



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВЕТИ КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ” БИТОЛА  
ТЕХНОЛОШКО - ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ ВЕЛЕС**



**ТРЕТ ЦИКЛУС СТУДИИ НА СТУДИСКАТА ПРОГРАМА  
ИНОВАТИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ХРАНА И НУТРИЦИОНИЗАМ**

**САМОСТОЕН ДОКТОРСКИ ПРОЕКТ ГОДИШНА  
КОНФЕРЕНЦИЈА, 2024 (летна сесија)**

**НАСЛОВ**

**РЕЛАЦИЈА ПОМЕЃУ МЕТОДОТ НА ПРИГОТВУВАЊЕ НА ХРАНА И НИВНИОТ  
МИНЕРАЛЕН СТАТУС КАЈ СЕЛЕКТИРАНИ ЗЕЛЕНИ ЗЕЛЕНЧУЦИ ОД  
ТЕРИТОРИЈАТА НА КОСОВО**

**(докторски проект)**

**Кандидат:**

Арбноре Битичи, индекс бр.32d

**Ментор:**

Проф. д-р Анка Трајковска Петкоска

Велес, Септември 2024 г

## СОДРЖИНА

АПСТРАКТ .....	4
1. ВОВЕД.....	5
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА.....	7
2.1. Зелен зеленчук.....	7
2.1.1. Спанаќ ( <i>Spinacia oleracea</i> L.).....	7
2.1.2. Зелен пипер ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	8
2.1.3. Магдонос ( <i>Petroselinum crispum</i> ).....	9
2.1.4. Зелена зелка ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> ).....	10
2.1.5. Броколи ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> ).....	10
2.2. Зелен зеленчук: ресурс за промоција на човековото здравје.....	11
2.3. Содржина на хранливи минерали и токсични метали во некои одбрани зелени зеленчуци.....	12
2.4. Ефекти на техниките за готвење врз нутритивниот квалитет на зелениот зеленчук.....	13
2.4.1. Готвење со варење.....	13
2.4.2. Готвење со пржење.....	14
2.4.3. Готвење во микробранова печка.....	14
3. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ.....	15
3.1. Материјали.....	15
3.1.1. Подготовка на примероци.....	16
3.2. Методи за готвење.....	16
3.3. Одредување на хранливи минерали и токсични метали во зелениот зеленчук.....	16
3.3.1. Подготовка на стандардни раствори.....	16
3.4. Статистичка анализа.....	17
4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	17
4.1. Содржина на хранливи минерали и токсични елементи во некои зелен зеленчук.....	17
4.2. Ефектот на различни методи на готвење врз содржината на минерални хранливи материи и токсични елементи.....	19
5. ЗАКЛУЧОК.....	23

6. Користена литература.....24

## Релација помеѓу методот на приготвување на храна и нивниот минерален статус кај селектирани зелени зеленчуци од територијата на Косово

**Arbnore Butyçi**

“Св. Климент Охридски” – Битола, Р.С. Македонија  
[arbnore.bitici@uklo.edu.mk](mailto:arbnore.bitici@uklo.edu.mk)

**Anka Trajkovska Petkoska**

“Св. Климент Охридски” – Битола, Р.С. Македонија  
 0000-0002-9258-7966  
[anka.trajkovska@uklo.edu.mk](mailto:anka.trajkovska@uklo.edu.mk)

### АПСТРАКТ

Зелениот зеленчук е одличен извор на витамини, минерали, влакна и други хранливи материи, особено кај популациите кои конзумираат диети базирани на растителна храна. Диетата која вклучува зелен зеленчук може да помогне во спречување на дебелината, срцевите заболувања, висок крвен притисок и когнитивен пад, меѓу останатите здравствени проблеми. Во оваа студија, пет зелени зеленчуци: спанаќ (*Spinacia oleracea* L.), зелен пипер (*Capsicum annuum* L.), магдонос (*Petroselinum crispum*), зелена зелка (*Brassica oleracea* L. var. capitata), броколи (*Brassica oleracea* var. italica) кои вообичаено се конзумираат на територијата во Косово беа подложени на анализа на влијанието на методите за процесирање на храна, како што се варењето, пржењето и готвењето во микробранова печка врз нивната содржина на минерали и намалувањето на токсичните метали во нивниот состав. Генерално, варениот зеленчук губи хранливи материи, како што се калиум (K), натриум (Na), фосфор (P), магнезиум (Mg), цинк (Zn), бакар (Cu) и манган (Mn), споредено со неговиот состав во свежа состојба. Од друга страна, концентрацијата на Cr беше поголема кај сите испитувани зелени зеленчуци (неварени); примерокот од спанаќ имаше повисоки нивоа на Zn, Fe, Mn и Cd од максимално дозволената граница предложена од FAO/WHO, а додека кај останатите испитувани примероци беше во рамки на дозволените концентрации. Оваа студија покажа дека готвењето во микробранова печка е најнефективниот метод за зачувување на нутритивните вредности (минерали) кај испитуваните типови на зеленчук како и намалување на токсичните елементи на зеленчукот, додека варењето влијае на поголемо намалување на хранливите минерали. Од друга страна, начинот на пржење на испитуваниот зеленчук го зголеми минералниот состав и утврдено е умерено намалување на токсичните елементи. Според тоа, типот на методот на обработка генерално има изразен ефект врз составот на хранливите минерали, а притоа има минимален ефект врз намалувањето на содржината на токсични метали во анализираниот зелен зеленчук.

**Клучни зборови: Зелен зеленчук, Вареење, Пржење, Готвење во микробранова печка, Минерали**

## 1. ВОВЕД

Секторот на одгледување на зеленчукови култури генерално се смета за една од главните гранки на земјоделската економија во Косово (Kosovo Statistics Agency (ASK),2021). Зелениот зеленчук се однесува на група на зеленчук кој е богат со диетални влакна, витамини, минерали, каротин и есенцијални аминокиселини (Orazo-Navarrete et al.,2021). Овој зеленчук е составен дел од секојдневната исхрана на луѓето, бидејќи е богат со важни нутритивни компоненти, особено со минерални елементи како што се калиум (K), натриум (Na), фосфор (P), калциум (Ca), магнезиум (Mg), железо (Fe), бакар (Cu) и цинк (Zn) (Górska-Warsewicz et al.,2021). Овие зеленчуци се познати по одржување на здравјето и спречување на болести поради нивните битни хранливи материи потребни за човековото здравје (Syed et al.,2023). Примери за зелен зеленчук вклучуваат спанаќ, брокула, зелена пиперка, зелена зелка, келј итн., кои имаат вообичаено темно-зелена боја. Забележано е дека конзумирањето зелен лиснат зеленчук и овошје богати со витамин Ц штити од коронарна срцева болест (Blekkenhorst et al.,2018). Зелениот зеленчук, исто така, го подобрува имунолошкиот систем и ги ублажува болестите, вклучувајќи бронхитис, катаракта, астма и други респираторни синдроми (Jideani et al.2021). Покрај тоа, тие помагаат и во здравјето на мозокот поради невропротективните дејства на лутеин, фолна киселина, каротин, витамин К и други биоактивни соединенија (Morris et al.,2017).

Иако зелениот зеленчук е добар извор на антиоксиданси, витамини и минерали, бенефитни за човекот и неговото здравје, сепак тие се подложни на контаминација со разни токсични елементи доколку зеленчуците се одгледуваат во области кои се загадени, на пример, со тешки метали како кадмиум (Cd), жива (Hg), олово (Pb), арсен (As), никел (Ni) итн., кои се акумулираат во јадливите делови на растението (Angon et al.,2024). Загадувањето со тешки метали на синџирот на исхрана неодамна стана сериозен проблем поради нивната значителна акумулација во биосистемите преку контаминирана вода, почва и воздух (Nnaji et al.,2023). Конзумирањето на зеленчук е нагласено како еден од примарните начини за човечка изложеност на тешки метали како опасни елементи. Нивното присуство во корените на растенијата може да влијае на квалитетот и здравјето на растенијата со блокирање или зголемување на навлегувањето на минералите и метаболизмот во ткивата на растенијата (Martín-León et al.,2023). Негативните ефекти на различни загадувачи, вклучувајќи ги и тешките метали како токсични елементи, влијаат на безбедноста на храната и на здравјето на луѓето воопшто. За одржлив глобален раст, безбедноста на храната е едно од поважните прашања во денешно време (Oluwole et al., 2023; Varzakas & Smaoui,2024).

