

Sadržaj vitamina C u različitim vrstama krstašica (Brassicaceae) tijekom skladištenja

Voća, Sandra; Galić, Ante; Dobričević, Nadica; Radman, Sanja; Opačić, Nevena; Kumarle, Anita; Pleša, Maja; Martić, Andreja; Dujmović, Mia; Šic Žlabur, Jana

Source / Izvornik: **Zbornik radova 57. hrvatskog i 17. međunarodnog simpozija agronoma, 2022, 252 - 256**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:156899>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



Sadržaj vitamina C u različitim vrstama krstašica (Brassicaceae) tijekom skladištenja

Sandra Voća, Ante Galić, Nadica Dobričević, Sanja Radman, Nevena Opačić, Anita Kumarle, Maja Pleša, Andreja Martić, Mia Dujmović, Jana Šic Žlabur

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (jszlabur@agr.hr)

Sažetak

Povrtne vrste iz porodice krstašica značajno su zastupljene u svakodnevnoj prehrani, a prije svega bogat su izvor nutrijenata važnih za ljudsko zdravlje, poput vitamina C. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi sadržaj vitamina C kao i utjecaj skladištenja na sadržaj istog u različitim vrstama iz porodice Brassicaceae. Prema rezultatima, najviši sadržaj vitamina C utvrđen je za kelj (60,83 mg 100 g⁻¹ sv.t.), dok najniži u kupusu (18,49 mg 100 g⁻¹ sv.t.). Skladištenje pri 8 °C u trajanju od 7 dana utjecalo je na smanjenje sadržaja vitamina C u svim istraživanim vrstama uz izuzetak kupusa kod kojeg nije utvrđen trend smanjenja istog. Analizirane vrste krstašica bogat su izvor vitamina C te pokazuju dobar skladišni kapacitet.

Ključne riječi: kineski kupus, brokula, cvjetača, kelj, hladeni prostor

Uvod

Varijacija u sadržaju vitamina C među vrstama iz porodice Brassicaceae pripisuje se njihovoj karakterističnoj genetskoj pozadini. Naime, porodica Brassicaceae obuhvaća više od 300 rodova, a od kojih je najvažniji rod *Brassica*, s oko 40 vrsta, među koje ubrajamo i različite lisnate i korjenaste povrtne vrste značajno zastupljene u svakodnevnoj prehrani (Lešić i sur., 2004.). Ovisno o preferencijama potrošača za konzumacijom ovih vrsta, povrtne vrste roda *Brassica* mogu osigurati čak 50 % dnevnog preporučenog unosa vitamina C (Domínguez-Perles i sur., 2014.; Sanlier i Guler Saban, 2018.). S obzirom kako su vrste ove porodice najčešće integrirane u navikama tržišta i prehrani ljudi, nameće se potreba istraživanja i uzgoja sortimenata najboljih varijacija koji povezuju genetski faktor odgovoran za sintezu i akumulaciju pojedinih fitokemikalija poput vitamina C. Tako je omogućen uzgoj sortimenata visoke nutritivne vrijednosti, visokog sadržaja biaoaktivnih spojeva, ali i značajne održivosti (Domínguez-Perles i sur., 2014.). S obzirom na specifičnosti vitamina C kao nutrijenta, odnosno njegovoj topljivosti u vodi, nestabilnosti u prirodnoj formi i iznimnoj osjetljivosti na okolišne uvjete poput povišene temperature, utjecaja svjetlosti, enzima, teških metala i alkalnog medija, očuvanje ovog vitamina u svježoj namirnici predstavlja izazov i iziskuje optimizaciju ključnih čimbenika, od temperature skladištenja, vlage zraka, izloženosti utjecaju kisika, svjetlosti i drugom (Šic Žlabur i sur., 2016). Također, i brojna istraživanja dokazuju kako krstašice namijene za konzumaciju u svježem stanju sadrže značajno više vitamina C od procesiranih ili uskladištenih namirnica (Raiola i sur., 2017). Gubitak vitamina C kod krstašica započinje već u početnoj fazi pripreme za tržište, a što prije svega uključuje podrezivanje i rezanje biljnih organa. Intenzivno smanjenje vitamina C koje nastaje kao posljedica tih procesa nažalost doprinosi slabijoj nutritivnoj i zdravstvenoj vrijednosti sirovine namijenjene za tržište (Domínguez-Perles i sur., 2014). Razlike između kratkog i dugog vremenskog razdoblja kao i temperatura skladištenja ključni su za sadržaj vitamina C. Među krstašicama, ovisno o dijelu biljke, kratko vrijeme skladištenja pri temperaturama ispod 8 °C ne utječe značajnije na gubitak vitamina C, dok dugotrajnija skladištenja značajno smanjuju sadržaj istog (Domínguez-Perles i sur., 2014), a

