



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ - БИТОЛА
ФАКУЛТЕТ ЗА БИОТЕХНИЧКИ НАУКИ - БИТОЛА



ТЕХНОЛОГИЈА И БЕЗБЕДНОСТ НА ПРЕХРАНБЕНИ ПРОИЗВОДИ

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДГЛЕДУВАЊЕ МАСЛЕНА ТИКВА
(Cucurbita Pepo L.) И ПРИМЕНА НА СЕМЕТО ВО
ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ**

ДОКТОРСКИ ПРОЕКТ

м-р АРТАН ГАШИ

Кандидат

М-р Артан Гаши

Досие бр. 22

Ментор

Проф. Д-р Живко Јанкулоски

БИТОЛА, 2024

Содржина

Апстракт.....	3
1. Вовед	4
2. Преглед на литература.....	4
2.1. Технологија на масло од семе на маслена тиква	5
3.1. Физичко-хемиски методи.....	10
3.2. Статистички методи	10
4. Резултати и дискусија	11
4.1. Мерења на морфолошките својства на маслото од тиква по жетвата.....	11
4.1.1. Следење на густината и вискозноста.....	12
4.1.2. Следење на конјугирани диени и триени (апсорбанса K_{232} и K_{270})	13
4.1.3. Следење на пероксиден и јоден број.....	14
4.1.4. Профил на масни киселини - гасна хроматографија.....	16
4.2. Формирање на мешано масло од риба со додадено масло од семе од тиква.....	20
5. Заклучоци	20
Користена литература	22

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДГЛЕДУВАЊЕ МАСЛЕНА ТИКВА (*Cucurbita Pepo* L.) И ПРИМЕНА НА СЕМЕТО ВО ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ

Артан Гаши

Универзитет Св. Климент Охридски, Република Северна Македонија

0009-0004-1734-8051

agashi02@hotmail.com

Живко Јанкулоски

Универзитет Св. Климент Охридски, Република Северна Македонија

0009-0005-9603-4647

jankuloskiz@yahoo.com

Апстракт

Граѓаните веќе се свесни дека растителните масла содржат есенцијални соединенија, како што се некои незаситени масни киселини, но и ефектот што произлегува од минорните соединенија кои и во ниска концентрација играат клучна улога, како што се полифеноли, каротеноиди, антиоксидативни и биоактивни соединенија кои може да бидат зачувани само доколку маслата се добиени при ладно цедење затоа што рафинирањето би предизвикало губење на сите хранливи вредности. Според тоа, најдобро е кога маслото се добива исклучиво од семиња со обично механичко пресување, а потоа по потреба се прави седиментација, но никако не смее да се применува рафинирање. Овој труд ја обработува технологијата на одгледување, а посебен акцент му дава на методот на печење, од кој произлегува дека најдобрите примероци со највисока стабилност на масло се примероците печени на температура од 90 до 110 °C. Растот на стабилноста нуди и подолг рок на употреба, но и растење на формирани антиоксидантни соединенија кои влијаат врз оваа стабилност, а, исто така, овие соединенија играат улога при подобрување на квалитативниот и здравствениот состав на маслото.

Покрај ова, печеното масло од тиква се применува и во други прехранбени продукти, како на пример во масло од риба, при што ја зајакнува липидната стабилност, но и ги збогатува нутритивните вредности. Исто така, печеното масло од тиква се употребува и при правењето тврдо сирење, каде што придонесува за зајакнување на стабилноста на производот.

Врз основа на сите добиени резултати во овој докторски труд, може да се потврди дека технологијата на одгледување на овој вид тиква е со многу придобивки - за добивање семе и цедено масло. Процесот на печење на семето нуди огромна придобивка за добивање финално квалитетно масло. Покрај ова, додавањето вакво печено масло во храната е ефикасна и безбедна постапка со која се збогатува квалитетот на храната и се продолжува нејзиниот рок на употреба. Овие резултати ќе придонесат за едукација на јавноста околу огромните можности да се комбинираат природните земјоделски ресурси и научните знаења на оваа постапка.

Клучни зборови: семе од тиква, термичка стабилност, инфрацрвена-спектроскопија, гасна хроматографија.

1. Вовед

Тиквата е растение кое припаѓа на родот *Cucurbita* и фамилијата *Cucurbitaceae*, која е една од најголемите фамилии во растителното царство, има пет главни родови: *Cucurbitaceae Citrullus* (лубеници), *Cucurbitaceae Cucumis* (краставици и дињи), *Cucurbitaceae Lagenaria* (тикви), *Cucurbitaceae Sechium* и *Cucurbitaceae*. Ачилону (Achilonu et al., 2018) Родот *C. Cucurbita*, економски најзначајниот вид, вклучува пет вида: *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. ficifolia* и *C. turbaniformis*. Оваа сорта на тиква се нарекува *Cucurbita pepo subsp. pepo var. штаерска*, а настанала со случајна природна мутација која довела до извонредни морфолошки промени на градбата на семето. Оваа мутација, која е резултат на еден рецесивен ген, доведе до многу тенок надворешен слој (голи или семиња без лушпи), што во голема мера го олеснува производството на масло и, исто така, доведува до неговата темнозелена боја.

Во овие семиња се намалува количеството на лигнин и целулоза во ткивата на хиподермисот, склеренхимот и паренхимот на обвивката на семето. За време на развојот на семето, првично сите ткивни слоеви се целосно формирани и кај дивиот тип и кај мутантот. Кај зрелите обезлупени семиња, епидермисот колабира и заедно со намалувањето на содржината на лигнин и целулоза резултира со хартиена тенка и речиси просирна обвивка од семето Гохари Ардабили (Gohari Ardabili et al., 2011).

Целта на овој труд е да го објани технолошкиот процес на одгледување на овој вид на тиква од сееење, па се до жетва а потоа начинот на добивање на масло од семе со детално истражување на најдобрите услови за печење на семето.

Следниот истрачувачки цел е пратење на стабилноста на самото масло пред и после различниот начин на печење на семето, со што јасно се карактеризира кое е најдобро печење односно кое добиено масло е најдобро.

Ова добиено масло во најдобри печени услови потоа ќе се применува како адитив кое ќе влијае врз квалитетот, стабилноста на прехранбениот производ.

Печените семиња се посолуваат и се консумираат како закуска. Сепак, мнозинството од земјоделците во сливот на езерото Викторија на Кенија, Уганда и Танзанија ги имаат тиквите како приоритетна храна и комерцијална култура и во голема мера ги користат за домашна потрошувачка. Додека потеклото на оваа култура е од Африка, во Европа се јавува во првата половина на 19 век; Австрија е позната и како регионот на зелено злато, но се јавува и во одредени делови од соседните регионални држави како што се Хрватска, Словенија и Унгарија (Фрувирт- Fruhwirth & Херметер- Hermetter, 2007).

Во семките од тиква (*Cucurbita Pepo L*) се анализирани различни минерали, а нивните концентрации зависат не само од условите на културата, туку и од линијата на размножување. Содржината на калиум, магнезиум, калциум и натриум е 16,9, 45,3, 16,4 и 20,6 mg/kg соодветно во маслата од тиква Циндриќ (Cindric et al., 2007). Утврдено е дека вкупната содржина на фосфор во семките од тиква од Штаер е околу 211 mg/g. Утврдено е дека содржината на јод во семките од тиква од Штаер се движи помеѓу 5 и 13 ng/g. Јодот беше слабо задржан во остатоците од кршење (7-32 ng/g суви семиња) и беше пронајден во соодветните масла од семки од тиква во концентрации помеѓу 2 и 3 ng/g масло. Така, семето од тиква од Штаер е умерен извор на јод и може да помогне да се зголеми внесот на јод во регионите со недостиг на јод. Крефт (Kreft et al., 2002).

2. Преглед на литература

Семето на *Cucurbita Pepo L* содржи пигменти; главно протохлорофили во највнатрешниот слој на хлоренхимот Тепнер (Terpner, 2000). Идентификуваните зелени пигменти се состојат од четири различни естри на протохлорофилид и протофеофорбид,

соодветно. Хлорофилите не се формираат во плодот бидејќи целосната синтеза бара реакција индуцирана од светлина Мукайда(Mukaida et al., 1993). Висококвалитетното масло од семки од тиква од Штаер е извлечено од зелените семиња без лушпа и има темно зелена боја, а истовремено покажува флуоресценција од портокалова до црвена боја. Зелената боја и црвеникавата флуоресценција на маслото се должат на различни соединенија од типот на тетрапирол, како што се протохлорофил (а и б) и протофеофитин (а и б); вториот е протохлорофил на кој му недостига јон на магнезиум. Овие соединенија се наоѓаат во ткивата, на внатрешниот слој на семето на *Cucurbita pepo*, но се внесуваат во маслото само за време на производството на масла од семки од тиква од мутанти со недоволно развиен надворешен слој. Покрај зелената боја, во маслото од семки од тиква има и други жолти пигменти. Тие се каротеноиди, а лутеинот е доминантна компонента. Кога ќе се распадне маслото од семки од тиква, на пр., под влијание на сончева светлина и оксидација, интензивните зелени пигменти се уништуваат. Ова исчезнување на зелените пигменти се користи како критериум за брза и едноставна оптичка контрола на квалитетот на маслата од семки од тиква (Фрувирт-Fruhwith & Херметер-Hermetter, 2007).

Преостанатата содржина на семето по пресување ги содржи сите материи што не се растворливи во масло (влакна, протеини и јаглехидрати). Друга група на потенцијално физиолошки активни супстанции се лигнаните, особено секоизоларицирезинолот. Концентрацијата во семето беше одредена на 3,8 µg/g. Сепак, секоизоларицирезинолот се уништува за време на процесот на печење. Мурковиќ(Murkovic et al., 2004).

2.1. Технологија на масло од семе на маслена тиква

Маслото од семки од тиква (*Cucurbita pepo* L.) е посебен производ на јужниот регион на Австрија. За производство на маслото, пред постапката на пресување, семето се пече на температура до 130 °C, што доведува до формирање на типична печена арома (Зигмунд-Siegmund & Мурковиќ-Murkovic, 2004).

