

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ

UDC 63 (058)

ISSN 1409-987X

ISSN 1857-8608 on line



ГОДИШЕН ЗБОРНИК
2016
YEARBOOK



ГОДИНА 14

VOLUME XIV

GOCE DELCEV UNIVERSITY - STIP
FACULTY OF AGRICULTURE

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ

UDC 63(058)

ISSN 1409-987X

ISSN 1857-8608 on line



ГОДИШЕН ЗБОРНИК
2016
YEARBOOK



ГОДИНА 14

VOLUME XIV

UNIVERSITY "GOCE DELCEV" – STIP
FACULTY OF AGRICULTURE



ГОДИШЕН ЗБОРНИК
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП, ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ
YEARBOOK
GOCE DELCEV UNIVERSITY - ŠTIP, FACULTY OF AGRICULTURE

Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев
Проф. д-р Илија Каров
Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Лилјана Колева-Гудева
Проф. д-р Рубин Гулабоски
М-р Ристо Костуранов

Редакциски одбор

Проф. д-р Саша Митрев
Проф. д-р Илија Каров
Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Лилјана Колева-Гудева
Проф. д-р Верица Илиева
Проф. д-р Љупчо Михајлов
Проф. д-р Рубин Гулабоски
Доц. д-р Душан Спасов

Одговорен уредник

Проф. д-р Саша Митрев

Главен уредник

Проф. д-р Лилјана Колева-Гудева

Администратор

Доц. д-р Емилија Костадиновска

Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска
(македонски јазик)
Биљана Иванова
(англиски јазик)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Земјоделски факултет
ул. „Крсте Мисирков“ 10-А
п. фах 201, 2000 Штип
Р. Македонија

Editorial board

Prof. Sasa Mitrev, Ph.D
Prof. Ilija Karov, Ph.D
Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Liljana Koleva-Gudeva Ph.D
Prof. Rubin Gulaboski, Ph.D
Risto Kosturanov, M.Sc

Editorial staff

Prof. Sasa Mitrev, Ph.D
Prof. Ilija Karov, Ph.D
Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Liljana Koleva-Gudeva Ph.D
Prof. Verica Ilieva, Ph.D
Prof. Ljupco Mihajlov, Ph. D
Prof. Rubin Gulaboski, Ph.D
Ass. prof. Dušan Spasov, Ph.D

Editor in chief

Prof. Sasa Mitrev, Ph.D

Managing editor

Prof. Liljana Koleva-Gudeva Ph.D

Administrator

Emilija Kostadinovska, Ph.D

Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska
(Macedonian)
Biljana Ivanova
(English)

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Address of the editorial office

Goce Delcev University – Štip
Faculty of Agriculture
Krste Misirkov 10-A
PO box 201, 2000 Štip,
R. of Macedonia



СОДРЖИНА CONTENT

- Ивана Велешанова, Фиданка Трајкова, Лилјана Колева-Гудева
МИКРОПРОПАГАЦИЈА НА ДЕКОРАТИВНИТЕ ВИДОВИ
Petunia grandiflora и *Dianthus chinensis x barbatus*
Ivana Velesanova, Fidanka Trajkova and Liljana Koleva Gudeva
MICROPROPAGATION OF ORNAMENTAL SPECIES
Petunia grandiflora and *Dianthus chinensis x barbatus*5
- Жанета Нечева, Виолета Иванова Петропулос
ХЕМИСКИ СОСТАВ НА ЦРВЕНИ ВИНА ОД СОРТАТА
ВРАНЕЦ ОД РАЗЛИЧНИ ЛОКАЦИИ
Zaneta Neceva, Violeta Ivanova Petropulos
CHEMICAL COMPOSITION OF RED VRANEC WINES FROM
DIFFERENT LOCATIONS21
- Драгица Спасова, Душан Спасов, Билјана Атанасова, Мите Илиевски,
Адријана Буровска
ИСПИТУВАЊЕ НА БИОЛОШКИТЕ СВОЈСТВА НА
ОВЕС ОДГЛЕДУВАН ВО УСЛОВИ НА ОРГАНСКО
ПРОИЗВОДСТВО
Dragica Spasova, Dusan Spasov, Biljana Atanasova, Mite Ilievski,
Adrijana Burovska
EXAMINATION OF THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF OATS
GROWN IN CONDITIONS OF ORGANIC PRODUCTION29
- Викторија Максимова, Лилјана Колева-Гудева, Зорица Арсова-
Сарафиновска, Маја Шишовска
ПРОЦЕНТУАЛНА ЗАСТАПЕНОСТ НА КАПСАИЦИНОИДИ
ВО ПЛОДОВИ ОД *CAPSICUM* SP. КУЛТИВИРАНИ ВО
РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
Vikotrija Maksimova, Liljana Koleva Gudeva, Zorica Arsova Sarafinovska,
Maja Shishovska
PERCENTAGE RATIO OF CAPSAICINOIDS AT THE FRUITS OF
CAPSICUM SP. CULTIVATED IN REPUBLIC OF MACEDONIA ..35
- Верица Илиева, Илија Каров, Љупчо Михајлов, Мите Илиевски, Наталија
Маркова Руждиќ, Васко Златковски
ВЛИЈАНИЕТО НА ПОЛЕГНУВАЊЕТО НА ОРИЗОТ
ЗА ВРЕМЕ НА ВЕГЕТАЦИЈАТА ВРЗ ПРИНОСОТ И
КВАЛИТЕТОТ НА БЕЛИОТ ОРИЗ
Verica Ilieva, Ilija Karov, Ljupcho Mihajlov, Mite Ilievski, Natalija Markova-
Ruzdik, Vasko Zlatkovski
INFLUENCE OF LODGING OF RICE DURING VEGETATION ON
RICE MILLING YIELD AND QUALITY49



