



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ – БИТОЛА  
ТЕХНОЛОШКО ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ ВЕЛЕС**



**Иновативни технологии за храна и нутриционизам**

**СОДРЖИНА НА ВОДА И СУВИ МАТЕРИИ ВО СЕЛЕКТИРАНИ ВИДОВИ  
ЗЕЛЕНЧУК ОД ТЕРИТОРИЈАТА НА СЕЛАТА ЗВЕЧАН, ФРАШЕР И ПОЛСКИ  
(Р. КОСОВО)**

докторски проект

Кандидат:  
Ганимете Хета, број на индекс 17

Ментор:  
Проф. д-р Горица Павловска

## СОДРЖИНА

1	Вовед .....	4
2	Преглед на литература .....	4
2.1	Нутритивен состав на селектирани видови зеленчук .....	4
2.2	Тешки метали во селектирани видови зеленчук .....	5
3	Материјали и методи .....	6
3.1	Материјали.....	6
3.2	Методи .....	7
4	Резултати и дискусија .....	7
5	Заклучок.....	12
6	Користена литература.....	12

# **СОДРЖИНА НА ВОДА И СУВА МАТЕРИЈА ВО СЕЛЕКТИРАНИ ВИДОВИ ЗЕЛЕНЧУК ОД ТЕРИТОРИЈАТА НА СЕЛАТА ЗВЕЧАН, ФРАШЕР И ПОЛСКИ (Р. КОСОВО)**

**Ганимете Хета**

Св. Климент Охридски – Битола, Р.С. Македонија

ganimete.heta@uklo.edu.mk

**Горица Павловска**

Св. Климент Охридски – Битола, Р.С. Македонија

0009-0008-6877-3188

gorica.pavlovska@uklo.edu.mk

## **Апстракт**

Зеленчукот е градинарска култура која изобилува со витамини, минерали, биолошко активни материи, диететски влакна и др. хранливи компоненти. Ако тој е одгледуван на загадена почва или е наводнуван со загадена вода, може во својот состав да содржи и штетни компоненти како што се тешките метали. Бидејќи концентрацијата на некои тешки метали во свежиот зеленчук е многу ниска, потребно е нивното определување да се врши во исушен зеленчук. Во овој труд се претставени сувата материја и содржината на водата во селектирани видови зеленчук (магдонос, спанаќ, марула, пиперки, модар патлиџан, кромид, краставица, лук и компир) во три села (Звечан, Фрашер и Полски) во Република Косово. Користен е конвективен начин на сушење на зеленчукот. Овие резултати се првиот чекор во подготовка на пробите за понатамошни анализи на тешки метали. Највисока е содржината на вода во краставиците (средно 94,67%), соодветно содржината на сува материја во нив е најниска (средно 5,33%). Испитуваните проби лук се карактеризираат со најниска содржина на вода (средно 64,07%) и највисока содржина на сува материја (35,93%). Високата содржина на водата, односно ниската содржина на суви материи во анализираните зеленчуци ќе ни овозможи прецизно определување на тешките метали, присутни и во најниски концентрации.

**Клучни зборови:** Вода, Зеленчук, Сува материја

## 1 Вовед

Зеленчуците се прехранбени производи, кои се одличен извор на витамини, минерали, прехранбени влакна. Најчесто зеленчукот се конзумира во свежа состојба и поради тоа потребно е да се обрне внимание на условите во кои зеленчукот се одгледува. За одржлив глобален раст безбедноста на храната е најважното прашање. Негативните ефекти од различните загадувачи (вклучувајќи ги и тешките метали) влијаат врз безбедноста на храната и здравјето на луѓето Манвани и сор. - Manwani et al., 2023).

Зеленчукот е составен дел од секојдневната исхрана на луѓето, бидејќи тој е богат со нутритивно важни компоненти како витамини, минерали како бакар (Cu), цинк (Zn), калциум (Ca), железо (Fe), магнезиум (Mg), јод (I), натриум (Na), калиум (K) и антиоксиданси (Манвани и сор. - Mawani et al., 2022), кои се важни за одржувањето на човековиот организам во добра здравствена состојба. Зеленчукот одгледуван во области кои се загадени со тешки метали има способност да ги абсорбира тешките метали преку коренот и притоа тешките метали да достигнат до јадливите делови на растението (Кристоу и сор. - Christou et al., 2014; Манвани и сор. - Manwani et al., 2022).

Терминот “тешки метали” се однесува на секој метален елемент кој има релативно висока густина и е токсичен или отровен, дури и во мали концентрации. “Тешки метали” е општо прифатен термин, кој се однесува на метали и металоиди со атомска густина поголема од  $4 \text{ g/cm}^3$ , или пет пати или повеќе, поголема од водата. Во тешките метали влегуваат: олово (Pb), кадмиум (Cd), цинк (Zn), жива (Hg), арсен (As), сребро (Ag) хром (Cr), бакар (Cu) железо (Fe) и групата елементи на платинум (Дируибе и сор. - Duruibe et al., 2007).

Иако трагите на бакар (Cu), железо (Fe), манган (Mn), никел (Ni) и цинк (Zn) се потребни за растенијата, прекумерните количини на овие метали можат да бидат опасни (Balkhair & Ashraf, 2016; Sonone et al., 2021). Металите, вклучувајќи алуминиум (Al), арсен (As), кадмиум (Cd), олово (Pb) и жива (Hg) не се неопходни за редовната човечка функција и може да предизвикаат токсичност веднаш (Манвани и сор. - Manwani et al., 2022).

Токсичноста на металите во растенијата предизвикува висока инхибиција на ртење, значително намалување на стапките на раст, варијации во фотосинтетската ефикасност, дишење и транспирација, како и промени во хомеостазата на хранливите материи и Mn, K, Mg (Манвани и сор. - Manwani et al., 2022).