Семките од тиква имаат интересни органолептички својства и се богати со биоактивни материи. Тие се високоенергетски извор на различни биолошки компоненти, како што се протеини, масла, јаглехидрати, елементи во траги и витамини и се конзумираат како тиква за храна или како извор на растително масло во многу култури низ светот (Петкова-Petkova & Антова-Antova, 2015). Семињата се уникатно ароматизирани со вкус на јаткасти плодови и се јадат и печени и солени во делови од Канада, Мексико, САД, Европа и Кина. Покрај тоа, семките, богати со масло и цинк, може да се јадат сирови, печени, прашести или подмачкани и да се користат во готвењето или во салати Пател(Patel, 2013).

Производството на масло од семки од тиква бара печење на пресувани семки од тиква. Генерално, температурите повисоки од 100 °C се применуваат на кратки периоди за да се нарушат клеточните ѕидови на семињата и да се денатурираат протеините, што е неопходно за ослободување на маслото (Гфререр-Gfrerer & Ланкмајр-Lankmayr, 2003). За процесот на печење, како суштински процес за добивање на неопходните хемиски промени на маслото од семки од тиква, се препорачуваат температури од 90 до 130°C, но максималната антирадикална активност е пријавена на 110 °C.

Семето на *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *штаерска* содржи повеќе од 80% незаситени масни киселини (како дел од триглицеридите), со особено висок процент на полинезаситени масни киселини. Треба да се напомене дека растителните масла содржат од 95 до 97% триглицериди, кои меѓу себе се разликуваат по формата и видот на масните киселини што ги содржат Сидибе(Sidibe et al., 2010).

Многу масни киселини можат да се синтетизираат од луѓето, но постои група есенцијални масни киселини како што се полинезаситените масни киселини (PUFAs), вклучувајќи ги омега-3 (n-3) и омега-6 (n-6) масните киселини. Главните n-3 масни киселини се еикозапентаенонска киселина (EPA, 20:5n-3), докосахексаеноична киселина

(DHA, 22:6n-3) и α -линолеинска киселина (ALA, 18:3n-3). АЛА се смета за матична n-3 масна киселина бидејќи е претходник на ЕРА и ДНА. Другата група есенцијални масни киселини се n-6 масните киселини, кои главно се состојат од линолова киселина (LA, 18:2n-6) и арахидонска киселина (AA, 20:4n-6). Линолеинската киселина се смета за матична n-6 масна киселина и се наоѓа во изобилство во семето на повеќето растенија. Оттука, неопходно е да се добие AA директно од храната, а добри нутритивни извори на AA се животински црн дроб и жолчка од јајце. Иако и n-6 и n-3 масните киселини се индивидуално важни за луѓето, релативната потрошувачка на двете е исто така важна и треба да биде во соодветен сооднос. Се препорачува сооднос на n-6: n-3 масни киселини од 5:1 или помалку како пожелен за намалување на ризикот од многу хронични болести. Односот 4:1 беше поврзан со 70% намалување на вкупната смртност кај пациенти со коронарна срцева болест Рамл(Raml et al., 2005), сооднос 2 - 3:1 намалена ректална клеточна пролиферација кај пациенти со колоректален карцином и потиснато воспаление кај пациенти со ревматоиден артритис Франческони(Francesconi et al., 2002). Затоа се развиени додатоци во исхраната или храна збогатена со n-3 масни киселини (на пр., со додавање рибино масло), како леб и пекарски производи и млеко и млечни производи Шимода(Y. Shimoda et al., 2010). Иако на пазарот се достапни многу видови храна збогатени со n-3 масни киселини, рибите и рибините масла остануваат главен диететски извор на n-3 масни киселини (особено ЕРА и ДНА) од природата.

Содржината на токоферол во маслата се движеше од 27,1 до 75,1 $\mu\text{g/g}$ масло за α -токоферол, од 74,9 до 492,8 $\mu\text{g/g}$ за γ -токоферол и од 35,3 до 1109,7 $\mu\text{g/g}$ за δ -токоферол. Ова значи дека концентрацијата на γ -токоферол е 5 до 10 пати поголема од онаа на α -токоферол. Концентрацијата на β - и δ -токоферол е нормално под онаа на α -токоферолот Стивенсон(Stevenson et al., 2007).

За вадење на маслото се мелат мали гроздови семки (50-100 кг), а пред печење се додава мала количина вода со NaCl до 4%. Потоа семето се пече на температури од 90 до 150 °C 50-60 минути. За време на загревањето, водата испарува, а од семките од тиква се вади ладно цедено масло. Маслото ја дава зелената боја присутна во тенките кори на семињата, која главно се припишува на присуството на протохлорофил Терпнер(Terpner, 2000).

По процесот на печење, содржината на маснотии (сè уште на температура од околу 80 °C) се извлекува со помош на преса. Новоизваденото масло се чува во мали резервоари од не'рѓосувачки челик за да се дозволи таложување на честичките. Без никаков дополнителен третман, маслото се пренесува во шишиња со темно стакло кои може да се чуваат неколку месеци. Останатиот дробен дел, кој ги содржи сите протеини, јаглехидрати и диетални влакна, како и до 14% од преостанатите масти, главно се користи за добиточна храна. Производот е темнозелено масло кое покажува силна црвена флуоресценција (Зигмунд-Siegmund & Мурковиќ-Murkovic, 2004).

Технолошкиот процес на производство на ладно цедено масло од тиква го вклучува следнава постапка:

Непосредно пред обработката, семето се поминува низ магнетно средство за чистење со цел да се отстранат металните делови кои можат да ја оштетат пресата. Масата на семето е целосно исчистена од сите органски и неоргански нечистотии. Потоа исчистените суви семиња, преку корпата за примање, се внесуваат директно во пресата. Пресата истовремено го меле и притиска материјалот, по што доаѓа процесот на екстракција на маслото, кое се собира во садовите за прием и се остава одредено време на собна температура. Маслото потоа се филтрира и се полни во соодветни пакувања. Темни стаклени шишиња со волумен од 250 до 500 ml се најпогодни за масло од тиква (Димиќ-Dimic, E., Радоичиќ-Radoicic J., Лазиќ-Lazic V., 2002; E., 2005).

Процесот на производство на девственото масло од семки од тиква се базира, пред сè, на термички обработени мелени семиња. Според традиционалната австриска технологија за производство на масло од семки од тиква, во мелените семки од тиква се додаваат свежа вода и кујнска сол за да се формира мазна пулпа. Пулпата се пече околу 60 минути на температура од 100 до 130 °C, што предизвикува коагулирани протеини и

промовира подобро раздвојување на липидната фракција со компресија. Покрај тоа, процесот на печење создава типичен вкус во финалниот производ. Под процес на пресување под изотермални услови се подразбираат условите и притисоците кои варираат помеѓу 300 и 600 бари во хидрауличната преса, по што се извлекува маслото, со темноцрвено-зелена боја. Пулпата по пресување содржи значителна количина на масло и може да биде подложена на друго пресување. Но, маслото добиено по второто пресување може да се користи само за производи со послаб квалитет (Фрувирт-Fruhworth & Херметер-Hermetter, 2007, 2008; Зигмунд-Siegmund & Мурковиќ-Murkovic, 2004).

Термичка обработка или печење на пулпата се врши во тава за пржење. Тоа е многу сложен процес во кој настануваат значителни промени во материјалот и на тој начин се овозможува полесно и поцелосно одвојување на маслото при пресување. Важните технолошки ефекти од термичката обработка се: коагулационен протеин, разградување на маслената емулзија во клетките, кинење на клеточните мембрани, намалување на вискозноста на маслото, зголемување на пластичноста на материјалите, деактивирање на термички осетливи ензими. Покрај споменатите промени, особено е важно да се појават сензорните промени и својствата на девственото масло извлечено од зрелата пулпа. Маслото добива арома, мирис и вкус на суви печени семки од тиква. Во малите производствени погони процесот на печење обично се изведува традиционално во отворени садови кои се опремени со миксер и директно се загреваат. Потребно е кратко време да се загрее пулпата на температура од околу 90 до 130 °C Поточник(Potočnik et al., 2018b).

Со појавата на хидрауличните преси можно е да се добијат повисоки притисоци со помош на мали сили, а со воведувањето на пресите со завртки стана возможен континуираниот процес на одвојување на маслото со притискање. Процесот на ладно цедене за вадење масло од семки од тиква се врши со пресување на семките во преса со завртки, а екстра девственото масло се добива со пресување на подготвениот материјал во хидраулични преси.

Сензорниот квалитет на нерафинираните масла ги вклучува следните карактеристики: арома, мирис и вкус, потоа боја и изглед, односно јасност. Сензорните својства на маслото се многу важни за прифатливоста на производот од страна на потрошувачите. Повеќето висококвалитетни масла што се добиваат со ладен притисок, извадени од семето, имаат специфична и пријатна арома со оригиналната суровина. Според Регулативата за квалитет (2006), нерафинираните растителни масла за јадење со индикатор за суровина мора да имаат пријатен вкус и мирис карактеристичен за суровината, без туѓ мирис и без мирис и вкус на расипување. Квалитетните ладно цедени масла имаат луксузна арома и многу пријатен вкус и арома. Меѓутоа, според резултатите од истражувањата на пазарот, за жал, постојат и ладно цедени масла со многу слаби сензорни својства, односно некои масла не се ни прифатливи за непосредна потрошувачка поради нивниот вкус или мирис, кој е некарактеристичен и непријатен Вујасиновиќ(Vujasinovic, 2011).

Во однос на сетилните својства, ладно цеденото и екстра девственото масло од семки од тиква се многу различни. Сензорните карактеристики на мирисот и бојата на ладно цеденото масло се многу специфични и уникатни. Преовладувачката бранова должина на бојата на маслото според системот CIE е 589 nm Туркулов(Turkulov et al., 1998).

Аромата на маслото, а пред сè вкусот, е многу слична на сировата-незрела арома на семките од тиква, без никаква „печечка“ арома. Специфичен е и мирисот на маслото, но е прилично мек, слабо изразен Романиќ(Romanić et al., 2008).