Оригинален научен труд УДК: 635.649:547.94]:543.544.5.068.7(497.7)

ПРОЦЕНТУАЛНА ЗАСТАПЕНОСТ НА КАПСАИЦИНОИДИ ВО ПЛОДОВИ ОД *CAPSICUM SP.* КУЛТИВИРАНИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Викторија Максимова¹, Лилјана Колева-Гудева²,
Зорица Арсова-Сарафиновска³, Маја Шишовска⁴

viktorija.maksimova@ugd.edu.mk; liljana.gudeva@ugd.edu.mk;
zorica.arsova@ugd.edu.mk; mayashishovska@yahoo.com

Апстракт

Капсаициноидот е главен претставник од групата на протоалкалоиди, капсаициноиди. Формирањето на капсаициноидите е специфична особина карактеристична само за секундарниот метаболизам на растенијата од родот *Capsicum*. Лутите пиперки се карактеризираат со присуството на ванилил конјугати од амиден тип, отсутни или заменети од страна на нивните нелути естри, изостери (капсиноиди) кај благите видови на пиперки. Пиперката *Capsicum annuum* L., fam. Solanaceae, по своето стопанско значење е една од водечките градинарски култури во Република Македонија. Таа се одгледува најмногу заради плодовите што се користат во исхраната преку целата година, во нивната ботаничка или технолошка зрелост.

Поради тоа целта на овој труд беше да се направи анализа на процентуалната застапеност на најзастапените капсаициноид и тоа капсаицин, дихидрокапсаицин и нордихидрокапсаицин во екстрактите добиени од плодовите на петнаесет различни генотипови на *Capsicum annuum* L., fam. Solanaceae.

Клучни зборови: капсаицин, дихидрокапсаицин, нордихидрокапсаицин, екстракција со мацерација, Soxhlet екстракција, HPLC.

¹ Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Факултет за медицински науки

² Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Земјоделски факултет

³ Институт за јавно здравје, Скопје, Република Македонија

⁴ Институт за јавно здравје, Скопје, Република Македонија



PERCENTAGE RATIO OF CAPSAICINOIDS AT THE FRUITS OF *CAPSICUM* SP. CULTIVATED IN REPUBLIC OF MACEDONIA

Viktorija Maksimova⁵, Liljana Koleva Gudeva⁶,
Zorica Arsova Sarafinovska⁷, Maja Shishovska⁸

viktorija.maksimova@ugd.edu.mk; liljana.gudeva@ugd.edu.mk;
zorica.arsova@ugd.edu.mk; mayashishovska@yahoo.com

Abstract

Capsaicin is the main compound in the group of protoalkaloids, so called capsaicinoids. Biosynthesis of capsaicinoids is specific characteristic only for secondary metabolism of the plant metabolism of genus *Capsicum*. Hot peppers contain vanillyl conjugates of amid type, which are absent or switched with their not hot esters or isosters (capsinoids) in the mild types of peppers. The pepper, *Capsicum annuum* L., fam. Solanaceae, is one of the leading agricultures in Republic of Macedonia. Its fruits have been used for a long time, mainly because of its nutritive value, through the period of all seasons, in their botanical or technical maturity.

Therefore, the aim of this paper was to analyze the percentage ratio of the most common capsaicinoids, present in hot peppers, as: capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin. In the extracts obtained from the fruits of fifteen different genotypes of *Capsicum annuum* L.

Key words: capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, maceration, Soxlet, HPLC.

