



Vpliv konzerviranja plodov čilijev (*Capsicum spp.*) na vsebnost kapsaicinoidov

Agrokultura

Raziskovalna naloga

Avtor: Luka Medic, 3. G

Mentorica: Veronika Babič, prof.

Somentorica:izr. prof. dr. Ana Slatnar

Ljubljana, 2021

KAZALO

1	UVOD.....	8
1.1	Hipoteze.....	8
2	TEORETIČNE OSNOVE.....	9
2.1	Rod (<i>Capsicum</i>).....	9
2.1.1	<i>Capsicum baccatum</i> Jacq.....	9
2.1.2	<i>Capsicum chinense</i> L.....	10
2.2	Kapsaicinoidi.....	10
2.2.1	Kapsaicin.....	11
2.2.2	Dihidrokapšaicin.....	12
2.2.3	Nordihidrokapšaicin in homokapšaicin.....	12
2.3	Merjenje pekočine čilijev.....	12
2.3.1	Določevanje kapsaicinoidov – HPLC metoda.....	13
2.4	Konzerviranje in uporaba plodov.....	13
2.4.1	Liofilizacija.....	13
2.4.2	Sušenje.....	13
2.4.3	Konzerviranje v kisu.....	14
3	MATERIAL IN METODE DELA.....	14
3.1	Sušenje.....	14
3.2	Konzerviranje v kisu.....	14
3.3	Liofilizacija.....	15
3.4	Vrste čilijev v poskusu.....	15
3.5	Ekstrakcija vzorcev.....	16
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	18
4.1	Kapsaicin.....	18
4.2	Dihidrokapšaicin.....	20
4.3	Nordihidrokapšaicin.....	22
4.4	Homokapšaicin.....	24
4.5	Homodihidrokapšaicin.....	25
4.6	Skupni kapsaicinoidi.....	27
4.7	SHU.....	28
5	ZAKLJUČEK.....	30

KAZALO SLIK

Slika 1: (A) Plodovi sorte 'Aji challuaruro amarillo', značilni za vrsto <i>C. baccatum</i> , (B) rastlina <i>C. baccatum</i> sorte 'Sugar rush peach twisty' na lastnem, vrtu lahko zraste tudi do 1,5 metra v višino, Ljubljana, 26. oktober 2020.	9
Slika 2: (A) Plodovi ene izmed redkih rahlo pekočih sort vrste <i>C. chinense</i> , 'Sweet moruga', (B) rastlina zelo pekoče sorte 'Bhut orange Copenhagen', Ljubljana, 26. oktober 2020.	10
Slika 3: (A) Segrevanje mešanice alkoholnega kisa, vode in soli, (B) pasterizacija steklenih kozarcev in pokrovčkov, Ljubljana, 22. november 2021.	14
Slika 4: (A) Vroči kozarec in plodovi 'Bishop's crown', pripravljene na zalitje z mešanico alkoholnega kisa, vode in soli, (B) čiliji konzervirani v kisu na počasnem ohlajanju (čez noč), Ljubljana, 22. november 2021.	15
Slika 5: Plodovi 'Bishop's crown', Ljubljana, 17. november 2020.	15
Slika 6: Plodovi 'Lemon drop', Ljubljana, 17. november 2020.	16
Slika 7: Plodovi 'Aribibi gusano', Ljubljana, 17. november 2020.	16
Slika 8: (A) Terilnica in v njej liofilizirani plodovi 'Bishop's crown', ki jih bomo strli, (B) delno strti plodovi 'Bishop's crown', Ljubljana, 4. februar 2021.	17
Slika 9: (A) Tehtanje vzorcev s precizno tehtnico, (B) oštevilčene epruvete z zatehtami, pripravljene za nadaljno ekstrakcijo vzorcev, Ljubljana, 4. februar 2021.	17

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Različni kapsaicinoidi, njihovi deleži v plodovih, vrednost SHU in skeletne formule (Rizzi, Tebon, 2012).	11
Preglednica 2: Razlike v vsebnosti štirih najbolj zastopanih kapsaicinoidov med popularnimi sortami (povprečje \pm standardna napaka) ter vrednost Scovillovih enot pri različnih sortah. Kapsaicin (C), dihidrokapsaicin (DHC), nordihidro-kapsaicin (nDHC), homokapsaicin (hC), Scovillove enote (SHU) (Giuffrida in sod., 2013).	12
Preglednica 3: SHU pri različnih sortah in obdelavah plodov čilijev.	28

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Vsebnost kapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.	18
Graf 2: Vsebnost dihidrokapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.	20
Graf 3: Vsebnost nordihidro-kapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.	22

Graf 4: Vsebnost homokapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.....	24
Graf 5: Vsebnost homodihidro-kapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.....	25
Graf 6: Vsebnost skupnih kapsaicinoidov v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.....	27

ZAHVALA

Za vsestransko pomoč, nešteto vloženih ur, pripravljenost na debato tudi ob vikendih in poznih večernih urah se zahvaljujem mentorici Veroniki Babič, prof., za strokovne nasvete pri izdelavi raziskovalne naloge, se zahvaljujem somentorici izr. prof. dr. Ani Slatnar.

Zahvaljujem se tudi šolski laborantki Katji Malus za pomoč v laboratoriju, Alji Sabadžija, prof. za lektoriranje raziskovalne naloge in Karmen Filipič, prof., za pomoč pri prevodu povzetka v angleščino.

Prav tako se zahvaljujem svoji družini za vso hrano, ki so mi jo pripravili med pisanjem, da je vse skupaj lažje teklo in prijateljem, ki so mi stali ob strani skozi celoten proces pisanja raziskovalne naloge.

POVZETEK

Plodove čilijev največkrat uporabljamo v kulinariki. Paleta izdelkov iz čilijev je zelo pestra, poznamo sušene ter zmlate v prah, konzervirane v kisu ali olju, predelane v pekoče omake ... Za ljubitelje pekočine, ki jo imajo čiliji, je podatek o tem, kako pripraviti in hraniti plodove čilija, da bi ohranili čim več sestavin, ki povzročajo pekoč občutek v ustih, zelo pomemben. Sekundarni metaboliti, ki pečejo in jih vsebujejo plodovi, so kapsaicinoidi. Najbolje zastopana sta kapsaicin in dihidrokapsaicin, ki predstavljata več kot 90 % vseh kapsaicinoidov v plodu. Ostali kapsaicinoidi so še nordihidro-kapsaicin, homokapsaicin in homodihidro-kapsaicin, ki predstavljajo manjši delež kapsaicinoidov v plodu. Znano je, da visoke temperature zmanjšajo vsebnost kapsaicinoidov v plodu čilija.

Preučevali smo tri sorte čilijev ('Aribibi gusano', 'Bishop's crown' in 'Lemon drop'), pri katerih smo merili vsebnost posameznih kapsaicinoidov pri svežih in posušeni plodovih ter pri plodovih, konzerviranih v kisu. Po obdelavi smo vse plodove liofilizirali. Nato smo kapsaicinoide izmerili s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) in za pomoč ob detekciji uporabili tandemsko masno spektrometrijo (MS/MS) v načinu SRM. Rezultate smo izrazili na suho snov.

Ugotovili smo, da sušeni plodovi in plodovi, konzervirani v kisu, v večini primerov vsebujejo manjše vsebnosti kapsaicinoidov kot v primerjavi s svežimi – vsebnost kapsaicinoidov je v večini primerov najmanjša pri plodovih, ki so bili konzervirani v kisu. Ugotovili smo tudi, da ima sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov, sledi sorta 'Lemon drop' in nato sorta 'Bishop's crown'. Presenetil nas je rezultat pri sorti 'Aribibi gusano', kjer so se pri vlaganju vrednosti nekaterih kapsaicinoidov zvišale glede na vrednost kapsaicinoidov v svežih plodovih. Kaj vse vpliva na izgubo kapsaicinoidov pri konzerviranju? Za odgovor na to vprašanje bi bile potrebne nadaljnje raziskave, pri katerih bi morali biti pozorni tudi na obliko in debelino plodov.

Ključne besede: čili, konzerviranje, kapsaicinoidi

ABSTRACT

Chilli peppers are often used in cooking. The vast range of chilli products includes dried and ground chilli, chilli preserved in vinegar or oil, chilli processed into hot sauces ... Lovers of hotness should know some important facts on the preparation and storage of chillies if they want to retain as many ingredients as possible which cause the burning sensation in our mouth. Secondary metabolites, contained in chilli peppers and the primary reason for the burn we feel, are called capsaicinoids.

Capsaicin and dihydrocapsaicin are the prevalent constituents, accounting for more than 90% of all capsaicinoids in chillies. Other capsaicinoids are nordihydrocapsaicin, homocapsaicin and homodihydrocapsaicin, which represent a smaller proportion of capsaicinoids in chillies. High temperatures are known to reduce the capsaicinoids content in chilli peppers.

We studied three varieties of chillies ('Aribibi gusano', 'Bishop's crown' and 'Lemon drop'), in which we measured the content of individual capsaicinoids in fresh and dried pods as well as in those preserved in vinegar. After treatment, all chilli peppers were lyophilized. The amount of capsaicinoids was measured by high-performance liquid chromatography (HPLC), and tandem mass spectrometry (MS / MS) in SRM mode was used to aid the detection. The results were expressed on dry matter basis.

We discovered that dried chillies and chillies preserved in vinegar in most cases contain less capsaicinoids compared to fresh ones - the capsaicinoids amount is in most cases the lowest in chillies preserved in vinegar. We also found out that the 'Aribibi gusano' variety has the highest capsaicinoids content, followed by the 'Lemon drop' variety and finally the 'Bishop's crown' variety. We were surprised by the result of the 'Aribibi gusano' variety, in which the values of some capsaicinoids increased in comparison to the values in fresh chilli peppers. What impact does preservation have on the loss of capsaicinoids? To answer this question, further research is necessary, in which, the shape and thickness of the chilli peppers should be taken into account.

Key words: chilli, preservation, capsaicinoids

1 UVOD

Izraz čili se uporablja za poimenovanje rastline, ki spada v rod *Capsicum*. Čiliji so popularni zaradi pekočega občutka, ki ga povzroči uživanje plodov čilija, za kar so odgovorne snovi, ki jih imenujemo kapsaicinoidi.