Во овој докторски проект е претставена содржината на вода на девет вида зеленчук (магдонос, спанаќ, марула, пиперки, модар патлиџан, кромид, краставица, лук и компир) одгледани во три различни села на територијата на Р. Косово (Звечан, Фрашер и Полски). Овие три села се наоѓаат во близина на Топилница од која почвата и воздухот се загадени со тешки метали (цинк, олово и кадмиум). Поради тоа што некои од тешките метали се наоѓаат во многу ниски концентрации потребно е зеленчукот во кој ќе бидат определени тешките метали да биде исушен. Определувањето на сувите материи/водата е првиот чекор за подготовка на пробите за анализа на тешки метали со помош на атомско апсорбциона спектроскопија (ААС) или атомско емисиона спектроскопија (АЕС).

## 2 Преглед на литературата

### 2.1 Нутритивен состав на селектирани видови зеленчук

Постоечките епидемиолошки студии укажуваат на силна корелација помеѓу зголемената консумација на зеленчук и намален ризик од појава на хронични болести, како рак, кардиоваскуларни болести и други болести (Павиа и сор. - Pavia et al., 2006). Се смета дека овие здравствено-корисни ефекти се поврзани со макро и микронутриенти

и биоактивни соединенија, кои се присутни во зеленчукот (Соетан и сор. - Soetan et al., 2010).

Зелената салата (*Lactuca sativa* L.) или уште попозната под терминот марула е еден од најраспространетите зеленчуци во светот. Таа е нискокалорична и е добар извор на влакна, железо, фолна киселина и витамин С (Ким и сор. - Kim et al., 2016).

Спанаќот (*Spinacia oleracea* L.) е еден од природно богат зеленчук кој содржи низа фитонутриенти и биоактивни соединенија како бета каротен, лутеин, зеаксантин, аскорбинска киселина, флавоноиди и полифеноли. Исто така спанаќот се смета и за евтин извор на диетални влакна и минерали (калиум, магнезиум, железо, цинк, бакар и манган) (Васеem и сор. - Waseem et al., 2021).

Кромидот (*Allium cepa* L.) е зеленчук кој изобилува со важни нутриенти како диететски влакна и фенолни соединенија, а исто така е богат и со калиум, натриум, цинк, магнезиум, манган, железо, селен и др. (Шабир и сор. - Shabir et al., 2022).

Компирот (*Solanum tuberosum* L.) е зеленчук богат со јаглехидрати, протеини, витамини, минерали, антоцијанини, каротеноиди и метаболити кои имаат корисен ефект врз здравјето на луѓето (Јасисвал - Jaiswal, 2020).

Магдоносот (*Petroselinum crispum*) е зелено тревно растение. Овој вид зеленчук е богат со железо, витамини А, В и С и масло наречено апиол, кое се екстрахира од семето и се користи за лекување на уринарниот тракт, при камења во бубрезите и др. заболувања (Ајмера и сор. - Ajmera et al., 2019).

Пиперките (*Capsicum annuum* L. ssp. *annuum*) се слатки градинарски култури кои се одгледуваат ширум светото за свежа консумација, кулинарна обработка и за преработка. Слатките пиперки содржат важни биоактивни компоненти кои се корисни за здравјето на луѓето на пример аскорбинска киселина, каротеноиди, токофероли и фенолни соединенија (особено флавоноиди) (Брезеану и сор. - Brezeanu et al., 2022)

Модриот патлиџан (*Solanum melongena*) содржи многу биоактивни компоненти кои имаат здравствени ефекти, како на пример флавоноиди, феноли соединенија, минерали, витамини и други компоненти. Фенолните соединенија го намалуваат ризикот од развој на хронични болести како што се кардиоваскуларни болести, рак, дијабетес и др. (Асафеј и Шандраваши - Asafew & Chandravanshi, 2021).

Краставиците (*Cucumis Sativus* L.) се карактеризираат со богат нутритивен состав. Содржат вредни хранливи материи и биоактивни соединенија, благодарение на кои краставичката може да се користи не само како храна туку и во терапевтската медицина и козметологија (Утпала и сор. - Uthpala et al., 2020).

Лукот (*Allium sativum*) е вид зеленчук кој припаѓа на семејството *Liliaceae*. Тој е најважната превентивна булка, зачин или лек при епидемии како дизентерија, тифус, колера или грип (Јусуф и сор. - Yusuf et al., 2018).

Содржината на влага е една од основните анализи која се спроведува. Оваа анализа најчесто се изведува преку стандарден конвективен начин на сушење на пробите (Донг и Гио - Dong & Guo, 2015).

## 2.2 Тешки метали во селектирани видови зеленчук

Зголемената акумулација на тешки метали (As, Cd, Hg и Pb) во зеленчукот и нивното последователно консумирање од страна на човекот може да се поврзе со болести како рак, ментална ретардација и имunosупресија (Манвани и сор. - Manwani et al., 2023).

Од страна на Еисса и Негим - Eissa & Negim (2018) направени се испитувања на содржината на тешките метали Zn, Cu, Pb, Cd, Ni во корените и листовите зелена салата. Авторите посочуваат дека содржината на Zn (120 mg/kg) во корените е поголема во споредба со листовите зелена салата (75 mg/kg). Во поглед на Cu авторите Еисса и Негим - Eissa & Negim, (2018) определиле 30 mg/kg во коренот и 15 mg/kg Cu во листовите.

Определената содржина Pb во корените од зелената салата од страна на авторите Еисса и Негим - Eissa & Negim (2018) е 14 mg/kg а во листовите 2 mg/kg. Содржината на Cd во коренот и листовите на зелената салата е соодветно 15 mg/kg и 1,5 mg/kg Cd. Во количество од 1 и 12 mg/kg е определена содржината на Ni од страна на Еисса и Негим - Eissa & Negim (2018) соодветно за листовите и корените на зелената салата.