Може да се каже дека моментално недостигаат веродостојни литературни податоци за ароматичните компоненти на ладно цеденото масло од сурови семки од тиква.

За разлика од ладно цеденото, екстра девственото масло од семки од тиква има сосема различни сетилни својства. Екстра девственото масло визуелно се опишува како густа, вискозна, темноцрвено-кафеава течност со портокалово-зелени нијанси Мурковиќ

(Murkovic et al., 2004). Доминантната бранова должина на боја според системот CIE е 595 nm Туркулов(Turkulov et al., n.d.).

Висококвалитетното масло од семето на тиквата од Штаер има темнозелена боја со портокалово-црвена флуоресценција. Зелената боја и црвеникавата флуоресценција се должат на различни соединенија на тетрапирол, како што се протохлорофилот (а и б) и протофеофитинот (а и б), кој е протохлорофил со недостиг на магнезиум јони. Покрај зелената боја, во маслото од семки од тиква се пронајдени жолти пигменти, главно каротеноиди, со лутеин како доминантна компонента (Счоефсч-Schoefs, 2018; Вогел-Vogel, 1977).

Мирисот и вкусот, т.е. аромата на екстра девственото масло е интензивна, пријатна, изразена во зрели семки од тиква. Карактеристичната „зрела“ арома е тесно поврзана со процесот на екстракција на масло, кој вклучува термичка обработка на мелените семиња. Релативно висока температура и одредено време на печење (повеќе од 45 мин.) се неопходни за да се развие карактеристичен и интензивен вкус на маслото. Детално беа анализирани ароматичните компоненти на маслото добиено од зрелите семиња. Утврдено е дека фураните, како што е 2-пентилфуранот, генерално даваат мирис на „печен“ (карамел) Шимода(M. Shimoda et al., 1997).

Одделни ароматични соединенија се формираат за време на деградација на Strecker, оксидација на липиди и реакции на Maillard Рецепи(Rexhepi et al., 2022). Соединенијата одговорни за печениот вкус се алкилирани пиразини и 2-ацетилпироли и бараат температура од најмалку 90 °C.

Токоферолите се најважните липофилни антиоксиданси кои се наоѓаат во семките и маслото од тиква. Биолошката функција на токоферолите, особено α -изомерите, е исклучително важна бидејќи тие покажуваат дејство на витамини во телото. α -токоферол, познат како витамин Е, ги штити незаситените масни киселини од оксидација *in vivo*, т.е. во метаболичкиот процес (Елмадфа-Elmadfa & Вагнер-Wagner, 1977; Камал-Елдин-Kamal-Eldin & Апелквист-Appelqvist, 1996).

Фенолните соединенија се многу распространети производи на секундарниот метаболизам на растенијата. Многу голем број фенолни соединенија, полифеноли, кои според нивната структура варираат многу, од едноставни молекули, како што се супенолните киселини, до високо поликондензирани соединенија, како што се танините. Во својата структура тие содржат ароматичен прстен со една или повеќе хидроксилни групи (Бошкоу-Boskou, 2006; Пиќуриќ-Јовановиќ-Риќуриќ-Јовановиќ & Миловановиќ-Milovanović, 2005).

Антиоксидантната активност на полифенолите се припишува на постоењето на одихидрокси фенолната структура, која има голема способност да формира хелати со метални јони и на тој начин го инхибира формирањето на радикали на кислород. Полифенолите поседуваат антиоксидантна активност за алкил и пероксил радикали и го регенерираат α -токоферолот со намалување на радикалот токоферил. Благодарение на овие својства, полифенолите ја зголемуваат стабилноста на липидите, а во телото стабилноста на липопротеините со мала густина - LDL Вујасиновиќ(Vujasinovic, 2011).

Денешното масло од тиква доби статус на „здрово масло“. Тиквата се користи во традиционалната народна медицина уште од античко време, а во последните децении сè повеќе се тестираат и семките и маслото. Постојат податоци за нивните благотворни својства и позитивното влијание врз низа болести, како што се дијабетес, хипертензија, тумор, висок холестерол и др. Каили(CAILI et al., 2006). Семињата, благодарение на содржината на целулоза, имаат ефект на чистење, т.е. има улога на „чистење“ на организмот, а имаат и диуретично дејство, дејствуваат благотворно. Во зима, кога се конзумираат семки од тиква, благодарение на витамините и минералите, се зголемува отпорноста на организмот на инфекции и се добива ментална свежина и виталност Берени(Berenji, 1999).

Маслото од тиква спаѓа во групата на масла со висока хранлива вредност поради поволниот состав на масни киселини и различни биоактивни компоненти кои покажуваат одредени позитивни ефекти врз човечкото тело дејствувајќи како: антиинфламаторно,

диуретичко, антимикробно, потоа блокирање на слободните радикали, ги ублажува негативните симптоми на бенигна хиперплазија (зголемување) на простатата, има корисен ефект врз кардиоваскуларниот систем и др. (Фрувирт-Fruhworth & Херметер-Hermetter, 2008; Сабо-Sabo et al., 1999).

Се смета дека многу фитостероли и фитостаноли имаат ефект на намалување на холестеролот. Вклучувањето фитостероли во исхраната, според сите пресметки, е исто толку важно за намалување на нивото на холестерол колку што е важно за намалување на внесот на заситени масти. Имајќи предвид дека фитостеролите се присутни и во семките од тиква и во маслото, може да се смета дека овие компоненти заедно со високата содржина на линолеинска киселина можат да покажат позитивни здравствени ефекти кај болести како што е артериосклерозата Фрувирт и Херметер; Остлунд и Лин(Фрувирт-Fruhworth & Херметер-Hermetter, 2008; Остлунд-Ostlund & Лин-Lin, 2006).

Сепак, треба да се забележи дека стабилноста на маслото главно зависи од видот на маслото, односно составот на масните киселини, бидејќи полинезаситените масни киселини оксидираат многу побрзо од мононезаситените и заситените масни киселини Романиќ(Romanić et al., 2008).

Примарните соединенија на оксидација (хидропероксиди и пероксиди), формирани со автооксидација на масла и масти, се испарливи соединенија без вкус и мирис. При понатамошни реакции доаѓа до нивно разградување и формирање на секундарни продукти на оксидација, т.е. карбонилни соединенија (алдехиди, кетони, разни киселини и др.). Квалитетот на маслата и мастите се менува кога се формираат секундарни соединенија кои имаат силен мирис и вкус; во мали концентрации даваат многу силен мирис и непријатен вкус. Секундарните производи на оксидација можат да бидат испарливи (заситени и незаситени алдехиди со мала молекуларна тежина) и неиспарливи и тешко испарливи производи Вујасиновиќ(Vujasinovic, 2011). Вибрациската спектроскопија е, исто така, пријавена како можен метод за одредување на степенот на оксидација на липидите во маслото преку положбата на вибрационите фреквенции и нивните мали поместувања Гуилен и Кабо(Гуилен-Guillén & Кабо-Cabo, 2000).

Според истражувањето на (Фрухвирт-Fruhworth & Херметар-Hermetter, 2008), стабилноста на маслото од семки од тиква од Штаер е главно ограничена од неговата чувствителност на светлина. Оксидирачките процеси предизвикани од светлина може ефикасно да се спречат со чување на производот во темница и на ниски температури. Под оптимални услови на складирање, рокот на траење на маслото од семки од тиква од Штаер е околу 12 месеци. Нејзините зелени пигменти играат ефикасна фотосензибилна улога во оксидацијата на масни киселини предизвикана од светлина. Високата оксидативна чувствителност на маслото од семки од тиква од Штаер главно се должи на високата содржина на незаситени масни киселини. Иако ова масло содржи значителни количини на липофилни и поларни антиоксиданси, тие не се во состојба да ја запрат започнатата радикална верижна реакција. Напротив, одредени изомери на токоферол можат да имаат прооксидативен ефект, особено кога не можат да ги пренесат своите неспарени електрони на помалку реактивни молекули. Кога маслото од семки од тиква, под влијание на сончевата светлина, почнува да се распаѓа оксидативно, брзо ја губи својата боја поради уништување на пигментите и се претвора во мешавина од жолти, скршени липиди Вујасиновиќ(Vujasinovic, 2011).

3. Методи и материјали

Семките од тиква се печеа во електрична печка на 80 °C, 90 °C, 110 °C, 130 °C и 150 °C Поточник(Potočnik et al., 2018a). Ладно цеденото масло од семки од тиква,

непечено и печено, беше добиено со помош на преса (Кочмаксан, KMS10, Измир, Турција) според опишаните процедури Неџерал(Neđeral et al., 2014).

3.1. Физичко-хемиски методи

Анализа на маслото пред и по печење е пратено со следниве хемиски методи на анализа:

Определување масни киселини со гасна хроматографија, естерификација на масните киселини е извршена според официјалниот метод АОАС 996.06, а примероците беа директно инјектирани во GC/FID. Резултатите беа претставени како процент (%) од вкупната масна киселина.

ФТИР-спектроскопија: FTIR спектрите на проучуваните примероци беа добиени со спектрометар Shimadzu FTIR-Iraffinity-1. Мерењата беа применети на спектрален опсег помеѓу 4000 до 1000 cm^{-1} и резолуција 4 cm^{-1} . Капка масло беше поставена на прозорецот CaF_2 и по секое скенирање прозорецот CaF_2 се чистеше со ацетон.

Пероксиден број е одреден според стандардниот метод (АОАС, 1984) и вредноста на пероксидниот број во масло е изразен во mmol/kg .

Пероксиден број во сирење: при одредувањето на пероксидниот број во сирење е применет истиот метод како и во маслото, методот АОАС. Единствена разлика е што првин треба да се направи екстракција на липидите, која е реализирана со помош на (Folch et al., 1957) методот. Пероксидниот број во сирење е изразен во meq/kg .

Јоден број е одреден според методот на (P.R. Singh, D.S. Gupta, 1981).

