N. rustica*); и кампестерол (15,0%) и стигмастерол (10,7%) (в *N. tabacum*). Съдържанието на токофероли варира между 101 и 178 mg/kg, като е най-ниско в маслото от семена на *N. alata* с бели съцветия и *N. tabacum*, а е най-високо в това на *N. rustica*. Основният компонент в токофероловата фракция при всички изследвани проби е  $\gamma$ -токоферол (по-високо от 97%). Основните мастни киселини в трите сорта *Nicotiana* са линолова (61,7–67,6%), олеинова (15,5–19,0%) и палмитинова (9,1–12,5%) киселина.

Определени са и някои полезни хранителни компоненти в шрота от семената (след екстракция на глицеридното масло): минерали, целулоза, протеини и аминокиселини. Съдържанието на целулоза в шрота варира между 32,5 и 45,2%, а съдържанието на протеин е 26,7–34,1%. Шротовете от семена са богати на макро- и микроелементи, като се наблюдават разлики в съдържанието им между сортовете. Най-високо съдържание на азот и протеини е установено при *N. rustica* (съответно 5,5% и 34,1%), а най-високо съдържание на целулоза е установено при *N. alata* (генотип с бели венчелистчета) (45,2%). В аминокиселинния състав преобладават аспарагинова киселина (0,190 g/100g), треонин (0,104 g/100g) и аргинин (0,096 g/100g) в *N. alata* (генотип с розови венчелистчета), а в шрота от *N. rustica* – аргинин (0,187 g/100g), аспарагинова киселина (0,100 g/100g) и хистидин (0,087 g/100g). Количеството на калий е по-високо в шрота от *N. tabacum* и *N. rustica* (съответно 11890,5 и 11378,2 mg/kg), докато това на желязо и цинк са най-високи в *N. alata* (генотип с розови венчелистчета) (съответно 208,4 и 112,6 mg/kg).

Базирано на получените резултати може да се направи предположение за потенциалната алтернативна употреба на тютюневи семена и шрот като храна за животни и вероятно като суровина за изготвяне на нови хранителни продукти, полезни за здравето на човека. Количеството на аминокиселините, важни за храненето на животните (лизин, метионин и цистеин) в шротовете от тютюневи семена е ниска, което предполага необходимост от комбиниране с други хранителни компоненти за съставяне на фуражните смески за животни.

#### **4. Хранителни компоненти и естествени биологично активни вещества в семена от лупина (*Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine”)**

През последните години нараства интересът към нови алтернативни култури, които биха могли да бъдат източник на ценни продукти за хората. Като алтернатива на основните бобови култури у нас може да се предложи лупината. Лупината принадлежи към семейството на бобовите растения, близка е по състав до нахута и фъстъците. Смята се, че съдържа 8-те незаменими аминокиселини, което прави протеинът ѝ предпочитан, макар и процентно да не е с най-високи стойности спрямо други растителни източници. След дълги години на проучвания лупината се превръща в източник на важни белтъчини в хранителната индустрия и дори може да измести соята от част от пазарите, а според някои изследвания семената ѝ са полезни в превенцията на сърдечно-съдови заболявания.

Почвено-климатичните условия в България са подходящи за отглеждане на лупина, особено в райони, където почвите са с кисела реакция и други бобови култури (соя и грах) не се развиват нормално. У нас няма селектирани сортове от тази култура, семена от чужди сортове се внасят от фирми в ограничени количества, поради което липсват изследвания върху химичния им състав.

Във връзка с това е и поставената цел на настоящото изследване – да се направят изследвания върху химичния състав на семена от лупина (*Lupinus angustifolius* L. cultivar “Boregine”), както и да се охарактеризират изолираните липиди по отношение на

мастнокиселинен състав и съдържание на биологично активни вещества в тях с оглед пълна оценка на хранителните им качества.