Содржината на тешките метали Zn, Cu, Pb, Cd, Ni во корените и листовите на спанаќ е определена од страна на Еисса и Негим - Eissa & Negim (2018). Авторите во корените од спанаќот определиле содржина од 200 mg/kg, 35 mg/kg, 20 mg/kg, 20 mg/kg и 15 mg/kg соодветно за Zn, Cu, Pb, Cd, Ni. Истите автори ја определиле и содржината на тешките метали во јадливиот дел од спанаќот (листовите): 110 mg/kg Zn, 17 mg/kg Cu, mg/kg Pb, 3 mg/kg Cd 2,5 mg/kg Ni.

Авторите Русин и сор. - Rusin et al. (2021) ја анализираат содржината на кадмиум и олово во свежи, сушени и замрзнати моркови. Утврдени се следните количества:  $0,2\pm 0,0997$  mg/kg Cd во сушени моркови,  $0,041\pm 0,0146$  mg/kg Cd во свежи моркови и  $0,044\pm 0,0137$  mg/kg Cd во замрзнати моркови. Содржината на олово определена од страна на Русин и сор. - Rusin et al. (2021) е  $0,206\pm 0,1319$  mg/kg Pb во сушени моркови,  $0,027\pm 0,0121$  mg/kg Pb во свежи моркови и  $0,064\pm 0,0223$  mg/kg Pb.

Бедаса и сор. - Bedassa et al. (2017) ја определуваат содржината на различни тешки метали во кромид. Од страна на авторите се определени следните количества тешки метали  $4,87\pm 0,50$ ; mg/kg  $3,93\pm 0,61$  mg/kg;  $12,42\pm 0,29$  mg/kg;  $0,33\pm 0,12$  mg/kg;  $0,05\pm 0,02$  mg/kg;  $8,20\pm 0,20$  mg/kg и  $20,89\pm 0,64$  mg/kg соодветно за Cr, Cu, Zn, Pb, Cd, Mn и Fe.

Ши и сор. - Shi et al. (2022) ја испитувале содржината на цинк, бакар, олово, арсен, хром и никел во компир одгледуван во Кина. Средните количества се:  $2,73\pm 1,02$  mg/kg Zn;  $0,675\pm 0,228$  mg/kg Cu;  $0,027\pm 0,018$  mg/kg Pb;  $>0,010$  mg/kg As;  $0,072\pm 0,153$  mg/kg Cr;  $0,055\pm 0,032$  mg/kg Ni.

Содржината на тешките метали во магнонос (олово, кадмиум, жива и арсен) одгледуван во регион Тамчал (источно од Иран) е испитувана од страна на Едраки и сор. - Edraki et al. (2024). Определени се следните количества:  $0,20\pm 0,10$  mg/kg Pb;  $0,52\pm 0,04$  mg/kg Cd;  $0,004\pm 0,001$  mg/kg Hg;  $0,05\pm 0,03$  mg/kg As.

Од страна на Асавеј и Шандраваши - Asafew & Chandravanshi (2021) се определени следните граници на содржина на тешки метали во модриот патлиџан: Fe ( $55,9-94,8$  mg/kg); Mn ( $34,5-44,2$  mg/kg); Zn ( $17,9-29,2$  mg/kg); Cu ( $4,3- 10,0$  mg/kg); Pb ( $1,8-4,5$  mg/kg).

Кошалска - Kowalska, 2021 при испитување на црн пипер ги определиле следните количества тешки метали  $0,006$  mg/kg Cd;  $0,338$  mg/kg Pb и  $0,077$  mg/kg As.

Од страна на Муртич и сор. - Murtić et al. (2019) се определени количествата тешки метали во краставиците. Количеството на бакар, цинк, манган и железо се:  $6,12\pm 2,37$  mg/kg;  $31,89\pm 1,35$  mg/kg;  $7,42\pm 1,37$  mg/kg и  $55,55\pm 5,68$  mg/kg, соодветно.

Ата и сор. - Ata et al. (2013) ги испитувале тешките метали во лук одгледуван во Пакистан. Содржината на Pb, cd, Cr, Zn и Cu се во границите:  $0,039$ mg/L до  $0,757$ mg/L, неидентифицирано до  $1,211$ mg/L,  $0,03$ mg/L до  $0,451$ mg/L;  $0,02$ mg/L до  $0,42$ mg/L и  $0,451$ mg/L до  $0,893$ mg/L соодветно.

### **3 Материјали и методи**

#### **3.1 Материјали**

Испитувани се магнонос, спанаќ, марула, пиперки, модар патлиџан, кромид, краставица, лук и компир одгледувани во три села во Косово (Звечан, Фрашер и Полски), а анализите се направени при технолошка и нутритивна зрелост на зеленчукот.

### 3.2 Методи

Содржината на вода во различните видови зеленчук е определена преку конвективен начин на сушење на зеленчукот (Drying Oven SLN 15, Wodzisław Śląski, Poland). Времето за сушење беше од 24-30 часа во зависност од видот на зеленчукот. Содржината на водата се определува по формулата (3-1):

$$\% \text{ на вода} = (a/m) \cdot 100 \quad (3-1)$$

$a$  - разлика во маса на примерокот пред и по сушење

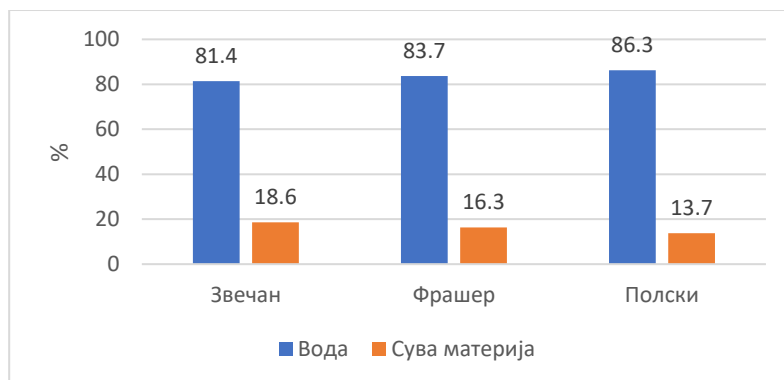
$m$  - маса на свеж примерок

За определување на сувата материја во селектираните видови зеленчук е користена формулата (3-2):

