

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

NARAVNI ANTIMUTAGENI V SADJU

INES POPRASK

VELENJE, 2021

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

NARAVNI ANTIMUTAGENI V SADJU

INES POPRASK

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: viš. pred. dr. Anja Bubik

VELENJE, 2021

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja **Ines Poprask** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Naravni antimutageni v sadju.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Natural antimutagens in fruits.

Mentorica: **viš. pred. dr. Anja Bubik.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan

Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

www.vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Ines Poprask, vpisna številka 34170012, študentka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom:

Naravni antimutageni v sadju,

ki sem ga izdelala pod mentorstvom viš. pred. dr. Anje Bubik.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Mojca Ažman Juras, profesorica slovenščine;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Velenje, 2.11.2021

Podpis avtorja/ice: _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici viš. pred. dr. Anji Bubik za mentorstvo, predloge in nasvete pri pisanju diplomskega dela.

Zahvala gre vsem anonimnim anketirancem, ki so si vzeli čas in rešili spletni vprašalnik, ki sem ga potrebovala za izvedbo raziskave.

Zahvaljujem se tudi Evelini, Sari in vsem družinskim članom, ki so me spodbujali in verjeli vame.

Posebno zahvalo pa izrekam svojemu fantu, ki mi je bil v času nastajanja naloge v največjo podporo.

Hvala.

IZVLEČEK

Prehranjevalne navade močno vplivajo na človekovo življenje. Raziskave kažejo, da lahko rastlinska hrana deluje antioksidativno in antimutageno. Antimutageni so snovi, ki lahko preprečijo nastanek mutagene spojine, inaktivirajo mutagen ali drugače preprečijo reakcijo med mutagenom in DNK.

Uporaba antimutagenih in antikancerogenih snovi v vsakdanjem življenju predstavlja učinkovit način za zmanjšanje tveganja za razvoj bolezni pri ljudeh, kot so npr. rak in nekatere genske bolezni. Številne vrste raka, pogoste v zahodnem svetu, vključno z rakom debelega črevesa, prostate in dojke, naj bi bile povezane s prehranskimi navadami. Prehranski antimutageni lahko pomagajo upočasniti napredovanje rakavih obolenj.

Naravni antimutageni so eden izmed boljših preventivnih pristopov za zmanjšanje škodljivih učinkov mutagenih snovi. Sem spadajo flavonoidi, fenoli, kumarini, karotenoidi, antrakinoni, tanini, saponini, vitamini in mnogi drugi, najdemo pa jih predvsem v sadju, zelenjavi in pogosto uporabljenih začimbah in zeliščih.

V diplomskem delu smo raziskali antimutagene lastnosti sadja in preko anketne raziskave ugotavljali poznavanje antimutagenega potenciala sadja, s poudarkom na sadju, ki ga pridelujemo v Sloveniji. Ugotovili smo, da je antimutagenega sadja precej, med njimi tudi agrumi, aronija, jabolko, granatno jabolko, grozdje in jagodičevje, ki jih ljudje pogosto uživamo. Vendar velika večina ljudi (74 %), vključenih v našo anketo, še nikoli ni slišala za pojem »antimutagenost«, čeprav so nekateri (4 %) kot razlog uživanja sadja navedli antimutagenost. Sklepamo, da so bila njihova navajanja predvsem predvidevanja oziroma ugibanja. Čeprav ljudem pojem antimutagenost v povezavi s sadjem ni dobro poznan (pozna ga le 18 % ljudi), pa smo ugotovili, da se zavedamo splošnih pozitivnih učinkov sadja na naše zdravje. Največ ljudi je navedlo, da je sadje dobro uživati zaradi velike vsebnosti vitaminov in pa, da je dobro za izboljševanje imunskega sistema.

Dobro bi bilo, da bi pojem antimutagenosti bolj poudarjali že v mladih letih. Izobraževalne ustanove bi morale poučevati ne samo o splošni koristi, temveč poudarjati tudi bolj podrobne informacije. Verjamemo, da bi s tem povečali uživanje in pridelovanje sadja ter drugih zdravnih živil, hkrati pa bi posledično izboljšali kvaliteto življenja posameznika ter povečali splošno razgledanost.

ABSTRACT

Dietary habits have a strong effect on our lives. Researches show that plant-based foods work in an antioxidative and antimutagenic way. Antimutagens are the agents that interfere with the mutagenicity of a substance, inactivate the mutagen or prevent the reaction between the mutagen and DNA in another way.

The use of antimutagens and anticarcinogens in our everyday lives presents an effective way of reducing the risks of illnesses such as the cancer and some genetic illnesses. Many types of the cancer common in the Western world, including colon, prostate and breast cancers can be related to dietary habits. Food antimutagens can slow cancer growth.