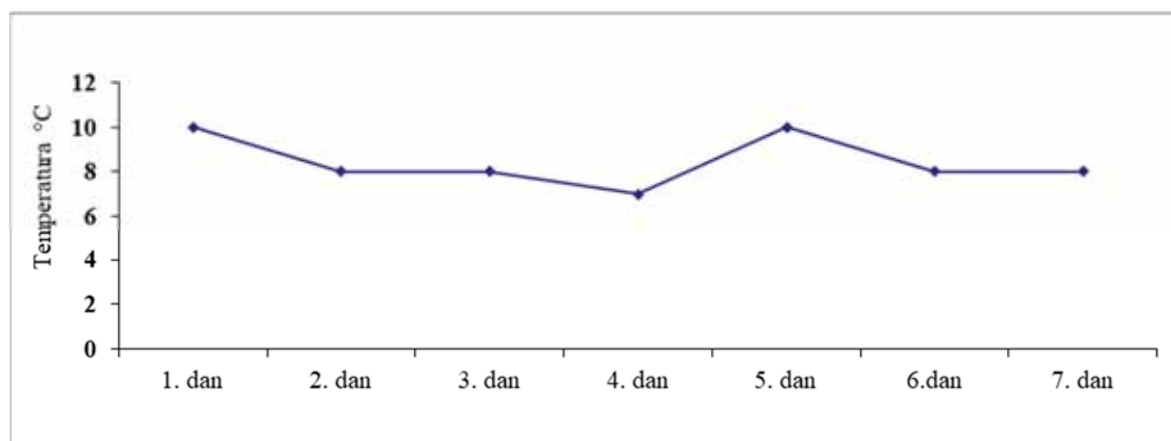
što dokazuje kako osim temperature i vrijeme čuvanja predstavlja značajan čimbenik u održavanju kvalitete gotovog proizvoda.

Temeljem navedenog, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u sadržaju vitamina C između različitih vrsta iz porodice Brassicaceae kao i utvrditi sadržaj vitamina C u istim vrstama nakon perioda skladištenja.

Materijal i metode

U pokusu su analizirane sljedeće vrste roda *Brassica*: kupus (*Brassica oleracea* var. *capitata*), kineski kupus (*Brassica rapa* var. *pekinensis*), brokula (*Brassica oleracea* var. *italica*), cvjetača (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) i kelj (*Brassica oleracea* var. *sabauda*). Sve navedene kulture nabavljene su istog dana u trgovačkom centru te odmah dopremljeni do laboratorija za analizu. S obzirom kako su uzorci prikupljeni s tržišta, dodatni podaci o vremenu berbe, agrotehničkim mjerama i ostali nisu dostupni. Za svaku kulturu s deklaracije proizvoda očitani su podaci o sorti i klasi. Zeleni kupus sorte 'Agressor' klasificiran je u II. klasi, kineski kupus sorte 'Enduro F1' klasificiran je u II. klasi, brokula sorte 'Naxos' klasificirana je u I. klasi, cvjetača sorte 'Meridot' klasificirana je u II. klasi, dok kelj sorte 'Famos' klasificiran je u II. klasi.