Изследвани са химичният и липидният състав на семената от лупина, като са определени и физикохимичните характеристики на маслото: киселинно, пероксидно, осапунително и йодно число, относителна плътност, коефициент на рефракция и оксидантна стабилност по ускорения метод с апарат „Рансимат”. Семената са богати на протеини (23,9%) и въглехидрати (57,1%), предимно нишесте (24,1%), но имат сравнително ниско съдържание на глицеридно масло (7,4%). Установено е, че захарозата (2341,4 mg/100 g) е основният дизахарид, а основните аминокиселини са фенилаланин (24,8 mg/g), аргинин (13,6 mg/g), тирозин (12,8 mg/g) и серин (12,6 mg/g).

В глицеридното масло преобладават линоловата (41,0%) и олеиновата киселини (32,9 %), последвани от наситените палмитинова (11,9%) и стеаринова (7,4%) киселини. Установено е и малко количество линоленова киселина – около 4,4%. Ненаситените мастни киселини преобладават в маслото от семена на лупина (79,6%), като количеството на полиненаситените киселини съставлява 46,1% от мастнокиселинния състав.

Общото съдържание на стероли в липидната фракция е около 1,0%, а това на токоферолите е значително високо (1585 mg/kg).  $\beta$ -Ситостеролът (71,3%) е основният компонент в стероловата фракция на маслото от лупина, последван от кампестерол (24,3%). В токофероловата фракция  $\gamma$ -токоферолът е основният компонент, който съставлява 92,9% от количеството на токоферолите. В маслото се съдържат и малко количество  $\alpha$ -токоферол (5,2%) и  $\gamma$ -токотриенол (2,6%).

Фосфатидилинозитолът и фосфатидилхолинът съставляват повече от 50% от всички фосфолипиди, като олеиновата киселина е в най-голямо количество във всички класове фосфолипиди. Всички физикохимични характеристики на маслото от семена на лупина са в съответствие с изискванията за хранителните масла и неговата оксидантна стабилност при 100°C и скорост на въздушния поток от 20 L/h е изключително висока (индукционният период е повече от 100 h). Въз основа на получените резултати, може да се направи извода, че семената от лупината имат висока хранителна стойност и тяхното масло е значително стабилно, което ги прави възможен източник на висококачествени липиди с дълъг срок на годност.

## **5. Липиден състав на различни растителни части от плодове на физалис (*Physalis peruviana* L.) и оценка на отпадните продукти от семената и плодoвата обвивка**

Физалисът (*Physalis peruviana* L.), известно още като златна боровинка, зрънце на инките или перуанска земна череша, е най-масово култивируваният вид физалис, представляващ важна пазарна култура в много страни от тропическите и субтропичните региони (Puente et al., 2011). Колумбия е най-големият производител и износител на пресни и изсушени плодове от физалис в света, с годишен обем на износа от около 6000 тона, насочен главно към Европейския съюз (Холандия, Германия и Белгия) (Olivares-



Tenorio et al., 2016). Плодът на физалиса представлява зрънце, обвито в защитна чашка, което е ярко жълто до оранжево на цвят, с яйцевидна форма (с диаметър между 1,25 и 2,50 cm и тегло между 4 и 10 g) и съдържа около 100 - 300 семена. Плодовете са сладко-кисели, наподобяващи тези на домати, ягоди, киви и цитрусови плодове, с нежна и сочна текстура (Puente et al., 2011). Зрелите плодове се консумират предимно пресни, но подобно на други екзотични плодове, физалисът е отлична съставка в много нискокалорични и диетични продукти (напитки, желета, конфитюри, сокове, кисело мляко, дресинги и др.) (Ramadan, 2011; Kalugina et al., 2017). Наскоро са публикувани няколко изчерпателни обзорни статии, които обобщават данните за химичния състав, биологичната активност и употребата на плодове от физалис или на целите растения (Puente et al., 2011; Ramadan, 2011; Zhang et al., 2013; Sharma et al., 2015). Хранителните и лечебни стойности на плодовете са свързани с високите количества на полезни съединения като витамини, минерали, каротеноиди, полифеноли, алкалоиди, мастни киселини, фитостероли, полизахариди и други, както и с техните биологични активности, като анти-възпалителни, имуномодулиращи, антиоксидантни, цитотоксични, антимикробни, хепатопротективни, антигликемични, антихолестеролемични и др. (Ramadan and Mörsel, 2003; Ramadan et al., 2008; Rodrigues et al., 2009; Puente et al., 2011; Ramadan 2011, 2012; Zhang et al., 2013; Sharma et al., 2015; Mokhtar et al., 2018).