Gojenje čilijev v svetu in v Sloveniji postaja vse bolj popularno, bodisi z vidika ljubiteljske uporabe plodov te rastline bodisi z vidika industrijskega pridelovanja številnih izdelkov, ki jih ljudje radi uživamo. Čiliji so posebni predvsem zaradi učinkovin, ki spadajo v skupino kapsaicinoidov, ki povzročajo pekoč občutek v ustih, ko jih uživamo. Obenem pa vse več raziskav kaže na pozitivne učinke kapsaicinoidov na zdravje človeka, saj npr. pomagajo pri preprečevanju nastanka rakavih obolenj in prekomerni telesni teži, imajo antioksidativne učinke, delujejo protivnetno ter ugodno vplivajo na kardiovaskularni in prebavni sistem (Xiu-Ju Luo, Jun Peng in Yuan-Jian Li, 2011, str. 491). Poleg vseh teh prednosti imajo čiliji veliko vsebnost vitamina C – zeleni plodovi 2-krat več, rdeči pa kar do 4-krat več kot limona (Spínola, Mendes, Câmara in Castilho, 2012). Ko nas peče v ustih, se začnejo sproščati endorfini, ki preprečujejo bolečino in hkrati pozitivno vplivajo na naše razpoloženje (Leidamarie Tirado-Lee, 2016).

Rastline me zanimajo že od zgodnjega otroštva, s čiliji pa se resno ukvarjam že šest let. Ko sem začel raziskovati po internetu, sem ugotovil, da je to izredno popularna tema. O čilijih je še marsikaj neraziskanega, zato so raziskave na to temo v zadnjih letih vse bolj pogoste. Bolj intenzivno znanstveniki čilije preučujejo zadnjih 50 let. Nazadnje odkrita vrsta čilijev je *Capsicum regale* (Barboza, Carrizo García, Scaldaferrro, Bohs, 2020). Zaradi nedostopnosti rastišča čilijev, večina jih izvira iz Južne Amerike, je o njih še precej nerešenih vprašanj.

Čilije pridelujemo predvsem zaradi pekočine, ki jim jo dajejo kapsaicinoidi. Ker so rastline toplotno zahtevne, jih je težko pridelovati v hladnejših pasovih. Tam je njihova pridelava vezana na pridelavo v ogrevanih rastlinjakih. Ker jih ljudje radi uživajo celo leto, uporabljajo različne postopke konzerviranja plodov (npr. sušenje, konzerviranje v kisu). S tem dosežemo, da lahko čilije uživamo skozi celo leto. Zanimalo nas je, kako različni načini obdelave plodov vplivajo na vsebnost kapsaicinoidov in kakšne so razlike v vsebnosti kapsaicinoidov pri treh različnih sortah čilijev.

1.1 Hipoteze

1. Pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu.
2. Pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost vseh analiziranih kapsaicinoidov, najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi.
3. Pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost vseh analiziranih kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov, glede na ostali dve sorti.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Rod (*Capsicum*)

Rod *Capsicum* spada v družino razhudnikovk (Solanaceae). Poznamo več vrst čilijev – pet gojenih in okoli 40 divjih. Vsi čiliji izvirajo iz tropskih in subtropskih krajev, od tam pa so jih kolonialisti razširili v ostale dele sveta. Vse rastline so večletnice, če celo leto rastejo v idealnih rastnih razmerah. V naših krajih so zelnate enoletnice, saj imamo kratko pridelovalno sezono. Najpogosteje gojimo vrste *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* in *C. pubescens*. Sprva so rastline zelnate, kasneje lahko steblo in poganjki olesenijo. Rastline so večinoma pokončne in v optimalnih pogojih dosežejo višino tudi več metrov. Listi so gladki in suličaste ali ovalne oblike. Venčni listi so različno obarvani – belo, vijolično, zeleno belo in rumeno. Na vsakem razvejanju se razvije en cvet (*C. annuum*) ali več pri ostalih vrstah (Zamljen, 2019, str. 14).

Plod čilija je jagoda z mnogimi semeni. Večina semen je v plodu na centralni placenti, manj pa na vzdolžnih delih placente. Na rastlini izrašča povešeno ali pokončno, kar je odvisno od sorte. Med sortami je tudi pomembna razlika v obliki plodov. Ob neugodnih razmerah se ta še bolj spremeni (Likar, 2016, str. 6).

2.1.1 *Capsicum baccatum* Jacq.

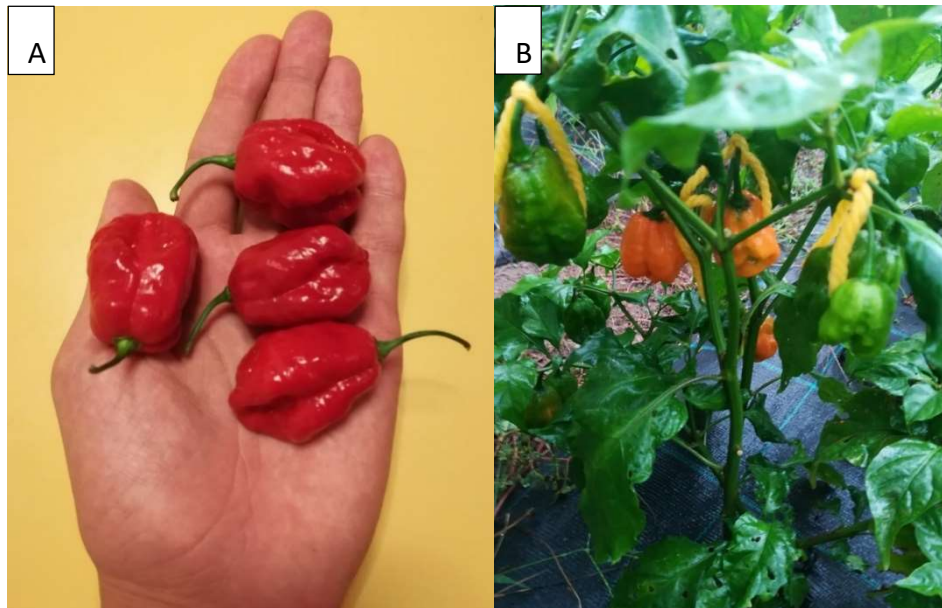
Rastline lahko zrastejo kar dva ali več metrov v višino. Cvetovi so belo-zeleni, viseči. Število venčnih listov je lahko od štiri pa vse do devet. Pecelj je zelo dolg in tanek. V Peruju jih uporabljajo za razne sveže čilijeve paste, saj niso preveč pekoči in so primerni za vsakodnevno uporabo. Glavni predstavniki so sorte 'Aji amarillo', 'Lemon drop' (ima približno od 15.000 do 30.000 SHU (Lemon drop, b. d.)) in 'Bishop's crown' ima okoli 5.000 SHU (Rizzi, Tebon, 2012).



Slika 1: (A) Plodovi sorte 'Aji challuaruro amarillo', značilni za vrsto *C. baccatum*, (B) rastlina *C. baccatum* sorte 'Sugar rush peach twisty' na lastnem, vrtu lahko zraste tudi do 1,5 metra v višino, Ljubljana, 26. oktober 2020.

2.1.2 *Capsicum chinense* L.

Ta vrsta je znana po ekstremno pekočih plodovih. Cvetovi so beli z vijoličnimi polprašnicami. Ima pet ali šest venčnih listov. Cvetovi so viseči z ukrivljenim pecljem. Zmeraj so v skupini od šest pa do devet na enem razvejanju. Listi so srčaste oblike. V tej vrsti najdemo sorte z najbolj pekočimi plodovi (100.000 SHU–2.500.000 SHU). Plodovi potrebujejo veliko toplote za zorenje. Po navadi so predelani v različne tipe pekočih omak. Tipični predstavniki so 'Habanero', 'Trinidad scorpion' in uradni rekorder 'Carolina reaper' (Rizzi, Tebon, 2012). Sem spada tudi sorta 'Aribibi gusano' z okoli 200.000 SHU (Aribibi gusano, b. d.).



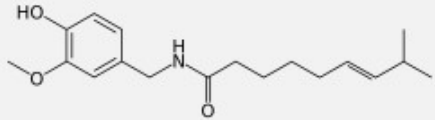
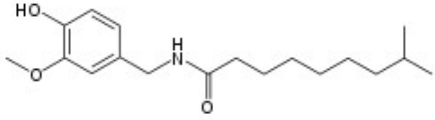
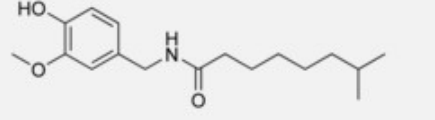
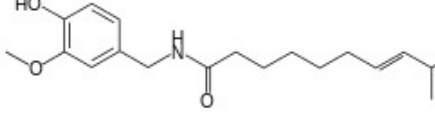
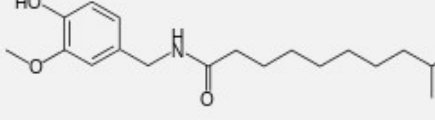
Slika 2: (A) Plodovi ene izmed redkih rahlo pekočih sort vrste *C. chinense*, 'Sweet moruga', (B) rastlina zelo pekoče sorte 'Bhut orange Copenhagen', Ljubljana, 26. oktober 2020.

2.2 Kapsaicinoidi

Kapsaicinoidi so skupina dušikovih spojin, značilnih za rod *Capsicum*. Sestavlja jih več snovi z različnim deležom v plodovih, kot so kapsaicin (71 %), dihidrokapsaicin (22 %), nordihidro-kapsaicin (7 %), homokapsaicin (1 %) in homodihidro-kapsaicin (1 %). Kapsaicin in dihidrokapsaicin predstavljata večino (90 %) vseh kapsaicinoidov v plodovih in sta najbolj pekoča (Zamljen, 2019, str. 19)

To so sekundarni metaboliti, ki pri sesalcih povzročajo pekoč občutek. Z njimi se rastline zaščitijo pred različnimi herbivori, patogeni, insekti in drugimi škodljivci. Količina teh sekundarnih metabolitov je zelo majhna na suho maso (1 %) in je močno odvisna od razvojnega in fiziološkega stadija rastlin (Bitežnik, 2020, str. 1–2). Zamljen (2019, str. 19) navaja, da »vsebnost kapsaicinoidov v plodovih niha med 0,1 mg/g in 60 mg/g suhe snovi (SS), odvisno od vrste/sort čilija in rastnih razmer.«

Preglednica 1: Različni kapsaicinoidi, njihovi deleži v plodovih, vrednost SHU in skeletne formule (Rizzi, Tebon, 2012).