1. Вовед

Сè до осумдесеттите години на минатиот век, лутата состојка од плодот од *Capsicum* sp. била проучувана под имињата: капсикол, капсицин, капсакутин и слично. Капсаициноот најпрво бил екстрахиран во вид на олеорезин, а потоа и изолиран во вид на чиста супстанца во кристална форма во 1876 година, од страна на Thresh. Притоа тој го дал името капсаицин на оваа супстанца, што и денес се користи. Формулата

⁵ Goce Delcev University - Stip, Faculty of Medical Science

⁶ Goce Delcev University - Stip, Faculty of Agriculture

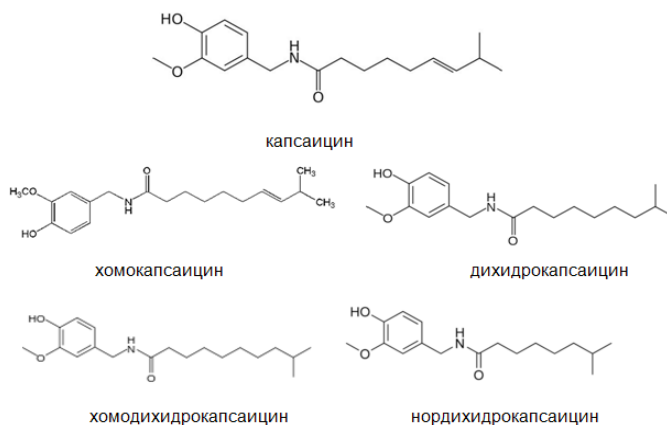
⁷ Institut for public health, Skopje, Republic of Macedonia

⁸ Institut for public health, Skopje, Republic of Macedonia



што била предложена од негова страна била модифицирана од Misko et al. [1], кој предложил дека во дадената структура има присуство на фенолна хидрокси и метокси група, што водело до осознавање на ванилил групата во неговата молекула. Подоцна Nelson [2,3,4] ја прецизирал структурата на капсаицин, N-(4-hydroxy-3-methoxybenzyl)-8-methylnon-6-trans-enamide. Bennett и Kirby со помош на нуклеарна магнетна резонанца (NMR), масена спектрометрија (MS) и со радиоизотопи утврдиле дека природниот капсаицин се состои од најмалку пет сродни амиди [5], (слика 1). Нивната процентуална застапеност во групата на капсаициноиди според Govindarajan [6] изнесува:

- капсаицин - (69% застапеност во групата на капсаициноиди);
 - дихидрокапсаицин - (22% застапеност во групата на капсаициноиди);
 - нордихидрокапсаицин - (7% застапеност во групата на капсаициноиди);
 - хоמוкапсаицин - (1% застапеност во групата на капсаициноиди);
 - хомохидрокапсаицин - (1% застапеност во групата на капсаициноиди).
- Останатите компоненти се присутни само во многу помали количини.



Слика 1. Структурна на капсаицин и неговите познати аналози: хоמוкапсаицин, дихидрокапсаицин, хомодихидрокапсаицин и нордихидрокапсаицин

Figure 1. Structure of capsaicin and its common analogues: homocapsaicin, dihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin

Во рамките на еден вид застапеноста на капсаициноидите се менува во различни органи кои се истражуваат, бидејќи дистрибуцијата од местото на синтеза на капсаициноидите е очигледно поефикасна за некои видови на капсаициноиди отколку за другите [7].



Капсицинонот [N-(4-хидрокси-3-метоксибензил)-8-метилнон-trans-енамид] со емпириска формула $C_{18}H_{27}O_3N$ и молекулска маса 305,119 претставува бел кристален прашок, без мирис и интензивен лут вкус што дава чувство на печење. Точката на топење изнесува $64,5^{\circ}C$, точката на вриење при 0,01 mm Hg изнесува од $210-220^{\circ}C$, сублимира на температура од $115^{\circ}C$ и UV A_{max} 227, 281 nm. Во однос на растворливоста, лесно се раствора во етилетер, етанол, ацетон, метанол, јаглерод тетрахлорид, бензен и загреани бази. Слабо се раствора во јаглерод дисулфид, вода и концентрирана хлороводородна киселина, додека практично е нерастворлив во ладна вода. Неговата карактеристична хемиска структура ги дава својствата што тој ги поседува [7, 8]. Досега се докажани неколку биолошки односно фармаколошки особини на капсаицинонот, како што се аналетското, антимиembroното, антитуморно, антиоксидативното дејство [9, 10, 11]. Антиоксидативната способност на капсаициноидите екстрахирани во олеорезинот од лути пиперки во Република Македонија не е истражувана и е од особено значење [12, 13]. При испитување на растворливоста на капсаицин во три органски растворувачи: етанол, ацетон и метанол, наспроти вода, се докажало дека етанолот ($\Delta\delta = 2,5 (MJ/m^3)^{1/2}$) е најдобар растворувач за капсаицинонот, додека тој во вода ($\Delta\delta = 24,5 (MJ/m^3)^{1/2}$) практично е нерастворлив [12]. За растворувач етанолот е користен и во овие истражувања.