Отпадъчните продукти след извличане на сока от плодовете (като семена/люспа) или шрота от семена, останал след извличане на маслото, съдържат съединения, които са важни за човека и храненето на животните и е перспективно тяхното изследване с цел оползотворяване на тези отпадъчни елементи след преработката на плодовете. Тези съображения създават основания за целенасочен анализ на страничните продукти, напр. определяне на макро- и микроелементи, фибри, протеини, аминокиселини, витамини и други компоненти с хранителна стойност. Данните от изследванията, базирани на фракциониране по структурни части на плода и вторични продукти от преработката (семена, обелки, отпадъци от семена/люспи и къспе от семена), не са изчерпателни, въпреки интензивното маркетингово популяризиране на плодовете от физалис в световен мащаб и нарастващата осведоменост за хранителните му ползи.

Поради тази причина целта на това проучване се основава на анализ на липидната фракция на различни части от плодове на физалис и на по-нататъшно охарактеризиране и оценяване на получените отпадъчни продукти от растителния материал. Направено е детайлно изследване върху липидния състав на семена, плодова обвивка и остатъка от семена и люспа след високо скоростна вакуумна сепарация на плодovия сок от плодове на физалис. Установено е, че съдържанието на глицеридно масло в люспата е сравнително по-ниско (3,21%), отколкото това на семената (22,93%) и сместа от семена и люспа (21,03%). Общото съдържание на фосфолипиди в люспата е почти 2 до 3 пъти по-високо (10,72%) от това на другите две фракции (2,69 – 4,38%), а съдържанието на стероли е установено между 1,29 и 1,42%. Общото количество на токофероли в маслото от

плодовата люспа е около два пъти по-ниско (2648 mg/kg), отколкото това на другите две фракции (5096 – 5634 mg/kg).

Преобладаващата мастна киселина в маслото от семена на физалис е линоловата (67,89%), последвана от олеиновата (14,69%) и палмитиновата (11,81%) киселина. В маслото от люспите основната мастна киселина е каприновата киселина (32,17%), следвана от палмитиновата (24,51%) и олеиновата (19,31%) киселина. Мастнокиселинният състав на смесената фракция от отпадните продукти на семена и люспа се доближава до този на семената от плода, като преобладаващата мастна киселина отново е линоловата (63,19%), следвана от олеиновата (16,56%) и палмитиновата (12,48%) киселина. Наситените мастни киселини преобладават в мастнокиселинния състав на люспата от физалис (67,72%), докато в маслото от семена и остатъка от семена и люспа доминират ненаситените мастни киселини (82,26 – 83,77%).

Общото съдържание на стероли в изследваните проби варира от 1,29% (в плодовата обвивка) до 1,42% (в смесената фракция от семена и люспа), като основните компоненти в стероловата фракция на всички изследвани проби са  $\beta$ -ситостерол, кампестерол и  $\Delta^5$ -авенастерол. Основните представители в токофероловата фракция са  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферол, като в маслото от люспата на плода е  $\gamma$ -токоферол (72,78%), докато в останалите две проби количеството на  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферола е приблизително еднакво (съответно 33,04 – 34,15%, 31,40 – 31,46% и 33,31 – 33,78%).

Шротът, след екстракцията на семената от физалис има относително високо съдържание на протеин (24,32%) и целулоза (42,94%). Калият (3911,00 – 4527,00 mg/kg), магнезият (1750,00 – 2095,00 mg/kg) и натрият (112,63 – 124,44 mg/kg) са основните макроеlementи в шрота и отпадната фракция от семена и люспа от плодовете на физалис. Установени са още и желязо (42,85 – 52,36 mg/kg), манган (17,77 – 24,44 mg/kg), мед (10,71 – 114,62 mg/kg) и цинк (34,65 – 130,60 mg/kg). Основните аминокиселини, установени в шрота от семена на физалис, са аспарагинова киселина (32,11 mg/g), лизин (27,22 mg/g) и аланин (17,96 mg/g).