$$\% \text{ сува материја} = 100 - \% \text{ вода.} \quad (3-2)$$

## 4 Резултати и дискусија

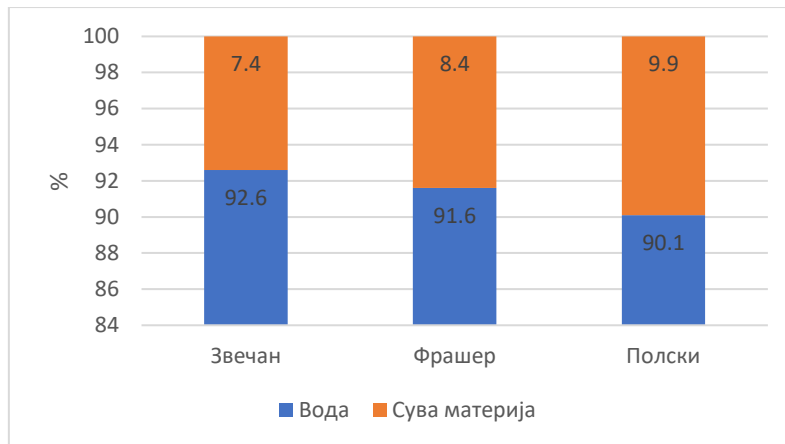
Зеленчукот е важен извор на минерали, диетални влакна, витамини и фитохемикалии и важен за урамнотежена храна за луѓето. Дополнително, овие производи генерално се конзумираат неварени или полупреработени (Ибрахим и Шалабу - Ibrahim & Shalaby, 2023). Повеќето свежи земјоделски производи содржат висок процент на вода која се движи од 70% до 90% (Нвакуба и сор. - Nwakuba et al., 2016).



Графикон 1: Вода и сува материја во магдонос

Сувата материја во магдоносот одгледуван во трите различни села на територијата во Р. Косово е во граници од 81,4 до 86,3% (Граф.1). Највисока содржина на вода има магдоносот одгледуван во село Полски (86,3%) а најниска во село Звечан (81,4%). Од друга страна содржината на сувата материја е највисока во село Звечан (18,6%) а најниска во село Полски (13,7%). Од страна на Магноколтрुक и сор. - Mangkoltriluk et al. (2005) испитуван е магдонос во кој содржина на водата е во граници од 85-90% што е во сооднос со добиените од нас резултати.

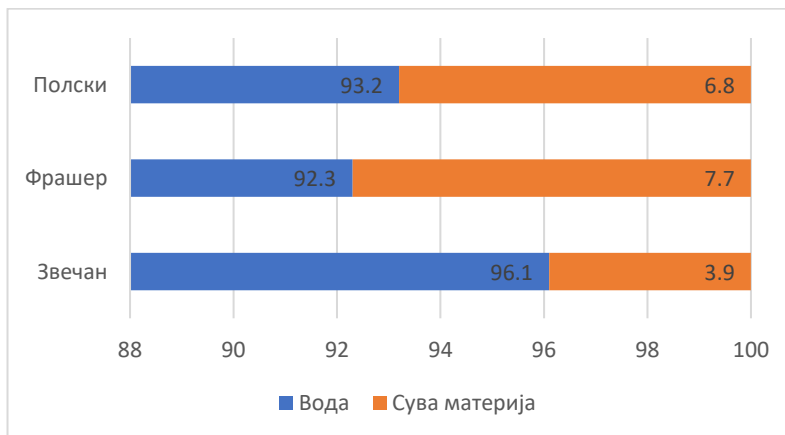
На графикон 2 се претставени резултати за содржина на вода и сува материја во спанаќ.



Графикон 2: Вода и сува материја во спанаќ

Спанаќот одгледуван во село Звечан се карактеризира со највисока содржина на вода (92,6%) и најниска содржина на сува материја (7,4%). Одгледуваниот спанаќ во село Фрашер содржи 91,6% вода и 8,4% сува материја, а спанаќот одгледуван во село Полски се карактеризира со 90,1% вода и 9,9% сува материја (графикон 2). Од страна на Упадајла и сор. - Uradhуaya et al. (2012) е испитуван спанаќ со содржина на вода 93,41%. Поради високиот процент на вода во спанаќот тој се категоризира во групата на високо расиплив зеленчук.

На графикон 3 се претставени резултатите за содржината на вода и сува материја во испитуваните проби од марула.