Дихидрокапсицинонот [N-(4-хидрокси-3-метоксибензил)-8-метилнонамид] е претставник на капсаициноидите што според својата застапеност е веднаш по капсаицинонот. Тој е бела кристална супстанца со емпириска формула $C_{18}H_{29}O_3N$ и молекулска маса 307,215 без мирис и силен лут вкус. Точката на топење изнесува $65,6-65,8^{\circ}C$, додека UV A_{max} е под 230 nm или 281 nm во апсолутен етанол. Растворливоста на дихидрокапсицин е слична со растворливоста на капсаицин.

Нордихидрокапсицинонот [N-(4-хидрокси-3-метоксибензил)-7-метилоктан амид] со емпириска формула $C_{17}H_{27}O_3N$ и молекулска маса 293,199. Претставува бел кристален прашок со силен лут вкус. Точката на топење изнесува $65,6^{\circ}C$, додека UV A_{max} изнесува 280,5 nm во апсолутен етанол.

Деталните хемиски својства на другите аналози на капсаицин сè уште не се испитани [14].

2. Материјали и методи на работа

2.1. Растителен материјал

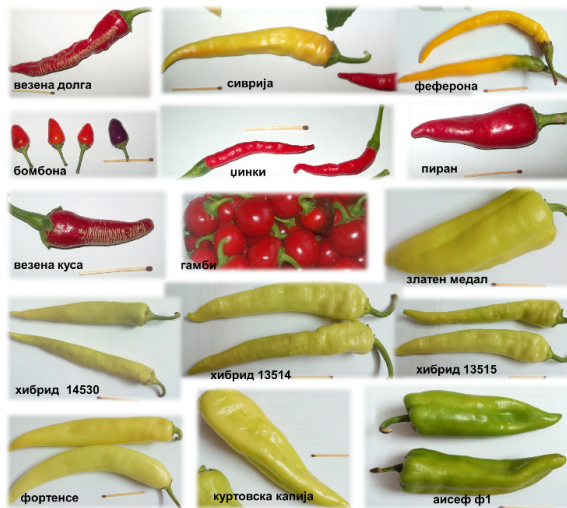
Како материјали за работа се користени 15 различни генотипови на *Capsicum annuum* L. лути пиперки и два благи генотипови, земени како контрола, кои се претставени со народното име во табела 1 и слика 2.



Табела 1. Генотипови на *Capsicum annuum* L., различни по лутина, користени во истражувањето

Table 1. Genotypes of *Capsicum annuum* L., different on pungency used at the examination

Реден број	Генотип (народно име)	Лутина
1.	цинки	лута
2.	феферона	лута
3.	бонбона	лута
4.	пиран	лута
5.	везена долга	лута
6.	везена куса	лута
7.	фортенсе	лута
8.	хибрид 13514	лута
9.	хибрид 13515	лута
10.	сиврија	лута
11.	аисеф F1	лута
12.	хибрид 14530	лута
13.	гамби	лута
14.	златен медал	блага (контрола)
15.	куртовска капија	блага (контрола)



Слика 2. Плодови од различни генотипови од *Capsicum annuum* L. набрани во фенолошка фаза на физиолошка зрелост

Figure 2. Fruits from different genotypes of *Capsicum annuum* L. collected in phenological phase of physiology maturity



Плодовите од пиперките се собрани во фаза на физиолошка зрелост по што следеа фазите на сушење и мелење [15, 16, 17]. Тие беа исушени до константна маса, потоа веднаш пренесувани во ексикатор, и како такви се користени за добивање на олеорезини, односно нивни етанолни екстракти.

2.2. Методи за екстракција

2.2.1. Екстракција со мацерација

Најпрво беа одмерени 0,200 g од спрашените плодови од пиперка и 25 mL етанол (96% v/v) во ерленмаер, на водена бања. Вака поставените проби беа загревани на температура од 50°C, за време од 5 часа. Со често промешување на ерленмаерите на водената бања и испуштање на вишокот на пари беа добиени екстрактите, понатаму филтрирани со помош на вакуум пумпа преку гуч филтер (N[#]4). Овие екстракти беа користени во понатамошните експерименти за одредување на антиоксидативните и цитотоксичните особини на капсаицин во соодветни разредувања наведени во понатамошните експериментални услови.

2.2.2. Екстракција со Soxlet-методот

Екстракцијата беше изведена со земање на истиот сооднос цврста/ течна фаза како во претходната постапка. Беа одмерени 0,800 g прашок од исушен и сомелен плод од пиперка (од којшто претходно беше отстрането семето). Овој прашкаст материјал беше додаден во целулозна капсула и прелеан со 100 ml етанол (96% v/v) во Soxlet екстракторот [17]. Soxlet апаратурата беше поставена во дигестор, на водена бања, на температура од околу 80 ± 2°C (точка на вриење на етанолот е 78°C), со времетраење на екстракцијата од 5 часа. Овие екстракти во соодветни разредувања, заедно со екстрактите од мацерација беа искористени понатаму за одредување на содржината на капсаициноиди во нив како и испитување на нивните хемиски и фармаколошки особини.