Резултатите от проучването върху състава на плодовете от физалис могат да бъдат от практическо значение при разработването на различни функционални храни и фуражи.

## **6. Фитохимични изследвания върху плодове от лавър (*Laurus nobilis*)**

Лавърът (*Laurus nobilis* L.) е от семейство Lauraceae и произхожда от района на южното Средиземноморие. Широко култивиран е също в Азия, Европа и Америка като подправка, лечебно и декоративно растение. Турция, Испания, Португалия и Иран традиционно са едни от най-големите износители на сушени лаврови листа (дафинов лист). Изсушените листа, плодовете и етеричното масло от лавър се използват широко в хранително-вкусовата промишленост (Kumar et al., 2001; Parthasarathy et al., 2008).

Лавровите плодове са едносеменни яйцевидни плодове с тъмно лилав, тънък, крехък, набръчкан перикарп, който при счупване разкрива ядро, чиято семенна обвивка прилепва към вътрешната повърхност на перикарпа. В плодовете присъстват както

етерично масло (около 1%), така и липиди (до 30%). Етеричното масло се използва в хранително-вкусовата и парфюмерийната промишленост, а липидната фракция за производството на сапун. Най-широко използваната растителна част от лавровото дърво са листата (Parthasarathy et al., 2008; Patrakar et al., 2012; Uysal et al., 2010). Въпреки това, етеричното масло от лаврови плодове също има търговска стойност и е изследвано (Sangun et al., 2007). Интересът към него се е повишил след последните данни за неговата биоактивност. Демонстрираната биоактивност на етеричното масло от плодовете може да се дължи на разлики в състава му в сравнение с тези на лаврови листа и цветове (Parthasarathy et al., 2008). Изследвания върху химичния състав на *L. nobilis* разкриват възможности за използването му не само като подправка, но и като източник на естествени биоактивни съединения.

Лавровите плодове могат да бъдат източник, както на висококачествено етерично масло, така и на липиди с потенциална биологична стойност. Хипотезата на това проучване е, че етеричното масло от плодове на лавър от Гърция и Грузия ще се различават по състав и биоактивност. Поради тази причина, цел на изследването бе да се определи химичният състав (полифеноли, етерично масло, липидна фракция, целулоза и съдържание на протеини) на плодове от лавър, събрани от Гърция и Грузия, и да се оцени антимикробната активност на етеричното им масло срещу патогенни микроорганизми и тези които причиняват разваляне на храната.

Основните фенолни киселини в плодовете от Гърция са *p*-кумарова киселина (свободна 261,6 µg/g) и ванилова киселина (свободна 253,1 µg/g и свързана 925,8 µg/g). Основните фенолни киселини в плодовете от Грузия са ванилова киселина (свободна 105,6 µg/g и кафеена киселина (свързана 439,2 µg/g) и сиринова киселина (свързана 390,7 µg/g). Етеричното масло от лавровите плодове от Гърция (1,4%) и Грузия (1,6%) имат различен състав. Монотерпеновите въглеводороди са преобладаващата група съединения в двете етерични масла: 49,7% в това от Гърция и 68,7% в това от Грузия. Основните компоненти на етеричното масло от плодовете от Гърция са 1,8-цинеол (18,2%),  $\alpha$ -феландрен (15,0%),  $\beta$ -пинен (9,4%) и  $\alpha$ -пинен (9,1%), докато тези от Грузия са транс- $\beta$ -оцимен (59,4%) и 1,8-цинеол (7,6%). И двата вида етерични масла от лаврови плодове (от Гърция и Грузия) демонстрират ниска до умерена антимикробна активност срещу патогенни микроорганизми и микроорганизми, причиняващи развала, и диморфните дрожди *Candida albicans*.