Во однос на конзумирањето, луѓето обично го користат зелениот зеленчук како свеж (суров), но во повеќето случаи може да биде и термички третиран (Lee et al.,2018). Вообичаено, зеленчукот се готви во домашни услови врз основа на личен вкус, традиција или погодност (Mehmood & Zeb,2020). Неодамнешните студии сугерираат дека термичките третмани влијаат на минералниот и биоактивен состав на зеленчукот, со пријавени позитивни и негативни последици, во зависност од видот и квалитетот на свежиот зеленчук и користениот метод на готвење (Buratti et al.,2020). Постојат бројни студии кои покажуваат за тоа како методите на готвење влијаат на губењето и зачувувањето на витамините, минералите, тешките метали и фенолните компоненти на различни видови храна (Mehta,

2015; Guillén et al.,2017; Pérez-Burillo et al.2019). Најчесто користени методи се оние со термички третман на храна, како што се варење, пржење, бланширање, итн., но и загревање во микробранова печка, како и новите трендови во процесирањето на храна како на пример, загревање во електрично поле, ултразвучно загревање, третман под висок притисок, итн. (Principato & Spigno,2023; Saini et al.2023).

Генерално, варењето како постапка на термички третман на храна е дефинирано како готвење во вода која е загреана до точка на вриење од 100°C. Имено, кога течноста (вода) ќе зоврие на повисока температура, таа формира меурчиња на дното од садот кои брзо се креваат и ја достигнуваат до површината на течноста (Andersson et al.,2021). Вриењето предизвикува губење на растворливи соединенија (шеќери, растворливи влакна, пепел, аскорбинска киселина и фенолни соединенија) и влијае на бојата, својствата на хидратација и интегритетот на растителните клетки на храната (Arias-Rico et al.2020).

Пржењето на храната малку влијае на составот на третираната храна во поглед на нејзиниот протеински и минерален состав. Покрај тоа, пржењето резултира со помала загуба на витамини чувствителни на топлина од другите методи на готвење поради високата температура и краткото време на третман (Dangal et al.2024).

Од друга страна, загревањето во микробранова печка е релативно нов метод на третман на храна, и постојат помал број на истражувања за влијанието на овој метод врз промена на составот на минералните хранливи материи или пак за штетните компоненти на зелениот зеленчук (Deng et al.,2022).

Целта на оваа студија беше да го истражи ефектот на различните процеси на процесирање на селектиран зелен зеленчук врз содржината на минерали и токсични метали, кој често се конзумира во Косово (слика 1). Со оглед на потенцијалната токсичност и застапеноста на токсичните метали во областите каде обично се одгледуваат и земјоделските култури, на пример, во близина на индустриски локации (термоелектрани, рудници за јаглен, автопати и депонии за цврст отпад), оттука и потребата за една ваква студија. Понатаму, вообичаената употреба на зелен зеленчук кај популацијата во Косово, и неопходноста од безбедност на храната, исто така одат во прилог на оваа студија, со цел да се допринесе и влијае на свеста на луѓето при конзумирање и/или приготвување на зеленчукот во домашни услови. Но секако, потребни се повеќе истражувања за зелениот зеленчук во овој регион и превземање на погодни мерки за одгледување на истиот и негова продажба на пазарите во државата. Како резултат на тоа, студијата е фокусирана на определување на ефектот на методите на готвење врз содржината на минерали и токсични метали за да се дадат препораки за нивна потрошувачка, и конзумација.



Слика 1. Суров зелен зеленчук користен во оваа студија

## 2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

### 2.1. Зелен зеленчук

Во рамките на оваа студија, опфатени се 5 различни зелени зеленчуци кои вообичаено се конзумираат во исхраната на територија на Р. Косово и тоа: спанаќ (*Spinacia oleracea* L.), зелен пипер (*Capsicum annuum* L.), магдонос (*Petroselinum crispum*), зелена зелка (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), броколи (*Brassica oleracea* var. *italica*).

#### 2.1.1. Спанаќ (*Spinacia oleracea* L.)

Спанаќот на глобално ниво се смета за најпосакуван зеленчук, поради неговиот вкус и богатството со хранливи материи заедно со највисоката содржина на нитрати и подобрата ефикасност во користењето на азот. Минералните хранливи материи играат витална улога во правилниот раст и функционирање на растенијата (Rashid et al.2022). Голем број на хранливи материи, вклучувајќи железо, магнезиум, манган, цинк итн., делуваат како кофактори на различни ензими, неопходни за нормално функционирање на растението (Karthika et al., 2018). Недостатокот на есенцијални хранливи материи и витамини ширум светот доведува до високи стапки на физиолошки нарушувања, вклучувајќи застој во растот и проблеми со коските, потоа покажуваат антиоксидативно, антиканцерогено дејство, дејство против дебелеење, антиинфламаторно дејство итн. (Chokkara Sri Lasya,2022). Затоа, потребна е храна богата со хранливи материи како додаток за правилен раст и на децата и на возрасните.

Зелениот зеленчук е добар извор на хранливи материи кои потенцијално можат да го намалат факторот на ризик за овие нарушувања. Спанаќот (*Spinacia oleracea* L.) е хранлив лиснат зеленчук кој припаѓа на семејството *Amaranthaceae* (Karthika et al., 2018). Покрај тоа, зелениот зеленчук е природен ресурс за враќање на нутритивниот дефицит распространет во земјите во развој. Заедничката употреба на овие зеленчуци во секојдневната исхрана се

предлага како најевтин извор на микронутриенти (Egbi et al., 2018). WHO (World Health Organization) препорачува да се конзумираат најмалку 400 g овошје и зеленчук без скроб, со цел да се задоволат дневните потреби за хранливи материи во човечкото тело. Спанакот се смета за најпосакуваниот лиснат зеленчук во многу делови на светот, поради неговото богатство со хранливи материи и разновидни соединенија кои го подобруваат човековото здравје (Murcia et al.2020).

### **2.1.2. Зелен пипер (*Capsicum annuum* L.)**

*Capsicum annuum* е годишна или двегодишна билка. Родот *Capsicum* припаѓа на фамилијата Solanaceae, подфамилијата Solanoideae, племето Solaneae. Неговиот животен циклус се состои од четири фази: расад, вегетација, цветни и плодни (Anaya-Esparza et al.2021). Потрошувачите посебно ги ценат заради нивните егзотични бои (зелена, црвена, жолта и портокалова), арома и текстура. Покрај тоа, тие обично се конзумираат свежи, но често се користат и варени или како дел од други прехранбени производи (Jankauskienė & Laužikė, 2023). Според литературата, зелените пиперки се богати со вода и јаглехидрати со ниска содржина на протеини и масти, што ги прави нискокалорична храна; тие исто така имаат доволна содржина на диетални влакна за да се сметаат за храна богата со влакна, што има важни импликации за нивото на здравјето и исхраната на потрошувачите (Anaya-Esparza et al.2021).

Покрај тоа, зелените пиперки содржат неколку важни хранливи соединенија како што се витамини (Б, А, Д, Ц, Е и К) и минерали (калиум, натриум, магнезиум, калциум и фосфор) (Palma et al.2020). Во оваа смисла, честото конзумирање на пиперки обезбедува основни хранливи материи за здравјето на луѓето. На пример, потрошувачката на свежа пиперка (100 g) ја обезбедува вкупната препорачана дневна доза на аскорбинска киселина (Jankauskienė & Laužikė, 2023). Од друга страна, хранливата содржина на зелените пиперки е директно зависна од бојата на овошјето, условите на растење и обработката по бербата, меѓу другите фактори (Anaya-Esparza et al.2021).

### **2.1.3. Магдонос (*Petroselinum crispum*)**

Магдоносот (*Petroselinum crispum* Mill.) е високо ценет не само од гастрономска гледна точка, туку и како функционална храна со корисни ефекти врз здравјето (Ganea et al.2024). Листовите од магдонос, богати со ефективни антиоксиданси, се користат во различни прехранбени апликации (Ganea et al.2024). Деталната фитохемиска анализа спроведена на листовите од магдонос откри присуство на различни хемиски групи, вклучувајќи катехински танини, галски танини, флавоноиди, сапонозиди, муцилажи, кумарини, редуцирачки агенси и О-хетерозиди. Овие наоди ги потврдуваат антиоксидантните својства на магдоносот, што го прави соодветен кандидат за долгорочно вклучување во исхраната (Gnintoungbe et al.2023). Статусот на магдоносот како познат народен лек, познат по неговите хранливи и лековити својства, поттикна истражување на неговиот потенцијал како функционална храна и природен лек (Ganea et al.2024).

Магдоносот може да се одгледува во текот на целата година и вклучува голем број составни атрибути, како што се минерали, витамини, кумарини, тритерпени, испарливи масла, флавоноиди, танини и каротеноиди, како и изобилство со минерални елементи како што се калиум, магнезиум, калциум, итн (Gnintoungbe et al.2023). Следствено, на биоактивните фитохемикалии на листовите од магдонос им се припишуваат бројни својства



за промовирање на здравјето, бидејќи човечките клетки се потпираат на заштита на егзогени биоактивни соединенија содржани во функционалната храна, покрај ендогениот одбранбен систем за да се спречат нивоата на оксидативен стрес (Punoševac et al.2021; Casanova et al.2024).