Svježi uzorci kupusa, kineskog kupusa, brokule, cvjetače i kelja odmah po kupovini dostavljeni su u laboratorij Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta gdje su odmah sortirani te odvojeni oni s eventualnim mehaničkim oštećenjima ili znakovima kvarenja. Samo zdrava sirovina u optimalnoj fazi zrelosti korištena je u daljnjem dijelu pokusa. Od svake vrste nabavljeno je ukupno po pet glavica kupusa, kineskog kupusa i kelja, odnosno kod brokule i cvjetače po pet cvata, a od kojih je za potrebe analize vitamina C u vježem stanju napravljen uniforman uzorak od ukupno tri glavice po svakoj sorti. Nakon analize svježih uzoraka krstašica, provedeno je skladištenje ostalih uzoraka (po dvije glavice kupusa, kineskog kupusa i kelja i dva cvata brokule i cvjetače) u hladnjaku tijekom 7 dana. Svakodnevno je u hladnjaku očitavana temperatura (Grafikon 1), prema čemu je prosječna temperatura skladištenja uzoraka u periodu od 7 dana iznosila 8 °C (prosječna vlažnost zraka hlađenog prostora iznosila je 74 %).



Grafikon 1. Temperatura (°C) u hlađenom prostoru tijekom 7 dana čuvanja uzoraka krstašica

Sadržaj vitamina C određen je titracijski s 2,6- diklorindolfenolom prema standardnoj laboratorijskoj metodi (AOAC, 2002.). Odvagano je $10 \pm 0,01$ g svježeg uzorka i homogenizirano sa 100 mL oksalne kiseline (2% v/v) u odmjerne tikvici od 100 mL. Takav uzorak ostavljen je stajati oko jedan sat nakon čega je preko Whatmanovog filter papira

sadržaj profiltiran. Filtrat u ukupnom volumenu od 10 mL korišten je za titraciju s otopinom 2,6- diklorindolfenola do pojave ružičastog obojenja. Iz volumena 2,6-diklorindolfenola utrošenog za titraciju, prema formuli 1 izračunat je sadržaj L-askorbinske kiseline (vitamina C) izražen u mg 100 g⁻¹ svježe tvari.

$$\text{vitamin C} = \frac{V \times F}{D} \times 100 \quad (1)$$

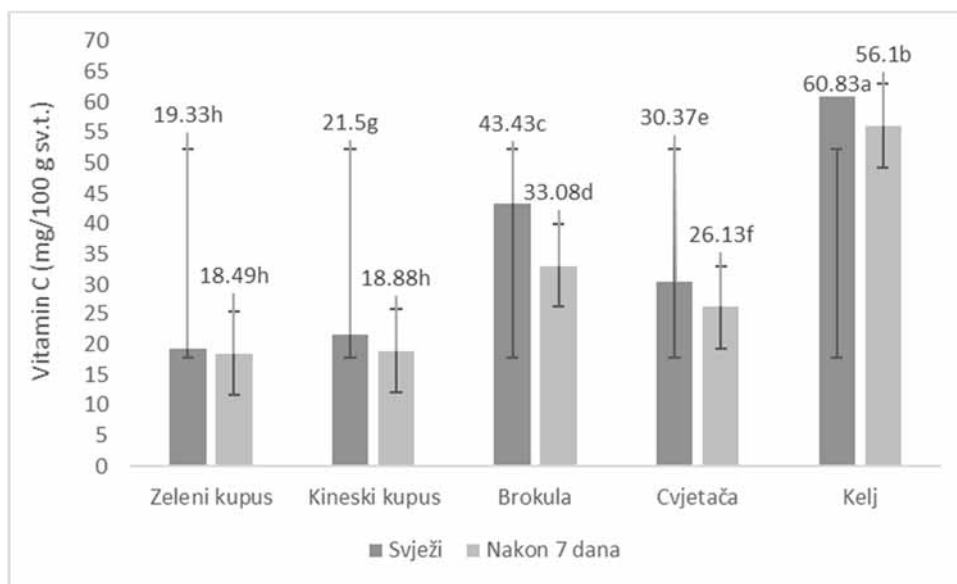
Gdje je: V - mL utrošenog 2,6-diklorindolfenola pri titraciji; F - faktor otopine 2,6-diklorindolfenola; D - masa uzorka u filtratu u gramima.

Za statističku analizu rezultata korišten je generalizirani linearni model, s uključenim ponavljanjem, vrstom i skladištenjem kao kategorijskim prediktorima. Za analizu je korištena procedura PROC GLM iz SAS programskog paketa, verzija 9.4. (2010). Dobiveni podaci obrađeni su analizom varijance, dok su razlike između srednjih vrijednosti testirane LSD testom, pri čemu je P= 1% smatrana statističkim pragom značajnosti.