Posamezen kapsaicinoid	% v plodovih	SHU	Skeletna formula
Kapsaicin	69 %	16.000.000	
Dihidrokapisaicin	22 %	16.000.000	
Nordihidrokapisaicin	7 %	9.100.000	
Homokapsaicin	1 %	8.600.000	
Homodihidrokapisaicin	1 %	8.600.000	

2.2.1 Kapsaicin

Kapsaicin je ena izmed najbolj zastopanih organskih molekul, ki povzročajo pekoč občutek. Večina vrst čilijev tvori kapsaicin. Prisoten je v samem plodu, natančneje v placenti, redko tudi v steni plodu. Molekula se veže na senzorje zaznavanja toplote in brez kakršnihkoli fizičnih posledic sproži občutek pekočine. Na mestu stika povzroči pekoč občutek; najpogosteje so to usta, lahko pa je tudi koža, saj lahko kapsaicin nevede prenesemo s kontaminiranimi rokami na drug del telesa (Rizzi, Tebon, 2012).

Čisti kapsaicin (trans-8-metil-N-vanil-6-nonamid) je lipofilna snov, podobna olju, brez vonja in barve. V čisti obliki je podoben kristalom. Ima molekulsko formulo $C_{18}H_{27}NO_3$, njegova molekulsko masa pa znaša 305,4 g/mol (Ratajč, 2020, str. 5).

Kapsaicin je ena izmed mnogih komponent v plodovih čilija, ki je podvržena oksidaciji in razgradnji pri povišanih temperaturah med sušenjem. Daljši čas sušenja lahko zniža vsebnost kapsaicina v vzorcu (Ratajč, 2020, str. 5).

2.2.2 Dihidrokapisaicin

Dihidrokapisaicin je kapisaicinoid, prisoten v čilijih. Molekula ima strukturno formulo $C_{18}H_{29}NO_3$ in molsko maso 308,2 g/mol. Tudi dihidrokapisaicin ima dražeče delovanje na sesalce. Čisti dihidrokapisaicin je brezbarven in brez vonja. V čisti obliki je podoben kristalom (Zamljen, 2019, str. 10).

2.2.3 Nordihidrokapisaicin in homokapisaicin

Nordihidrokapisaicin je izomer dihidrokapisaicina. Je lipofilen, brezbarven in brez vonja. Njegova molska masa je 294,2 g/mol. V čisti obliki je podoben kristalom. Tudi homokapisaicin je lipofilen, brezbarven in brez vonja. Njegova molska masa je 320,1 g/mol. V čisti obliki je podoben kristalom. Prav tako to velja tudi za homodihidrokapisaicin. Njegova molska masa pa znaša 322,1 g/mol (PubChem, 2021).

2.3 Merjenje pekočine čilijev

Pekočino čilijev izražamo s Scovillovo lestvico, ki jo je leta 1920 izumil Wilbur Lincoln Scoville. Enote lestvice so Scovilli (SHU – Scoville heat units). Včasih so pekočino merili z organoleptičnim testom. To je bil prvi preizkus, kako so posamezne sorte pekoče. Alkoholni ekstrakt kapisaicinovega olja so raztopili v vodi. To okušajo preizkuševalci in zaznavajo pekočino. Po nekajkratnem redčenju, ko preizkuševalci ne zaznajo pekočine, zapišemo, kolikokrat smo to razredčili, in tako dobimo vrednost SHU. Danes pa uporabljamo sodobnejše metode za določanje SHU (Novak, Rautar, 2020, str. 17), kot je visokoločljivostna tekočinska kromatografija (HPLC – High pressure liquid chromatography). Čisti kapisaicin in dihidrokapisaicin dosežeta vrednost do 16 milijonov SHU. Ostali kapisaicinoidi pa do osem milijonov SHU (Rizzi, Tebon, 2012).

Preglednica 2: Razlike v vsebnosti štirih najbolj zastopanih kapisaicinoidov med popularnimi sortami (povprečje \pm standardna napaka) ter vrednost Scovillovih enot pri različnih sortah. Kapisaicin (C), dihidrokapisaicin (DHC), nordihidrokapisaicin (nDHC), homokapisaicin (hC), Scovillove enote (SHU) (Giuffrida in sod., 2013).

Sorta	C ($\mu\text{g/g}$ suhe snovi)	DHC ($\mu\text{g/g}$ suhe snovi)	nDHC ($\mu\text{g/g}$ suhe snovi)	hC ($\mu\text{g/g}$ suhe snovi)	SHU
'Habanero golden'	8.175 \pm 197	1.389 \pm 64	144 \pm 1	60 \pm 6	155.703 \pm 26.262
'Habanero orange'	10.156 \pm 467	4.273 \pm 283	433 \pm 19	261 \pm 5	238.155 \pm 13.850
'Habanero red type 1'	4.904 \pm 325	1.359 \pm 86	100 \pm 4	64 \pm 1	102.186 \pm 6.400
'Habanero red type 2'	38.871 \pm 2.613	14.132 \pm 1.323	1.102 \pm 84	580 \pm 53	867.189 \pm 62.730
'Habanero chocolate'	19.454 \pm 403	3.092 \pm 32	608 \pm 55	157 \pm 14	369.703 \pm 5.337
'Habanero white'	8.248 \pm 52	1.859 \pm 270	340 \pm 37	100 \pm 1	166.567 \pm 37.860
'Naga morich'	37.510 \pm 2.219	13.592 \pm 1.091	1.041 \pm 65	431 \pm 50	834.781 \pm 52.248
'Scotch bonnet'	5.961 \pm 371	2.331 \pm 118	68 \pm 4	100 \pm 7	134.766 \pm 7.789
'Serrano'	707 \pm 40	527 \pm 25	112 \pm 8	21 \pm 7	21.034 \pm 3.579
'Tabasco'	917 \pm 34	351 \pm 17	66 \pm 10	40 \pm 2	21.348 \pm 868
'Jalapeno'	1.101 \pm 122	351 \pm 17	180 \pm 15	50 \pm 10	33.321 \pm 3.840
'Simpezon'	716 \pm 21	308 \pm 2	78 \pm 11	52 \pm 4	17.642 \pm 874

Različne sorte imajo različno vsebnost in razmerja kapsaicinoidov v plodovih. Iz preglednice 2 je razvidno, da je sorta 'Habanero red type 2' najbolj pekoča (867.189 SHU). Sorta 'Sinpezon' pa je najmanj pekoča izmed sort v preglednici in ima 17.642 SHU.

2.3.1 Določevanje kapsaicinoidov – HPLC metoda

Osnovni princip delovanja HPLC je sestavljen iz vzorca (mobilna faza), ki se premika pod velikim pritiskom skozi kolono, napolnjeno s stacionarno fazo. S to metodo določamo sestavo vzorca, raztopljenega v tekočini. Je izjemno natančna metoda, zato je tudi velikokrat uporabljena v različnih raziskavah. Rezultat je kromatogram, ki nam pove, koliko določene snovi vsebuje vzorec. Sistem HPLC je sestavljen iz naslednjih komponent: rezervoar z mobilno fazo, črpalka, injektor, kolona, detektor in računalnik z ustrezno programsko opremo (Zamljen, 2019, str. 29).

2.4 Konzerviranje in uporaba plodov

Plodove čilijev največkrat uporabljajo v državah Južne in Srednje Amerike ter v Aziji. Najpogosteje jih uživajo sveže, jih posušijo ali naredijo pekoče omake/salse. Italijani imajo v restavracijah pogosto na mizah pekoče olje. V olju lahko konzerviramo izključno dobro posušene čilije; če damo sveže in jih ne obdelamo pravilno, lahko pride do zastrupitve z botulizmom. V Mehiki čilije najprej posušijo, nato pa jih dimijo (Chipotle). V Združenih državah Amerike in tudi drugje po svetu je najbolj poznana fermentirana omaka tabasko. Poleg fermentiranih omak lahko to tudi kuhamo. Zadnja leta se je pojavilo na trgu tudi ogromno drugih inovativnih izdelkov s čiliji – vino s čilijem, kava, čaj, pivo, žgane pijače, med, sirup in pekovski izdelki.

2.4.1 Liofilizacija

»Liofilizacija oz. sušenje z zamrzovanjem je napreden postopek sušenja, ki izkorišča sposobnost sublimacije vode iz vzorca v posebnih razmerah.« Ratajč (2020, str. 8). To dosežemo z ohlavitvijo vzorca na temperaturo med -40 in -80 °C. Med postopkom počasnega višanja temperature so plodovi v vakuumu, tako zamrznjena voda sublimira in kondenzira pri izhodu iz vakuumske črpalke. Živila, sušena s postopkom liofilizacije, ohranijo svojo strukturo, saj tudi rastlinske celice ohranijo svojo strukturo. Prav tako se ne izgubljajo termolabilne komponente (Ratajč, 2020, str. 8).

2.4.2 Sušenje

Sušenje je eden od najstarejših postopkov konzerviranja hrane, pri katerem se zmanjša vsebnost vode, zaradi česar je živilo dlje časa obstojno. Med procesom se v živilu koncentrirajo nehlapne snovi, hlapne pa se izgubijo. Različne metode različno vplivajo na aromatičnost sušenih izdelkov.

S sušenjem, ki je fizikalni proces, se lahko v živilu zgodijo zelene in neželene spremembe. Cilj sušenja je odstraniti vlago. Voda se med samim sušenjem pomika iz notranjosti ploda do zunanega dela in tam izpari, ko je okolica dovolj topla (Ratajč, 2020, str. 7,8).

Pri daljšem sušenju pri temperaturi nad 65 °C se začnejo izgubljati nekatere snovi v plodu čilija, kot so kapsaicin, dihidrokapsaicin in drugi antioksidanti. Sušenje podaljšuje shrambo plodov

in zmanjšuje volumen, vendar pa negativno vpliva na vsebnost pomembnih snovi čilijev, kot so kapsaicinoidi in antioksidanti (Reis in sod., 2013).

2.4.3 Konzerviranje v kis

Kis je zelo dober konzervans, saj zavira razmnoževanje mikroorganizmov in tako preprečuje kvarjenje živila. Namen postopka je uspešno skladiščenje pridelka, ko ta ne raste na vrtu zaradi neugodnih temperaturnih razmer. Pri nizkem pH ali pri povišani temperaturi beljakovine denaturirajo in se delovanje encimov upočasni ali pa popolnoma ustavi (Konzerviranje živil doma, 2015).