Natural antimutagens are one of the best preventive measures when it comes to decreasing the harmful effects of mutagens. These are: flavonoids, phenols, coumarins, carotenoids, anthraquinones, tannins, saponins, vitamins and many other. They can be found mainly in fruits, vegetables and often used spices and herbs.

In the diploma thesis we researched antimutagenic characteristics of fruits and with the help of a survey, we checked the knowledge of antimutagenic potential of the fruits, with an emphasis on fruits cultivated in Slovenia. We found out that there are a lot of antimutagenic fruit types, for example citrus fruits, aronia, apple, pomegranate, grapes and berries that people eat very often. But a high percentage of people (74 %) included in the survey have never heard of the word »antimutagenicity«, even though some of them (4 %) have listed antimutagenicity as the reason for eating fruits. We conclude that this was the result of guessing and predicting. Even though people don't connect antimutagenicity with fruits (only 18 % do), we discovered that we are aware of the positive effects of fruits on our health. Most of the people have stated that it's good to consume fruits because of a high vitamin content and because it's good for boosting our immune system.

It would be good if the expression antimutagenicity and its idea were emphasized already during teenage years. Schools and other educational institutions should teach not only the general benefits but only some detailed information. We believe that by doing that the consumption and cultivation of fruits and other healthy foods would increase, the quality of one's life would improve and last but not least, the general knowledge would be enhanced.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
1.1. Namen dela in cilji	2
1.2. Hipotezi	2
2. ANTIMUTAGENE SNOVI ALI ANTIMUTAGENI	3
2.1. Mehanizmi delovanja antimutagenov	4
2.2. Metode določanja antimutagenov	6
2.3. Naravni antimutageni	8
2.4. Naravni antimutageni v sadju	10
2.4.1. Agrumi ali citrusi	11
2.4.2. Aronija	12
2.4.3. Jabolko	15
2.4.4. Granatno jabolko	17
2.4.5. Grozdje	18
2.4.6. Jagodičevje	20
2.5. Pomen antimutagenov v sadju za zdravje ljudi	22
3. MATERIALI IN METODE	24
4. REZULTATI Z DISKUSIJO	25
4.1. Pregled pridelovanja in uživanja sadja	26
4.2. Poznavanje antimutagenega potenciala	34
4.3. Vpliv antimutagenih snovi na naše zdravje	37
5. SKLEP	39
6. POVZETEK	41
7. SUMMARY	42
8. LITERATURA	43
9. PRILOGA	46

KAZALO SLIK

Slika 1: Mehanizmi delovanja antimutagenov	5
Slika 2: Starostne skupine anketiranih	25
Slika 3: Stopnja izobrazbe sodelujočih v anketi.....	26
Slika 4: Delež anketirancev, ki prideluje sadje doma.....	27
Slika 5: Stopnja samooskrbe s sadjem v Sloveniji skozi leta	28
Slika 6: Najpogosteje doma pridelano sadje	29
Slika 7: Drugo doma pridelano sadje	29
Slika 8: Mnenja anketirancev na vprašanje, ali Slovenci pojemo dovolj sadja	30
Slika 9: Pogostost uživanja sadja.....	31
Slika 10: Najpogosteje zaužito sadje.....	32
Slika 11: Razlogi uživanja sadja.....	33
Slika 12: Kako bi lahko povečali konzumiranje sadja?	34
Slika 13: Poznavanje antimutagenov	35
Slika 14: Antimutageno sadje.....	36
Slika 15: Pozitivni učinki uživanja sadja	37

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prednosti in slabosti najpogosteje uporabljenih hitrih presejalnih testov za antimutagenost.	7
Preglednica 2: Hranilna vrednost pomaranče in limone.	12
Preglednica 3: Hranilne vrednosti aronije.....	14
Preglednica 4: Hranilne vrednosti jabolka.	16
Preglednica 5: Hranilna vrednost granatnega jabolka.	18
Preglednica 6: Hranilne vrednosti grozdja.....	19
Preglednica 7: Hranilne vrednosti jagodičevja.....	21
Preglednica 8: Odstotek pridelovanja in uživanja sadja.....	39

1. UVOD

Zdravje je pojem, ki ga ljudje v današnjem času včasih jemljemo preveč samoumevno. Njegovega pomena se zavemo šele takrat, ko je le-to poslabšano ali ogroženo. Mnogo ljudi poskuša vzdrževati svoje zdravstveno stanje in vitalnost s telesno aktivnostjo, a kljub temu se jih ogromno ne zaveda, da je za dober rezultat pomembno tudi duševno zdravje in pa seveda zdrav in uravnotežen način prehranjevanja. Večkrat slišimo tudi izrek: »Si to, kar ješ.«. Zaradi nepravilne in neuravnotežene prehrane smo lahko bolj občutljivi na neugodne vplive okolja, naš imunski sistem ni dovolj okrepljen, lahko se razvijejo tudi nekatere bolezni, med drugimi tudi rak.