Rezultati i rasprava

Rezultati sadržaja vitamina C odabranih vrsta krstašica (kupus, kineski kupus, brokula, cvjetača i kelj) u svježem stanju te nakon čuvanja u periodu od 7 dana prikazani su u Grafikonu 2. Dobiveni rezultati ukazuju na signifikantnu razliku sadržaja vitamina C unutar istraživanih vrsta u svježem stanju i tijekom skladištenja. Od istraživanih vrsta u svježem stanju, najviši sadržaj vitamina C (60,83 mg/100 g sv.t.) utvrđen je za kelj, zatim redom slijede brokula (43,43 mg 100 g⁻¹ sv.t.), cvjetača (26,13 mg/100 g sv.t.), kineski kupus (21,50 mg 100 g⁻¹ sv.t.) i kupus (18,49 mg 100 g⁻¹ sv.t.). Zabilježen trend sadržaja vitamina C u svježem uzorcima istraživanih vrsta krstašica u sklopu ovog istraživanja poklapa se i s ostalim literaturnim navodima, a prema kojima je također u kelju zabilježen najviši sadržaj vitamina C (prosječne vrijednosti oko 120 mg 100 g⁻¹ sv.t.), zatim nešto niži u brokuli (prosječne vrijednosti oko 93 mg 100 g⁻¹ sv.t.), cvjetači (prosječne vrijednosti oko 48 mg 100 g⁻¹ sv.t.), te zelenom i kineskom kupusu najniže vrijednosti i to prosječno redom oko 31 i 27 mg 100 g⁻¹ sv.t (Domínguez-Perles i sur., 2014.; Raiola i sur., 2017.; Sanlier i Guler Saban, 2018.). U ovom istraživanju su općenito zabilježene nešto niže vrijednosti vitamina C analiziranih svježih uzoraka u odnosu na druga istraživanja, a što se može objasniti nizom čimbenika koji mogu značajno utjecati na devijaciju sadržaja vitamina C, od genetskih karakteristika (velik broj varijeteta, podvrsta i sorti), fizioloških čimbenika (dospjelost, dio biljke za konzumaciju, vrijeme ubiranja) te ekoloških (klimatske prilike) i agrotehničkih (mjere tijekom uzgoja) čimbenika (Domínguez-Perles i sur., 2014). Također, osim spomenutih uvjeta prije berbe, na sadržaj vitamina C značajan utjecaj imaju i uvjeti nakon berbe i to prije svega skladištenje (utjecaj temperature i perioda čuvanja), zatim upotreba različitih fizikalnih predtretmana prije skladištenja, čuvanje pri niskim temperaturama odnosno smrzavanje kao i metode pakiranja u modificiranoj atmosferi. Adekvatna primjena svih spomenutih ključnih čimbenika u očuvanju kvalitete proizvoda nakon berbe, omogućit će očuvanje nutritivnih svojstava proizvoda namijenjenog za konzumaciju, a time posljedično utjecati na smanjenu degradaciju vrijednih nutrijenata poput vitamina C. U tom smislu, vitamin C smatra se i jednim od bioindikatora adekvatnih postupaka rukovanja i obrade sirovine upravo zbog svoje osjetljivosti na razgradnju (lako oksidira enzimskim i neenzimskim putevima). Temperatura i vrijeme tijekom perioda čuvanja svježih sirovina ključni su faktori za održavanje razine sadržaja vitamina C, a prilikom čega temperaturni režimi hlađenja, od 4 do 8 °C, osiguravaju smanjenu degradaciju, dok više temperature značajno utječu na smanjenje sadržaja. Temeljem dobivenih rezultata sadržaja vitamina C u

analiziranim krstašicama tijekom skladištenja (Grafikon 1), evidentno je kako je čuvanje plodova u periodu od 7 dana utjecalo na smanjenje sadržaja vitamina C, uz izuzetak kupusa kod kojeg nije utvrđena značajna statistička razlika u sadržaju vitamina C između sirovine u svježem stanju i nakon čuvanja u hladnom prostoru. Najveće smanjenje sadržaja vitamina C tijekom perioda čuvanja zabilježeno je za brokulu i to čak 32 % niži sadržaj vitamina C nakon 7 dana čuvanja, dok najmanje smanjenje vitamina C u kelju, samo 8 % niži sadržaj nakon perioda čuvanja.