2.3. Метод за квантитативно одредување на капсаициноиди, високотисочна течна хроматографија (HPLC , High Pressure Liquid Chromatography)

Хроматографските анализи од ова истражување беа спроведени со помош на Agilent 1200 хроматографски систем (Agilent Technologies Palo Alto, CA, USA), составен од: бинарна пумпа (Model Agilent 1100 series Pump), автосемплер (Model Agilent 1100 series G-1329 ALS), DAD детектор (Model Agilent series G-13158 Diode Array Detector), поврзан со Agilent



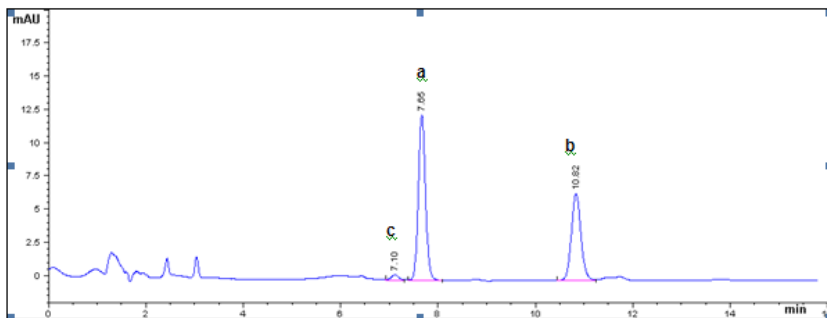
ChemStation софтвер. Методот искористен за детекција на капсаициноиди се базира на примена на реверзно-фазна хроматографија со примена на ацетонитрил и вода, како мобилна фаза и Zorbax SB-C18 колона ($4,6 \times 250 \text{ mm} \times 5 \mu\text{m}$). Детекцијата на капсаициноидите беше направена на бранова должина од 220 nm.

Со точно одмерување на стандардните супстанции на капсаицин и дихидрокапсаицин ($m = 0,025 \text{ g}$), префрлување во одмерни садови ($V = 25 \text{ mL}$) и дополнување до ознаката со етанол (96% V/V) беа добиени основните стандардни раствори на капсаицин и дихидрокапсаицин со концентрација 1 mg/mL . Серија на работни стандардни раствори со концентрација од 1,52 до 30,40 $\mu\text{g/mL}$ за капсаицин и од 1,12 до 22,32 $\mu\text{g/mL}$ за дихидрокапсаицин беше добиена со соодветни разредувања на основните стандардни раствори. Со помош на автосемплер беа земени по 10 μL од работните стандардни раствори на капсаицин и дихидрокапсаицин. Етанолните екстракти беа филтрирани преку мембрански филтри со големина на пори 0,45 μm и соодветно распоредени во виалите. Екстрактите за овие анализи беа искористени без нивно разредување или концентрирање. Истата постапка за земање на примероците, разделување и обработка на податоците што беше искористена за стандардните раствори беше повторена и за екстрактите. Преку конструирање на соодветни калибрациони криви беше направена квантитативна анализа на хроматограмите добиени за испитуваните екстракти.

3. Резултати и дискусија

Според голем број автори [18, 19, 20] високоперформансната течна хроматографија, HPLC методата, претставува одличен избор на метода за квантитативно одредување на капсаициноиди. Оваа метода е користена и во овие истражувања според валидираниот метод опишан од Othman et al., [21].

UV спектрите на капсаицин и дихидрокапсаицин, во опсег на бранова должина од 200 до 400 nm, се снимени со детектор со низа од диоди (DAD, Diode Array Detector). На спектрите беа забележани два пика што се карактеристични и за капсаициноидот и за дихидрокапсаициноидот, на 228 и 280 nm. Брановата должина од 228 nm на која беше измерен апсорпционен максимум за капсаицин и дихидрокапсаицин беше одбрана за определување на овие две соединенија во нивните стандардни раствори, како и во екстрактите добиени од различните генотипови на лути пиперки.



Слика 3. Хроматограм на стандарден раствор на капсаицин и дихидрокапсаицин (во еквимоларни концентрации $\gamma = 10 \mu\text{g/mL}$). Хроматографски услови: Zorbax SB-C18 колона, мобилна фаза: вода/ацетонитрил, 50:50 v/v, брзина на проток: 1,5 mL/min, УВ детекција на 220 nm. Ретенционите времиња на (a) капсаицин, (b) дихидрокапсаицин и (c) нордихидрокапсаицин се 7,65; 10,82; 7,10 минути, соодветно

Figure 3. Chromatogram obtained from standard solutions of capsaicin and dihydrocapsaicin (equimolar concentration, $10 \mu\text{g/mL}$). Assignment of the peaks is as follows: (a) capsaicin $t_r = 7,65$ min and (b) dihydrocapsaicin, $t_r = 10,82$ min, (c) nordihydrocapsaicin, $t_r = 7,1$ min.