Rak je splošno ime za obsežno skupino različnih bolezni, katerih glavna značilnost je nenadzorovana razrast spremenjenih, rakastih celic. Je bolezen, ki velja za enega glavnih vzrokov smrtnosti v svetu (Mudnić, 2015).

Človeško telo je zgrajeno iz različnih vrst celic. Le-te rastejo in se delijo le takrat, ko organizem to potrebuje. Življenjska doba večine celic je omejena, zato je celična delitev, in s tem nastajanje novih celic, nujna za obnavljanje tkiv in za ohranitev zdravega organizma. Občasno pa lahko zaradi različnih vzrokov pride do prekomerne delitve in kopičenja celic, kar povzroči nastanek tumorja (Primic-Žakelj, 2010).

Velik odstotek rakavih obolenj, približno 80 %, se pojavlja po naključju, vzroka za njihov nastanek ne poznamo. Iz različnih razlogov se geni v celičnem jedru spremenijo (mutirajo), celice se pričnejo hitro deliti in postanejo maligne. Mutacijo genov lahko sprožijo številni dejavniki iz okolja, ki jih imenujemo mutageni. Mutagen je fizični ali kemični dejavnik, ki spreminja genetski material (deoksiribonukleinsko kislino ali DNK) organizma in s tem poveča pogostost mutacij naravnega sistema. Popravljalni mehanizmi v celicah zmanjšujejo število mutacij oziroma poskušajo napake na molekuli DNK popraviti. Mutacije, ki jih popravljalni mehanizmi ne odpravijo, pa lahko predstavljajo trajne in dedne spremembe genoma. Ker veliko mutacij vodi v razvoj raka, so mutagene snovi lahko tudi rakotvorne (kancerogene). Številne kemikalije v današnjem okolju lahko povzročijo mutacije genov in so lahko odgovorne za milijone smrti, povezanih z rakom (Campbell in Reece, 2005).

Negativne vplive fizičnih in kemičnih dejavnikov lahko v veliki meri zmanjšamo z zdravim načinom življenja. Dejavniki okolja, ki vplivajo na nastanek raka, pa so starost, prehranjevanje, debelost, kajenje, dolgotrajna izpostavljenost kemičnim snovem (kot so npr. azbest, radon in benzen), izpostavljenost visokim dozam sevanja, škodljivi ultravijolični žarki, nekateri virusi, sistemske imunske bolezni ... (onko-i.si, 2018).

Približno 35 % znanih vrst raka je povezanih z uporabo tobaka in približno 55 % z neustreznimi prehranskimi navadami (Weisburger, 1999). Tveganje za razvoj raka lahko zmanjšamo tako, da se izognemo tvorbi in izpostavitvi rakotvornim snovem, zmanjšamo njihovo presnovno aktivacijo ali povečamo njihovo razstrupljanje. Prehranski dejavniki igrajo glavno vlogo pri preprečevanju rakavih obolenj.

Na primer nekatera zelenjava, sadje in pijača, kot so čaji so živila, ki vsebujejo snovi z ugodnimi lastnostmi za preprečevanje aktivacije rakotvornih snovi ali povečanje procesov razstrupljanja (Weisburger, 1999). Vsebujejo snovi, ki jih imenujemo antimutageni.

1.1. Namen dela in cilji

Sadje spada med živila, ki vsebujejo antimutagene snovi, zato sem svoje raziskovanje usmerila na področje delovanja in poznavanja naravnih antimutagenov v sadju. V diplomski nalogi sem želela preučiti mehanizme delovanja antimutagenih snovi naravnega izvora, ki jih najdemo v sadju, in ugotoviti, ali ljudje ta potencial sadja poznamo. Osredotočila sem se na sadje, ki ga pridelujemo v Sloveniji.

Cilji in namen mojega diplomskega dela so bili:

- s pomočjo ustrezne literature ugotoviti, v katerem sadju, ki ga lahko pridelamo v Sloveniji, najdemo antimutagene snovi ter katere so le-te,
- za vsako izbrano sadje poiskati hranilne vrednosti in rezultate med seboj primerjati,
- poiskati in primerjati študije, kjer so z različnimi testi ugotavljali antimutageno delovanje sadja ter
- z anketo ugotoviti, kako dobro Slovenci poznamo zdravilno moč sadja, s poudarkom na antimutagenem potencialu sadja v Sloveniji.

1.2. Hipotezi

V sklopu diplomskega dela sem oblikovala dve hipotezi, ki sem ju preverjala z raziskovanjem literature in anketnim vprašalnikom.

H1: V Sloveniji pridelujemo sadje z antimutagenim potencialom, ki ga ljudje zelo pogosto uživajo.

H2: Anketiranci antimutagenih aktivnosti sadja ne poznajo dobro, a se zavedajo splošnih pozitivnih učinkov sadja na njihovo zdravje.