Киселински број во сирење: Киселинскиот број во сирењето се одредува по постапката опишана од (Воџаниќ R. et al., 2010) и со титрација на киселост според стандардниот АОАС метод кој вклучува мешање на ренданото сирење со вода (40 °C), филтрирање и потоа титрирање на одредена количина на филтратот со 0,1 mol/dm^3 NaOH, користејќи фенолфталеин како индикатор (АОАС Method 920.124, 2007). Титрирачката киселост се изразува како °SH.

Индекси на конјугација K232 и K270: Одредувањето на конјугираните диени и триени е направено директно во примерокот од масло само со растворање во безводен циклохексан во концентрација од 1%, а апсорпцијата беше измерена со спектрофотометар UV-VIS (на 232 nm и 270 nm) (Besbes et al., 2004).

Одредување густина и вискозност: Густината беше измерена со пикнометар користејќи 10 ml примерок на 25 °C. Вискозноста беше измерена со помош на Ostwald вискозиметар ASTMAD 445 England пред загревањето и по секој циклус на време на загревање.

3.2. Статистички методи

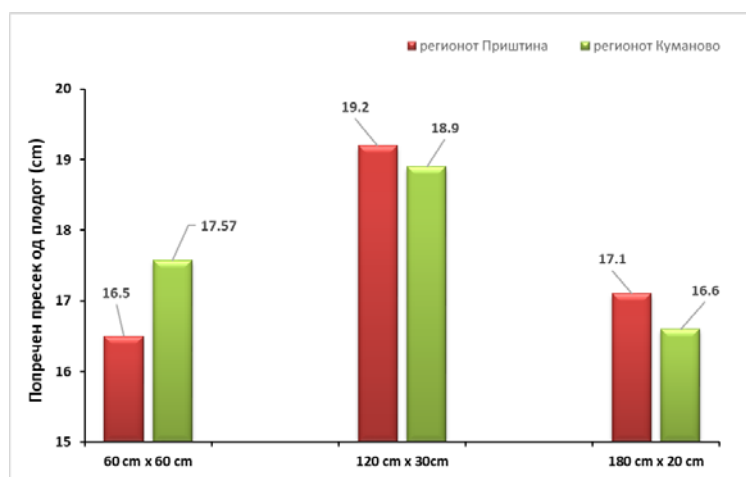
Добиените резултати од направените испитувања се прикажани табеларно и графички. Статистичката обработка на резултатите е направена со соодветен софтвер и постапки за споредба на добиените параметри, одредени во зависност од добиените резултати, со примена на пакетот OriginPro, Version 2021. OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA. За одредување на сигнификантноста на разликите помеѓу добиените резултати од физичко-хемиските параметри е применет параметарскиот тест Анализа на варијација (ANOVA: Two-Factor Without Replication). Притоа, добиените вредности се сметаат за сигнификантни при гранична вредност на факторот за сигнификантност $p \leq 0,05$.

4. Резултати и дискусија

4.1. Мерења на морфолошките својства на маслото од тиква по жетвата

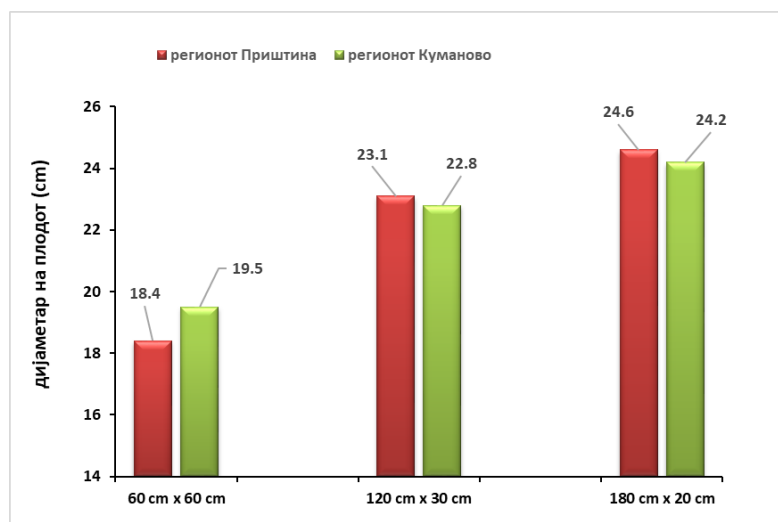
Одредени се следните параметри: попречен пресек од плодот маслена тиква, дијаметар на плодот, маса на плодот, маса на влажни семиња, маса на суви семиња.

Во графиконот 1 е прикажана просечната висина на плодот постигната при различни густини на склопување. Се гледа дека највисоки плодови во просек имало при сеидба на растојание од 120 cm x 30 cm и истото е евидентирано и во плодот сеени во регионот на Липково, но и од оние во бабин мост. Другите тестирани густини на склопување резултираа со помала просечна висина.



Графикон бр. 1: Просечната висина на плод од маслена тиква во два одредени региона со различна густина на склопување

Во прикажаниот графикон е видлива разликата меѓу просечните дијаметри на плодот, при што најголемиот дијаметар на плодот е постигнат на растојанието со димензии 180 cm x 20 cm (регионот на Приштина 24,6 cm) и 24,2 cm (регионот на Куманово), додека дијаметарот 60 cm x 60 cm (регионот на Приштина 18,4 cm) и (19,5 cm регионот на Куманово) е забележан при најмалата густина на склопот. И во двете парцели каде што е следен дијаметарот на плодот се гледа истиот тренд на промени.



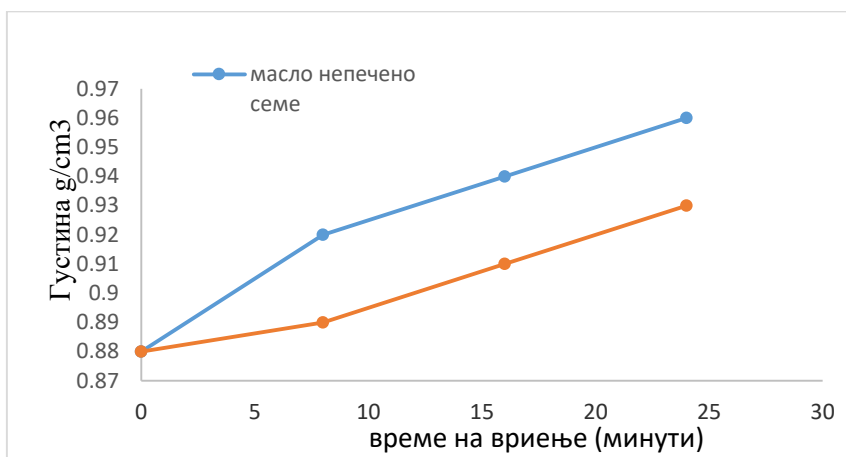
Графикон бр. 2: Просечен дијаметар на плод од тиква во два одредени региона со различна густина на склоп на растенија

4.1.1. Следење на густината и вискозноста

Маслата се смеси на триглицериди и нивната вискозност зависи од хемиската структура на овие триглицериди. Вискозноста е различна поради различниот распоред на масните киселини на глицеронскиот столб на молекулата на триглицеридите, што значи дека триглицеридите ја менуваат хемиската структура во процесот на печење. Затоа, вискозноста е поврзана со хемиските својства на таквите масла, како должина на синцирот и заситеност/незаситеност.

Тоа објаснува дека вискозноста и густината се намалуваат со зголемување на незаситеноста и се зголемуваат со висока заситеност и полимеризација Ким (Kim et al., 2010b). Вискозноста првин се намалува, но тоа трае до точката на вриење, а потоа има перманентен раст, што значи дека се случува растење на заситеноста и овој раст се случува кај двата примероци – кај маслото од печено семе и кај маслото од непечено (по 8-мата минута), но кај примерокот од печено семе од 8 минути не е истиот тренд на промена во споредба со другиот примерок со непечено семе, што значи дека печеното семе има состав на постабилни триглицериди или на други соединенија кои ги заштитуваат триглицеридите од лесното оксидирање.

Температурата е главен фактор што влијае врз промената на хемискиот состав на маслата што се користат за прехранбени цели. Резултатите дадени во график 8 покажаа дека има зголемување на густината во двата примероци, пред и по нивно печење, во споредба со држењето на точката на вриење одредено време. Оваа промена на густината не е иста и како што се гледа, таа е многу побрза во примерокот од непечено семе, додека сосема е побавна промената на густината кај примерокот од печено семе. Овој поинаков тренд на промена може да се објасни со тоа што кај маслото од непечено семе, при термичко третирање, леснотијата да се дојде до хемиски промени и создавање други соединенија што влијаат врз промената на густината е многу различна во споредба со маслото од печено семе.



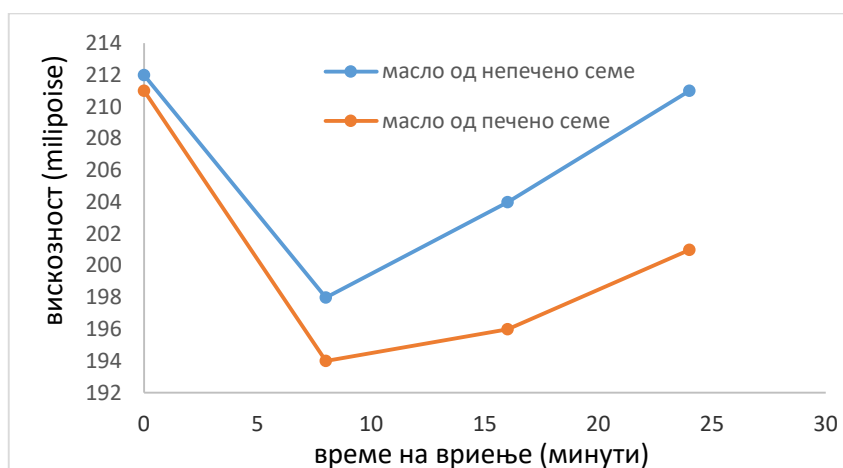
Графикон бр. 3: Следење на густината на примероците со масло од непечено и масло од печено семе при вриење

Исто така, и кај вискозноста има различни промени за двата примероци, но првин има зголемување на вискозноста до точка на вриење, што е нормално, а потоа промената на вискозноста зависи од хемискиот состав на маслото.