Дополнително, од добиените резултати беше пресметана и концентрацијата на нордихидрокапсаицин. Од литература [21] беше потврдено неговото место на елуирање, со ретенционо време $t_r = 7,10$ минути, блиску до капсаициноот, како и неговиот УВ спектар. Бидејќи стандардот на капсаицин е добиен со екстракција и изолација од плод од лута пиперка, со чистота $\geq 95\%$, како и стандардот на дихидрокапсаицин со чистота $\geq 80\%$, нордихидрокапсаициноот е присутен во стандардниот раствор. Поради сличната структура и молекулска маса тие многу тешко можат целосно да се изолираат еден од друг. Концентрацијата на нордихидрокапсаицин во стандардните раствори и во екстрактите беше пресметана врз основа на неговата молекулска маса, како изомер на дихидрокапсаициноот и измерената површина под пик.

Резултатите од хроматографската анализа на испитуваните 15 етанолни екстракти добиени со едноставна мацерација, дадени во табела 2, покажуваат дека вкупната содржина на капсаициноиди е највисока во екстрактот добиен од генотипот цинки со концентрација $5667,10 \mu\text{g/g}$ сува маса, а по него следуваат генотипот феферона и бонбона. Кај екстрактите што служеа како негативна контрола, генотипот златен медал и куртовска капија, истражуваните капсаициноиди не беа детектирани.



Табела 2. Содржина на капсаициноиди во етанолните екстракти од различни генотипови пиперки добиени со мацерација

Table 2. Capsaicinoids content in ethanolic extracts from different genotypes of *Capsicum*, obtained by maceration.

Генотип Genotype	Вкупна содржина на капсаициноиди ⁽¹⁺²⁺³⁾ $\mu\text{g/g}$ сува маса Total content of capsaicinoids ⁽¹⁺²⁺³⁾ $\mu\text{g/g}$ dray matter	Капсаицин ¹ Capsaicin ¹ %	Дихидро-капсаицин ² Dihydrocapsaicin ² %	Нордихидро-капсаицин ³ Nordihydrocapsaicin ³ %
Цинки	5667,10	30,45	46,28	23,27
Феферона	5436,12	49,82	42,68	7,51
Бонбона	2096,85	49,62	42,17	8,21
Пиран	1474,43	49,73	40,14	10,12
Везена долга	1059,65	38,73	44,82	16,45
Везена куса	893,79	28,29	48,47	23,24
Фортенсе	705,56	65,98	22,34	11,69
Хибрид 13514	618,75	59,60	29,29	11,11
Хибрид 13515	541,51	63,25	24,97	11,77
Сиврија	483,13	57,23	36,08	6,69
Аисеф F1	365,00	72,95	19,42	7,64
Хибрид 14530	218,00	44,72	36,35	18,92
Гамби	23,27	37,39	31,30	31,30
Златен медал	НД*	НД	НД	НД
Куртовска капија	НД	НД	НД	НД

* НД - не е детектирано

Анализата на процентуалната застапеност на капсаициноидите покажа дека најлутите пиперки имаат приближна процентуална застапеност на капсаицин и дихидрокапсаицин. Процентуалната застапеност на нордихидрокапсаициноидот е најниска кај сите испитувани генотипови со исклучок на генотипот гамби каде што е застапен со 31,30%. Генотиповите кај кои вкупната содржина на капсаициноиди се движи во ранг од 705,65 до 365,00 $\mu\text{g/g}$ сува маса покажале процентуална застапеност на испитуваните капсаициноиди согласно со литературните податоци (капсаицин : дихидрокапсаицин : нордихидрокапсаицин = 69 : 22 : 7), и тоа за генотиповите



Фортензе	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 65,98 : 22,34 : 11,69	
Хибрид 13514	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 59,60 : 29,29 : 11,11	
Хибрид 13514	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 63,25 : 24,97 : 11,77	
Сиврија	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 57,23 : 63,08 : 6,69	
Аисеф F1	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 72,95 : 19,42 : 7,64	

Од резултатите прикажани во табела 3 при анализа на етанолните екстракти добиени со Soxhlet методот може да се забележи дека вкупната содржина на капсаициноиди е највисока повторно во екстрактот добиен од генотипот цинки (6516,17 $\mu\text{g/g}$ сува маса), додека по него следуваат екстрактот од феферона и бонбона. Соодносот на капсаициноидите во екстрактите добиени со Soxhlet методот беше сличен како и кај екстрактите добиени со мацерација. Во најлутите генотипови процентуалната застапеност на капсаициноидот и дихидрокапсаициноидот се приближуваат, додека кај генотиповите кај кои вкупната содржина на капсаициноиди се движи во ранг од 688,64 до 440,43,00 $\mu\text{g/g}$ сува маса, процентуалната застапеност на испитуваните капсаициноиди е

Хибрид 13514	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 71,50 : 22,15 : 6,36	
Сиврија	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 60,71 : 33,99 : 5,29	
Хибрид 13514	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 63,25 : 24,97 : 5,66	
Аисеф F1	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 69,34 : 21,36 : 9,30	
Фортенсе	капсаицин : дихидрокапсаицин :
нордихидрокапсаицин = 66,35 : 20,62 : 13,03	



Табела 3. Содржина на капсаициноиди во етанолните екстракти од различни генотипови пиперки добиени со Soxlet - методот

Table 3. Capsaicinoids content in ethanolic extracts from different genotypes of *Capsicum*, obtained by Soxlet.