2. ANTIMUTAGENE SNOVI ALI ANTIMUTAGENI

Genomi vseh živih organizmov so nenehno izpostavljeni tako zunanjim (eksogenim) dejavnikom kot notranjim (endogenim) procesom, kot je spontana poškodba molekule DNK (deoksiribonukleinska kislina). Mutagenost se nanaša na indukcijo sprememb (mutacij) v zaporedju DNK, kar lahko vodi do različnih bolezenskih stanj in povzroči dedne spremembe v organizmu. Mutacije lahko spremenijo en sam gen, več genov skupaj ali celotne kromosome in so večinoma škodljive. Točkovne (genske) mutacije vplivajo le na en nukleotid ali nekaj nukleotidov znotraj gena. Takšne mutacije so najpogostejša vrsta sprememb v zaporedju DNK in jih lahko razdelimo na tri glavne vrste: substitucija (zamenjava enega osnovnega baznega para z drugim), delecija (izguba enega ali več osnovnih baznih parov) in insercija (dodajanje baznih parov v zaporedje DNK) (Stoczyńska in sod., 2014).

Mutacije ustvarjajo predvsem zunanji oziroma okoljski dejavniki, vključno s kemičnimi in fizikalnimi dejavniki, imenovanimi mutageni. Poleg tega se lahko mutacije pojavijo tudi spontano zaradi napak pri podvajanju, popravljanju in rekombinaciji DNK. Na splošno pa lahko mutacije razvrstimo v negativne, nevtralne, pozitivne, letalne (smrtonosne) in subletalne. Mutagene spremembe, ki se pojavijo v zarodnih celicah, se lahko prenesejo na prihodnje generacije, somatske mutacije pa lahko prispevajo k nastanku različnih patoloških stanj, vključno z rakom (Migliore, 2002; Cooke, 2003; Izzotti, 2003; Weakley, 2010). Mutacije v somatskih celicah niso vključene le v rakotvornost, temveč lahko povzročajo tudi številne druge genetske motnje, kot so ateroskleroza, bolezni srca in številne druge degenerativne motnje (De Flora, 1996).

Ker mutageni sodelujejo pri zagonu in spodbujanju številnih človeških bolezni, vključno z rakom, zdaj postaja vedno bolj pomemben razvoj in odkrivanje novih bioaktivnih snovi (npr. fito spojin; to so spojine, ki jih pridobimo iz rastlin ali njihovih plodov) za preprečevanje teh promutagenih in rakotvornih učinkov. Takšne snovi oziroma kemikalije, ki zmanjšujejo mutagen potencial fizikalnih in kemičnih mutagenov, imenujemo antimutageni (Mitscher, 1986).

Antimutageni so snovi, ki lahko preprečijo nastanek mutagene spojine, inaktivirajo mutagen ali drugače preprečijo reakcijo med mutagenom in DNK (Ferguson, 1994). Lahko zmanjšajo ali celo uničijo mutagene učinke potencialno škodljivih kemikalij (Stoczyńska in sod., 2014). Novick in Szilard (1952) sta izraz "antimutagen" uporabljala predvsem za sredstva, ki lahko zmanjšajo hitrost ali pogostnost induciranih ali spontanih mutacij.

Uporaba antimutagenih in antikancerogenih (protirakavih) snovi v vsakdanjem življenju je torej eden učinkovitejših pristopov za preprečevanje pojavnosti številnih genetskih bolezni. Razlika med le-tema pa je, da je antimutagen usmerjen k zaviranju reakcij med mutagenom in DNK, medtem ko antikancerogen upočasnjuje oziroma preprečuje razvoj raka (Ferguson, 1994).

2.1. Mehanizmi delovanja antimutagenov

Glede na način delovanja ločimo dve osnovni skupini antimutagenih snovi – desmutagene in bioantimutagene. Desmutageni so snovi, ki delno ali popolno inaktivirajo mutagene preko encimskih ali drugih kemijskih reakcij, preden le-ti dosežejo DNK. Bioantimutageni pa nasprotno zavirajo procese, ko mutagena snov poškoduje DNK (Bhattacharya, 2011).

Tudi glede na kemijsko strukturo jih lahko razdelimo v več različnih skupin, na primer polifenoli, tioli, karotenoidi in retinoidi, ogljikovi hidrati, kovine v sledovih, terpeni, tokoferoli in produkti razgradnje glukozinolatov in drugih. Med vsako od teh skupin spojin so snovi, ki lahko delujejo antikancerogeno na več različnih načinov (Dragsted, 1993).

Trenutno je znanih več kot 300 naravnih in sintetičnih antimutagenih snovi; npr. aminokislina (histidin, metionin), vitamini (tokoferol, karoten, retinol, askorbinska kislina), encimi (oksidaza, katalaza) (Słoczyńska in sod., 2014).

Glede na specifični mehanizem delovanja pa jih lahko razdelimo v 4 skupine (Slika 1).