Кога температурата се зголемува, се зголемува и кинетичката енергија, која го подобрува движењето на молекулите и ги намалува интермолекуларните сили на маслото, па слоевите на течноста лесно минуваат еден преку друг, а со тоа придонесуваат за намалување на вискозноста. Потоа, по точката на вриење вискозноста зависи од хемискиот состав; овој феномен е потврден и од други истражувачи, според кои, вискозноста на маслото зависи од молекуларната структура и се намалува со незаситеноста на масните киселини, и ако таа се зголемува, има растење на заситеноста Ким(Kim et al., 2010a). Според график 4, има раст на вискозноста по точката на вриење, што значи дека кај двата примероци има растење на заситеноста на масните киселини, односно нивно оксидирање, но ова е повеќе изразено кај примерокот кој произлегува од непечено семе, додека во помали размери се случува кај примерокот од семе што претходно било печено.

Според двата параметри, вискозноста и густината кај примерокот со печено семе имаат помали промени, со што кај овој примерок оксидирањето на триглицеридите во двојните врски на масните киселини е многу подобро заштитено, најверојатно од некои соединенија формирани при печење кои имаат антиоксидирачки ефект и ги заштитуваат триглицеридите од оксидирање.

Липидната оксидација е главен дегенеративен процес кој има важна импликација во одредбите за квалитетот и вредноста на мастите и масла, особено во однос на невкусните ароми што се развиваат, а кои се последица од автооксидација Ју(Yu et al., 2007).

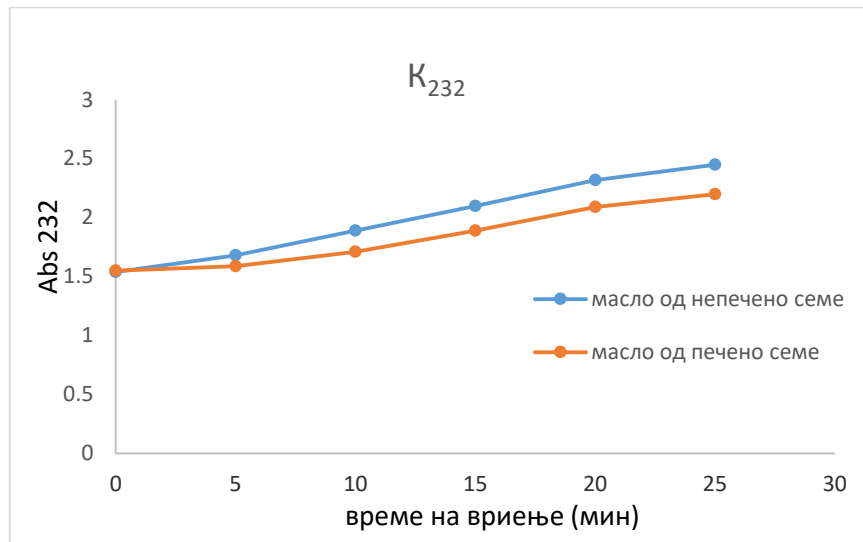


Графикон бр. 4: Следење на вискозноста на примероците со масло од непечено и масло од печено семе при вриење

4.1.2. Следење на конјугирани диени и триени (апсорбанса K_{232} и K_{270})

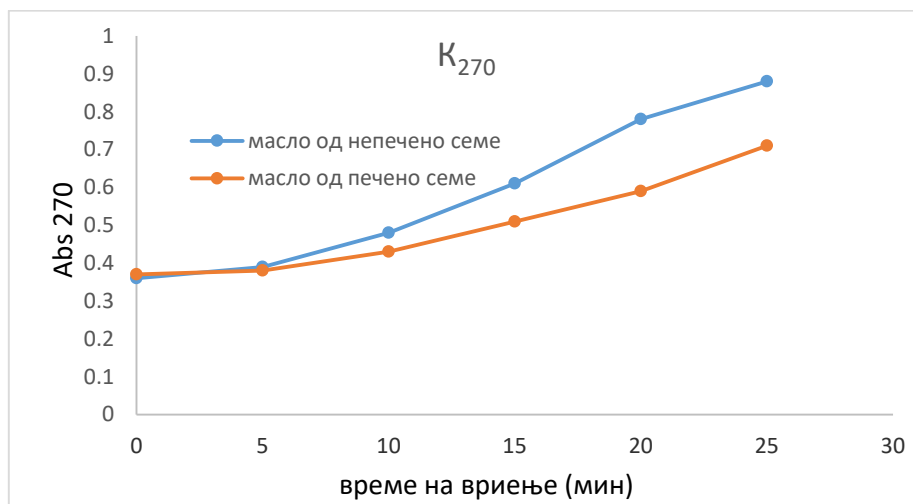
Индексите на апсорбирање K_{232} и K_{270} (график 5 и график 6) растат при вриење на маслото. Индексот K_{232} покажува формирање на конјугирани диени, додека K_{270} асоцираат со формирање на конјугирани триени или карбонилни соединенија.

Овие два УВ-индекси за формирање на конјугирани диени и триени се во сосема пропорционален однос со нивото на внесување кислород и како резултат на ова, реакцијата придонесува за формирање на пероксиди. Поради оваа причина, двата параметри можат да се користат како релативни мерења на липидните оксидации Пег (Pegg, 2005). Од следењето на промените за индексот 232 за двата примероци се гледа дека се следи истиот тек на промени, но разликата е во тоа што маслото од печено семе нема сосема ист тек од промени во споредба со маслото од непечено семе.



Графикон бр. 5: Следење на апсорбансата K_{232} (конјугирани диени) на примероците со масло од непечено и масло од печено семе при вриење

Од следењето на индексот K_{270} помеѓу двата примероци се гледа јасна разлика, со што внесувањето кислород и/или формирањето карбонилни соединенија е многу повеќе изразено во маслото произведено од семе без никакво печење, додека обратно се случува кај маслото од печено семе, каде што растот на овој индекс е во помали размери и со тоа внесувањето на кислородот е во пониско ниво, а исто така и карбонилните соединенија. Ова сосема друго однесување на маслото од печено семе произлегува од процесот на печење, кој најверојатно предизвикува хемиски промени и создавање на соединенија кои ја спречуваат нормалната оксидација, со што имаме доста добар раст на стабилноста на липидите во смисла на нивната оксидација.

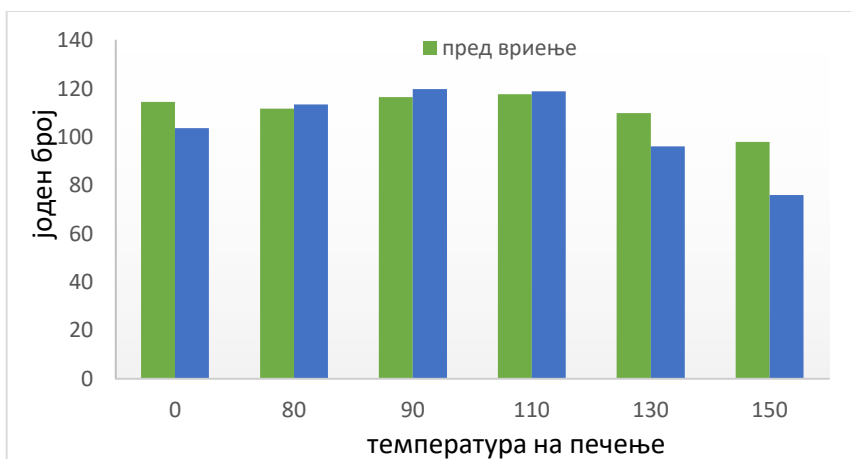


Графикон бр. 6: Следење на апсорбансата K_{270} (конјугирани триени) на примероците со масло од непечено и масло од печено семе при вриење

4.1.3. Следење на пероксиден и јоден број

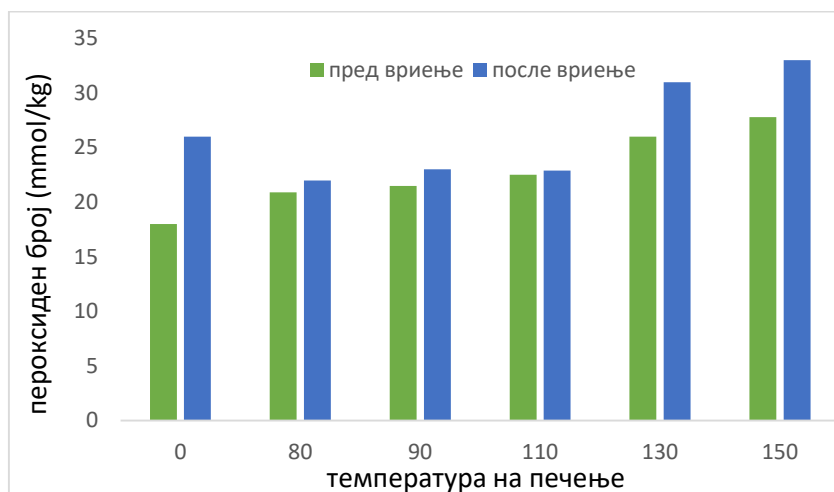
Јодниот број се потрошува во реакција со двојните врски во состав на масните киселини, што подразбира дека јодниот број го покажува нивото на незаситеноста. При оксидација на липидите двојните врски на масните киселини во триглицеридите едноставно се оксидираат и првиот степен на оваа реакција се хидропероксидите, при

што се раскинуваат двојните врски во алифатичките синцири. Следењето на јодниот број во примерокот од масло добиено од непечено семе пред и по вриење се врши многу полесно затоа што по вриење овој параметар се намалува, што значи дека при вриење двојните врски се раскинуваат. Потоа, со другите примероци на печено семе, во други температури, стабилноста на липидите расте и се гледа дека најдобри примероци се од маслото од семе што е печено на температура од 80 до 110 °C, а особено тоа печено од 110 и 80 °C, но не и тоа на 90 °C; ова е сосема усогласено со другите испитувања за најдобрата температура на печење Поточник(Potočnik et al., 2018a).