Генотип Genotype	Вкупна содржина на капсаициноиди ⁽¹⁺²⁺³⁾ μg/g сува маса Total content of capsaicinoides ⁽¹⁺²⁺³⁾ μg/g dray matter	Капсаицин ¹ Capsaicin ¹ %	Дихидро-капсаицин ² Dihydrocapsaicin ² %	Нордихидро-капсаицин ³ Nordihydrocapsaicin ³ %
Џинки	6516,17	31,44	45,41	23,15
Феферона	5727,87	49,50	42,65	7,86
Бонбона	5109,31	47,72	43,64	8,64
Пиран	1780,86	51,35	42,15	6,51
Везна долга	1105,96	42,80	45,97	11,23
Хибрид 13514	688,64	71,50	22,15	6,35
Везна куса	630,82	28,85	48,82	22,34
Сиврија	611,04	60,71	33,99	5,29
Хибрид 13515	583,52	67,91	26,44	5,66
Аисеф F1	458,27	69,34	21,36	9,30
Фортенсе	440,43	66,35	20,62	13,03
Хибрид 14530	268,90	44,16	35,33	20,51
Гамби	31,15	53,24	23,38	23,39
Златен медал	15,99	54,43	45,57	НД*
Куртовска капија	НД	НД	НД	НД

* НД - не е детектирано

Просечната процентуална застапеност на капсаициноидот, дихидрокапсаициноидот и нордихидрокапсаициноидот во фракцијата на капсаициноиди синтетизирани во пиперката изнесува: капсаицин 33% до 59%, дихидрокапсаицин 30% до 51% и нордихидрокапсаицин 7% до 15% [22]. Во содржината на капсаициноидите кај нашите екстракти вообичаено соодветствува со пропишаната содржина дадена во литература претходно, иако може да постојат и значителни разлики во нивниот сооднос благодарение на разликите во генотиповите, условите за одгледување, фенолошка фаза на собирање на плодовите и надворешните климатски фактори [23]. Вообичаено капсаициноидот е најзастапен кај сите испитувани екстракти во оваа студија, освен кај екстрактите од џинки, везана долга и везана куса. Се претпоставува дека оваа промена е резултат на одредени генетски промени во ензимите вклучени во биосинтетските патишта на капсаициноидите во испитуваните генотипови.



Резултатите од истражувањата презентирани во овој труд покажаа дека Soxlet методот на екстракција е поефикасен во екстрахирање на сите три претставници од капсаициноидите. Кај сите екстракти добиени од различните генотипови на пиперки ефикасноста на екстракција на капсаициноидот и дихидрокапсаицин е поголема со соклет методот, освен кај генотиповите фортенсе и везена куса, каде ШТО со мацерација се добиени повисоки концентрации на овие алкалоиди. Повисока концентрација на нордихидрокапсаицин во однос на другите два аналози е добиена со примена на едноставна мацерација, кај генотиповите фортенсе, везена куса и пиран.

4. Заклучок

Врз основа на податоците од литература, како и од добиените резултати може да заклучиме дека:

- Плодот од лутата пиперка го содржи и капсаициноидот како главна фармаколошки активна компонента, поради што досега лутата пиперка најчесто се користела во медицински цели. Во поново време се формулирани и хербални препарати за перорална употреба што поседуваат и системски ефекти врз организмот;
- Од сите петнаесет генотиповите што беа земени за анализа може да заклучиме дека на ниво на Република Македонија во генотипот *цинки* е констатирана најголема концентрација капсаициноиди, и во двете користени методи на екстракција;
- Од генотиповите што беа земени за анализа може да заклучиме дека на ниво на Република Македонија генотипот *феферона* содржи најголем процент на капсаицин;
- Soxlet методот на екстракција, во споредба со класичната мецерација, е поефикасен во екстрахирање на сите три претставници од капсаициноидите;
- Кај контролните генотипови *златен медал* и *куртовска капија* не е детектирано присуство на капсаициноиди, во екстракти добиени со мацерација и со Soxlet методот на екстракција;
- Кај контролниот генотип *златен медал* не е детектирано присуство на нордихидрокапсаицин, во екстракти добиени со Soxlet методот на екстракција;
- Резултатите од оваа студија покажуваат дека производството и употребата на лутата пиперка во Република Македонија, како една од најпознатите земјоделски култури, треба да се стимулира поради можностите за нејзината широка примена, како во исхраната така и во фармацевтски цели.