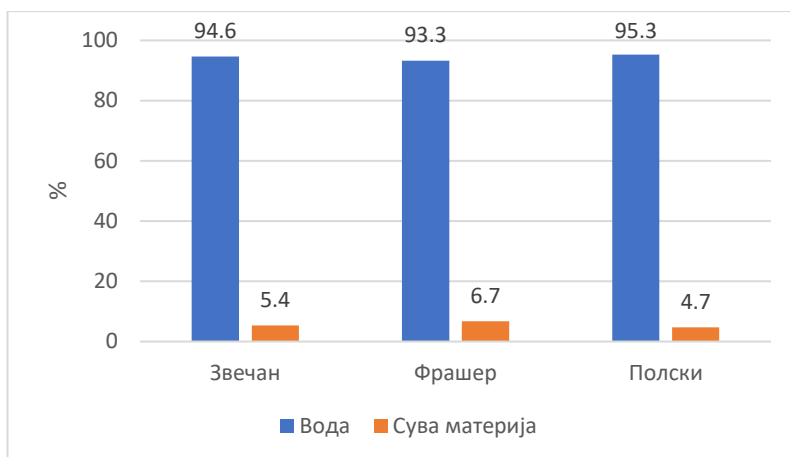


Графикон 3: Вода и сува материја во марула

Највисока содржина на вода има марулата одгледувана во село Звечан (96,1%) а најниска во село Фрашер (92,3%). Обратнопорпорционално на содржината на водата е сувата материја т.е. марулата одгледувана во село Звечан има најниска содржина на сува материја (3,9%) а марулата од село Фрашер највисока содржина (7,7%). Средната содржина на вода добиена од страна на Јанг и сор. - Wang et al. (2021) во корените, кочанот и листовите од марула е: 91,85%; 91,71% и 95,73% соодветно. Резултатите добиени од авторите Јанг и сор. - Wang et al. (2021) за вода во листовите марула се многу блиски до нашите добиени во село Звечан.

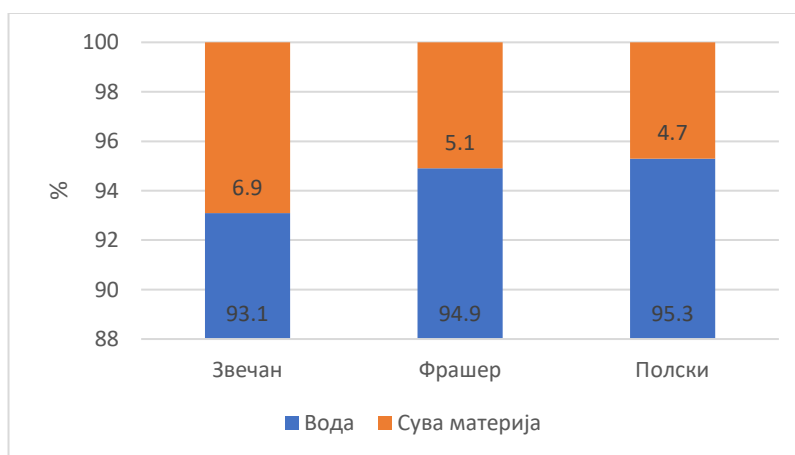
Во графикон 4 се претставени резултатите за вода и сува материја кај испитуваните примероци пиперки.





Графикон 4: Вода и сува материја во пиперки

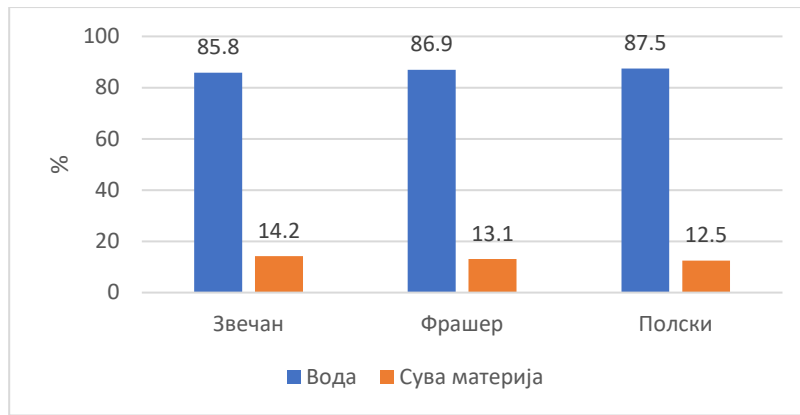
Одгледуваните пиперки во село Полски имаат највисока содржина на вода (95,3%) и најниска содржина на сува материја (4,7%) во споредба со останатите испитувани примероци (село Фрашер – 93,3% вода и 6,7% сува материја и село Звечан – 94,6% вода и 5,4% сува материја). Од страна на Дарвиши и сор. - Darvishi et al. (2014) е определена вода од 73,33% во зелени пиперки. Во анализи направени од страна на Гуине и Барока - Guine & Barrosa, 2011 определена е вода од 94,13% во зелени пиперки (тип бабура) и 95,47% црвени пиперки (тип бабура). Последните резултати се во сооднос со добиените од нас резултати за вода во пиперките.



Графикон 5: Вода и сува материја во модар патлиџан

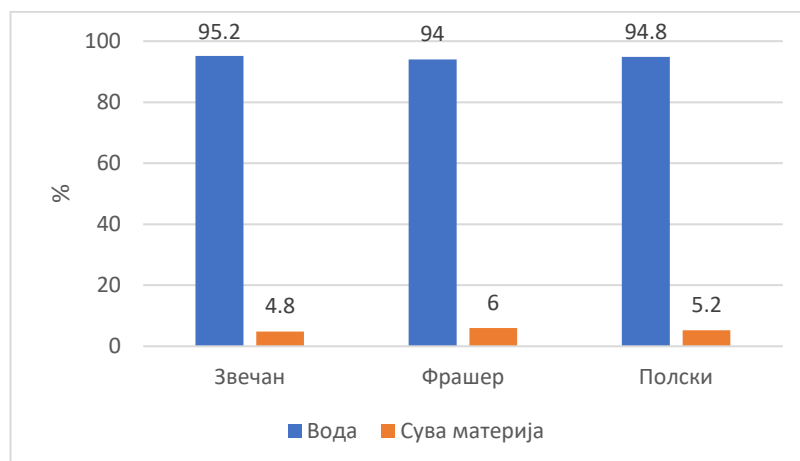
Модриот патлиџан одгледуван во село Полски се одликува со највисока содржина на вода 95,3% во споредба со модрите патлиџани одгледувани во село Фрашер (94,9%) и село Звечан (93,1%). Содржината на сувата материја во испитуваните проби на модар патлиџан во селата Звечан, Фрашер и Полски се: 6,9%; 5,1 и 4,7 соодветно (Граф. 5). Од страна на Агорејо и сор. - Agoreyo et al., 2012 е испитувана содржината на вода во модар патлиџан со округла и овална форма. 78,44% вода е определена во модриот патлиџан со округла форма а додека во модриот патлиџан со овална форма е определена 72,93% вода.