#### **2.1.4. Зелена зелка (*Brassica oleracea L. var. capitata*)**

Зелена зелка (*Brassica oleracea L. var. capitata*), која припаѓа на семејството Cruciferae, е еден од најважните зеленчуци кои се одгледуваат во светот (Yue et al.2024). Различните сорти на зелка се разликуваат по содржината на минерали, хранливи материи и антиоксиданти. Затоа, познавањето на разликите помеѓу главните сорти на зелка е од суштинско значење за одржување на урамнотежена исхрана (Turner et al.2020). Зелена зелка е многу фаворизирана поради изобилството растворливи шеќери, растворливи протеини и витамини, како и високите нивоа на нетрофични биоактивни соединенија (Zhao et al.2020). Со развојот на природните фитохемикалии како потенцијални хемопревентивни агенси, се проширија истражувањата за користењето на зеленчукот како потенцијални извори на природни хемотерапии (Yue et al.2024).

На пример, витаминот Ц растворлив во вода, флавоноидите, фенолите и глукозинолатите во зелката се вклучени одбрана од оксидативниот стрес кај луѓето (uh-Narvaez & Segura-Campos,2021). Фенолните киселини и флавоноидите, колективно познати како полифеноли, се секундарни метаболити кои широко се наоѓаат во растенијата, вклучувајќи ја и зелката. Истражувањата покажаа дека полифенолите имаат висок степен на разновидност на видовите и бројни фармаколошки својства, како што се антиалергиски, антиинфламаторни, антиоксидантни, антимулагени и антиканцерогени својства, додека флавоноидите делуваат како чистачи на реактивен кислород, и електрофили, намалувајќи го ризикот од кардиоваскуларни болести (Miranda et al.2024). Освен тоа, покрај полифенолите и флавоноидите, глукозинолатите се важни биоактивни соединенија во келџот и исто така се корисни за здравјето, богат извор на есенцијални минерали, како што се железо (Fe), калциум (Ca), магнезиум (Mg), калиум (K), натриум (Na) и фосфор (P) (Wang et al.2022).

#### **2.1.5. Броколи (*Brassica oleracea var. italica*)**

Броколи (*Brassica oleracea var. italica*), често се смета за нутриционистичка моќ поради бројните здравствени придобивки и густината на хранливи материи. Брокулата е одличен извор на витамини Ц, К и А. Исто така содржи неколку важни минерали, како што се калиум, калциум и железо. Брокулата содржи неколку антиоксиданси, вклучувајќи витамини Ц и Е, β-каротин и разни флавоноиди (Booth,2021). Антиоксидансите помагаат во заштитата на клетките од оштетување предизвикано од штетните слободни радикали и го намалуваат ризикот од хронични болести. Брокулата е добар извор на диетални влакна, кои го помагаат варењето, промовираат чувство на ситост и придонесуваат за здрав дигестивен систем (Kim et al.2022). Влакната на брокулата, антиоксидансите и антиинфламаторните својства придонесуваат за подобро здравје на срцето. Може да помогне кон намалување на холестеролот, да се одржи добар крвен притисок и да се подобри кардиоваскуларната функција (Farha, 2023).

Високото ниво на витамин А и други антиоксиданси во брокулата го поддржува здравјето на очите и може да помогне во спречување на макуларна дегенерација и катаракта

поврзана со возраста (Favela-González et al.2020). Неговата висока содржина на витамин Ц го зајакнува имунолошкиот систем и го промовира производството на колаген, заздравувањето на раните и апсорпцијата на железо. Брокулата е добар извор на калциум, од суштинско значење за одржување на силни коски и спречување на остеопороза (Mahn & Castillo, 2021). Содржи и витамин К, кој е неопходен за здравјето на коските. Брокулата е нискокалорична, но богата со растителни влакна, што ја прави заситена храна која може да помогне во контролата на тежината и да промовира здрав метаболизам (Farha, 2023).

Содржината на влакна во брокулата го поддржува здравиот дигестивен систем, ја регулира функцијата на дебелото црево и промовира здрав цревен микробиом (Farha, 2023). Свкупно, брокулата нуди различни здравствени придобивки поради богатата содржина на хранливи материи. Од промовирање на здравјето на срцето до поддршка на варењето на храната и здравјето на коските, овој зеленчук обезбедува разновиден и вкусен начин за подобрување на вашата целокупна благосостојба (Syed et al.2023).

## **2.2. Зелен зеленчук: ресурс за промоција на човековото здравје**

Зелениот зеленчук предизвика интерес широм светот бидејќи покажува бројни здравствени придобивки за луѓето. Зелениот зеленчук е благодет за безбеден и поздрав живот и се користи со векови; тие се сметаат за суштински дел од исхраната за задоволување на дневните потреби за хранливи материи (Turner et al.2020). Зелениот зеленчук може да се користи свеж или може да се готви/преработува според интересот на потрошувачот. Свежата употреба на зеленчук станува сè попопуларна помеѓу луѓето поради зголемената свест на потрошувачите за природна и органска храна. Тие исто така завземаат високо место во прехранбената пирамида и се суштински дел од урамнотезена исхрана (Karthika et al.2018). Ниската калориска вредност на зелениот зеленчук го прави идеален за управување на телесната тежина. Зелениот зеленчук е богат извор на хранливи материи, богат со диетални влакна, ниски липиди и богат со фолна киселина, аскорбинска киселина, витамин К, како и минерали Mg и К. Добриот хранлив профил на зелениот зеленчук е корисен за намалување на ризикот од кардиоваскуларни болести и рак. Истиот, исто така, е ценет за лицата со дијабетес тип 2 поради нивната висока содржина на Mg, висока содржина на влакна и низок гликемиски индекс (Aslam et al.2020).

Понатаму, овој зеленчук содржи добра комбинација од полифеноли и антиоксиданси, што ги прави уникатни по нивната терапевтска вредност. Исто така, тие поседуваат антимикуробна активност и можат да се користат во различни прехранбени производи за да го продолжат рокот на траење (Turner et al.2020). Постои зголемен интерес за консумирање здрава храна, мотивиран од потребата за зајакнување на имунолошкиот систем природно. Во оваа смисла, зеленчукот богат со биоактивни соединенија е јасен пример за „суперхрана“ која го промовира целокупното здравје и го зајакнува имунолошкиот одговор (Orazo-Navarrete et al.2021).

## **2.3. Содржина на хранливи минерали и токсични метали во некои одбрани зелени зеленчуци**

Зелениот зеленчук избран за работа во нашата студија е: спанаќ (*Spinacia oleracea* L.), зелен пипер (*Capsicum annum* L.), магдонос (*Petroselinum crispum*), зелена зелка (*Brassica oleracea* var. *capitata*) и брокула (*Brassica oleracea* var. *italica*), кои се добри извори на важни минерални хранливи материи како што се: железо, калиум, магнезиум и

калциум, елементи во трагови како цинк, бакар, хром, потоа витамини (А, Б2, Ц) и извори на влакна. Магнезиумот игра улога во над 300 процеси во човечкото тело. Цинкот е вклучен во нормалното функционирање на имунолошкиот систем (Martín-León et al.2023). Недостатокот на цинк резултира со нарушување на гастроинтестиналните и имунолошките функции (Karthika et al.2018; Egbi et al.2018). Обидот да се подобри протеинско-енергетскиот статус без да се решат недостатоците на микронутриенти нема да резултира со оптимален раст и функција кај живите организми. Металните јони се важни за нормално функционирање и благосостојба на човекот служат како кофактори во ензимските реакции и ги одржуваат протеинските структури. Од друга страна, недостатокот на железо кај жените и децата доведува до развој на анемија.

Безбедноста на зелениот зеленчук е загрижувачка, бидејќи се покажа дека овие зеленчуци акумулираат токсични метали (кадмиум (Cd), олово (Pb), арсен (As) и жива (Hg)) во поголема мера од другите типови на зеленчуци (Gupta et al.2022). Покрај тоа, зелениот зеленчук може да генерира здравствени ризици поради нивната појава на други потенцијално токсични елементи како што се Cr (хром), Ni (никел), Sb (антимон), Sn (калај), итн. Многу фактори можат да ја зголемат акумулацијата на токсични и потенцијално токсични елементи во животната средина и културата на растенијата, како што се интензивната употреба на агрохемикалии, примената на отпадна тиња на земјоделските површини, таложето на атмосферата и електронските производи отфрлени како дел од отпадот итн. (Martín-León et al.2023).

#### ***2.4. Ефекти на техниките за готвење врз нутритивниот квалитет на зелениот зеленчук***

Изборот на вистинскиот начин на готвење го менува нутритивниот статус на зеленчукот споредено со сировиот. Некои методи на приготвување на храна може да помогне да се задржат повеќе хранливи материи во зелениот зеленчук во споредба со други (Fabbri & Crosby, 2016). Најчестите методи за готвење на овие зеленчуци се варење, пржење и печење во микробранова печка.