Користена литература

- [1] Micko, K., Unters. Z., Nahr-Genussm. (1898). The constitution of capsaicin-the pungent principle of Capsicum. Gebrauschgegenstaende 1, 818.
- [2] Nelson, E.K. (1910). Capsaicin the pungent principle of *Capsicum* and the detection of *Capsicum*. J. Ind. Eng. Chem. 2, 419-421.
- [3] Nelson, E.K., (1919). The constitution of capsaicin, the pungent principle of capsicum. J. Am. Chem. Soc. 41, 1115-1121.
- [4] Nelson, E.K., (1920). The constitution of capsaicin, the pungent principle of capsicum. J. Am. Chem. Soc. 42, 597-599.
- [5] Bennett, D.J. and Kirby, G.W., (1968). Constitution and biosynthesis of capsaicin. J. Chem. Soc. 442-446.
- [6] Govindarajan, V.S. (1986) Capsicum- production, technology, chemistry and quality - Part III. Chemistry of the colour, aroma and pungency stimuli, CRC, Critical Review in Food Science and Nutrition., 24 (3): 254-355.
- [7] Fattorusso E, Tagliatalata-Scafati O, (2008), Modern alkaloids: Structure, isolation, synthesis, and biology, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim.
- [8] De Witt, D. (1999) “The nature of capsaicin: The Chile Pepper Encyclopedia”. Morrow Cookbooks, NY, USA.
- [9] Perucka, I., Materska, M. (2003) “Antioxidant activity and contents of capsaicinoids isolated from paprika fruits”. Pol. J. Food Nutr. Sci., 12/53, 2, 15-18.
- [10] Masayuki U., Shingo Y., and Kazuo W., (1991) “The role of capsaicin afferent nerves in protective effect of capsaicin against absolute ethanol – induced gastric lesions in guts”, Japan. J. Pharmacol. 55, 279.
- [11] Shi-Yin Guo, Guo-Ping Yang, De-Jian Jiang, Feng Wang, Tao Song, Xing-He Tan, and Zhen-Qiu Sun, (2008) “Protection of capsaicin against hypoxia-reoxygenation-induced apoptosis of rat hippocampal neurons”, Can. J. Physiol. Pharmacol., 86: 785–792
- [12] Turgut C., Newby B., Cutright J.T., (2004) “Determination of optimal water solubility of capsaicin for its usage as a non-toxic antifoulant” ESPR- Environ Sci & Pollut Res 2004, 11.(1) 7-10.
- [13] Koleva-Gudeva, L., Rafajlovska V., Spasenovski M. (2004) “In vivo and in vitro content of capsaicin in pepper” VIII Symposium Biotechnology and Agroindustry, Velika Plana, Serbia. Proceeding, pp. 252-259.



- [14] Suzuki, T., Iwai, K. (1984). The alkaloids. Chapter 4: Constituents of red pepper species: chemistry, biochemistry, pharmacology, and food science of the pungent principle of *Capsicum* species. Academic press, Inc.
- [15] Sanatombi K., Sharma G. J.,(2008) “Capsaicin content and pungency of Different *Capsicum* spp. cultivars” Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 36 (2), 89-90.
- [16] Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.), 1995, International Plant Genetic Resources Institute.
- [17] Rafajlovska V., Slavevska Raicki R., Klopcevska J., Srbinska M.,“Extraction of Oleoresin from Pungent Red Paprika Under Different Conditions”.
- [18] Basu, K.S. and De Krishna A. (eds). (2003). *Capsicum. Medicinal and aromatic Plants –Industrial Profiles*. London: Taylor & Francis.
- [19] Abdullah Al Othman Z., Badjah Hadj Ahmed Y., Abdelaty Habila M., Abdel Ghafar A., (2011) ”Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in *Capsicum* Fruit Samples using High Performance Liquid Chromatography”, *Molecules*, 16, 8919-8929.
- [20] Perucka I., Oleszek W., (2000) “Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annuum*L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography”, *Food Chemistry*, 71, 287-291.
- [21] Othman, Z.A., Hadj Ahmed, Y.B., Habila, M.A., Ghafar A.A. (2011). Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in capsicum fruit samples using High Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, 16, 8919-8929.
- [22] Govindarajan, V.S., Sathyanarayana, M.N. (1991) *Capsicum* production, technology, chemistry and quality - Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition and metabolism; structure, pungency, pain and desensitization sequences. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 29, 435–473.
- [23] Cordell, G.A., Araujo, O.E. (1993) Capsaicin: Identification, nomenclature and pharmacotherapy. *Annals of Pharmacotherapy*. 27, 330–336.