1. **Desmutageni** - snovi, ki inaktivirajo mutagene ali preprečujejo njihovo nastajanje v kemijskih reakcijah. Takšne snovi so askorbinska kislina (vitamin C), glutation, vitamin E, številni naravni in sintetični fenoli. Številni zelenjavni sokovi (zelje, redkev, zelena), ki vsebujejo posebne toplotno stabilne beljakovine, ki delujejo kot antioksidacijski encimi, imajo lastnosti desmutagenov. Mutageni lahko tvorijo neaktivne komplekse s prehranskimi vlakni, ki so kompleksni ogljikovi hidrati dveh vrst - v vodi topni in v vodi netopni.

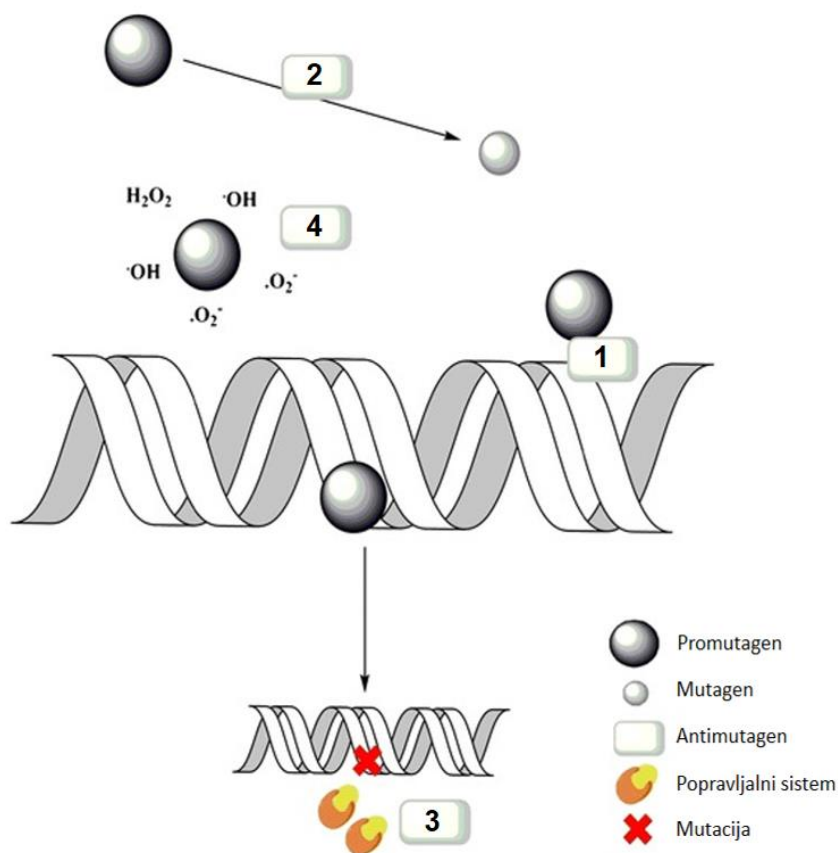
V vodi topne prehranske vlaknine so prisotne v zelenjavi, sadju, nekaterih žitih (oves). Zavirajo črevesno rakotvornost, ki jo povzročajo rakotvorne snovi v hrani, in spodbujajo presnovo črevesja v smeri razstrupljanja. Na drugi strani pa se, v vodi netopne prehranske vlaknine, prisotne v pšenici, rižu, ne presnavljajo z encimi črevesne flore, ampak delujejo preko drugih mehanizmov, zlasti z zadrževanjem vode, »redčenjem« rakotvornih snovi in s tem zmanjšujejo pojavnost črevesnega raka. Prehranska vlakna prav tako zmanjšujejo možnosti pojavnosti raka dojke. Tako lahko uporaba žit oziroma sadja predstavlja dobro preventivo in potencialno prepreči nastanek tumorjev (Słoczyńska in sod., 2014).

2. **Antimetaboliti** - snovi, ki vplivajo na presnovo in transport mutagenov. Nekatere snovi zmanjšajo učinke neposrednih mutagenih snovi ali oslabijo njihove škodljive učinke. Na primer, kemijski element selen (Se), ki zavira presnovo benzopirena, hkrati zmanjšuje njegovo mutageno delovanje (Słoczyńska in sod., 2014). Benzopiren, ki se nahaja v cigaretinem dimu in dimnih plinih, je aromatski ogljikovodik z dobro poznanimi kancerogenimi lastnostmi.

3. **Reparogeni** - snovi, ki vplivajo na procese popraviljanja in podvajanje (replikacijo) DNK. Stimulirajo lahko popravilo DNK in ščitijo genetske strukture pred sevanjem in kemično mutagenezo (Słoczyńska in sod., 2014).