Grafikon 2. Sadržaj vitamina C (mg 100 g⁻¹ sv.t.) u svježim i skladištenim uzorcima analiziranih vrsta krstašica

Prema rezultatima signifikantnosti utjecaja pojedinačnih faktora (vrste i skladištenja) te njihovoj interakciji (V × S) (Tablica 1) može se zaključiti kako svaki od istraživanih faktora značajno utječe ($p \leq 0,0001$) na sadržaj vitamina C, odnosno da sadržaj vitamina C u istraživanim krstašicama značajno ovisi i o genetskim karakteristikama, kao i o periodu čuvanja u hladnom prostoru.

Tablica 1. Signifikantnost utjecaja pojedinačnih faktora i njihova interakcija na sadržaj vitamina C u različitim krstašicama

Utjecaj faktora	Vitamin C
Vrsta (V)	0,0001
Skladištenje (S)	0,0001
V × S	0,0001

V × S – interakcija faktora vrsta (V) i skladištene (S)

Zaključak

Istraživanjem je utvrđeno kako kelj i brokula imaju viši sadržaj vitamina C u usporedbi sa cvjetačom, kineskim kupusom i kupusom. Skladištenje pri prosječnoj temperaturi od 8 °C u periodu od 7 dana značajno je utjecalo na sadržaj vitamina C. Kod svih analiziranih vrsta utvrđeno je smanjenje sadržaja, uz izuzetak kupusa kod kojeg se sadržaj vitamina C nije

mijenjao tijekom čuvanja, a temeljem čega se može istaknuti kako u tom smislu kupus pokazuje najbolju održivost. Skladišni kapacitet svih istraživanih kultura relativno je visok s obzirom kako degradacija vitamina C nije bila tako izražena, uz izuzetak brokule kod koje je uočen najveći pad sadržaja tijekom čuvanja. Također, valja naglasiti kako su rezultati ovog istraživanja dokazali kako su sve istraživane kulture iz porodice krstašica bogat izvor vitamina C te kako ih se može smatrati vrijednim izvorom ovog nutrijenta.

Literatura

- AOAC (2002). Official Methods of Analysis 2002-02. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC, USA.
- Domínguez-Perles R., Mena P., García-Viguera C., Moreno D.A.. (2014). Brassica Foods as a Dietary Source of Vitamin C: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 54(8): 1076-1091.
- Lešić R., Borošić J., Butorac I., Herak-Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrćarstvo*, 2. izdanje, ZRINSKI, 169 – 228.
- Sanlier N, Guler Saban, M. (2018). The Benefits of Brassica Vegetables on Human Health. *Journal of Human Health Research* 1(1): 1-13.
- SAS Institute. SAS®/STAT 9.4; SAS Institute Inc: Cary, NC, SAD, 2011.
- Šic Žlabur J., Voća S., Dobričević N. (2016). Kvaliteta voća, povrća i preradevina - priručnik za vježbe. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb. pp: 78-80.
- Raiola A., Errico A., Petruk G., Monti D.M., Barone A., Rigano M.M. (2017). Bioactive Compounds in Brassicaceae Vegetables with a Role in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*. 23(1): 1-10.

Vitamin C content in different species of the Brassicaceae family during storage

Abstract

Vegetable species belonging to the Brassicaceae family are an important part of the daily diet and, above all, a rich source of nutrients important for human health, such as vitamin C. The aim of this study was to determine the vitamin C content and the effect of storage on the content in different Brassicaceae species. According to the results, the highest vitamin C content was determined in kale (60.83 mg 100 g⁻¹ fw), while the lowest content in cabbage (18.49 mg 100 g⁻¹ fw). Storage at 8 °C for 7 days had an effect on the reduction of vitamin C content in all species studied, except cabbage, which showed no decreasing trend. The studied varieties are a rich source of vitamin C and have a satisfactory shelf life.

Key words: Chinese cabbage, broccoli, cauliflower, kale, cooled space