##### ***2.4.1. Готвење со варење***

Варењето е вообичаена техника која генерално се користи при преработка на зеленчук широм светот. Повеќето зеленчуци се готват во врела вода за да бидат меки и повкусни. Варењето носи одредени промени во физичкиот и хемискиот состав на зеленчукот, варењето може значително да ја намали антиоксидантната активност на истиот. За време на готвењето, промените во квалитетот, растворањето на антиоксидансите и истекувањето во водата во која се готви може да влијаат на антиоксидантната активност на зеленчукот (Lee et al.2018).

##### ***2.4.2. Готвење со пржење***

Пржењето е една од најраспространетите и најстарите техники за готвење и се користи во прехранбената индустрија и домашната кујна како домашна техника за готвење. Пржената храна сега најчесто се консумира во различни возрастни групи поради нејзините уникатни органолептички својства како што се текстурата, аромата, крцкавиот квалитет и привлечната златна боја. Се користат неколку методи на пржење, вклучувајќи пржење во тава (со минимална количина на масло), плитко пржење и длабоко пржење (Fabbri & Crosby,

2016). Главната разлика во овие методи е количината на масло што се користи за време на пржењето. За пржење во тава е потребно само малку масло само за да се премачка тавата.

При плитко пржење потребно е мало количество масло во плитка тава, додека за длабоко пржење потребно е доволно масло за целосно да се потопи прехранбениот материјал кој се готви. Се покажало дека пржењето зеленчук задржува најмногу хранливи материи во споредба со другите техники на пржење. За време на пржењето, храната е изложена на исклучително врело масло на различни температури 160–180 °C (De Castro et al.2021). Оваа висока температура носи значителни промени во бојата и структурата на храната; ова всушност го вклучува најчестиот начин на нивно пржење на масло, без разлика дали тоа е пржење со мешање или длабоко пржење (America’s Test Kitchen and Crosby, 2012).

### **2.4.3. Готвење во микробранова печка**

Готвењето во микробранова печка метод е широко прифатен за храна, поради брзото зголемување на температурата што се приближува до точката на вриење на водата. Потоа, зголемениот притисок на пареата го намалува времето на готвење и ја минимизира загубата на микронутриенти и витамини (Chin et al.2022). Готвењето во микробранова печка е многу популарна техника за готвење од неодамна поради неговата способност да постигне поголема брзина на загревање, намалено време за готвење, безбедно ракување, лесно користење, а мало одржување (America’s Test Kitchen and Crosby, 2012). Дополнително, микробрановата печка може да има помал ефект врз вкусот и хранливите квалитети на храната во споредба со другите конвенционални методи на готвење (Lobefaro et al.2021).

За споредба, според прелиминарните студии, вкупната антиоксидантна активност на брокулата останува непроменета за време на готвењето во микробранова печка (Fabbri & Crosby, 2016). Содржината на аскорбинска киселина во зеленчукот е исто така многу чувствителна на другите техники на готвење, особено на обработката на вриење, но се чини дека готвењето во микробранова печка има благ ефект врз загубите на витамин Ц (Buratti et al.2020). Подготовката на храната обично може да потрае подолго и тоа може да ја намали концентрацијата на каротеноиди во храната во случај кога се готви во микробранова печка (Maqbool et al.2021).

## **3. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ**

### **3.1. Материјали**

Вкупно 50 примероци (по 10 примероци за секој вид) свеж, култивиран и најчесто конзумиран зелен зеленчук во Р. Косово беше испитуван во рамките на оваа студија. За оваа цел, се испитуваше спанаќ (*Spinacia oleracea* L.), зелен пипер (*Capsicum annum* L.), магдонос (*Petroselinum crispum*), зелен зелка (*Brassica oleracea* var. *capitata*) и брокула (*Brassica oleracea* var. *italica*) (Табела 1.), купени на локалниот пазар во Приштина, Косово, во периодот мај-јуни 2024 година. Сите примероци беа спакувани посебно во полиетиленски кеси и донесени во лабораторија (Лабораторија на Факултетот за науки за храна при Универзитетот за бизнис и технологија УБТ- Приштина) за прелиминарен третман и анализа.

**Табела 1.** Суров зелен зеленчук користен во оваа студија

Бр	Заедничко име	Научното име
1	Спанаќ	<i>Spinacia oleracea</i> L.
2	Зелен пипер	<i>Capsicum annuum</i> L.
3	Магдонос	<i>Petroselinum crispum</i>
4	Зелена зелка	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>
5	Брокула	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>

### 3.1.1. Подготовка на примероци

Примероците од зелен зеленчук беа темелно исчистени под проточна вода, потоа исплакнати со дестилирана вода и се поставуваат на суви филтер-хартии за да се отстрани влажноста од површината на зеленчукот. Потоа зелениот зеленчук беше исечкан на ситни парчиња (големина на примерокот е, 2 cm x 2 cm) и истите се поделија на четири еднакви делови, од кои едниот дел (суров) служеше како контролен примерок, а другите три дела беа подложени на три различни начини на готвење, имено на, (i) вриење, (ii) пржење и (iii) готвење во микробранова печка.

### 3.2. Методи за готвење

Сите примероци кои беа користени за тестирање на ефектот од готвењето беа анализирани во рок од 15 часа од нивната подготовка. Времето на обработка, количината на вода додадена во готвењето и масата на употребениот примерок се дадени во Табела 2. По секој третман, примероците беа исцедени од вода и сушени на собна температура. Сите хемикалии користени во оваа студија беа со аналитичка чистота и купени од Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, US).

**Табела 2.** Време на третман (мин), количина на вода (mL) и примерок (g)

Третман	Време (мин.)	Вода (mL)	Количина на примерок (g)
Суров (свеж)	-	-	200
Варени	10	150	200
Пржени	6	-	200
Микробранова печка	2	5	200

### 3.3. Одредување на хранливи минерали и токсични метали во зелениот зеленчук

#### 3.3.1. Подготовка на стандардни раствори

Работните стандардни раствори за секој елемент беа подготвени од основниот стандарден раствор од 1000 mg L<sup>-1</sup> за елементите K, Na, P, Ca, Mg, Fe, Ni, Mn, Zn, Cr, Cu, Cd и Pb во 5 % HNO<sub>3</sub>. Сред стандардни раствори од 10 mg L<sup>-1</sup> беа подготвени во волуметриски колби од 100 mL од основниот стандарден раствор. Бидејќи линеарните опсежи на кривите за калибрација се разликуваа, беа користени различни концентрации на

стандарди за калибрација за различни метали. Разредувањето на средните стандарди со дејонизирана вода даде четири нови работни стандарди за секој елемент.

По калибрацијата на инструментот, нивоата на хранливи минерали и токсични метали во примероци од суров и зготвен зелен зеленчук со три различни методи, како што се вриење, пржење и обработка во микробранова печка, беа измерени со помош на апаратот микробранова плазма атомска емисиона спектроскопија MP-AES 4200 (Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy) (Agilent Technologies, Model 4200, USA). Нивоата на K, Na, P, Ca, Mg, Fe, Ni, Mn, Zn, Cr, Cu, Cd и Pb беа измерени во режим на емисија/концентрација по прецизна калибрација на инструментот со помош на слепа проба за калибрација и четири стандардни раствори на калибрација. Мерењето на металите во растворот од слепа проба исто така се вршеше истовремено со примероците, со задржување на константни параметри и со истата постапка според методот претходно користен од Shemnsa et al.2024.

Исушените примероци беа горени на 550 °C во Muffle печка во рок од 6 часа за да се добие пепел. Остатокот од пепел од секој примерок од зелен зеленчук се вари во 1:4 раствор од перхлорна киселина и азотна киселина. Примероците беа оставени да се изладат пред да се филтрираат преку филтер-хартија Whatman бр.1. Дејонизирана вода беше искористена за разредување на секој раствор на примерок до конечен волумен од 25 mL.

### **3.4. Статистичка анализа**

Резултатите се анализирани со користење на софтверот OriginPro 9.0 (OriginLab Corporation) и пријавени како средна  $\pm$  стандардна девијација (SD).

## **4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**

### **4.1. Содржина на хранливи минерали и токсични елементи во селектиран зелен зеленчук**

Како што е прикажано во Табела 3, постои значителна разлика во содржината на хранливи минерали и токсични елементи помеѓу примероците од зелен зеленчук. Најзастапен елемент меѓу хранливите минерали како макронутриенти бил K, а потоа Ca, P, Mg и Na. Фактот дека минералите како азот, фосфор, калиум и магнезиум се многу подвижни во растителните ткива и мигрираат од постарите растителни ткива кон помладите е главната причина за високата концентрација на калиум што се наоѓа во зелениот зеленчук (Murrell & Pitchay,2021). Повисоките концентрации на K, Ca, P и Mg исто така може да се препишат на улогите на овие елементи во растот и развојот на растенијата. Зголемените нивоа на Ca се резултат и на количината на минерали кои содржат калциум во почвата и водата, кои често се во изобилство и лесно се апсорбираат од растенијата (Wang et al.,2023).