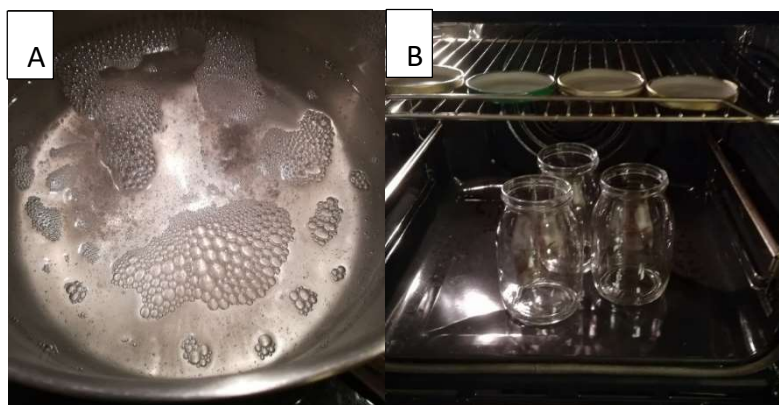
3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 Sušenje

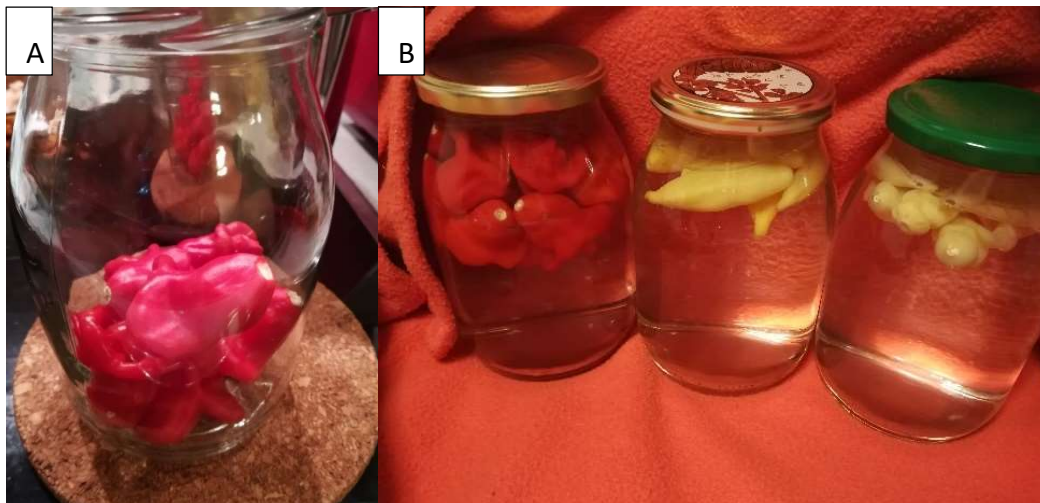
Sveže plodove smo sušili v sušilniku pri temperaturi 45 °C. S sušenjem smo končali, ko so imeli plodovi konstantno težo, kar smo preverili z vmesnim tehtanjem vzorca.

3.2 Konzerviranje v kis

Plodove smo najprej oprali. Nato smo zmešali alkoholni kis in vodo v razmerju 1 : 2 (namerili smo 1 l alkoholnega kisa in 2 l navadne vode iz pipe). V to mešanico smo dodali še 60 g soli ter vse skupaj zavreli. Medtem smo steklene pokrovčke in kozarce oprali z milnico in jih pasterizirali v pečici za 30 minut pri 80 °C. V še vroče kozarce smo dali sveže plodove čilijev. V vsak kozarec smo dali po eno sorto, nato pa prelili s še vrelo mešanico kisa, vode in soli. Vroče kozarce s plodovi smo čez noč zavili v odejo in jih tako počasi ohladili. Plodovi so bili 6 tednov hranjeni pri sobni temperaturi.



Slika 3: (A) Segrevanje mešanice alkoholnega kisa, vode in soli, (B) pasterizacija steklenih kozarcev in pokrovčkov, Ljubljana, 22. november 2021.



Slika 4: (A) Vroči kozarec in plodovi 'Bishop's crown', pripravljeni na zalitje z mešanico alkoholnega kisa, vode in soli, (B) čiliji konzervirani v kisu na počasnem ohlajanju (čez noč), Ljubljana, 22. november 2021.

3.3 Liofilizacija

Preden smo nadaljevali eksperimentalno delo, smo sveže plodove, suhe in plodove, konzervirane v kisu, liofilizirali, da smo odstranili vso vodo v njih. Tako smo dobili suho maso plodov/suho snov (SS).

3.4 Vrste čilijev v poskusu

V raziskavi smo uporabili dve sorti vrste *C. baccatum* in eno sorto vrste *C. chinense*:

- 'Bishop's crown' (*C. baccatum*): plodovi so oblikovani kot zvončki. V dolžino so merili okoli 4 cm, na najširšem delu 4 cm, na najožjem pa 2 cm. Vsak svež plod je tehtal približno 10 g. Plodovi so bili rdeče barve.



Slika 5: Plodovi 'Bishop's crown', Ljubljana, 17. november 2020.

- 'Lemon drop' (*C. baccatum*): plodovi so bili podolgovati, dolgi približno 6 cm, široki 2 cm in rumene barve. Posamezni svež plod je imel okoli 4,5 g.



Slika 6: Plodovi 'Lemon drop', Ljubljana, 17. november 2020.

- 'Aribibi gusano' (*C. chinense*): sveži plodovi so bili podolgovati, dolgi približno 8 cm, široki 1,5 cm in teški 6 g.



Slika 7: Plodovi 'Aribibi gusano', Ljubljana, 17. november 2020.

3.5 Ekstrakcija vzorcev

Ker je lahko pekoč občutek neprijeten, še posebej, ko imamo stik z zelo pekočimi plodovi, moramo nositi zaščitne rokavice. Lateks rokavice niso najbolj primerne, saj nas roke po kratkem času lahko začnejo peči. Bolj priporočljive so rokavice iz nitrila, ki naj bi nas bolje ščitile (Carman, 2012).

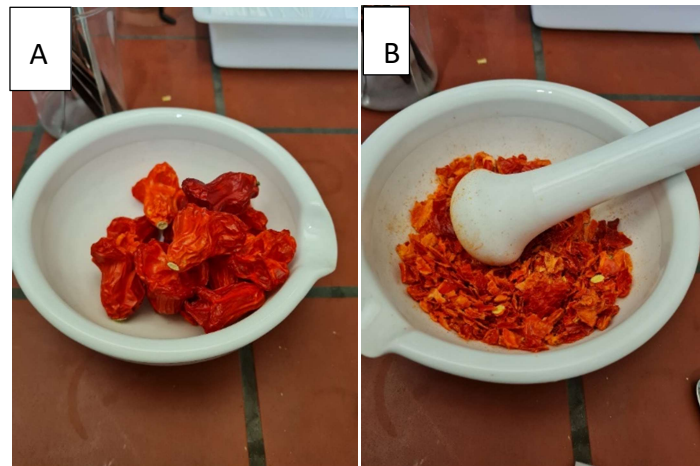
Vsak vzorec smo zmelili v terilnici v zelo droben prah. Nato smo zatehtali vzorce v epruvete (1–36) med 0,045 g in 0,055 g vzorca. Maso vzorca smo zapisali. Vzorce smo prelili s 100 % metanolom in jih dali v ultrazvočno kopel, hlajeno na 0 °C, za eno uro. S tem smo dosegli popokanje rastlinskih celic, da so se kapsaicinoidi raztopili v metanolu. Potem smo vzorce centrifugirali pri 8000 rpm za 6 minut ter še filtrirali čez 25 µl poliamidni filter. Nato smo 1 ml

tekočine pipetirali v vialce in analizirali s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) in za pomoč ob detekciji uporabili tandemsko masno spektrometrijo (MS/MS) v načinu SRM.

Pogoji za analizo kapsaicinoidov so bili:

- detektor: detektor PDA, 284 nm;
- mobilna faza: 0,1 % mravljična kislina v bidestilirani vodi in 0,1 % mravljična kislina v acetonitrilu;
- hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min;
- volumen injiciranja vzorca: 20 μ l;
- delovna temperatura kolone: 20 °C.

Prisotnost kapsaicinoidov smo potrdili s kvadrupol metodo. Na začetku imajo različni kapsaicinoidi različne molske mase, nato s pomočjo optimizacije sistema določimo pogoje (energijo, razmerje plinov) za optimalno razbijanje kapsaicinoidov. S pomočjo teh metod zelo natančno določimo vsebnost dotične snovi. Kapsaicin razpade s 306,2 na 137,4 m/z, dihidrokapsaicin s 308,2 na 137,4 m/z, nordihidrokapsaicin z 294,2 na 137,4 m/z, homokapsaicin s 320,1 m/z na 137,2 m/z in homodihidrokapsaicin s 322,1 na 137,2 m/z (Zamljen in sod., 2021).



Slika 8: (A) Terilnica in v njej liofilizirani plodovi 'Bishop's crown', ki jih bomo strli, (B) delno strti plodovi 'Bishop's crown', Ljubljana, 4. februar 2021.

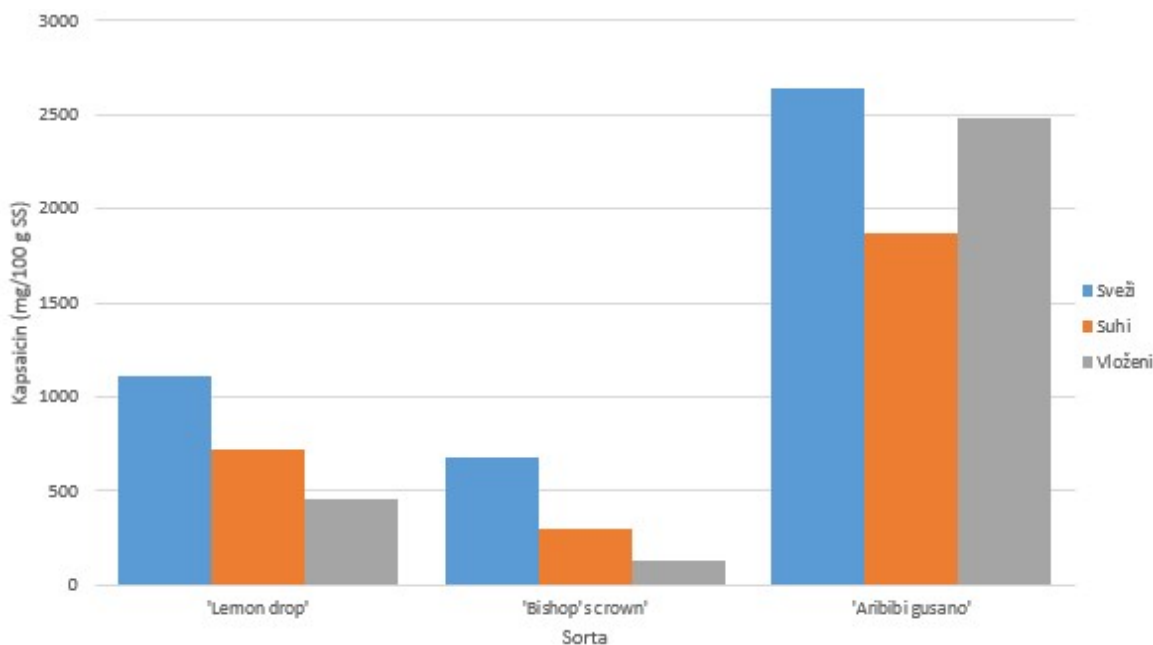


Slika 9: (A) Tehtanje vzorcev s precizno tehtnico, (B) oštevilčene epruvete z zatehtami, pripravljene za nadaljno ekstrakcijo vzorcev, Ljubljana, 4. februar 2021.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati z grafi po posameznih kapsaicinoidih, ki smo jih izmerili.