Графикон бр. 7: Следење на јоден број на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

Пероксидниот број ја покажува количината на пероксиди добиени при оксидација, што во принцип е еквивалентна вредност со јодниот број затоа што ако се уништуваат двојните врски во липидите, тие формираат пероксиди кои од хемиска смисла се нестабилни. Затоа, во првиот примерок од масло добиено од непечено семе, каде што јодниот број беше висок, и пероксидниот број е висок (график 8). Најдобрите примероци со најниски пероксиди се примероците добиени од печено семе на 80 до 110 °C, а особено тоа на 110 °C. Треба да се потенцира и фактот дека семето печено на повисоки температури не дава добри резултати, што значи дека и високата температура иницира високо ниво на оксидација.

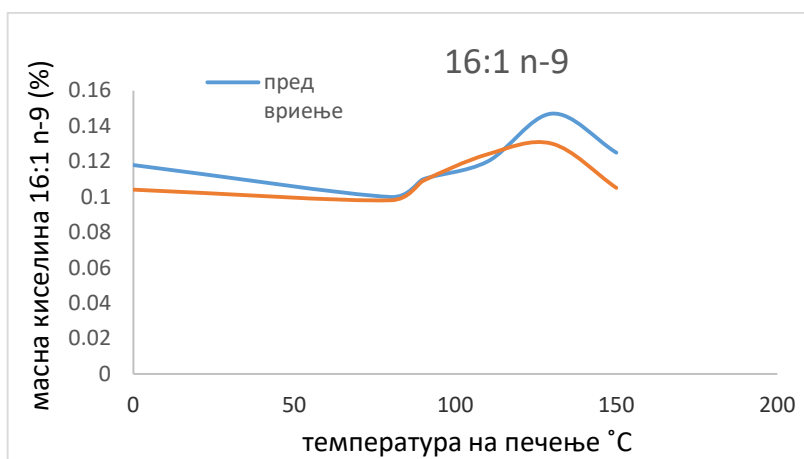


Графикон бр. 8: Следење на пероксиден број на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

4.1.4. Профил на масни киселини - гасна хроматографија

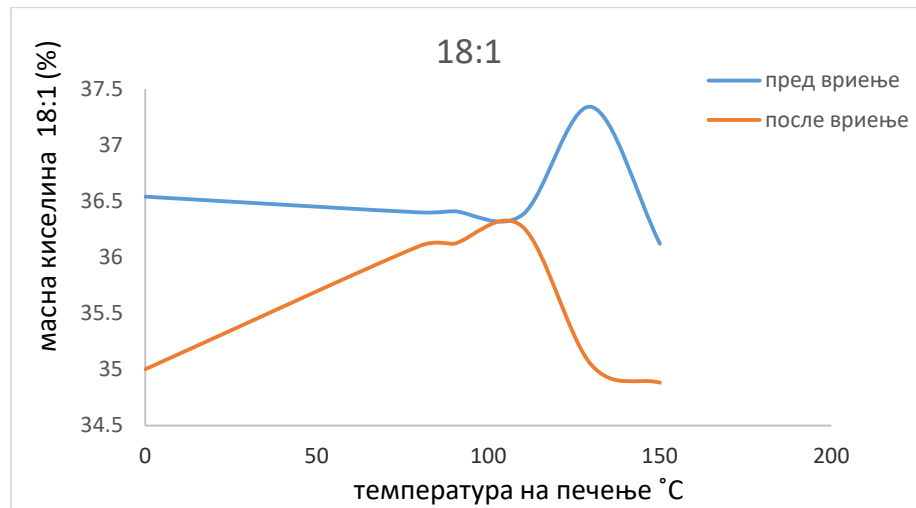
Ефектот што произлегува од процесот на печење во досегашните испитувања е растење на стабилноста на липидите во нивната оксидација. Овој ефект е следен при вриење на секое добиено масло од семе при секоја различна температура на печење. При анализа на маслото е добиена јасна слика на масните киселини, од кои кај заситените масти нема јасна промена во нивната количина пред и по вриење, а само кај незаситените масла има видлива промена. Првин тие имаат промена при нивно печење, со што нивото на незаситеност расте, а особено на температурата на печење од 80 до 130 °C.

Затоа што само незаситените масни киселини имаат видливи промени, за мониторирање се земени само овие масни киселини. Во график 8 јасно е прикажана промената на количината на палмитолеична киселина 16:1 n-9, со што и по самото печење на семето оваа масна киселина ја менува количината и оваа квантитативна промена почнува на температура на печење од 80 °C, продолжува до 130 °C, а потоа се гледа дека има само намалување.



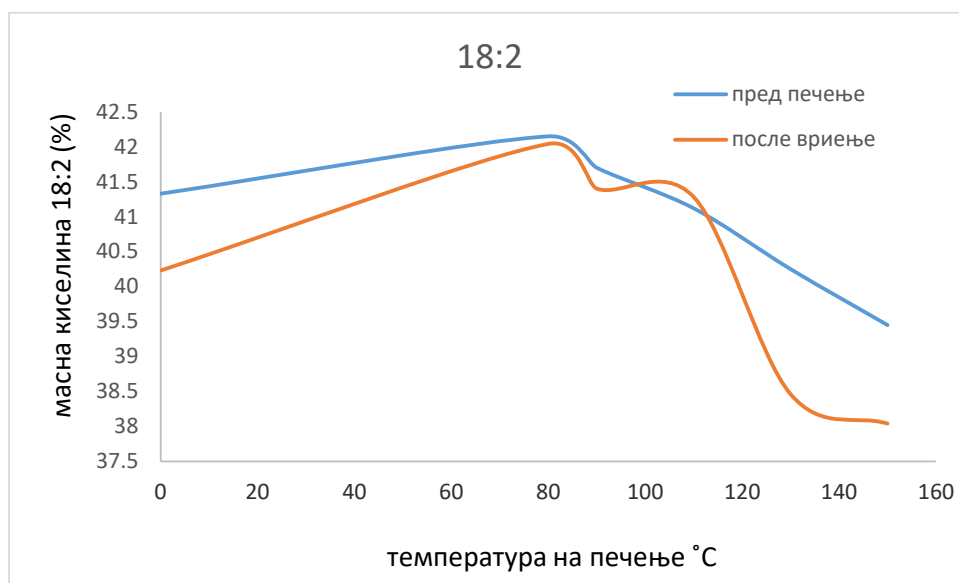
Графикон бр. 9: Следење на масна киселина 16:1 n-9 на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

Додека по вриење на маслото оваа незаситена масна киселина е најстабилна во примероците што се печени на температура од 90 до 110 °C, а потоа се гледа дека оваа масна киселина се намалува во општа концентрација затоа што веројатно се конвертира во оксидирана форма или се деградира во други помали соединенија.



Графикон бр. 10: Следење на масна киселина 18:1 n-9 на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

Во график 10 е прикажано следењето на промената на незаситената масна киселина 18:1, која исто така се менува и при самото печење на семето, а оваа промена е најкарактеристична на температура на печење над 110 °C и тука почнува нагло растење на количината на оваа масна киселина; таа промена до одредена мера се гледа како неочекувана. Додека истите примероци по вриење покажуваат друга слика на промена на масната киселина, со што непечените примероци многу брзо по вриење ја губат оваа масна киселина, а по нивно печење губењето на оваа масна киселина се случува сè помалку, дури и по нивното вриење како средство за провокација на нивната стабилност. Но оваа стабилност е најдобра во примероците од семе печено на температура од 80 до 110 °C. По оваа температура, иако количеството на оваа киселина е многу повисоко, сепак по вриење на маслото нагло се намалува до крајни ниски концентрации и се подразбира дека за стабилноста не е во прашање количеството на масна киселина, туку таа зависи од други соединенија кои ја заштитуваат од оксидација и овие непознати соединенија се само во примероците што се печени до температура од 110 °C.



Графикон бр. 11: Следење на масна киселина 18:2 на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

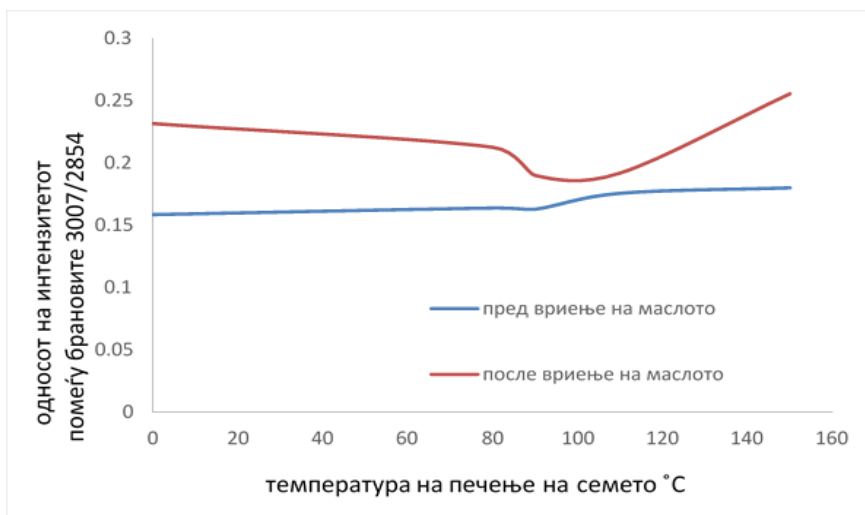
Промената на масната киселина 18:2 е променлива и по самото печење на семето, но овој раст е бавен и на 80 °C е максимална концентрацијата, а потоа оваа концентрација се намалува. Но по вриење на маслата од семе печено во различни термални услови се гледа дека концентрацијата на оваа незаситена масна киселина е намалена во примерокот пред печење на семето. Највисоката стабилност на оваа масна киселина е кај печено семе на температура од 80 до 110 °C затоа што во примероци печени на повисоки температури се гледа дека оваа масна киселина нема никаква стабилност.