4. **Antioksidanti** - snovi z antioksidacijsko aktivnostjo. Osnova škodljivih učinkov večine mutagenov so tudi mehanizmi nastanka prostih radikalov, ki povzročajo celične poškodbe oziroma celični stres. Antioksidanti pa so snovi, ki procese nastanka prostih radikalov zavirajo. Najbolj raziskane naravne sestavine antioksidantne zaščite so: glutation, askorbinska kislina (vitamin C), tokoferol, vitamin A. Večina antioksidantov, ki jih najdemo v zelenjavi in sadju, lahko bistveno zmanjša tveganje poškodb DNK (Słoczyńska in sod., 2014).

Poznamo pa tudi antimutagene snovi z več različnimi načini delovanja (Słoczyńska in sod., 2014).



Slika 1: Mehanizmi delovanja antimutagenov (prirejeno po Słoczyńska in sod., 2014).

Promutagen je vsaka snov, ki ob celičnem metabolizmu postane mutagena (Attwood in sod., 2006).

Zanimivo je, da imajo nekatere spojine dvojno naravo in imajo tako učinek antimutagena ali mutagena. Takšne spojine so znane kot "Janus" mutageni, po rimskem bogu, ki je imel eno glavo z dvema obrazoma, ki sta gledala v nasprotni smeri (Von Borstel in Higgins 1998; Zeiger 2003). β -karoten (β CT) spada v to skupino spojin. Njegovo dvojno naravo lahko opišemo predvsem dejstvu, da ima β CT sposobnost odstranjevanja in tvorjenja prostih radikalov (Paolini, 2003).

2.2. Metode določanja antimutagenov

Običajno se test antimutagenosti opravi enako kot ustrezen test mutagenosti, le da testirane celice izpostavijo hkrati testirani spojini in standardnemu mutagenu. Pri ugotavljanju antimutagenih učinkov spojin se uporabljajo osnovni hitri testi na bakterijah. Ti testi imajo številne prednosti, vključno s preprostostjo, razmeroma nizkimi stroški, občutljivostjo in prilagodljivostjo za različne eksperimentalne pogoje (De Flora, 1992). Poleg tega takšni testi omogočajo prikaz oziroma ugotavljanje možnih mehanizmov antimutagenega delovanja. V Preglednici 1 so navedeni testi, ki se najpogosteje uporabljajo za testiranje antimutagene aktivnosti snovi.

Amesov test, znan tudi kot bakterijski test povratnih mutacij pri bakterijah *Salmonella typhimurium* (Maron in Ames, 1983), je eden najpogosteje uporabljenih hitrih testov za ugotavljanje mutagenosti/antimutagenosti. Za analizo se uporabljajo različni od histidina odvisni sevi bakterije *Salmonella typhimurium*. Zaradi mutacij v različnih genih na histidinskem operonu, bakterije *S. typhimurium* ne morejo sintetizirati aminokislina histidina, saj je gen za sintezo aminokislina okvarjen. Tako bakterije ne morejo rasti ter tvoriti kolonij v odsotnosti histidina (Maron in Ames 1983; Mortelmans in Zeiger 2000). Test zazna mutagene snovi, ki delujejo z različnimi mutacijskimi mehanizmi, kot so substitucija baznega para in mutacije premika bralnega okvirja.

Poleg tega lahko z uporabo preizkusnih sevov z različnimi genotipi ocenimo antimutageno aktivnost spojin, ki jih povzročajo različni mutageni, ki delujejo preko različnih mehanizmov (Mortelmans in Zeiger, 2000). Amesov test se lahko uporablja tudi za test povratne mutacije pri bakteriji *Escherichia coli*, kjer se uporabljajo triptofana odvisni sevi bakterije *E. coli*. Ta test je koristen predvsem pri odkrivanju poškodb baznega para adenin-timin (A=T) (Mortelmans in Riccio, 2000).

V zadnjih nekaj desetletjih je bilo razvitih in optimiziranih več hitrih testov mutagenosti/antimutagenosti, na primer test na osnovi morske bakterije *Vibrio harveyi* (Czyż in sod., 2000). Za analizo se uporabljajo rekombinanstni sevi *V. Heveyi*, z odpornostjo na antibiotik neomicin (Czyż in sod., 1999). Metoda je zelo občutljiva in je primerna za določevanje zelo nizkih koncentracij polutantov oziroma potencialnih mutagenov v naravnih vodnih okoljih (Czyż in sod., 2003).

Drugo pomembno orodje pri oceni antimutagenosti je kromotest SOS (Quillardet in Hofnung, 1985). Kot pri drugih zgoraj omenjenih testih je bil tudi ta test razvit kot alternativa Amesovemu testu. Kromotest SOS je kolorimetrični test, ki uporablja mutantni sev *Escherichia coli* PQ37 in omogoča oceno sprememb DNK, ki jih povzročajo različni mutageni z merjenjem ekspresije poročevalskega gena, β -galaktozidaze (Quillardet, 1985).

Test antimutagenosti na kvasovkah *Saccharomyces cerevisiae* je zelo priljubljen pri iskanju novih antimutagenov, saj imajo kvasovke kot evkarionti kromosomsko strukturo in postopke obnavljanja DNK podobne tistim pri sesalcih.