4.1 Kapsaicin



Graf 1: Vsebnost kapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čiljev.

Vsebnost kapsaicina:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 1, ki prikazuje vsebnost kapsaicina v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež kapsaicina glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 35 %, pri konzerviranju v kisu pa za približno 60 %.

Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 55 % kapsaicina. Pri vlaganju pa je izguba približno 80 %.

'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 30 %), pri konzerviranju s kisom pa približno 6 % glede na kapsaicin v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri vseh treh sortah največ kapsaicina v svežih plodovih. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu, POTRDIMO.*

Pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown') je vsebnost kapsaicina najmanjša pri konzerviranju v kisu. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi, POTRDIMO* za ti dve sorti. Pri sorti 'Aribibi gusano' pa je najmanjša vsebnost kapsaicina v posušenih plodovih, zato to hipotezo za sorto 'Aribibi gusano' **OVRŽEMO.**

Če izhajamo iz dejstva, da je kapsaicin ena izmed mnogih komponent v plodovih čilija, ki je podvržena oksidaciji in razgradnji pri povišanih temperaturah med sušenjem (Ratajč, 2020, str. 5), so rezultati pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown') pričakovani. Pri konzerviranju v kisu je bila temperatura, kateri smo izpostavili plodove, najvišja v primerjavi s suhimi in svežimi plodovi, zaradi tega je vsebnost kapsaicina pričakovano najmanjša. Pri sušenju so bili plodovi izpostavljeni višji temperaturi kot sveži plodovi in nižji kot plodovi, konzervirani v kisu.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost kapsaicina višja pri konzerviranju v kisu kot pri sušenih plodovih. Takega rezultata nismo pričakovali.

Glede na to, da so bili plodovi, ki smo jih konzervirali v kisu, podvrženi visokim temperaturam in nizkemu pH, je pričakovati, da encimi, ki sodelujejo pri metabolizmu kapsaicinoidov, ne bodo več delovali. Visoka temperatura in nizek pH namreč encime, ki so beljakovine, denaturirata. Zakaj je vsebnost kapsaicina pri 'Aribibi gusano' višja pri plodovih, konzerviranih v kisu, kot pri sušenih plodovih, ni jasno. Odgovor bi morda lahko iskali v morebitnih razlikah med samimi plodovi različnih sort, npr. v debelini perikarpa, ki bi lahko vplival na hitrost prodiranja kisa v plod.

B) Glede na sorto

Če primerjamo vsebnost kapsaicina med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ kapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (2635,4 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (287,2 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (160,7 mg/100 g SS).

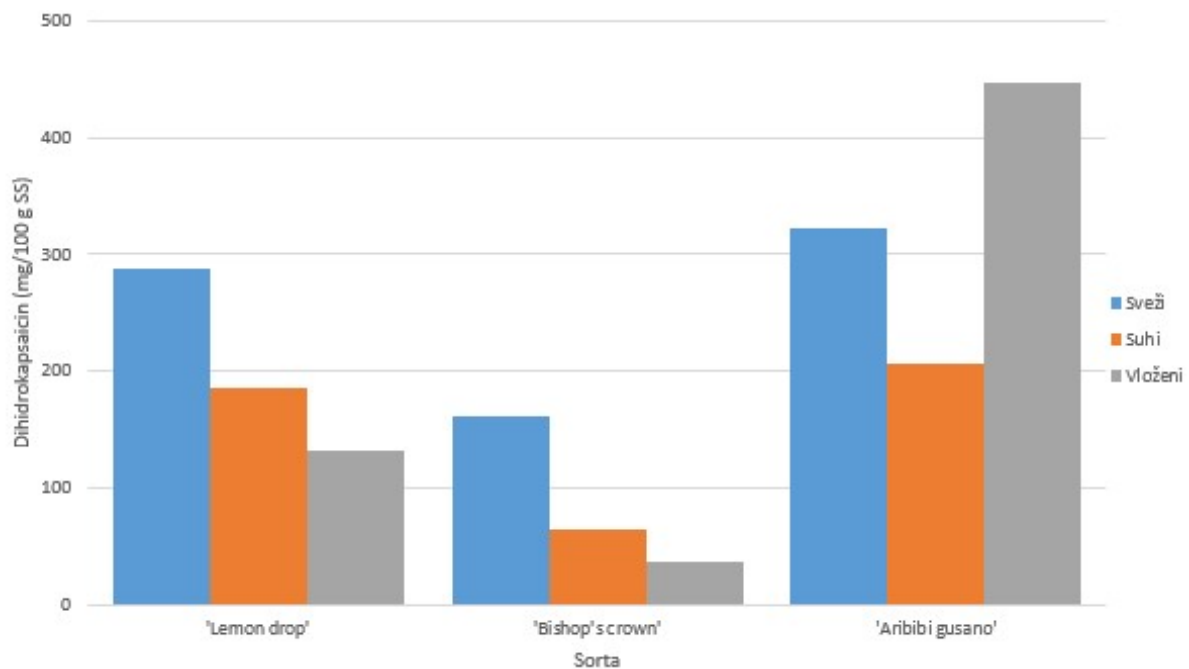
Če primerjamo vsebnost kapsaicina med različnimi sortami pri suhih plodovih, ugotovimo, da je največ kapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (207,0 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (184,8 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (64,7 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost kapsaicina v plodovih med različnimi sortami pri konzerviranju s kisom, ugotovimo, da je največ kapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (447,4 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (131,2 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (36,0 mg/100 g SS).

To so pričakovani rezultati, saj smo v teoriji navajali podobne razlike v Scovillih med temi tremi sortami.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost kapsaicina največja pri vseh načinih obdelave. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti, POTRDIMO.*

4.2 Dihidrokapisaicin



Graf 2: Vsebnost dihidrokapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.

Vsebnost dihidrokapsaicina:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 2, ki prikazuje vsebnost dihidrokapsaicina v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež dihidrokapsaicina glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 35 %, pri konzerviranju v kisu pa za približno 55 %.

Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 60 % dihidrokapsaicina, pri vlaganju pa približno 80 %.

'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 35 %), pri konzerviranju s kisom pa približno 40 % več dihidrokapsaicina glede na vrednost v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je največ dihidrokapsaicina v svežih plodovih pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown'). Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu, za te dve sorti **POTRDIMO***. Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost dihidrokapsaicina v svežih plodovih manjša kot pri plodovih konzerviranih s kisom, torej to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown') je vsebnost dihidrokapsaicina najmanjša pri konzerviranju v kisu, pri 'Aribibi gusano' pa je najmanjša vsebnost dihidrokapsaicina v posušenih plodovih. Torej lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi, **POTRDIMO*** pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown'), za sorto 'Aribibi gusano' pa to hipotezo **OVRŽEMO**.

Tako kot pri kapsaicinu tudi pri dihidrokapsaicinu opažamo podoben trend padanja vrednosti pri obdelavi plodov z višjo temperaturo (največja vsebnost je bila v svežih plodovih, najmanjša

pri plodovih konzerviranih v kisu). Pri daljšem sušenju pri temperaturi višji od 65 °C se začnejo izgubljati nekatere snovi v plodu čilija, kot je dihidrokapsaicin (Reis in sod., 2013).

Po pričakovanjih so rezultati pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown') v skladu s hipotezo, saj se z obdelavo plodov pri višjih temperaturah vsebnost dihidrokapsaicina izgublja.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost dihidrokapsaicina višja pri konzerviranju v kisu kot pri sušenih in svežih plodovih. Takega rezultata nismo pričakovali. Tudi v tem primeru ni jasno, zakaj je vsebnost dihidrokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' višja pri plodovih, konzerviranih v kisu, kot pri sušenih in sploh pri svežih plodovih. Odgovor bi morda lahko iskali v morebitnih razlikah med samimi plodovi različnih sort, npr. v debelini perikarpa, ki bi lahko vplival na hitrost prodiranja kisa v plod. Vsekakor je opaziti fenomen nastajanja določenega kapsaicinoida po tem, ko plod konzerviramo v kisu, kar pa velja samo za sorto 'Aribibi gusano'. Odgovor na to vprašanje bi morda lahko iskali v posebnosti omenjene sorte, tako v obliki plodov kot tudi v presnovnih posebnostih te sorte.