Основните мастни киселини в липидната фракция на плодите обвивки от грузински лавър са лауринова, олеинова, линолова и палмитинова киселини. Съотношението между наситените и ненаситените мастни киселини е 61,1:38,9. Основните мастни киселини в липидната фракция от семената са олеинова, палмитинова и линолова киселина, като съотношението между наситените и ненаситените мастни киселини е 30,1:69,9. Определено е съдържанието и индивидуалния състав на някои мастно разтворими компоненти (токофероли, стероли и фосфолипиди) в липидите на семената и плодите обвивки от лавър. Липидното съдържание на семената варира от

24,5 до 53,3%, а това на плодовите обвивки е от 7,9 до 37,8%. Количеството на стероли и фосфолипиди във всички проби е 0,3 – 0,5% и 1,5 – 2,1%. Основният компонент в стероловата фракция е  $\beta$ -ситостерол (79,8 – 94,3%), като е установено наличие на кампестерол (4,8 – 11,5%), стигмастерол (0,2 – 6,7%) и малки количества холестерол (0,4 – 2,1). Общото съдържание на токофероли е по-високо в липидната фракция от плодовите обвивки (1945,1 – 2036,2 mg/kg), отколкото в семената (314,0 – 531,0 mg/kg), като във всички изследвани проби е установено наличие на  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -токоферол.

Въз основа на проведените детайлни изследвания върху химичния и липидния състав на плодовете от лавър от Гърция и Грузия, може да се направи извод, че те са богати на различни ценни съединения, които потенциално могат да бъдат използвани за нуждите на парфюмерията, козметиката и фармацевтичната индустрия.

## **ОСНОВНИ ПРИНОСИ ВЪРХУ ПУБЛИКАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛ В.4.**

Основните приноси в представените публикации могат да бъдат обобщени като научни и научно-приложни.

### **1. Научни приноси**

За пръв път е изследван химичният състав на различни видове нетрадиционни културни и диворастящи растения в България с възможности за приложение в хранителни продукти или добавки:

- 1.1** семена от черен бор (*Pinus nigra* L.) – определени са мастнокиселинният и токофероловият състав на изолираното глицеридно масло от семената, както е установено и съдържанието на въглехидрати, целулоза, протеини и аминокиселинен състав, общо пепелно съдържание и минералния състав на остатъчния шрот след екстрахирането на растителното масло [В.4.1].
- 1.2** узрели и неузрели галбули на хвойна (*Juniperus excelsa* M. Bieb) – направен е сравнителен анализ на химичния и липидния състав на узрели и неузрели галбули от хвойна, растящи на три различни локации. Определени са съдържанието на влага, протеини, хлорофил, каротеноиди, етерично и глицеридно масло. Охарактеризирани са индивидуалният мастнокиселинен, токоферолов и стеролов състав в липидната фракция на пробите, аминокиселинният състав на протеиновата фракция, както са определени общото фенолно и флавоноидно съдържание, и е установена антиоксидантната активност на галбулите по четири метода – DPPH, ABTS, FRAP и CUPRAC [В.4.2].
- 1.3** семена от три вида на род *Nicotiana* при експериментално отглеждане на *N. alata* Link & Otto (два генотипа), *N. rustica* var. *rustica* и *N. tabacum* (сорт „Пловдив 7“). За първи път е изследвано съдържанието и състава на биологично активни вещества в семената на споменатите видове тютюн, като е установено, че те са богати на глицеридно масло. Определено е съдържанието на стероли, токофероли и мастни киселини в глицеридното масло. Изследвано

е съдържанието на различни макро- и микронутриенти (протеин, целулоза, минерални вещества) в оставащия след екстракцията на глицеридното масло шрот с цел да се направи детайлна оценка на възможностите за пълно оползотворяване на отпадъчните продукти. От друга страна, в шрота са установени ниски концентрации на важните за храненето на животните аминокиселини, като лизин, метионин и цистеин. Поради тази причина се препоръчва неговото използване под формата на подходяща комбинация с други хранителни съставки в смесите [B.4.3].