Од друга страна, зелениот зеленчук имал најголема концентрација на Fe од сите испитани макронутриенти, а потоа следат Zn, Mn, Cr, Ni и Cu. Генерално, од нивоата на сите анализирани елементи во зелениот зеленчук, може да се заклучи дека концентрациите на макро и макронутриенти во овие зеленчуци имале сличен тренд. Нашата студија е во согласност со претходните слични студии од Razzak et al.,2023; Żurawik et al.,2020; Yue et al.,2024; AlJuhaimi et al.,2024.

Генерално, редоследот  $K > Ca > P > Mg > Na > Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Ni$  беше застапен за пронајдена релативната количина на минерални хранливи материи во

набљудуваниот зелен зеленчук. Токсичните елементи Cd и Pb беа под дозволените вредности според препораките за исхрана на FAO/WHO (Cd 0,2 mg/kg и Pb 0,3 mg/kg) (Табела 9). Исто така, овие вредности се во согласност со (*Codex Alimentarius-International food standards*, FAO/WHO, прифатени 1995, последно ревидирани 2023). Овие наоди покажуваат дека местата за земање мостри не се во области каде е можно штетно загадување со индустриски отпад. Покрај тоа, ниската концентрација на штетни материи имплицира дека плантажите каде што се одгледуваат овие зеленчуци веројатно не користат комерцијални хербициди или ѓубрива (Alengebawy et al.,2021). Понатаму, Pb и Cd не обезбедуваат хранлива корист за луѓето; и нивните минимални концентрации се штетни за здравјето на луѓето (Rusin et al.,2021).

**Табела 3.** Содржина на минерали и токсични елементи на тестираниот суров зелен зеленчук

	Суров зелен зеленчук				
	Спанаќ ( <i>Spinacia oleracea</i> L.)	Зелен пипер ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Магдонос ( <i>Petroselinum crispum</i> )	Зелена зелка ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )	Брокула ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> )
	Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)				
K	4800±50.21	4750±41.22	3640±35.44	4680±48.11	5120±51.24
Na	770±26.11	40.0±8.11	912.0±18.43	260.0±50.11	280.0±21.22
Ca	2876±21.22	2453±21.23	2351±21.23	2980±45.23	3122±51.23
P	2900±21.23	2098±41.22	187.55±10.0	1234±15.22	3012±21.23
Mg	689.34±20.11	522.0±45.33	511.0±10.11	7232±51.22	943.22±50.11
Fe	39.66.0±1.45	34.22±10.11	41.22±1.20	65.80±1.77	45.50±1.40
Zn	8.32±0.10	6.30±0.11	10.70±0.12	3.40±0.12	10.50±0.11
Cu	2.40±0.10	2.66±0.10	1.49±0.10	5.52±0.10	2.68±0.03
Mn	8.790±0.30	1.22±0.10	1.60±0.10	4.10±0.10	9.80±0.55
	Токсични елементи (mg/kg) (ppm)				
Cr	14.10±0.12	13.60±0.12	14.13±0.11	12.90±0.12	12.91±0.12
Cd	0.12±0.01	0.21±0.01	0.11±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01
Pb	0.21±0.01	0.17±0.01	0.18±0.01	0.21±0.01	0.18±0.01
Ni	12.20±0.12	10.23±0.11	11.21±0.12	11.10±0.12	10.56±0.11

<sup>1</sup> Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

#### **4.2. Ефектот на различни методи на готвење врз содржината на минерални хранливи материи и токсични елементи**

Модификациите може да го подобрат или намалат квалитетот на варениот зеленчук, во зависност од видот и калибарот на сировиот зеленчук, како и од видот и условите на начинот на готвење. Техниките за подготовка на зеленчук кои најчесто се користат вклучуваат вриење, парење, пржење, готвење под притисок и микробранова печење. Готвењето храна која одржува најмногу хранливи материи и нуди најголеми придобивки за

потрошувачите бара разбирање за тоа како различните методи на готвење ги менуваат хранливите материи и биоактивни соединенија во зеленчукот (Khalid et al.,2022).

Хранливите минерали како што се К, Na, P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu и Cr од сиров и варен зелен зеленчук се прикажани во табелите 3-8. Содржината на хранливите минерали на зелениот зеленчук покажа различни трендови, што може да се припише на нивното постоење во различни форми во растителните ткива, како што е К во слободна форма и Fe како врзан за протеини или други соединенија (Knez et al.,2022). Нивото на хранливи минерали на брокулата (*Brassica oleracea var. italica*) беше многу повисоко од оној на другиот испитуван зелен зеленчук. Сепак, содржината на Zn, Fe и Mn во брокулата беше над максимално дозволеното ниво препорачано од FAO/WHO (2001), иако акумулацијата на содржината на Cu беше под максималното ниво кај сите анализирани зелени зеленчуци. Од табелите (3-8) може да се забележи дека варениот зелен зеленчук има значително губење на минерали како К, Mg, Zn, Cu, Mn во споредба со свежиот зеленчук. Дренажен ефект што се јавува за време на процесот на готвење може да биде одговорен за губење на минералите во зеленчукот (Alshallash et al.,2023).

Од друга страна, сите варени зеленчуци имаат зголемување на содржината на Ca и Fe што се движи од 5 до 16% и 6 до 12%, соодветно. Готвењето генерално се очекува да доведе до намалување на содржината на минерали поради истекување, но специфичното зголемување на калциумот и железото во оваа студија може да биде поради намалувањето на оксалната киселина (Kumar et al.,2023). Нашите резултати се во согласност со резултатите пријавени од претходните студии (García-Herrera et al., 2020) кои исто така открија слични зголемувања на Ca и Fe, како и намалување на содржината на K, Mg, Zn, Cu, Mn. Концентрациите на токсични елементи како што се кадмиум (Cd), олово (Pb), никел (Ni), хром (Cr) во анализираниот зеленчук се прикажани и во табелите 3-8. Концентрацијата на Cd и Ni беше повисока кај спанакот и магносот, во вредности од  $14,13 \pm 0,11$  mg/kg и  $12,20 \pm 0,12$  mg/kg, соодветно. Методот на готвење со вриење покажа намалување на овие елементи, во опсег од 19 до 38%, 14-38%, 7-22% во Cd, Ni и Cr соодветно во анализираниот зелен зеленчук (табели 3-8).

Намалената количина на овие остатоци може да се припише на растворање и испарување на отровните метали за време на процесот на готвење или испуштање на токсични метали од зготвеното растително ткиво како слободни соли или во асоцијација со растворливи аминокиселини и некоагулирани протеини. Нашите наоди беа во согласност со оние пријавени од Razzak et al., 2024 година, кои открија тренд на намалување на содржината на токсични метали во зелени зеленчукот. Од друга страна, готвењето во микробранова печка беше најефективниот метод за зачувување на нутритивните вредности (минерали) и намалување на токсичните метали на зелениот зеленчук, додека пржењето влијаеше на зголемување на нутритивниот минерален состав (K, Na, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn) додека умерено влијание на намалување на токсичните елементи (Cr, Cd, Pb, Ni). Нашата студија е конзистентна со претходните студии истражувани од Lee et al.,2018; AlJuhaimi et al.,2023; Fratianni et al.,2024.



**Табела 4.** Содржина на минерални (mg/kg) и токсични елементи (mg/kg) на спанаќот (*Spinacia oleracea* L.) приготвен со различни методи

Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)									
Третман	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Контрола (Свежо)	4800±50.21	770±26.11	2876±21.22	2900±21.23	689.34±20.11	39.66.0±1.45	8.32±0.10	2.40±0.10	8.79±0.30
Варени	2600±40.21	412±16.11	3502±20.21	3970±21.00	523.21±20.11	46.76±1.45	9.92±0.10	3.10±0.10	12.81±0.30
Пржени	4300±50.21	570±22.11	3076±21.22	3100±21.00	719.34±20.11	49.61.0±1.45	14.51±0.10	2.21±0.10	13.62±0.30
Микробранова печка	5300±50.21	886±25.11	3845±21.22	3450±21.00	794.31±20.11	47.16.0±1.45	12.43±0.10	2.31±0.10	14.85±0.30
Токсични елементи (mg/kg) (ppm)									
Третман	Cr (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Ni (mg/kg)		
Контрола (Свежо)	14.10±0.12		0.12±0.01		0.21±0.01		12.20±0.12		
Варени	12.11±0.12		0.11±0.01		0.15±0.01		10.00±0.12		
Пржени	12.54±0.12		0.13±0.01		0.13±0.01		10.67±0.12		
Микробранова печка	13.18±0.12		0.12±0.01		0.14±0.01		11.40±0.12		

<sup>1</sup>Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

**Табела 5.** Содржина на минерални (mg/kg) и токсични елементи (mg/kg) на зелениот пипер (*Capsicum annum* L.) приготвен со различни методи

Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)									
Третман	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Контрола (Свежо)	4750±41.22	40.0±8.11	2453±21.23	2098±41.22	522.0±45.33	34.22±10.11	6.30±0.11	2.66±0.10	1.22±0.10
Варени	2710±40.21	23.0±8.11	2958±21.23	2943±41.22	482.0±45.33	40.12±10.11	7.43±0.11	3.26±0.10	2.24±0.10
Пржени	4100±50.21	29.0±8.11	2651±21.23	2256±41.22	602.0±45.33	44.15±10.11	12.11±0.11	2.42±0.10	3.11±0.10
Микробранова печка	5200±50.21	51.0±8.11	3348±21.23	2558±41.22	691.0±45.33	42.32±10.11	10.31±0.11	2.54±0.10	3.92±0.10
Токсични елементи (mg/kg) (ppm)									
Третман	Cr (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Ni (mg/kg)		
Контрола (Свежо)	13.60±0.12		0.21±0.01		0.17±0.01		10.23±0.11		
Варени	11.62±0.12		0.41±0.01		0.24±0.01		8.63±0.11		
Пржени	11.83±0.12		0.23±0.01		0.21±0.01		9.03±0.11		
Микробранова печка	12.23±0.12		0.21±0.01		0.17±0.01		10.13±0.11		

<sup>1</sup>Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

**Табела 6.** Содржина на минерални (mg/kg) и токсични елементи (mg/kg) во магнонос (*Petroselinum crispum*) приготвен со различни методи

Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)									
Третман	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Контрола (Свежо)	3640±35.44	912.0±18.43	2351±21.23	187.55±10.0	511.0±10.11	41.22±1.20	10.70±0.12	1.49±0.10	1.60±0.10
Варени	1982±35.44	847.0±18.43	2862±21.23	273.55±10.0	471.1.0±10.11	48.12±1.20	11.65±0.12	2.49±0.10	3.10±0.10
Пржени	3124±35.44	876.0±18.43	2582±21.23	213.51±10.0	595.0±10.11	50.11±1.20	19.71±0.12	1.37±0.10	4.12±0.10
Микробранова печка	4122±35.44	1056±18.43	3449±21.23	234.50±10.0	637.0±10.11	38.10±1.20	14.81±0.12	1.33±0.10	4.92±0.10
Токсични елементи (mg/kg) (ppm)									
Третман	Cr (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Ni (mg/kg)		
Контрола (Свежо)	14.13±0.11		0.11±0.01		0.18±0.01		11.21±0.12		
Варени	12.14±0.11		0.21±0.01		0.18±0.01		9.24±0.12		
Пржени	12.57±0.11		0.21±0.01		0.21±0.01		10.11±0.12		
Микробранова печка	13.23±0.11		0.11±0.01		0.18±0.01		11.10±0.12		

<sup>1</sup>Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

**Табела 7.** Содржина на минерални (mg/kg) и токсични елементи (mg/kg) на зелена зелка (*Brassica oleracea var. capitata*) варена со различни методи

Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)									
Третман	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Контрола (Свежо)	4680±48.11	260.0±50.11	2980±45.23	1234±15.22	7232±51.22	65.80±1.77	3.40±0.12	5.52±0.10	4.10±0.10
Варени	2340±48.11	210.1±50.11	2485±45.23	2131±15.22	6782±51.22	73.84±1.77	4.31±0.12	6.42±0.10	7.93±0.10
Пржени	4131±48.11	223.4±50.11	2165±45.23	1526±15.22	7843±51.22	76.83±1.77	10.76±0.12	5.13±0.10	8.76±0.10
Микробранова печка	4983±48.11	354.0±50.11	4053±45.23	1714±15.22	8335±51.22	60.42±1.77	8.61±0.12	4.94±0.10	9.13±0.10
Токсични елементи (mg/kg) (ppm)									
Третман	Cr (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Ni (mg/kg)		
Контрола (Свежо)	12.90±0.12		0.12±0.01		0.21±0.01		11.10±0.12		
Варени	10.06±0.12		0.15±0.01		0.21±0.01		9.14±0.12		
Пржени	11.14±0.12		0.18±0.01		0.23±0.01		9.78±0.12		
Микробранова печка	12.00±0.12		0.12±0.01		0.21±0.01		10.82±0.12		

<sup>1</sup>Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

**Табела 8.** Минерални (mg/kg) и токсични елементи (mg/kg) содржина на брокула (*Brassica oleracea var. italica*) варена со различни методи

Минерални хранливи материи (mg/kg) (ppm)									
Третман	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Контрола (Свежо)	5120±51.24	280.0±21.22	3122±51.23	3012±21.23	943.22±50.11	45.50±1.40	10.50±0.11	2.68±0.03	9.80±0.55
Варени	2421±51.24	231±21.22	2631±51.23	4121±21.23	845.23±50.11	54.50±1.40	12.58±0.11	3.73±0.03	11.43±0.55
Пржени	4621±51.24	248.0±21.22	2241±51.23	3291±21.23	982.21±50.11	59.53±1.40	17.32±0.11	2.42±0.03	12.44±0.55
Микробранова печка	5352±51.24	371.0±21.22	4322±51.23	3563±21.23	1065±50.11	42.61±1.40	15.63±0.11	2.44±0.03	12.56±0.55
Токсични елементи (mg/kg) (ppm)									
Третман	Cr (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Ni (mg/kg)		
Контрола (Свежо)	12.91±0.12		0.13±0.01		0.18±0.01		10.56±0.11		
Варени	10.84±0.12		0.12±0.01		0.19±0.01		9.63±0.11		
Пржени	11.71±0.12		0.84±0.01		0.21±0.01		10.02±0.11		
Микробранова печка	12.01±0.12		0.12±0.01		0.18±0.01		10.86±0.11		

<sup>1</sup>Податоците се претставени како просечна вредност ± стандардна девијација од три повторувања

**Табела 9.** FAO/WHO максимално дозволени вредности на тешки метали во зеленчукот (WHO, 1989)

Елемент	Максимални дозволени вредности на FAO/WHO (mg/kg)
Cd	0.2
Pb	0.3
Ni	67.9
Fe	425.5
Cu	73.3
Zn	99.4

Зелениот зеленчук е добар извор на елементи како што се Ca, Mg, Na, K, Ca, Cl, PS и елементи во трагови како што се Fe, Zn, Mn и Cu, кои се неопходни за човечката исхрана (Datta et al.,2019). Составот на хранливите минерали и присуството на отровни метали во зелениот и варен зеленчук варираат во зависност од условите на нивниот раст, времето на нивната берба, хранливите материи на почвата во која се одгледуваат, начините на готвење, времето на готвење, и аналитичките услови на мерење овие елементи (Seyfferth et al.,2024). Имајќи предвид дека готвењето со варење има штетно влијание врз нутритивниот минерален состав, може да се заклучи дека готвењето во микробранова печка е подобар начин за одржување на хранлива рамнотежа на минералниот состав.

## 5. ЗАКЛУЧОК

Суровиот (свеж) зелен зеленчук е природен извор на хранливи минерали и други биоактивни соединенија кои му се потребни на човечкото тело за нормално функционирање. Зелениот зеленчук анализиран во оваа студија, како што се спанаќот (*Spinacia oleracea* L.), зелениот пипер (*Capsicum annum* L.), магдоносот (*Petroselinum crispum*), зелената зелка (*Brassica oleracea* var. *capitata*) и брокулата (*Brassica oleracea* var. *italica*) се присутни речиси секој пат во режимот на исхрана во Косово.

Во зависност од методите за готвење применети на зелениот зеленчук истражуван во оваа студија, изгубил околу 40-50% од хранливите минерали како што се калиум, натриум и фосфор за време на третманот во споредба со првичниот необработен зелен зеленчук, додека имало и случаи на зголемен минерален состав во зависност од начинот на обработка. Генерално, вриењето имало негативно влијание врз содржината на хранливите минерали, додека позитивно влијаело на намалувањето на отровните метали. Пржењето со мешање имаше умерен ефект врз испитуваните елементи.

Од друга страна, готвењето во микробранова печка ги зачувало повеќето хранливи минерали и го зголемило нивното количество во споредба со нетретираниот зелен зеленчук и другите методи на готвење и немало влијание врз намалувањето на отровните метали. Значи, резултатите не покажаа значителни разлики во содржината на токсични елементи во сировиот и варен зелен лиснат зеленчук ( $p < 0,05$ ). Затоа, типот на методот на обработка има минимален ефект врз намалувањето на содржината на токсични елементи (метали) во примероците од зелен лиснат зеленчук. Потребни се дополнителни студии за да се испита биопристапноста и токсичноста на елементите во трагови од зелениот зеленчук и да се воспостават нови диететски протоколи за време на внесот во исхраната во регионот.