B) Glede na sorto

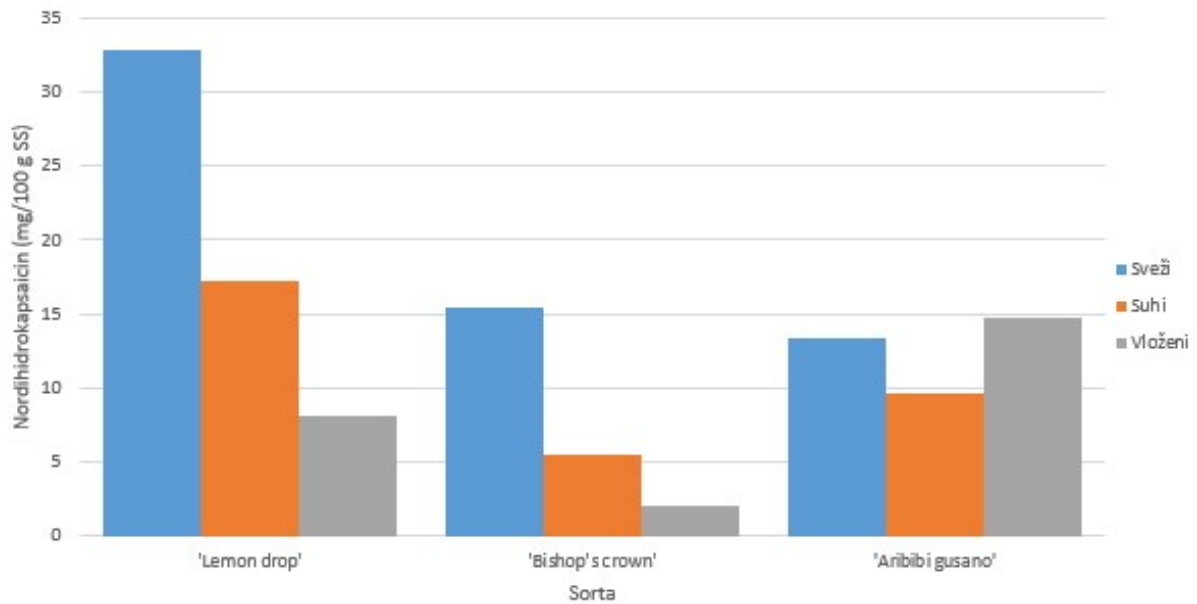
Če primerjamo vsebnost dihidrokapsaicina med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ dihidrokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (322,8 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (287,2 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (160,7 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost dihidrokapsaicina med različnimi sortami pri suhih plodovih, ugotovimo, da je največ dihidrokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (207,0 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (184,8 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (64,7 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost dihidrokapsaicina med različnimi sortami pri konzerviranju s kisom v plodovih, ugotovimo, da je največ dihidrokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (447,4 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (131,2 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (36,0 mg/100 g SS).

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost dihidrokapsaicina največja pri vseh načinih obdelave. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti, POTRDIMO.*

4.3 Nordihidrokapisaicin



Graf 3: Vsebnost nordihidrokapisaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.

Vsebnost nordihidrokapisaicina:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 3, ki prikazuje vsebnost nordihidrokapisaicina v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež nordihidrokapisaicina glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 45 %, pri konzerviranju v kisu pa za približno 75 %. Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 65 % nordihidrokapisaicina, pri vlaganju pa približno 85 %.

'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 30 %). Pri konzerviranju s kisom pa je imela približno 10 % več nordihidrokapisaicina glede na vrednost v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je največ nordihidrokapisaicina v svežih plodovih pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown'). Zato lahko hipotezo, pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu, **POTRDIMO** za dve sorti. Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost nordihidrokapisaicina v svežih plodovih manjša kot pri plodovih konzerviranih v kisu, torej to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown') je vsebnost nordihidrokapisaicina najmanjša pri konzerviranju v kisu, pri sorti 'Aribibi gusano' pa je najmanjša vsebnost nordihidrokapisaicina v posušenih plodovih. Torej lahko hipotezo, pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi, **POTRDIMO** pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown'), za sorto 'Aribibi gusano' pa to hipotezo **OVRŽEMO**.

Podatkov o vplivu temperature na nordihidrokapisaicin sicer nimamo, lahko pa na podlagi rezultatov sklepamo, da vsebnost pada zaradi višanja temperature.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost nordihidrokapisaicina višja pri konzerviranju v kisu kot pri sušenih plodovih. Takega rezultata nismo pričakovali. Tudi tukaj gre za podoben problem, kakor pri prvih dveh vrstah kapsaicinoidov, zato bi bile potrebne nadaljnje raziskave.

B) Glede na sorto

Če primerjamo vsebnost nordihidrokapisaicina med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ nordihidrokapisaicina pri sorti 'Lemon drop' (32,8 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Bishop's crown' (15,5 mg/100 g SS) in najmanj pri 'Aribibi gusano' (13,4 mg/100 g SS).

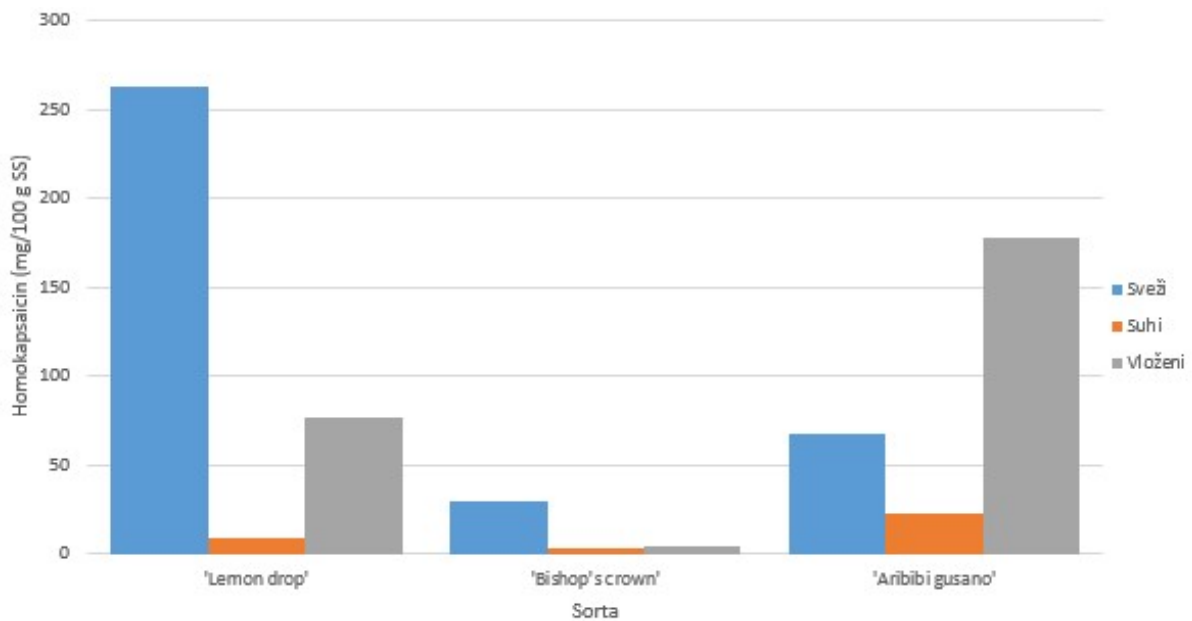
Če primerjamo vsebnost nordihidrokapisaicina med različnimi sortami pri sušenih plodovih, ugotovimo, da je največ nordihidrokapisaicina pri sorti 'Lemon drop' (17,3 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Aribibi gusano' (9,6 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (5,4 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost nordihidrokapisaicina med različnimi sortami pri konzerviranju s kisom v plodovih, ugotovimo, da je največ nordihidrokapisaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (14,7 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (8,2 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (2,0 mg/100 g SS).

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost nordihidrokapisaicina največja pri enem načinu obdelave. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti*, pri sušenih in neobdelanih plodovih **OVRŽEMO** in pri plodovih konzerviranih v kisu **POTRDIMO**.

Ti rezultati kažejo na to, da je kljub, v povprečju višjim vrednostim skupnih kapsaicinoidov pri določeni sorti (v našem primeru sorti 'Aribibi gusano'), lahko vsebnost določene vrste kapsaicinoidov (nordihidrokapisaicina) manjša kot pri drugih sortah.

4.4 Homokapsaicin



Graf 4: Vsebnost homokapsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.

Vsebnost homokapsaicina:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 4, ki prikazuje vsebnost homokapsaicina v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež homokapsaicina glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 97 %, pri konzerviranju v kisu pa za približno 70 %.

Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 90 % homokapsaicina, pri vlaganju pa je izguba približno 85 %.

Sorta 'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 65 %), pri konzerviranju s kisom pa je bila za približno 170 % večja vsebnost glede na homokapsaicin v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je največ homokapsaicina v svežih plodovih pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown'). Torej lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu*, pri dveh sortah **POTRDIMO**. Pri sorti 'Aribibi gusano' pa je vsebnost homokapsaicina v svežih plodovih manjša kot pri plodovih konzerviranih v kisu in tako to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown') je vsebnost homokapsaicina najmanjša pri plodovih konzerviranih v kisu, zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi*, za dve sorti **POTRDIMO**. Pri sorti 'Aribibi gusano' pa je najmanjša vsebnost homokapsaicina v posušenih plodovih, zato to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost homokapsaicina višja pri plodovih konzerviranih v kisu kot pri sušenih plodovih. Takega rezultata nismo pričakovali. Tudi tukaj gre za podoben problem kot pri prvih dveh kapsaicinoidih, zato bi bile potrebne nadaljnje raziskave.

B) Glede na sorto

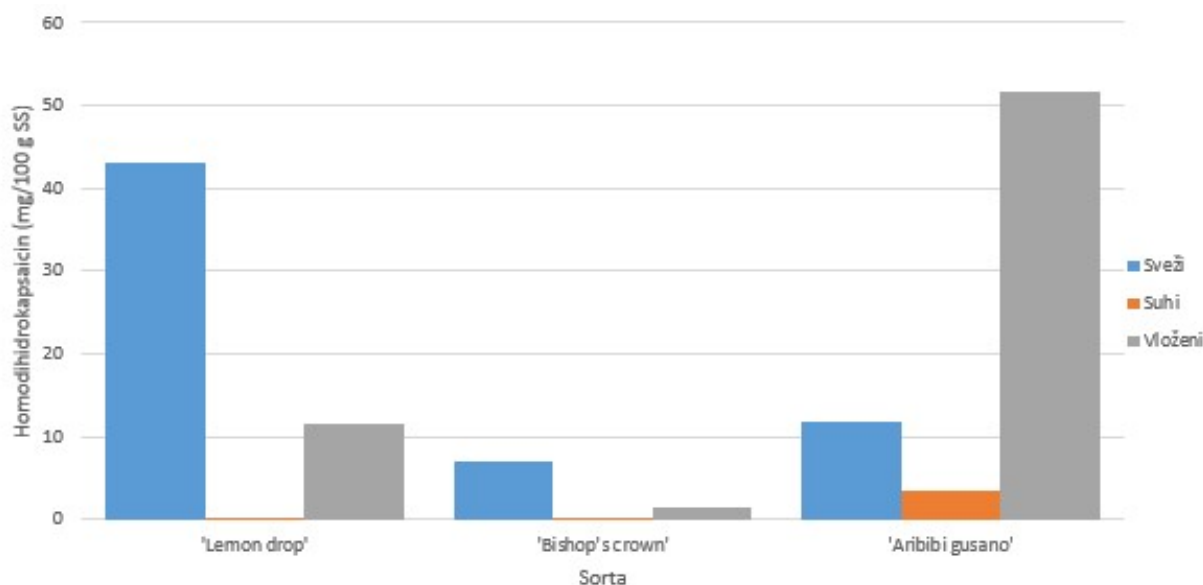
Če primerjamo vsebnost homokapsaicina med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ homokapsaicina pri sorti 'Lemon drop' (262,8 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Aribibi gusano' (66,8 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (28,9 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost homokapsaicina med različnimi sortami pri suhih plodovih, ugotovimo, da je največ homokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (22,1 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (8,5 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (2,6 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost homokapsaicina med različnimi sortami pri plodovih konzerviranih v kisu, ugotovimo, da je največ homokapsaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (177,2 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (76,1 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (4,5 mg/100 g SS).