**1.4** семена на лупина (*Lupinus angustifolius* L.) от сорт “Boregine”. За първи път са проведени детайлни изследвания върху химични и липидния състав на семена от лупина от сорт “Boregine”, както са определени и по-важните физико-химични характеристики на глицеридното масло (пероксидно, киселинно, йодно и осапунително число, относителна плътност при 20°C, коефициент на рефракция и оксидантна стабилност). Установен е химичният състав на семената, включително съдържанието на протеини, глицеридно масло, въглехидрати (в т.ч. нишесте, водоразтворими захари и фибри), влага и е изчислена енергийната стойност. Определени са също така индивидуалният аминокиселинен състав и основните моно- и дизахариди в семената от лупина. Установени са общото съдържание и индивидуалният състав на мастноразтворимите биологично активни съединения – стероли, токофероли, каротеноиди, хлорофил, фосфолипиди. Определен е мастнокиселинният състав на триацилглицеролите и основните класове фосфолипиди. Въз основа на получените резултати е направен изводът, че семената от лупина от сорт „Boregine“ са обещаваща индустриална култура, която има хранителна стойност. Глицеридното масло от семена на лупина може да се представи като алтернативен източник на висококачествени липиди с хранителна стойност и дълъг срок на годност, което се дължи на изключително високата му оксидантна стабилност [B.4.4].

**1.5** направено детайлно изследване върху липидния състав на семена, плодова обвивка и остатъка от семена и люспа след високо скоростна вакуумна сепарация на плодovия сок от физалис с произход Колумбия. Установено е масленото им съдържание, общото съдържание на фосфолипиди, стероли и токофероли в маслата, както и индивидуалният им състав. Определен е мастнокиселинният състав на отделните фракции от физалис след сепарацията на плодovия сок. Резултатите от проучването на състава на плодовете от физалис могат да бъдат от практическо значение при разработването на различни функционални храни и фуражи [B.4.5].

## 2. Научно-приложни приноси

Проучени са възможностите за оползотворяване на биологично активни вещества от различни нетрадиционни растения (в частност лавър):

**2.1** глицеридни и етерични масла от плодове на лавър (*Laurus nobilis* L). Определени са химичният състав (полифеноли, етерично масло, липидна фракция, целулоза и протеиново съдържание) на лаврови плодове, събрани от Гърция (Атон) и Грузия (село Мерия), и е оценена антимикуробната активност на изолираното етерично масло от плодовете. В липидната фракция е определено съдържанието и състава на някои мастно разтворими биологично активни компоненти – мастни киселини, токофероли, стероли и фосфолипиди. Въз основа на проведените детайлни изследвания върху химичния и липидния състав на плодовете от лавър от Гърция и Грузия, е направен извод, че те са богати на различни ценни съединения, които потенциално могат да бъдат използвани за нуждите на парфюмерията, козметиката и фармацевтичната индустрия [B.4.6].

## ЛИТЕРАТУРА

Adams, R.P. Junipers of the World: The Genus Juniperus; Trafford Publishing: Vancouver, BC, Canada, 2004; ISBN 978-1490723259.

Ali, M., Abu Sayeed, M., Kumar Roy, R., Yeasmin, S., Mohal Khan, A., 2008. Comparative study on characteristics of seed oils and nutritional composition of seeds from different varieties of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) cultivated in Bangladesh. *Asian J. Biochem.* 3 (4), 203–212. <http://dx.doi.org/10.3923/ajb.2008.203.212>.

Asif, M. Chemistry and antioxidant activity of plants containing some phenolic compounds. In *Chemistry International; International Scientific Organization: Faisalabad, Pakistan, 2015; Volume 1, pp. 35–52, ISBN 24109649.*

Brewer, M.S., 2011. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 10, 221–247.

Cheikh-Rouhou, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecke, C., Deroanne, C., Attia, H., 2006. Chemical composition and lipid fraction characteristics of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seeds cultivated in Tunisia. *Food Sci. Technol. Int.* 15, 407–415.

Delipavlov, D., Chechmedzhiev, I. *Key to the Plants in Bulgaria; Academic Publishing House of Agriculture University: Plovdiv, Bulgaria, 2003.*

Farjon, A. *Juniperus excelsa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T42232A83944536. Available online: <https://www.iucnredlist.org/species/16336618/16336867>.

Filipowicz, N., Kaminski, M., Kurlenda, J., Asztemborska, M., Ochocka, J.R., Kamiński, M., 2003. Antibacterial and antifungal activity of juniper berry oil and its selected components. *Phytother. Res.* 17, 227–231.