Во графикон 6 е претставена содржината за вода и сува материја на испитуваните проби кромид.



Графикон 6: Вода и сува материја во кромид

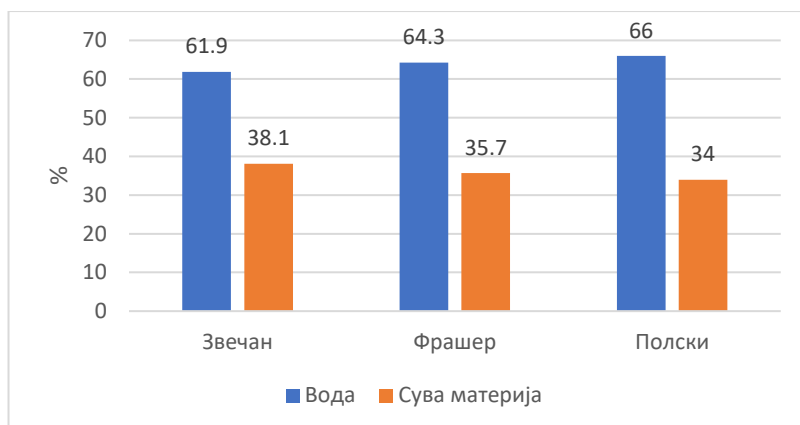
Веднаш по бербата кромидот има висока содржина на вода (околу 88%). Поради високата содржина на вода тој лесно се подложува на микробно и ензимско скапување (расипување) кое го прави производ со краток рок на употреба (Џаени и сор. - Djaeni et al., 2017). Кромидот одгледуван во село Полски има највисока содржина на вода и најниска содржина на сува материја – 87,5% и 12,5% соодветно (Граф. 6). Од друга страна кромидот одгледуван во село Звечан се карактеризира со најниска содржина на вода (85,8%) и највисока содржина на сува материја 14,2%.



Графикон 7: Вода и сува материја во краставица

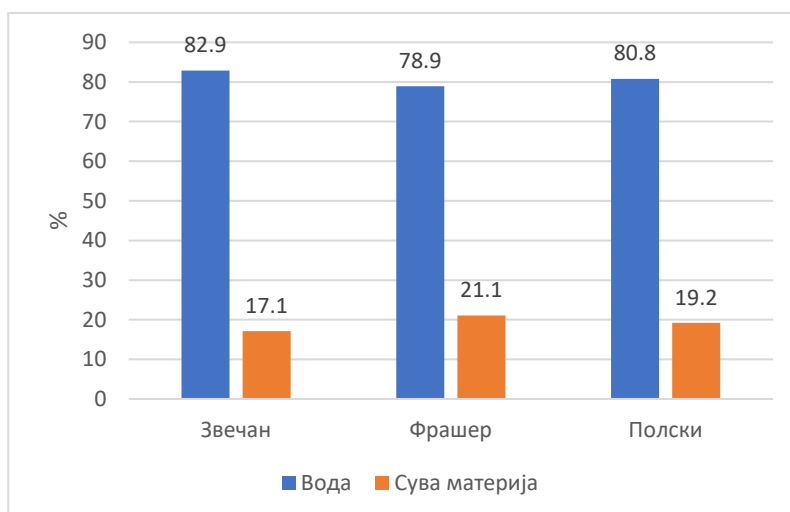
Краставиците одгледувани во село Звечан се карактеризираат со највисока содржина на вода 95,2% а оние одгледувани во селата Фрашер и Полски со 94% и 94,8% соодветно (Граф.7). Содржината на сува материја кај испитуваните примероци на краставици е следната: 4,8%; 6% и 5,2% соодветно за краставици одгледувани во селата Звечан, Фрашер и Полски. Од страна на Уроој и сор. - Urooj et al. (2016) се направени анализи на различни сорти краставици (Holenarasipur, English, Zucchini, Dotted, Regular и Pranic Healed). Анализирана е содржината на влага во различни делови од краставицата (пулпа, кора и цела краставица). Добиените резултати се совпаѓаат со добиените од наша страна.

На графикон 8 се претставени резултатите за вода и сува материја во испитуваните проби лук.



Графикон 8: Вода и сува материја во лук

Лукот одгледуван во село Полски се одликува со највисока содржина на вода (66%) и најниска содржина на сува материја (34%), во споредба со лукот одгледуван во село Фрашер (64,3% - вода и 35,7% сува материја) и во село Звечан (61,9% вода и 36% сува материја). Од направените анализи од страна на Хидајат и сор. - Hidayat et al. (2022) се гледа дека содржината на вода во испитуваните проби лук се од 60-68%. Овие резултати ги потврдуваат добиените од нас резултати за влага и сува материја во испитуваните проби лук.



Графикон 9: Вода и сува материја во компир

Во испитуваните примероци на компири во село Звечан е определено 82,9% вода и 17,1% сува материја (Граф.9). Во компирите одгледувани на територијата на село Фрашер се определени 78,9% вода и 21,1% сува материја, а во компирите од село Полски се определени 80,8% и 19,2% соодветно вода и сува материја. Од стана на Зу и Гио - Zhu & Guo (2017) е испитувана фреквенцијата, содржината на вода и диелектричните својства како параметри зависни од температурата на скроб од компир, поврзани со сушење. Почетната суровина (компир) користена за анализа е карактеризирана со сува материја во граници од 15,1% до 43,1%. Овие резултати се комплементарни со добиените од нас.