Од овие дискусии се подразбира дека сите три масни киселини се најстабилни во примероците каде што семето било печено на температура од 80 до 110 °C, и оваа стабилност најверојатно произлегува од други хемиски структури кои се добиени исклучиво при печење во овие одредени услови, а при повисоки температури на печење тие го губат нивниот хемиски состав, кој само во таа форма овозможува најдобра заштита на масните киселини.

Прикажани се споредени спектри од масло од тиква кои се печени во различни услови на печење, со цел да се истражуваат кои се промените кои се идентификувани, но има само промени во интензитети но не и во промена на бранот на функционалните групи. Затоа во овој случај сме употребиле интензитетот на односот помеѓу одредени функционални групи кој однос има хемиско објаснување за разбирање на хемиските промени што во принцип се случуваат.

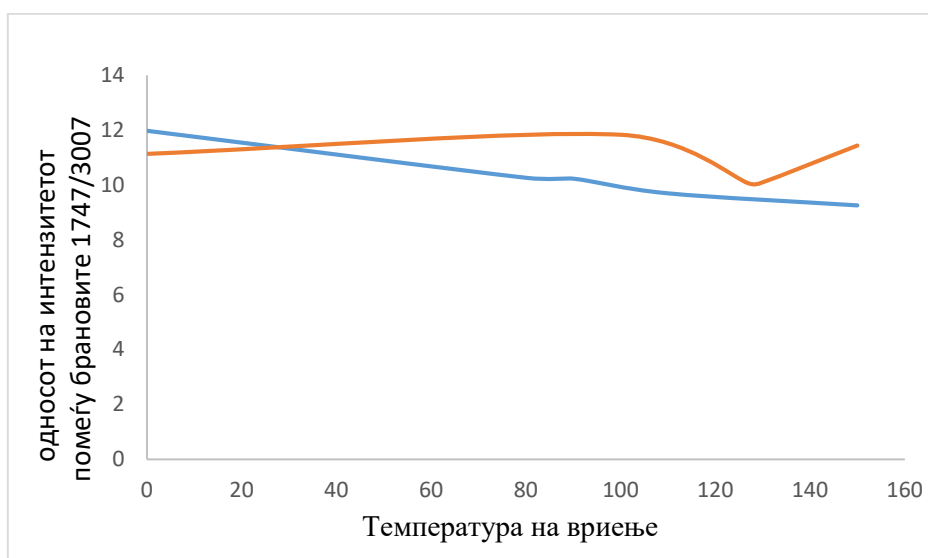
Истиот контекст е применет и за спектрите на рибово масло во кое е додадено масло од семе на тиква, но овие односи се дискутирани во различни глави поделени според хемиската класификација.

Со помош на вибрационите бранови и со нивна комбинација (односот помеѓу нив) можно е да се следи нивото на оксидативност на липидите. Во липидите двојните врски C=C на незаситените масни киселини, на пр., олеична, линолеична и линоленична, се како активни центри во различни оксидативни реакции (Чое-Чое & Мин-Мин, 2006). Според ова, при оксидација на двојните врски тие се конвертираат во единечна врска, што значи дека ако вибрационатниот бран 3007 cm^{-1} е карактеристичен за двојната врска =C-H, истата при оксидација ќе се конвертира во единечна врска -CH₂- која е карактеристична во бранот 2854 cm^{-1} затоа што ако интензитетот на едниот бран при оксидација се намалува, другиот ќе расте; во прилог на ова посигурно е да се употреби односот помеѓу нив како индикатор за следење на одредени оксидативни реакции (Гиулен-Guillén & Кабо-Cabo, 2000).



Графикон бр. 12: Следење на односот меѓу вибрационите бранови 3007/2854 на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

Во график 13 е прикажано следењето на оксидацијата на маслото добиено во различни услови на печење на семето и секое масло потоа е тестирано пред и по вриење. Вриењето се употребува како провокативно средство за да се поттикне оксидацијата на маслото. Според оваа слика, кај маслата што потекнуваат од непечено семе и оние од семе печено на екстремно високи температури има разлика во овој параметар пред и по вриење. Најблиски вредности имаат маслата што потекнуваат од семе печено на температура 80-120 °C. Растот на овој параметар не значи секогаш редоксна реакција, туку и крајни деградативни реакции може да го покажуваат истото, или оксидирање на слободните масни киселини или комбинација на овие два фактори, како што е во овој случај по вриење. За да го отстраниме овој сомнеж, подобро е да се следи оксидацијата само во триглицеридот кој ги содржи масните киселини во врзна форма. Сите триглицериди во хемискиот состав ја имаат естерската функционална група која овозможува врзување на алифатичните синцири и гликолната, со што се формира триглицерид. Оваа естерска група во најпроста форма е составена од карбонилната група и има карактеристичен вибрационен бран, па затоа карбонилната група во форма на естер има фреквенција $1740-1748\text{ cm}^{-1}$.



Графикон бр. 13: Следење на односот меѓу вибрационите бранови 1747/3007 на примероците со масло од непечено и од печено семе при вриење

Ако карбонилната група е карактеристична само за триглицеридот, тогаш и односот помеѓу двете функционални групи ќе ни покаже дали двојните врски во триглицеридот се нападнати при можна оксидација. За да се тестира стабилноста од секое масло добиено при нееднакви услови на печење, било направено вриење, со што се провоцира можна оксидација. Кај двете презентирани криви во односот 1747/3007 се гледа дека по вриење стабилноста на триглицеридите е многу подобра во споредба со таа пред вриење. Овој тренд продолжува само до примерокот што е печен на 100 °C, но кај другите примероци печени на повисоки температури паѓа стабилноста на липидите, а потоа сепак има раст, со што може да се објаснат другите комплексни реакции што ја надминуваат стабилноста на липидите или оние триглицериди што веќе се оксидирани, кои се дел од други реакции што се доминантни.

4.2. Формирање на мешано масло од риба со додадено масло од семе од тиква

Маслото од риба е богато со триглицериди кои содржат незаситени масни киселини, кои имаат висок нутритивен ефект, но од друга страна, се многу сензитивни при оксидација, која лесно може да се случи при складирање или при самиот процес на микрокапсулирање, а таа метода е доста применувана во индустриски процеси и во принцип користи високи температури Гарсија-Морено(García-Moreno et al., 2021).

Поради овие причини, многу е битно да се најдат додатоци со кои ќе расте стабилноста на маслото, но и кои ќе придонесат за збогатување на нутритивните вредности. Едно природно растение кое е применето за ваква цел е рузмаринот, конкретно е употребен растителен екстракт на рузмарин за растење на стабилноста на сончогледово масло, па дури и за намалување на акриламидот при пржење компир Урбанчиќ(Urbančič et al., 2013).

Во нашите истражувања земаме четири примероци, прво чисто масло од риба, а потоа два примерока на рибино масло во кое го додаваме маслото од семе од тиква, печено и непечено, за нивна споредба, и во четвртиот примерок на маслото од риба се додава екстракт од рузмарин како еден потврден додаток кој многу добро ја зајакнува стабилноста на липидите и затоа споредбата со овој екстракт е добар пример.

5. Заклучоци

Генерално, од направените испитувања на овој труд може да се извлечат следните општи заклучоци:

- Методите за анализа се соодветни и комплементарни, затоа и резултатите од една до друга метода се потврдуваат.
- Конвенционалните волуметриски методи нудат точност, но понекогаш тие се долги процедури и со трошокот на реагенси овие методи ретко се употребуваат и се нееколошки.
- Хроматографските методи се многу сензитивни и резултатите се незаменливи во смисла на хемискиот профил на масни киселини што го нудат. Од друга страна, овие методи се познати како деструктивни за примерокот, потребни се долги процедури за анализа, нееколошки се поради реагенсите што се употребуваат и потребни се високо стручни лица за работа.
- Инфрацрвената спектроскопија нуди доста добар резултат, а исто така нуди евтина и брза анализа, која не е деструктивна за примерокот и нема никакви додатни реагенси. Овие аргументи ја прават оваа метода доста применлива во примероци на масло и други прехранбени продукти за контрола и безбедност на храна.

- Масло од печено семе има многу можности за додавање во различни прехранбени производи и производи со цел продолжување на рокот на употреба и збогатување на нутритивната вредност.

Благодарност

Ми причинува особено задоволство да му изразам голема благодарност на менторот, проф. д-р Живко Јанкулоски, кој ме раководеше во сите фази на изработката на овој труд. Додека со своите искуства од научно истражувачката активност, проф. д-р Фатос Реџеџи во голема мера ми помогна при изборот и изработката на оваа дисертација, за што во оваа пригода му исказувам посебна и искрена благодарност.

Би сакал да изразам голема благодарност до фабриката за производство на сладоледи и млечни производи J.S.C „MAGIC ICE“ каде што извршивме одредени експерименти и исто така до “Prestige Media”, погонот за производство на масло од семе на тиква каде што беа извршени одредени експерименти за овој истражувачки труд.

За поддршката и финансиската поддршка, ѝ благодарам и на фабриката за производство на сладоледи и млечни производи J.S.C „MAGIC ICE“ каде што работам како директор на производство.