Grisan, S., Polizzotto, R., Raiola, P., Cristiani, S., Ventura, F., di Licia, F., Zuin, M., Tommasini, S., Morbidelli, R., Damiani, F., Pupilli, F., Bellucci, M., 2016. Alternative use of tobacco as a sustainable crop for seed oil, biofuel, and biomass. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 54–55. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-016-0395-5>.

Güvenç, A., Küçükboyacı, N., Goren, A.C., 2012. Fatty Acid Composition of Juniperus Species (Juniperus Section) Native to Turkey. *Nat. Prod. Commun.* 7, 919–922.

Hafi, M.A., Cazier, F., Aboukaïs, A., Jocelyne, B., Beyrouthy, M.E., 2015. Chemical Composition of the Essential Oils from (Berries, Leaves and Twigs) of *Juniperus excelsa* M. Bieb. Growing Wild in Lebanon. *J. Essent. Oil Bear. Plants* 18, 844–851.

Kadri, N., Khettal, B., Adjebli, A., Creseteil, T., Yahiaoui-Zaidi, R., Barragan-Montero, V., Montero, J.L., 2014. Antiangiogenic activity of neutral lipids, glycolipids, and phospholipids fractions of *Pinus halepensis* Mill. seeds. *Ind. Crops Prod.* 54, 6–12.

Kadri, N., Khettal, B., Aid, Y., Kherfellah, S., Sobhi, W., Barragan-Montero, V., 2015. Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. *Food Chem.* 188, 184–192.

Kalugina, I., Telegenko, L., Kalugina, Y., Kyselov, S., 2017. The nutritional value of desserts with the addition of Gooseberry family raw materials from the Northern Black Sea region. *Ukrainian Food J.* 6, 459–469.

Kishore, K., 2014. Monograph of tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Indian J. Drugs* 2 (1), 5–23.

Koiwai, A., Suzuki, F., Matsuzaki, T., Kawashima, N., 1983. The fatty acid composition of seeds and leaves of *Nicotiana* species. *Phytochemistry* 22 (6), 1409–1412. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84024-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84024-8).

Kumar, S., Singh, J., Sharma, A. Bay leaves. In: Peter KV, ed. *Handbook of Herbs and Spices*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited; 2001:52-61.

Macchioni, F., Cioni, P.L., Flamini, G., Morelli, I., Maccioni, S., Ansaldi, M., 2003. Chemical composition of essential oils from needles, branches and cones of *Pinus pinea*, *P. halepensis*, *P. pinaster* and *P. nigra* from central Italy. *Flavour Fragr. J.* 18, 139–143.

Mokhtar, S.M., Swailam, H.M., Embaby, H.E.-S., 2018. Physicochemical properties, nutritional value and techno-functional properties of goldenberry (*Physalis peruviana*) waste powder. *Food Chem.* 248, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.117>

Nergiz, C., Dönmez, I., 2004. Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* L. seeds. *Food Chem.* 86, 365–368.

Olivares-Tenorio, M.L., Dekker, M., Verkerk, R., van Boekel, M.A.J.S., 2016. Health-promoting compounds in Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.): Review from a supply chain perspective. *Trends Food Sci. Technol.* 57 (A), 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.009>

Parthasarathy, V.A., John Zachariah, T., Chempakam, B. Bay leaf. In: Parthasarathy VA, Chempakam B, John ZT, eds. *Chemistry of Spices*. London: CAB International; 2008:435-455.

Parzych, A., Sobisz, Z., 2012. The macro- and microelemental content of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* J.F. Am. needles in *Cladonio-pinetum* habitat of the Słowiński National Park. Lesne Pr. Badaw. (For. Res. Pap.) 73, 295–303.

Patrakar, R., Mansuriya, M., Patil, P., 2012. Phytochemical and pharmacological review of *Laurus nobilis*. Int J Pharm Chem Sci. 1, 595-602.

Peev, D., Petrova, A., Anchev, M., Temniskova, D., Denchev, C.M., Ganeva, A., Gussev, C., Vladimirov, V. *Juniperus excelsa*. Plants and Fungi. Red Data Book of the Republic of Bulgaria; Bulgarian Academy of Sciences & Ministry of Environment and Waters: Sofia, Bulgaria, 2015.