Poleg tega so sevi *Saccharomyces cerevisiae* opremljeni z endogenim citokromom P450 in so zato lahko zelo koristni tudi pri testiranju promutagenov (Zimmermann, 1975).

Preglednica 1: Prednosti in slabosti najpogosteje uporabljenih hitrih presejalnih testov za antimutagenost (prirejeno po Słoczyńska in sod., 2014).

Ime testa	Glavne prednosti	Glavne slabosti
AMES test (<i>S. typhimurium</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Na voljo zelo obsežna baza podatkov, - enostaven za izvedbo, - posebna oprema ni potrebna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preizkuševalni organizem je potencialno patogena bakterija, - uporabiti je treba več preskusnih sevov, - razmeroma veliko časa, potrebnega za izvedbo analize, - ne bo zaznal mutagenih snovi, ki vplivajo specifično na evkarionte.
AMES test (<i>E. coli</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Enostaven za izvedbo, - posebna oprema ni potrebna, - potreben je samo en preskusni sev. 	<ul style="list-style-type: none"> - Razmeroma veliko časa, potrebnega za izvedbo analize, - ne bo zaznal mutagenih snovi, ki vplivajo specifično na evkarionte.
test z <i>Vibrio harveyi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Relativno nizki stroški, - enostavnost postopkov, - preizkuševalni organizem za človeka ni patogen, - lahko zazna znatno nižje koncentracije nekaterih kemičnih mutagenih snovi kot Amesov test, - posebna oprema ni potrebna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uporabiti je treba več preskusnih sevov, - razmeroma veliko časa, potrebnega za izvedbo analize, - ne bo zaznal mutagenih snovi, ki vplivajo specifično na evkarionte.
kromotest SOS	<ul style="list-style-type: none"> - Enostavnost postopkov, - potreben je samo en preskusni sev. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne bo zaznal mutagenih snovi, ki vplivajo specifično na evkarionte, - potrebna je posebna oprema.
test s <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Evkariontski organizem, - sevi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> imajo endogeni citokrom P450, - posebna oprema ni potrebna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Razmeroma veliko časa, potrebnega za izvedbo analize.

2.3. Naravni antimutageni

Eden najboljših preventivnih pristopov in enostavnejših, varnih načinov za zmanjšanje škodljivih učinkov mutagenih snovi je uporaba naravnih antimutagenov. Naravni antimutageni, prisotni v rastlinah (fito spojine), človeški prehrani in drugih virih, imajo zaščitne učinke pred mutagenimi snovmi. Sem spadajo flavonoidi, fenoli, kumarini, karotenoidi, antrakinoni, tanini, saponini, vitamini in mnogi drugi (Bhattacharya, 2011), najdemo pa jih predvsem v sadju, zelenjavi in pogosto uporabljenih začimbah in zeliščih (Dragsted in sod., 1993).

V zadnjih letih se povečuje zanimanje za prepoznavanje antimutagenih in antikancerogenih sestavin prehranskih in zdravilnih rastlin po vsem svetu. Glavni razredi antimutagenih spojin pa so vitamini, flavonoidi, fenolne spojine, morski metaboliti, poliamini in razne spojine (Boone, 1990).

- **Vitamini**

Vitamine že dolgo temeljito preučujejo glede njihovega antimutagenega potenciala. Nekateri vitamini kažejo zaščitne učinke; vitamini E, A in C so dokazano aktivni proti mutagenom tako *in vitro* kot *in vivo*. Tudi ostali vitamini nakazujejo podobne aktivnosti, vedno bolj podrobno raziskujejo tudi sinergistično delovanje nekaterih vitaminov (Odin, 1997). Izkazalo se je, da vitamina C in E ščitita pred mutagenim delovanjem doksorubicina, ki povzroča kromosomske aberacije (prelome) (Antunes in Takahashi, 1998). Vitamini A, C in E imajo antimutageno vlogo pri mutagenezi, povzročeni z metilazoksimetanolom (MAM) v sevu *Salmonella typhimurium TA100* (Tavan, 1997). Vitamin C (askorbinska kislina) pri sočasni uporabi s pesticidom povzroča znatno zmanjšanje pogostosti mutacij, povzročenih s pesticidi (Kuroda, 1990).