Користена литература

а) Труд во списание

- Achilonu, M. C., Nwafor, I. C., Umesiobi, D. O., & Sedibe, M. M. (2018). Biochemical proximates of pumpkin (*Cucurbitaceae* spp.) and their beneficial effects on the general well-being of poultry species. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 5–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jpn.12654>
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2004). Quality Characteristics and Oxidative Stability of Date Seed Oil During Storage. *Food Science and Technology International*, 10(5), 333–338. <https://doi.org/10.1177/1082013204047777>
- Boskou, D. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 505–512. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.004>
- Choe, E., & Min, D. B. (2006). Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 169–186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>
- Cindric, I. J., Zeiner, M., & Steffan, I. (2007). Trace elemental characterization of edible oils by ICP–AES and GFAAS. *Microchemical Journal*, 85(1), 136–139. <https://doi.org/10.1016/J.MICROC.2006.04.011>
- Folch, J. M. L., Lees, M. P., & Stanley, G. H. A. (1957). A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497–509. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5)
- Fruhwrith, G., & Hermetter, A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1128–1140. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700105>
- Fruhwrith, G., & Hermetter, A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1128–1140. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700105>
- Fruhwrith, G., & Hermetter, A. (2008). Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 637–644. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700257>
- Gfrerer, M., & Lankmayr, E. (2003). Microwave-assisted saponification for the determination of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons from pumpkin seed oils. *Journal of Separation Science*, 26(14), 1230–1236. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jssc.200301422>
- Guillén, M. D., & Cabo, N. (2000). Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(14), 2028–2036. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200011\)80:14<2028::AID-JSFA713>3.0.CO;2-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2028::AID-JSFA713>3.0.CO;2-4)
- Guillen, M. D., & Cabo, N. (2000). Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(14), 2028–2036. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200011\)80:14<2028::aid-jsfa713>3.0.co;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2028::aid-jsfa713>3.0.co;2-4)
- Patel, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutical: a review on status quo and scopes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(3), 183–189. <https://doi.org/10.1007/s12349-013-0131-5>
- Shimoda, M., Nakada, Y., Nakashima, M., & Osajima, Y. (1997). Quantitative Comparison of Volatile Flavor Compounds in Deep-Roasted and Light-Roasted Sesame Seed Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3193–3196. <https://doi.org/10.1021/jf970172o>
- Shimoda, Y., Suzuki, Y., Endo, Y., Kato, K., Tachikawa, M., Endo, G., & Yamanaka, K. (2010). Speciation Analysis of Arsenics in Commercial Hijiki by High Performance

Liquid Chromatography-tandem-mass Spectrometry and High Performance Liquid Chromatography-inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Journal of Health Science*, 56(1 (2010)), 47–56.

- Potočnik, T., Rak Cizej, M., & Košir, I. J. (2018a). Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.01.020>
- Potočnik, T., Rak Cizej, M., & Košir, I. J. (2018b). Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.01.020>
- Rexhepi, F., Behrami, A., Samaniego-Sánchez, C., Rebezov, M., Shariati, M. A., Bastian da Silva, A., Bertoli, S. L., & Krebs de Souza, C. (2022). Chemical Changes of Pumpkin Seed Oils and the Impact on Lipid Stability During Thermal Treatment: Study by FTIR - Spectroscopy. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, e5839. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.5839>
- Urbančič, S., Kolar, M., Dimitrijevic, D., & Vidrih, R. (2013). Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrylamide formation of potato rosemary extract during deep-fat frying. *LWT - Food Science and Technology*, 30, 1–8.

б) Книга

- Berenji, J. (1999). *Proizvodnja i korišćenje uljane tikve (Cucurbita pepo L.). Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova. Palić; 1999. p. 303–308.*
- Božanić R., Jeličić I., & Bilušić T. (2010). *Analize mlijeka i mliječnih proizvoda (Analyses of milk and dairy products), Plejada, Zagreb.*
- Dimic, E., Radoicic J., Lazic V., V. V. (2002). Jestiva nerafinisana ulja suncokreta – problemi i perspektive. *Eko-konferencija: Zdravstveno-bezbedna hrana.* 153–158.
- E., D. (2005). *Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.*
- Elmadfa, I., & Wagner, K. H. (1977). Vitamin E und Haltbarkeit von Pflanzenölen. *Fett/Lipid*. 99; 1977. p. 234-238.
- P.R. Singh, D.S. Gupta, K. S. B. (1981). *Experimental Organic Chemistry, vol. 2, Tata McGraw-Hill (1981), p. 301.*
- Pegg, R. (2005). Lipid oxidation stability. In: Wrolstad R.E. et al. (ed), *Handbook of Food Analytical Chemistry: Water, Proteins, Enzymes, Lipids, and Carbohydrates*, John Wiley & Sons, Inc. Canada. pp. 513-547.
- Sabo, A., Berenji, J., Stojkov, J., & Bogdanović J. (1999). Pharmacodynamic effect of pumpkin seed oil (*Oleum cucurbitae pepo*) in patients with adenoma prostate. *Budapest. 1999. 2nd European Congress of Pharmacology. Book of abstracts. p. 130.*

в) Труд во зборник од конференција или труд во книга

- CAILI, F. U., HUAN, S. H. I., & QUANHONG, L. I. (2006). A Review on Pharmacological Activities and Utilization Technologies of Pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 70–77. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0016-6>
- Francesconi, K. A., Tanggaar, R., McKenzie, C. J., & Goessler, W. (2002). Arsenic metabolites in human urine after ingestion of an arsenosugar. *Clinical Chemistry*, 48(1), 92–101.
- García-Moreno, P. J., Rahmani-Manglano, N. E., Chronakis, I. S., Guadix, E. M., Yesiltas, B., Sørensen, A.-D. M., & Jacobsen, C. (2021). *Chapter 17 - Omega-3 nano-microencapsulates produced by electrohydrodynamic processing* (P. J. García-Moreno, C. Jacobsen, A.-D. Moltke Sørensen, & B. B. T.-O.-3 D. S. Yesiltas (eds.); pp. 345–370). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821391-9.00017-X>

- Gohari Ardabili, A., Farhoosh, R., & Haddad Khodaparast, M. H. (2011). Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaka*) Grown in Iran TT -. *Mdrsjrns*, 13(7), 1053–1063. <http://jast.modares.ac.ir/article-23-9897-en.html>
- Kamal-Eldin, A., & Appelqvist, L.-Å. (1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, 31(7), 671–701. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02522884>
- Kim, J., Kim, D. N., Lee, S. H., Yoo, S.-H., & Lee, S. (2010a). Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chemistry*, 118(2), 398–402. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.011>
- Kim, J., Kim, D. N., Lee, S. H., Yoo, S. H., & Lee, S. (2010b). Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chemistry*, 118(2), 398–402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.011>
- Kreft, I., Stibilj, V., & Trkov, Z. (2002). Iodine and selenium contents in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) oil and oil-cake. *European Food Research and Technology*, 215(4), 279–281. <https://doi.org/10.1007/s00217-002-0563-5>
- Mukaida, N., Kawai, N., Onoue, Y., & Nishikawa, Y. (1993). Three-Dimensional Chromatographic Analysis of Protochlorophylls in the Inner Seed Coats of Pumpkin. *Analytical Sciences*, 9(5), 625–629. <https://doi.org/10.2116/analsci.9.625>
- Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T., & Sontag, G. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry*, 84(3), 359–365. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00240-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00240-1)
- Nederal, S., Petrović, M., Vincek, D., Pukec, D., Škevin, D., Kraljić, K., & Obranović, M. (2014). Variance of quality parameters and fatty acid composition in pumpkin seed oil during three crop seasons. *Industrial Crops and Products*, 60, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.044>
- Ostlund, R. E., & Lin, X. (2006). Regulation of cholesterol absorption by phytosterols. *Current Atherosclerosis Reports*, 8(6), 487–491. <https://doi.org/10.1007/s11883-006-0024-x>
- Petkova, Z., & Antova, G. (2015). Changes in the composition of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*) during development and maturation. *Grasas y Aceites*, 66, e058. <https://doi.org/10.3989/gya.0706142>
- Pićurić-Jovanović, K., & Milovanović, M. (2005). *Autoksidacija lipida i prirodni antioksidanti flore Srbije. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun. 2005. p. 62-66.*
- Raml, R., Goessler, W., Traar, P., Ochi, T., & Francesconi, K. A. (2005). Novel Thioarsenic Metabolites in Human Urine after Ingestion of an Arsenosugar, 2',3'-Dihydroxypropyl 5-Deoxy-5-dimethylarsinoyl-β-d-ribose. *Chemical Research in Toxicology*, 18(9), 1444–1450. <https://doi.org/10.1021/tx050111h>
- Romanić, R., Berenji, J., Dimić, E., & Vujasinović, V. (2008). *Održivost hladno presovanog ulja semena tikve golice Cucurbita pepo L. Uljarstvo. 391–2, 17-25.*
- Schoefs, B. (2018). *Analysis of pigments in pumpkin-seed oil. Lebensm Biotechnol. 18; 2018. p. 8-10.*
- Sidibe, S., Blin, J., Vaitilingom, G., & Azoumah, Y. (2010). Use of crude filtered vegetable oil as a fuel in diesel engines state of the art: Literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2748–2759. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.06.018>
- Siegmund, B., & Murkovic, M. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 2: volatile compounds). *Food Chemistry*, 84(3), 367–374. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00241-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00241-3)
- Stevenson, D. G., Eller, F. J., Wang, L., Jane, J.-L., Wang, T., & Inglett, G. E. (2007). Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry*, 55(10), 4005–4013. <https://doi.org/10.1021/jf0706979>
- Teppner, H. (2000). Cucurbita pepo (Cucurbitaceae) - History, seed coat types, thin coated seeds and their genetics. *Phyton - Annales Rei Botanicae*, 40, 1–42.
- Turkulov, J., Dimic, E., Karlovic, D., & Vuksa, V. (1998). *Effect of hydrothermal treatment on the quality of nonrefined edible sunflower oil. In World Conference on Oilseed and Edible Oil Processing (Vol. 1, pp. 185-187).*
- Turkulov, J., Dimić, E., Karlović, Đ., & Vukša, V. (n.d.). *Effect of hydrothermal treatment on the quality of nonrefined edible sunflower oil. Editors: S.S. Koseoglu. In: Emerging Technologies, Current Practices, Quality Control, Technology Transfer and Environmental I.*
- Vogel, P. (1977). *Studies of pumpkin seed. Fette Seifen Anstrichmittel*. 80;1977. p. 315-317.
- Vujasinovic, V. B. (2011). *Doktorska disertacija UTICAJ TERMIČKE OBRADJE NA NUTRITIVNU VREDNOST I OKSIDATIVNU STABILNOST ULJA SEMENA*. Novi Sad.
- Yu, X., van de Voort, F. R., & Sedman, J. (2007). Determination of peroxide value of edible oils by FTIR spectroscopy with the use of the spectral reconstitution technique. *Talanta*, 74(2), 241–246. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2007.06.004>