## 5 Заклучок

Од направените испитувања за содржина на вода и сува материја во селектирани видови зеленчук одгледуван во три различни села во Р. Косово (Звечан, Фрашер и Полски) е утврдено дека сите видови испитувани зеленчуци содржат висока содржина на вода. Оваа содржина ги класифицира како лесно расипливи и производи со краток рок на траење. Поради ова е потребно или овие производи да бидат конзумирани во релативно краток период (5-7 дена) или да бидат исушени. Од добиените резултати е утврдено дека лукот има најниска содржина на вода (средно 64,07%) и највисока содржина на сува материја (средно 35,93%). Од друга страна во испитуваните проби од краставици е определена највисока содржина на вода (средно 94,67%) и најниска содржина на сува материја (средно 5,3%) што ја прави зеленчук со најкраток рок на траење. Поради високиот процент на вода во анализираниите примероци зеленчук, определувањето на тешките метали во овој зеленчук дури и кога тие се присутни во најниски концентрации ќе биде точно и прецизно.

## 6 Користена литература

- Agoreyo, B. O., Obansa, E. S., & Obanor, E. O. (2012). Comparative Nutritional and Phytochemical analyses of two varieties of *Solanum melongena*. *Science World Journal*, 7(1), 5–8. [www.scienceworldjournal.org](http://www.scienceworldjournal.org)
- Ajmera, P., Kalani, S., & Sharma, L. (2019). Parsley-benefits & side effects on health. *International Journal of Physiology*, 4(1), 1236–1242. [www.journalofsports.com](http://www.journalofsports.com)
- Asafew, K., & Chandravanshi, B. S. (2021). Levels of major and trace metals in eggplant and soil. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 35(2), 243–255. <https://doi.org/10.4314/bcse.v35i2.3>
- Ata, S., Tayyab, S., & Rasool, A. (2013). Analysis of Non-Volatile toxic heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr And Zn) in *Allium Sativum* (Garlic) and soil samples, collected from different locations of Punjab, Pakistan by Atomic Absorption Spectroscopy. *E3S Web of Conferences*, 1, 16004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20130116004>
- Balkhair, K. S., & Ashraf, M. A. (2016). Field accumulation risks of heavy metals in soil and vegetable crop irrigated with sewage water in western region of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(1), 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.023>
- Bedassa, M., Abebaw, A., & Desalegn, T. (2017). Assessment of Selected Heavy Metals in Onion Bulb and Onion Leaf (*Allium cepa* L.), in Selected Areas of Central Rift Valley of Oromia Region Ethiopia. *Journal of Horticulture*, 04(04). <https://doi.org/10.4172/2376-0354.1000217>
- Brezeanu, C., Brezeanu, P. M., Stoleru, V., Irimia, L. M., Lipşa, F. D., Teliban, G. C., Ciobanu, M. M., Murariu, F., Puiu, I., Branca, F., & Murariu, O. C. (2022). Nutritional Value of New Sweet Pepper Genotypes Grown in Organic System. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture12111863>
- Christou, A., Eliadou, E., Michael, C., Hapeshi, E., & Fatta-Kassinos, D. (2014). Assessment of long-term wastewater irrigation impacts on the soil geochemical properties and the bioaccumulation of heavy metals to the agricultural products. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(8), 4857–4870. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3743-4>
- Darvishi, H., Asl, A. R., Asghari, A., Azadbakht, M., Najafi, G., & Khodaei, J. (2014). Study of the drying kinetics of pepper. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13(2), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2013.03.002>

- Djaeni, M., Arifin, U. F., & Sasongko, S. B. (2017). Physical-chemical quality of onion analyzed under drying temperature. *AIP Conference Proceedings*, Vol.1823, Yogyakarta, Indonesia. <https://doi.org/10.1063/1.4978114>
- Dong, J., & Guo, W. (2015). Nondestructive Determination of Apple Internal Qualities Using Near-Infrared Hyperspectral Reflectance Imaging. *Food Analytical Methods*, 8(10), 2635–2646. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0169-8>
- Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C., & Egwurugwu. (2007). Heavy metal pollution and human biotoxic effects. In *International Journal of Physical Sciences* (Vol. 2, Issue 5). <http://www.academicjournals.org/IJPS>
- Edraki, M., Sheydaei, M., Ghiasvandnia, P., & Shahimi, F. (2024). Evaluation of concentration of heavy metals and microbial contamination in parsley (*Petroselinum crispum*) vegetable. In *Chem Res Tech* (Vol. 1). <https://www.researchgate.net/publication/376953792>
- Eissa, M. Alsayed., & Negim, O. Elqusy. (2018). Heavy metals uptake and translocation by lettuce and spinach grown on a metal-contaminated soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, ahead*, 18(4),1097-1107. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162018005003101>
- Guine, R. P. F., & Barroca, M. J. (2011). Effect of drying on the textural attributes of bell pepper and pumpkin. *Drying Technology*, 29(16), 1911–1919. <https://doi.org/10.1080/07373937.2011.596297>
- Hidayat, T., Sasmitaloka, K. S., & Setyadjit. (2022). Quality Changes of Garlic Bulbs at Various Levels of Initial Moisture Content and Storage Temperature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012021>
- Ibrahim, E. A., & Shalaby, S. E. M. (2023). Monitoring and accumulative risk assessment of pesticide residues detected in the common vegetables grown in the Eastern Nile Delta, Egypt. *Food Chemistry Advances*, 3, 100518. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100518>
- Jaiswal, A. K. (2020). Nutritional Significance of Processed Potato Products. In *Potato* (pp. 247–270). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1_14)
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). In *Journal of Food Composition and Analysis*, 49,19–34. Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Kowalska, G. (2021). The safety assessment of toxic metals in commonly used herbs, spices, tea, and coffee in poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11):5779. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115779>
- Mangkoltriluk, W., Srzednicki, G., & Craske, J. (2005). Preservation of flavour components in parsley (*Petroselinum Crispum*) by heat pump and cabiner drying. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14(1), 63–66.
- Manwani, S., Devi, P., Singh, T., Yadav, C. S., Awasthi, K. K., Bhoot, N., & Awasthi, G. (2023). Heavy metals in vegetables: a review of status, human health concerns, and management options. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(28):71940-71956. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22210-w>
- Manwani, S., Jaiman, V., Kant Awasthi, K., Shekhar Yadav, C., Singh Sankhla, M., Pandit, P. P., & Awasthi, G. (2022). Heavy Metal Contamination in Vegetables and Their Toxic Effects on Human Health. In Vijay Singh Meena, Mahipal Choudhary, Ram Prakash Yadav, & Sunita Kumari Meena (Eds.), *Sustainable Crop Production - Recent Advances* (pp. 1–17). <https://doi.org/10.5772/intechopen.102651>