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost homokapsaicina največja pri plodovih konzerviranih v kisu. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti*, pri svežih plodovih **OVRŽEMO** in **POTRDIMO** pri sušenih plodovih ter plodovih konzerviranih v kisu.

4.5 Homodihidrokaptsaicin



Graf 5: Vsebnost homodihidrokaptsaicina v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čiljev.

Vsebnost homodihidrokaptsaicina:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 5, ki prikazuje vsebnost homodihidrokaptsaicina v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež homodihidrokaptsaicina glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 99 %, pri plodovih konzerviranih v kisu pa za približno 75 %.

Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 95 % homodihidrokapisaicina, pri vlaganju pa približno 75 %.

Sorta 'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 70 %). Pri plodovih konzerviranih v kisu pa je približno 330 % več homodihidrokapisaicina glede na vrednost v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je največ homodihidrokapisaicina v svežih plodovih pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown'). Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu*, za ti dve sorti **POTRDIMO**. Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost homodihidrokapisaicina v svežih plodovih manjša kot pri plodovih konzerviranih v kisu in tako to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri vseh treh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown' in 'Aribibi gusano') je vsebnost homodihidrokapisaicina najmanjša pri sušenju, zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi*, **OVRŽEMO**.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost homodihidrokapisaicina višja pri konzerviranju v kisu kot pri svežih plodovih. Takega rezultata nismo pričakovali. Tudi tukaj gre za podoben problem, kakor pri prvih dveh vrstah kapsaicinoidov, zato bi bile potrebne nadaljnje raziskave.

B) Glede na sorto

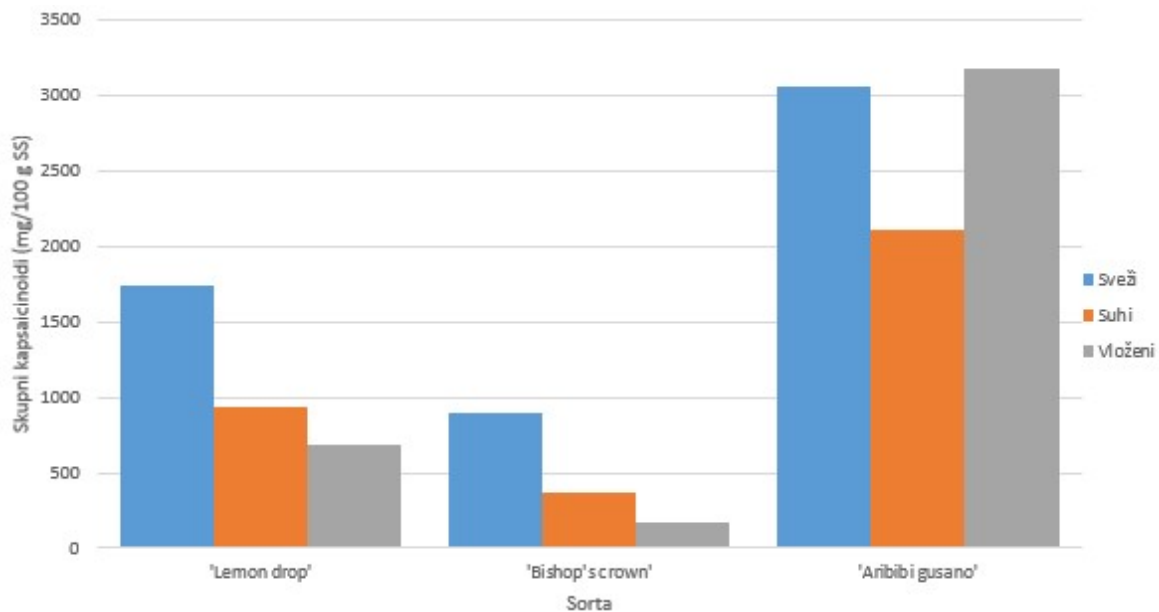
Če primerjamo vsebnost homodihidrokapisaicina med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ homodihidrokapisaicina pri sorti 'Lemon drop' (43,1 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Aribibi gusano' (11,9 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (7,0 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost homodihidrokapisaicina med različnimi sortami pri suhih plodovih, ugotovimo, da je največ homodihidrokapisaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (3,4 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Bishop's crown' (0,3 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Lemon drop' (0,2 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost homodihidrokapisaicina med različnimi sortami pri plodovih konzerviranih v kisu, ugotovimo, da je največ homodihidrokapisaicina pri sorti 'Aribibi gusano' (51,7 mg/100 g SS), manj pri sorti 'Lemon drop' (11,6 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (1,6 mg/100 g SS).

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost homodihidrokapisaicina največja pri sušenih plodovih in plodovih konzerviranih v kisu. Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti*, pri neobdelanih plodovih **OVRŽEMO** in pri konzerviranju s kisom ter sušenih plodovih **POTRDIMO**.

4.6 Skupni kapsaicinoidi



Graf 6: Vsebnost skupnih kapsaicinoidov v mg/100 g SS v odvisnosti od načina obdelave plodov različnih sort čilijev.

Vsebnost kapsaicinoidov:

A) Glede na način obdelave plodov

Z grafa 6, ki prikazuje vsebnost vseh analiziranih kapsaicinoidov v plodovih različnih sort, je razvidno, da je pri sorti 'Lemon drop' delež kapsaicinoidov glede na sveže plodove pri sušenju padel za okoli 45 %, pri konzerviranju v kisu pa za približno 60 %. Sorta 'Bishop's crown' je s sušenjem izgubila okoli 60 % kapsaicinoidov, pri vlaganju pa približno 80 %.

Sorta 'Aribibi gusano' je imela največjo izgubo pri sušenju (okoli 30 %). Pri konzerviranju s kisom pa približno 5 % več kapsaicinoidov glede na vrednost v svežih plodovih.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je največ kapsaicinoidov v svežih plodovih pri dveh sortah ('Lemon drop' in 'Bishop's crown'). Zato lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu*, **POTRDIMO**. Pri sorti 'Aribibi gusano' je vsebnost kapsaicinoidov v svežih plodovih manjša kot pri konzerviranju s kisom in tako to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown') je vsebnost kapsaicinoidov najmanjša pri konzerviranju v kisu, pri sorti 'Aribibi gusano' pa je najmanjša vsebnost kapsaicinoidov v posušenih plodovih. Torej lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi*, **POTRDIMO** pri dveh sortah ('Lemon drop', 'Bishop's crown'), za sorto 'Aribibi gusano' pa to hipotezo **OVRŽEMO**.

Pri daljšem sušenju pri temperaturi nad 65 °C se začnejo izgubljati nekatere snovi v plodu čilija, kot sta kapsaicin in dihidrokapsaicin (Reis in sod., 2013). Procentualno je v plodovih največ

kapsaicina in dihidrokapsaicina, tako ta dva kapsaicinoida najbolj vplivata na skupne kapsaicinoide.

Pri sorti 'Aribibi gusano' je višja vsebnost dihidrokapsaicina pri konzerviranju v kisu kot pri sušenih in svežih plodovih. Tudi tukaj gre za podoben problem, kakor pri prvih dveh kapsaicinoidih, zato bi bile potrebne nadaljnje raziskave.

B) Glede na sorto

Če primerjamo vsebnost kapsaicinoidov med različnimi sortami pri svežih plodovih, ugotovimo, da je največ kapsaicinoidov pri sorti 'Aribibi gusano' (3050,3 mg/100 g SS), manj pri 'Lemon drop' (1737,1 mg/100 g SS) in najmanj pri sorti 'Bishop's crown' (890,4 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost kapsaicinoidov med različnimi sortami pri sušenih plodovih, ugotovimo, da največ kapsaicinoidov vsebuje sorta 'Aribibi gusano' (2108,2 mg/100 g SS), sledi sorta 'Lemon drop' (934,5 mg/100 g SS), najmanj kapsaicinov pa vsebuje sorta 'Bishop's crown' (372,9 mg/100 g SS).

Če primerjamo vsebnost kapsaicinoidov med različnimi sortami pri konzerviranju s kisom, ugotovimo, da je največ kapsaicinoidov pri sorti 'Aribibi gusano' (3170,2 mg/100 g SS), sledi sorta 'Lemon drop' (684,4 mg/100 g SS), najmanj kapsaicinov pa vsebuje sorta 'Bishop's crown' (175,0 mg/100 g SS).

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je pri sorti 'Aribibi gusano' vsebnost skupnih kapsaicinoidov največja pri vseh načinih obdelave. Torej lahko hipotezo, *pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti, POTRDIMO.*

Kljub temu da ima sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost skupnih kapsaicinoidov, pa to ne velja za vse posamezne analizirane kapsaicinoide, saj je vsebnost homokapsaicina in homodihidrokapsaicina pri tej sorti manjša v primerjavi s sorto 'Lemon drop'.

4.7 SHU

Preglednica 3: SHU pri različnih sortah in obdelavah plodov čilijev.