Puente, L., Pinto-Munoz, G., Castro, E., Cortes, M., 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. Food Res. Int. 44, 1733–1740. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>

Ramadan, M.F., 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): an overview. Food Res. Int. 44, 1830–1836. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>

Ramadan, M.F., Mörsel, J.-T., 2003. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). J. Agric. Food Chem. 51, 969–974. <https://doi.org/10.1021/jf020778z>

Ramadan, M.F., Sitohy, M., Moersel, J.-T., 2008. Solvent and enzyme-aided aqueous extraction of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace oil: impact of processing on composition and quality of oil and meal. Eur. Food Res. Technol. 226, 1445–1458. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0676-y>

Rodgman, A., Perfetti, T.A., 2013. The Chemical Components of Tobacco and Tobacco Smoke, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton.

Rodrigues, E., Rockenbach, I., Cataneo, C., Gonzaga, L., Chaves, E., Fett, R., 2009. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. Ciencia Tecnol. Alime. 29, 642–654. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300029>

Rossi, L., Fusi, E., Baldi, G., Fogher, C., 2013. Tobacco seeds by-product as protein source for piglets. Open J. Vet. Med. 3, 73–78. <http://dx.doi.org/10.4236/ojvm.2013.31012>.

Sangun, M.K., Aydın, E., Timur, M., Karadeniz, H., Caliskan, M., Özkan A., 2007. Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. J Environ Biol. 28(4), 731-733.

Savage, G.P., 2001. Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. Plant Foods Hum. Nutr. 56, 75–82.

Sharma, N., Bano, A., Dhaliwal, H., Sharma, V., 2015. Perspectives and possibilities of Indian species of genus *Physalis* (L.) – a comprehensive review. Eur. J. Pharm. Med. Res. 2, 326–353.

Topçu, G., Goren, A.C., Bilsel, G., Bilsel, M., Çakmak, O., Schilling, J., Kingston, D.G.I., 2005. Cytotoxic Activity and Essential Oil Composition of Leaves and Berries of *Juniperus excelsa*. Pharm. Biol. 43, 125–128.



Uysal, B., Sozmen, F., Buyuktas, B.S., 2010. Solvent-free microwave extraction of essential oils from *Laurus nobilis* and *Melissa officinalis*: comparison with conventional hydro-distillation and ultrasound extraction. Nat Prod Commun. 5(1), 111-114.

Wolff, R.L., Lavielle, O., Pedrano, F., Pasquier, E., Deluc, L.G., Marpeau, A.M., Aitzetmüller, K., 2001. Fatty acid composition of Pinaceae as taxonomic markers. Lipids 36, 439–451.

Xie, Z., Whent, M., Lutterodt, H., Niu, Y., Slavin, M., Kratochvil, R., Yu, L., 2011. Phytochemical, antioxidant, and antiproliferative properties of seed oil and flour extracts of Maryland-grown tobacco cultivars. J. Agric. Food Chem. 59 (18), 9877–9884. <http://dx.doi.org/10.1021/jf202069g>.

Yadav, R., Rathi, M., Pednekar, A., Rewachandani, Y., 2016. A detailed review on Solanaceae family. Eur. J. Pharm. Med. Res. 3 (1), 369–378.

Yordanov, D. Flora of the Republic of Bulgaria, Vol. IX; Bulgarian Academy of Science: Sofia, Bulgaria, 1963; p. 508, ISBN 978-954-9746-21-1.

Zhang, Y.-J., Deng, G.-F., Xu, X.-R., Wu, S., Li, S., Li, H.-B., 2013. Chemical components and bioactivities of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*). Int. J. Food Nutr. Saf. 3, 15–24.

Zlatanov, M., Angelova, M., Antova, G., 2007. Composition of tobacco seed oil. Sci. Agric. Bohem. 38 (2), 69–72.

Дата: 08.06.2023 г.

Кандидат по конкурса: .....  
/гл. ас. д-р Жана Петкова/