- Mawari, G., Kumar, N., Sarkar, S., Daga, M. K., Singh, M. M., Joshi, T. K., & Khan, N. A. (2022). Heavy Metal Accumulation in Fruits and Vegetables and Human Health Risk Assessment: Findings From Maharashtra, India. *Environmental Health Insights*, 16, 1–10. <https://doi.org/10.1177/11786302221119151>
- Murtić, S., Zahirović, Č., Jurković, J., Karić, L., & Koleška, I. (2019). Essential heavy metals accumulation and distribution pattern in cucumber plants. *Studia Universitatis “Vasile Goldiș”*, *Seria Științele Vieții*, 29(4), 185–191. [www.studiauniversitatis.ro](http://www.studiauniversitatis.ro)
- Pavia, M., Pileggi, C., Nobile, C. G., & Angelillo, I. F. (2006). Association between fruit and vegetable consumption and oral cancer: a meta-analysis of observational studies 1,2. In *Am J Clin Nutr*, 83(5):1126-34). doi: 10.1093/ajcn/83.5.1126
- Nwakuba, N., Asoegwu, S., & Nwaigwe, K. (2016). Energy requirements for drying of sliced agricultural products: A review. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 18(2), 144–145. <http://www.cigrjournal.org>
- Rusin, M., Domagalska, J., Rogala, D., Razzaghi, M., & Szymala, I. (2021). Concentration of cadmium and lead in vegetables and fruits. *Scientific Reports*, 11(1):11913. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91554-z>
- Shabir, I., Pandey, V. K., Dar, A. H., Pandiselvam, R., Manzoor, S., Mir, S. A., Shams, R., Dash, K. K., Fayaz, U., Khan, S. A., Jeevarathinam, G., Zhang, Y., Rusu, A. V., & Trif, M. (2022). Nutritional Profile, Phytochemical Compounds, Biological Activities, and Utilisation of Onion Peel for Food Applications: A Review. In *Sustainability (Switzerland)*, 14 (19):11958). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su141911958>
- Shi, X., Lin, Q., Deng, P., Feng, T., & Zhang, Y. (2022). Assessment of Heavy Metal Uptake in Potatoes Cultivated in a Typical Karst Landform, Weining County, China. *Foods*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/foods11152379>
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200–222. <http://www.academicjournals.org/ajfs>
- Sonone, S. S., Jadhav, S., Sankhla, M. S., & Kumar, R. (2021). Water Contamination by Heavy Metals and their Toxic Effect on Aquaculture and Human Health through Food Chain. In *Letters in Applied NanoBioScience* (Vol. 10, Issue 2, pp. 2148–2166). AMG Transcend Association. <https://doi.org/10.33263/LIANBS102.21482166>
- Upadhyaya, A. K., Gupta, B., Garg, S., Singh, M., & Pandey, M. (2012). Study of Moisture Depletion Pattern of Spinach in Hot Air Oven. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2(4), 301–310. [www.ijera.com](http://www.ijera.com)
- Urooj, A., S, D. C., & Suma, F. (2016). Studies on the Nutritional and Quality Characteristics of Cucumis Sativus Varieties. In *Agricultural Science Research Journal*, 6 (4): 79-85. <http://resjournals.com/journals/agricultural-science-research-journal.html>
- Uthpala, T. G. G., Marapana, R. A. U. J., Lakmini, K. P. C., & Wettimuny, D. C. (2020). Nutritional Bioactive Compounds and Health Benefits of Fresh and Processed Cucumber (Cucumis Sativus L.). In *Sumerianz Journal of Biotechnology*, Vol. 3(9), doi: [0.13140/RG.2.2.17510.04161](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17510.04161).
- Wang, W., Ma, Y., Fu, L., Cui, Y., & Majeed, Y. (2021). Physical and mechanical properties of hydroponic lettuce for automatic harvesting. *Information Processing in Agriculture*, 8(4), 550–559. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.11.005>
- Waseem, M., Akhtar, S., Manzoor, M. F., Mirani, A. A., Ali, Z., Ismail, T., Ahmad, N., & Karrar, E. (2021). Nutritional characterization and food value addition properties of dehydrated spinach powder. *Food Science and Nutrition*, 9(2), 1213–1221. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2110>

- Yusuf, A., Fagbuaro, S. S., & Fajemilehin, S. O. K. (2018). Chemical composition, phytochemical and mineral profile of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery*, 3(5), 105–109. <https://doi.org/10.31248/JBBD2018.073>
- Zhu, Z., & Guo, W. (2017). Frequency, moisture content, and temperature dependent dielectric properties of potato starch related to drying with radio-frequency/microwave energy. *Scientific Reports*, 7(1) 9311. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09197-y>