NAČIN OBDELAVE	SORTA		
	'Bishop's crown'	'Lemon drop'	'Aribibi gusano'
Sveži	14.335	27.966	49.110
Suhi	6.003	15.046	33.941
Vloženi	2.817	11.019	51.040

Če pogledamo rezultate v SHU, so naši rezultati v skladu s pričakovanji, saj nekateri viri navajajo, da je sorta 'Aribibi gusano', ki spada v vrsto *C. chinense*, sorta z največjo vsebnostjo kapsaicinoidov v primerjavi z vrsto *C. baccatum*, kamor spadata sorti 'Lemon drop' in 'Bishop's crown'. 'Aribibi gusano' naj bi imel po nekaterih virih (Aribibi gusano, b. d.) okoli 200.000 SHU, 'Lemon drop' približno od 15.000 do 30.000 SHU (Lemon drop, b. d.) in 'Bishop's crown' okoli

5.000 SHU (Rizzi, Tebon, 2012). Naši rezultati (Preglednica 3) kažejo podobne vrednosti kot smo jih našli na spletu.

Najbolj pekoči plodovi so bili plodovi sorte 'Aribibi gusano', sledita sorti 'Lemon drop' in 'Bishop's crown'. SHU smo izračunali z naslednjo enačbo: $SHU = (\text{kapsaicin (mg/100 g SS)} + \text{dihidro-kapsaicin (mg/100 g SS)} + \text{nordihidro-kapsaicin (mg/100 g SS)} + \text{homokapsaicin (mg/100 g SS)} + \text{homodihidro-kapsaicin (mg/100 g SS)}) \times 16,1$. Največjo vrednost so imeli plodovi 'Aribibi gusano', konzervirani v kisu (51.040 SHU), najmanj pa plodovi 'Bishop's crown', prav tako konzervirani v kisu.

5 ZAKLJUČEK

Z našim poskusom smo ugotovili, da vsebnost kapsaicinoidov v večini primerov pada v odvisnosti od načina obdelave plodov. Izjema je sorta 'Aribibi gusano'. Zanja velja, da se pri konzerviranju v kisu vsebnost posameznih in skupnih kapsaicinoidov poveča. Pri 'Bishop's crown' in 'Lemon drop' je vsebnost kapsaicinoidov najmanjša pri konzerviranih plodovih v kisu, najvišja pa pri svežih plodovih. Ugotovili smo tudi, da med sortami pričakovano obstajajo razlike v vsebnosti kapsaicinoidov, vendar se je pokazalo tudi, da se vrste razlikujejo po vsebnosti posameznih kapsaicinoidov. Sorta 'Aribibi gusano', ki ima največjo vsebnost skupnih kapsaicinoidov, ima npr. manjšo vsebnost nordihidrokapisaicina v primerjavi z obema drugima sortama v svežih plodovih. To razmerje med posameznimi kapsaicinoidi pri določeni sorti bi lahko preučevali z nadaljnjimi raziskavami.

Na začetku smo si postavili naslednje hipoteze:

- Pričakujemo, da bo v svežih plodovih vsebnost vseh analiziranih vrst kapsaicinoidov največja v primerjavi s sušenimi plodovi in plodovi, ki jih bomo konzervirali v kisu, smo s poskusi hipotezo pri:
 - 'Lemon drop' za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,
 - nordihidrokapisaicin – potrdili,
 - homokapsaicin – potrdili,
 - homodihidrokapisaicin – potrdili,
 - skupne kapsaicinoide – potrdili
 - 'Bishop's crown' za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,
 - nordihidrokapisaicin – potrdili,
 - homokapsaicin – potrdili,
 - homodihidrokapisaicin – potrdili,
 - skupne kapsaicinoide – potrdili,
 - 'Aribibi gusano' za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – ovrgli,
 - nordihidrokapisaicin – ovrgli,
 - homokapsaicin – ovrgli,
 - homodihidrokapisaicin – ovrgli,
 - skupne kapsaicinoide – ovrgli.

- Pričakujemo, da bo v plodovih, ki jih bomo konzervirali v kisu, vsebnost kapsaicinoidov najmanjša v primerjavi s sušenimi in svežimi plodovi, smo s poskusi hipotezo pri:
 - 'Lemon drop' za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,
 - nordihidro-kapsaicin – potrdili,
 - homokapsaicin – potrdili,
 - homodihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - skupni kapsaicinoidi – potrdili.
 - 'Bishop's crown' za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,
 - nordihidro-kapsaicin – potrdili,
 - homokapsaicin – potrdili,
 - homodihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - skupne kapsaicinoide – potrdili.
 - 'Aribibi gusano' za:
 - kapsaicin – ovrgli,
 - dihidrokapsaicin – ovrgli,
 - nordihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - homokapsaicin – ovrgli,
 - homodihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - skupne kapsaicinoide – ovrgli.
- Pričakujemo, da bo imela sorta 'Aribibi gusano' največjo vsebnost kapsaicinoidov pri vseh načinih obdelave plodov glede na ostali dve sorti, smo s poskusi hipotezo pri:
 - neobdelanih plodovih za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,
 - nordihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - homokapsaicin – ovrgli,
 - homodihidro-kapsaicin – ovrgli,
 - skupne kapsaicinoide – potrdili.
 - posušenih plodovih za:
 - kapsaicin – potrdili,
 - dihidrokapsaicin – potrdili,

- nordihidrokapšaicin – ovrđli,
- homokapšaicin – potrdili,
- homodihidrokapšaicin – potrdili,
- skupne kapšaicinoide – potrdili,
- plodovih, konzerviranih v kisú, za:
 - kapšaicin – potrdili,
 - dihidrokapšaicin – potrdili,
 - nordihidrokapšaicin – potrdili,
 - homokapšaicin – potrdili,
 - homodihidrokapšaicin – potrdili,
 - skupne kapšaicinoide – potrdili.

Med delom so se nam pojavila vprašanja za nadaljnje raziskovanje:

- Kaj se zgodi s kapšaicinoidi, če na drugačen način obdelamo plodove (konzerviranje v olju, alkoholu, predelava čilijev v omake itd.)?
- Kako se odzovejo druge vrste in sorte na takšno obdelavo?
- Kateri so razlogi za višjo vsebnost kapšaicinoidov po obdelavi plodov (konzerviranje v kisú) v primerjavi s svežimi plodovi?
- Kakšna je vsebnost kapšaicinoidov v kisú, v katerem so bili plodovi konzervirani?

6 VIRI IN LITERATURA

- Carman, T. (2012). *Should you wear gloves while handling peppers?* Pridobljeno 3. 1. 2021 s https://www.washingtonpost.com/blogs/all-we-can-eat/post/should-you-wear-gloves-while-handling-hot-peppers/2012/10/30/de6134b2-22d7-11e2-ac85-e669876c6a24_blog.html.
- X. Luo, J. Peng in Y. Li (2011). Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *European Journal of Pharmacology*, 650(1), 1–7. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2010.09.074>.
- V. Spínola, B. Mendes, J. S. Câmara, P. C. Castilho (2013). Effect of time and temperature on vitamin C stability in horticultural extracts. UHPLC-PDA vs iodometric titration as analytical methods. *LWT – Food Science and Technology*, 50 (2), 489–495. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.020>.
- Tirado-Lee, L. (16. julij 2014). This is your brain on capsaicin [Objava v spletnem dnevniku]. Pridobljeno 2. 1. 2021 s <https://helix.northwestern.edu/blog/2014/07/your-brain-capsaicin>
- Zamljen, T. (2019). Vpliv namakanja na pridelek in vsebnost primarnih ter sekundarnih metabolitov pri vrstah čilija *Capsicum annum* L. in *Capsicum chinense* Jacq. (Magistrska naloga). Pridobljeno s COBISS+. (COBBIS_ID: 9285753).
- Barboza, G. E., Carrizo García, C., Scaldaferrero, M., Bohs, L. (2020). An amazing new *Capsicum* (Solanaceae) species from the Andean-Amazonian Piedmont. *PhytoKeys*, 167 (2), 13–29. [10.3897/phytokeys.167.57751](https://doi.org/10.3897/phytokeys.167.57751).
- Rizi, N., Tebon, S., (2012). *Wilbur Lincoln Scoville (1865–1942)*. Pridobljeno 31. 1. 2021 s <http://www.chileplanet.eu/scoville-heat-Units-it.html>
- Novak, K., Rautar, A., (2020). Pridobivanje ekstraktov čilija in blaženje pekočine (Raziskovalna naloga). Pridobljeno od avtorjev prek zasebne komunikacije.
- Ratajč, T. (2020). Ekstrakcija in karakterizacija nepolarnih komponent iz *Capsicum chinense* (Diplomska naloga). Pridobljeno s COBISS+. (COBISS.SI-ID - 32181251).
- Likar, M. (2016). VPLIV TEHNOLOGIJE PRIDELOVANJA NA IZBRANE KAKOVOSTNE PARAMETRE PRI PAPIRIKI (*Capsicum annum* L.) (Diplomska naloga). Pridobljeno s COBISS+. (COBISS-ID - 8548985).
- R. C. Reis, V. C. Castro, I. A. Devilla, C. A. Oliveira, L. S. Barbosa and R. Rodvalho (2013). Effect of drying temperature on the nutritional and antioxidant qualities of cumari peppers from par  (*Capsicum chinense* Jacqui). *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30 (20), 337–343. Pridobljeno s [10.1590/S0104-66322013000200011](https://doi.org/10.1590/S0104-66322013000200011).
- Giuffrida D., Dugo P., Torre G., Bignardi C., Cavazza A., Corradini C., Dugo G. 2013. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*, 140: 794–802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.060>.
- Konzerviranje  ivil doma. (3. 9. 2015). Pridobljeno 23. 2. 2021 s <https://www.nijz.si/sl/konzerviranje-zivil-doma>

- Aribibi gusano. (b. d.). Na *pepperfriends.org/dbpf*. Pridobljeno 24. februar 2021 s https://www.pepperfriends.org/dbpf/aribibi-gusano_001.asp
- Lemon drop. (b. d.). Na *pepperfriends.org/dbpf*. Pridobljeno 24. februar 2021 s https://www.pepperfriends.org/dbpf/hot-lemon_001.asp
- Bishop's crown. (b. d.). Na *pepperfriends.org/dbpf*. Pridobljeno 24. februar 2021 s https://www.pepperfriends.org/dbpf/rocotillo_001.asp
- PubChem. 2021. Dihydrocapsaicin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/107982> (24. februar 2021).
- PubChem. 2021. Capsaicin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1548943> (24. februar 2021).
- PubChem. 2021. Homocapsaicin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6442566> (24. februar 2021).
- PubChem. 2021. Nordihydrocapsaicin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/168836> (24. februar 2021).
- PubChem. 2021. Homodihydrocapsaicin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3084336> (24. februar 2021).
- Zamljen T., Hudina M., Jakopič J., Veberič R., Slatnar A. (2021). Influence of intra and inter species variation in chilies (*Capsicum* spp.) on metabolite composition of three fruit segments. *Scientific Reports*. Doi: 10.1038/s41598-021-84458-5.