## 6. Користена литература

- Alengebawy A., Abdelkhalek S. T., Qureshi S. R., & Wang Q. (2021). Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Toxics*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/toxics9030042>
- AlJuhaimi F., Mohamed Ahmed, I. A., Özcan, M. M., Uslu, N., & Albakry, Z. (2023). Quantitative Determination of Biogenic Element Contents and Phytochemicals of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) Cooked Using Different Techniques. *Plants*, 13(10), 1283. <https://doi.org/10.3390/plants13101283>
- Alshallash S.K., Shahat M., Ibrahim I.M., Hegazy I.A., Hamdy E.A., Elnaggar A.I., El-Wahed A.N.A. & Taha M.I. (2023). The Effect of Different Processing Methods on the Behavior of Minerals Content in Food Products. *Journal of Ecological Engineering*. 24(3), 263–275. <https://doi.org/10.12911/22998993/158783>
- America's Test Kitchen, G. Crosby. (2012). *The Science of Good Cooking*. Massachusetts: America's Test Kitchen, Brookline.
- Anaya-Esparza LM, Mora ZV-dl, Vázquez-Paulino O, Ascencio F, Villarruel-López A. Bell Peppers (*Capsicum annum* L.) Losses and Wastes: Source for Food and Pharmaceutical Applications. *Molecules*. 2021; 26(17):5341. <https://doi.org/10.3390/molecules26175341>
- Andersson J., Garrido-Bañuelos, G., Bergdoll, M., Vilaplana, F., Menzel, C., Mihnea, M., & Lopez-Sanchez, P. (2021). Comparison of steaming and boiling of root vegetables for enhancing carbohydrate content and sensory profile. *Journal of Food Engineering*, 312, 110754. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110754>

- Angon P. B., Islam M. S., KC S., Das A., Anjum N., Poudel A., & Suchi S. A. (2024). Sources, effects and present perspectives of heavy metals contamination: Soil, plants and human food chain. *Heliyon*, 10(7), e28357. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28357>
- Arias-Rico J., Macías-León, F. J., Alanís-García, E., Cruz-Cansino, S., Jaramillo-Morales, O. A., Barrera-Gálvez, R., & Ramírez-Moreno, E. (2020). Study of Edible Plants: Effects of Boiling on Nutritional, Antioxidant, and Physicochemical Properties. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050599>
- Aslam T., MAQSOOD Maqsood M., Jamshaid I., Ashraf K., Zaidi F., Khalid S., Shah H.U.I.F., Noureen S. (2020). Health Benefits and Therapeutic importance of green leafy vegetables (GLVs). *EUROPEAN ACADEMIC RESEARCH* Vol. VIII, Issue 7.
- Blekkenhorst L. C., Sim M., Bondonno C. P., Bondonno N. P., Ward N. C., Prince R. L., Devine A., Lewis J. R., & Hodgson J. M. (2018). Cardiovascular Health Benefits of Specific Vegetable Types: A Narrative Review. *Nutrients*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/nu10050595>
- Booth S. Health Benefits of Broccoli. 2021. [(accessed on 1 May 2023)]. Available online: <https://www.webmd.com/food-recipes/health-benefits-broccoli>
- Buratti S., Cappa C., Benedetti S., & Giovanelli G. (2020). Influence of Cooking Conditions on Nutritional Properties and Sensory Characteristics Interpreted by E-Senses: Case-Study on Selected Vegetables. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050607>
- Buratti S., Cappa, C., Benedetti, S., & Giovanelli, G. (2020). Influence of Cooking Conditions on Nutritional Properties and Sensory Characteristics Interpreted by E-Senses: Case-Study on Selected Vegetables. *Foods*, 9(5), 607. <https://doi.org/10.3390/foods9050607>
- Casanova L.M., dos Santos Nascimento, L.B., Costa, S.S. (2024). What Is New about Parsley, a Potential Source of Cardioprotective Therapeutic Substances? *Nutraceuticals*. 4, 104–126. <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals4010008>
- Chin L., Therdthai, N., & Ratphitagsanti, W. (2022). Effect of conventional and microwave cooking conditions on quality and antioxidant activity of Chinese kale (*Brassica alboglabra*). *Applied Food Research*, 2(1), 100079. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100079>
- Chokkara Sri Lasya. (2022). Spinach and its health benefits: A review. *The Pharma Innovation Journal*. 11(8S): 1232-1239.
- Codex Alimentarius*-International food standards, FAO/WHO, прифатени 1995, последно ревидирани 2023.
- Dangal A., Tahergorabi R., Acharya D.R. et al. (2024). Review on deep-fat fried foods: physical and chemical attributes, and consequences of high consumption. *Eur Food Res Technol* 250, 1537–1550. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04482-3>
- Datta S., Sinha B. K., Bhattacharjee S., & Seal T. (2019). Nutritional composition, mineral content, antioxidant activity and quantitative estimation of water-soluble vitamins and phenolics by RP-HPLC in some lesser used wild edible plants. *Heliyon*, 5(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01431>
- De Castro, N. T., De Alencar, E. R., Zandonadi, R. P., Han, H., Raposo, A., & Botelho, R. B. (2021). Influence of Cooking Method on the Nutritional Quality of Organic and Conventional Brazilian Vegetables: A Study on Sodium, Potassium, and Carotenoids. *Foods*, 10(8), 1782. <https://doi.org/10.3390/foods10081782>
- Deng X., Huang, H., Huang, S., Yang, M., Wu, J., Ci, Z., He, Y., Wu, Z., Han, L., & Zhang, D. (2022). Insight into the incredible effects of microwave heating: Driving changes in the

- structure, properties and functions of macromolecular nutrients in novel food. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.941527>
- Egbi G., Gbogbo, S., Mensah, G. E., Glover-Amengor, M., and Steiner-Asiedu, M. (2018). Effect of green leafy vegetables powder on anaemia and vitamin-A status of Ghanaian school children. *BMC Nutr.* 4:27. <https://doi.org/10.1186/s40795-018-0235-x>
- Fabbri A. D., & Crosby, G. A. (2016). A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 3, 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2015.11.001>
- Farha A. (2023). Broccoli for Weight Loss—Here’s How It Can Help. 2023. [(accessed on 1 May 2023)]. Available online: <https://www.healthifyme.com/blog/broccoli-for-weight-loss/>
- Favela-González K.M., Hernández-Almanza A.Y., De la Fuente-Salcido N.M. (2020). The value of bioactive compounds of cruciferous vegetables (Brassica) as antimicrobials and antioxidants: A review. *J. Food Biochem.* 44: e13414. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13414>
- Fратиanni A., Albanese D., Ianiri G., Vitone C., Malvano F., Avino P., Panfili G. (2024). Evaluation of the Content of Minerals, B-Group Vitamins, Tocols, and Carotenoids in Raw and In-House Cooked Wild Edible Plants. *Foods*. 13(3):472. <https://doi.org/10.3390/foods13030472>
- Ganea M., Vicaș, L. G., Gligor, O., Sarac, I., Onisan, E., Nagy, C., Moisa, C., & Ghitea, T. C. (2024). Exploring the Therapeutic Efficacy of Parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) as a Functional Food: Implications in Immunological Tolerability, Reduction of Muscle Cramps, and Treatment of Dermatitis. *Molecules*, 29(3). <https://doi.org/10.3390/molecules29030608>
- García-Herrera P., Morales P., Cámara M., Fernández-Ruiz V., Tardío J., Sánchez-Mata M.C. (2020). Nutritional and Phytochemical Composition of Mediterranean Wild Vegetables after Culinary Treatment. *Foods*. 9(12):1761. <https://doi.org/10.3390/foods9121761>
- Gnintoungbe G.S., Medehouenou T.C.M., Adoukpe F., Akpovi C., Loko F. (2023). Phytochemical Screening, Antioxidant Activity and Safety of *Petroselinum crispum* (Mill.) AW Hill Apiaceae Leaves Grown in Benin. *Open J. Appl. Sci.*13:36–50. <https://10.4236/ojapps.2023.131004>
- Górska-Warsewicz H., Rejman K., Kaczorowska J., & Laskowski, W. (2021). Vegetables, Potatoes and Their Products as Sources of Energy and Nutrients to the Average Diet in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph18063217>
- Guillén S., Mir-Bel J., Oria R., Salvador M.L. (2017). Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chemistry*. 217:209-216. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.067>
- Gupta N., Yadav, K. K., Kumar, V., Prasad, S., S., M. M., Jeon, B., Kumar, S., Abdellattif, M. H., & Alsukaibia, A. K. (2022). Investigation of Heavy Metal Accumulation in Vegetables and Health Risk to Humans From Their Consumption. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 791052. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.791052>
- Jankauskienė J., & Laužikė, K. (2023). Effect of Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.) Seedling Age and Cultivation Method on Seedling Quality, Photosynthetic Parameters and Productivity. *Agronomy*, 13(9), 2255. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092255>
- Jideani A. I. O., Silungwe H., Takalani T., Omolola A. O., Udeh H. O., & Anyasi T. A. (2021). Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 41–67. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1866597>

- Karthika K. S., Rashmi, I., and Parvathi, M. S. (2018). "Biological functions, uptake and transport of essential nutrients in relation to plant growth," in *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, eds M. Hasanuzzaman, M. Fujita, H. Oku, K. Nahar, and B. Hawrylak-Nowak (Berlin: Springer), 1–49. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_1)
- Khalid W., Ikram A., Nadeem M. T., Arshad M. S., Rodrigues O., Pagnossa J. P., Al-Farga A., Madalitso Chamba M. V., El-Saber Batiha G. & Koraqi H. (2022). Effects of Traditional and Novel Cooking Processes on the Nutritional and Bioactive Profile of Brassica oleracea (Kale). *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023(1), 2827547. <https://doi.org/10.1155/2023/2827547>
- Kim J.S., Cuong D.M., Bae Y.B., Somi K.C. (2022). Antioxidant and antiproliferative activities of solvent fractions of broccoli (*Brassica oleracea* L.) sprout. *Appl. Biol. Chem.* 65:34. <https://doi.org/10.1186/s13765-022-00700-2>
- Knez E., Kadac-Czapska K., Dmochowska-Ślęzak K., & Grembecka M. (2022). Root Vegetables—Composition, Health Effects, and Contaminants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315531>
- Kosovo Statistics Agency (ASK)(2021) – Anketa e Ekonomive Bujqësore ('19,'20,'21), përpunuar nga DAESB – MBPZHR.
- Lee S., Choi Y., Jeong H. S., Lee J., & Sung J. (2018). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Science and Biotechnology*, 27(2), 333-342. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0281-1>
- Lobefaro S., Piciocchi, C., Luisi, F., Miraglia, L., Romito, N., Luneia, R., Foti, S., Mocini, E., Poggiogalle, E., Lenzi, A., & Donini, L. M. (2021). Cooking techniques and nutritional quality of food: A comparison between traditional and innovative ways of cooking. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100381. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100381>
- Mahn A., Castillo A. (2021). Potential of Sulforaphane as a Natural Immune System Enhancer: A Review. *Molecules*.26:752. <https://doi.org/10.3390/molecules26030752>
- Maqbool N., Sofi, S. A., Makroo, H. A., Mir, S. A., Majid, D., & Dar, B. (2021). Cooking methods affect eating quality, bio-functional components, antinutritional compounds and sensory attributes of selected vegetables. *Italian Journal of Food Science*, 33(SP1), 150-162. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v33iSP1.2092>
- Martín-León V., Rubio C., Rodríguez-Hernández Á., Zumbado M., Acosta-Dacal A., Henríquez-Hernández L. A., Boada L. D., Travieso-Aja M., & Luzardo O. P. (2023). Evaluation of Essential, Toxic and Potentially Toxic Elements in Leafy Vegetables Grown in the Canary Islands. *Toxics*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/toxics11050442>
- Miranda L.L., Sarandy, M.M.; Altoé, L.S., Bastos, D.S.S., Melo, F.C.S.A., Novaes, R.D., Esposito, D.A., Gonçalves, R.V. (2024). Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential of Brassica oleracea Accelerates Third-Degree Burn Healing in Rats. *Cosmetics*.11, 27. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11010027>
- Mehmood A., & Zeb A. (2020). Effects of different cooking techniques on bioactive contents of leafy vegetables. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100246. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100246>
- Mehta B.M. (2015). Nutritional and Toxicological Aspects of the Chemical Changes of Food Components and Nutrients During Heating and Cooking. In: Cheung, P., Mehta, B. (eds)



- Handbook of Food Chemistry. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5_1)
- Morris M. C., Wang, Y., Barnes, L. L., Bennett, D. A., Dawson-Hughes, B., & Booth, S. L. (2017). Nutrients and bioactives in green leafy vegetables and cognitive decline: Prospective study. *Neurology*, 90(3), e214. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004815>
- Murcia M. A., Jiménez-Monreal, A. M., Gonzalez, J., & Martínez-Tomé, M. (2019). Spinach. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*, 181-195. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00011-8>
- Murrell T.S., Pitchay D. (2021). Evaluating Plant Potassium Status. In: Murrell, T.S., Mikkelsen, R.L., Sulewski, G., Norton, R., Thompson, M.L. (eds) *Improving Potassium Recommendations for Agricultural Crops*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59197-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59197-7_9)
- Nnaji N.D., Onyeaka H., Miri T. et al. Bioaccumulation for heavy metal removal: a review. *SN Appl. Sci.* 5, 125 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05351-6>
- Oluwole O., Ibidapo, O., Arowosola, T., Raji, F., Zandonadi, R. P., Alasqah, I., Lho, L. H., Han, H., & Raposo, A. (2023). Sustainable transformation agenda for enhanced global food and nutrition security: A narrative review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1226538. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1226538>
- Opazo-Navarrete M., Burgos-Díaz C., Soto-Cerda B. et al. (2021). Assessment of the Nutritional Value of Traditional Vegetables from Southern Chile as Potential Sources of Natural Ingredients. *Plant Foods Hum Nutr* 76, 523–532. <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00935-2>
- Palma J. M., Terán F., & Corpas F. J. (2020). Antioxidant Profile of Pepper (*Capsicum annum* L.) Fruits Containing Diverse Levels of Capsaicinoids. *Antioxidants*, 9(9), 878. <https://doi.org/10.3390/antiox9090878>
- Pérez-Burillo S., Rufián-Henares J. Á., & Pastoriza S. (2019). Effect of home cooking on the antioxidant capacity of vegetables: Relationship with Maillard reaction indicators. *Food Research International*, 121, 514-523. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.007>
- Principato L., & Spigno G. (2023). Microwave heating in food processing. *Food Packaging and Preservation*, 299-329. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90044-7.00016-1>
- Punoševac M., Radović J., Leković A., Kundaković-Vasović T. (2021). A review of botanical characteristics, chemical composition, pharmacological activity and use of parsley. *Arh. farm.* 71: 177 – 196.
- Razzak A., Mahjabin T., Khan M.R., Hossain M., Sadia U. & Zzaman W. (2023). Effect of cooking methods on the nutritional quality of selected vegetables at Sylhet City. *Heliyon* 9 (2023) e21709. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21709>
- Rusin M., Domagalska J., Rogala D., Razzaghi M., & Szymala I. (2021). Concentration of cadmium and lead in vegetables and fruits. *Scientific Reports*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91554-z>
- Saini R., Kaur S., Aggarwal P., & Dhiman A. (2023). The influence of conventional and novel blanching methods on potato granules, phytochemicals, and thermal properties of colored varieties. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1178797>
- Seyfferth A. L., Limmer M. A., K. Runkle B. R., & Chaney R. L. (2024). Mitigating Toxic Metal Exposure Through Leafy Greens: A Comprehensive Review Contrasting Cadmium and Lead in Spinach. *GeoHealth*, 8(6), e2024GH001081. <https://doi.org/10.1029/2024GH001081>



- Shemnsa A., Adane W. D., Tessema M., Tesfaye E. & Tesfaye G. (2024). Simultaneous Determination of Mineral Nutrients and Toxic Metals in *M. Stenopetala* from Southern Ethiopia: A Comparative Study of Three Cultivating Areas Using MP-AES. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/8981995>
- Syed R. U., Moni S. S., Bin Break M. K., A. Khojali W. M., Jafar M., Alshammari M. D., Abdelsalam K., Taymour S., Mutni Alreshidi K. S., Elhassan Taha M. M., & Mohan S. (2023). Broccoli: A Multi-Faceted Vegetable for Health: An In-Depth Review of Its Nutritional Attributes, Antimicrobial Abilities, and Anti-inflammatory Properties. *Antibiotics*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071157>
- Varzakas T., & Smaoui S. (2023). Global Food Security and Sustainability Issues: The Road to 2030 from Nutrition and Sustainable Healthy Diets to Food Systems Change. *Foods*, 13(2), 306. <https://doi.org/10.3390/foods13020306>
- Wang T., Chen X., Ju C., & Wang C. (2023). Calcium signaling in plant mineral nutrition: From uptake to transport. *Plant Communications*, 4(6). <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2023.100678>
- World Health Organisation (WHO), 1989. Report of 33rd meeting, Joint FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives, Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants No. 24, International Programme on Chemical Safety, WHO, Geneva.
- Yue Z., Zhang G., Wang J. et al. (2024). Comparative study of the quality indices, antioxidant substances, and mineral elements in different forms of cabbage. *BMC Plant Biol* 24, 187. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04857-4>
- Žurawik A, Jadczyk D, Panayotov N, Žurawik P. (2020). Macro- and micronutrient content in selected cultivars of *Capsicum annum* L. depending on fruit coloration. *CAAS Agricultural Journals*.66(4):155-161. <https://doi.org/10.17221/45/2020-PSE>