- **Flavonoidi**

Flavonoidi so vrsta fito spojin, ki imajo poleg širokega spektra bioloških aktivnosti tudi antimutagene lastnosti. Flavonoidi predstavljajo pomemben razred antimutagenih in antikancerogenov z velikim potencialom. V raziskavi iz leta 1997 je bilo testiranih 56 flavonoidov, 32 kumarinov, 5 naftokinonov in 12 antrakinonov glede na njihovo antimutageno moč na mutageno delovanje 2-nitrofluoro 3-nitro fluorantana in 1-nitropirena (stranski produkt zgorevanja, prevladujoči nitrirani policiklični aromatski ogljikovodik (piren), ki se oddaja v dizelskem motorju (United States Department of Health and Human Services, 2011)). Med flavonoidi so vsi flavoni in številni flavonoidi s fenolno hidroksilno skupino, kot so leuteolin, kaemferol itd., pokazali antimutagenost; med njimi so bili halkoni in dihidrohaleoni močni antimutageni (Edenharder in Tang, 1997). V isti študiji so poročali, da imajo številni znani flavonoidi, vključno s flavonoidnimi glikozidi in izoflavoni, pomembno antimutageno aktivnost. Flavonoidi citrusovega soka imajo antikancerogene in antimutagene lastnosti (Calomme, 1996).

- **Fenolne spojine**

Fenolne spojine so skupina spojin iz naravnih živil in zdravilnih rastlin, vpletene pa so tudi v različne biološke dejavnosti. Nekatere fenolne spojine, kot je elagična kislina v jagodah, malinah, grozdju, orehah itd., kažejo antimutagene lastnosti (Loarca-Pina, 1996). Ugotovljeno je bilo, da so spojine, kot so epikatehin, galat, epigalokatehin, odgovorne za antimutageno delovanje zelenega in črnega čaja (Hour, 1999; Weisburger, 1996). *In vitro* raziskava z izvlečki čajnih listov je pokazala antimutageno aktivnost katehinov zelenega čaja proti oksidativnim mutagenom, kot sta terciarni butil hidroksid in vodikov peroksid. (Bhattacharya, 2011).

- **Morski metaboliti**

Nekateri sekundarni presnovki, ki jih najdemo v morskih organizmih, so pokazali na antimutagen potencial. Gre za halogenirane spojine, ki vsebujejo brom in klor (Shankel, 2000). Tudi v rdečih in rjavih algah je bilo najdenih več halogeniranih aktivnih spojin (Bhattacharya, 2011).

- **Poliamini**

Poliamini so molekule iz skupine biogenih aminov, ki imajo v povezavi s hrano največkrat negativen prizvok. V zadnjih letih pa so mnoge raziskave pokazale, da niso vsi biogeni amini v živilih nezaželeni. Poliamini agmatin, spermin in spermidin, ki jih zaužijemo v vsakdanji prehrani, imajo lahko izjemno pozitivne učinke na zdravje. Povečan prehranski vnos agmatina lahko ublaži simptome depresije in izboljša kognitivne funkcije. Posamezniki, ki uživajo hrano bogato s spermidinom, pa naj bi v povprečju živeli 5-7 let dlje. Učinek je povezan z zmanjšano endogeno sintezo, ki jo lahko nadomestimo s povečanim prehranskim vnosom. Stročnice in nekatere druge vrste zelenjave so zelo bogat prehranski vir poliaminov (Kralj Cigić in sod., 2020).

- **Razne spojine**

Ajoen in eden od derivatov alicina (dialil disulfid) sta žveplovi spojini, ki ju najdemo v izvlečku česna s pomembnim antimutagenim delovanjem (Ishikawa, 1996). Dokazano je tudi, da imajo alkaloidi in triterpenoidi zaščitni učinek (Haldar in sod., 2010). Antimutagene lastnosti pa imajo prav tako različne skupine fito spojin, kot so kofein, trigonelin in piperin (Waters, 1996). *In vitro* raziskave so pokazale, da je 80-odstotni etanolov ekstrakt limonske trave (cimnopogonski citrati) antimutagen za različne znane mutagene (Vinitketumnuen, 1994). Ta izvleček namreč zavira nastajanje azoksimetanskih indukcijskih aduktov DNK in motenj v debelem črevesu podgan (Suaeyun, 1997). Z *in vivo* študijami na miših so ugotovili, da ima eterično olje limonske trave (cimnopogonski citrati), ki se uporablja kot sestavina čaja iz limonske trave v osrednjih in južnih predelih Indije, antimutageno delovanje zoper svinčevega nitrata in ciklofosfamida (Bhattacharya, 2011).

2.4. Naravni antimutageni v sadju

Sadja z antimutagenim potencialom je veliko, zato sem se v diplomskem delu osredotočila na sadje z antimutagenimi lastnostmi, ki ga Slovenci dobro poznamo in tudi pridelujemo.

Leta 1994 je bila izvedena raziskava antimutagenega potenciala sokov iz 28 vrst sadja in 34 vrst zelenjave, ki se običajno uživajo v evropskih državah. Preučevali so mutagene aktivnosti, ki jih povzroča 2-amino-3-metil [4,5-f] -kinolin (IQ), deloma pa tudi 2-amino-3,4-dimetilimidazo [4,5-f] kinolin (MeIQ) ali 2-amino-3,8-dimetilimidazo [4,5-f] kinoksalin (MeIQx). Ugotovljene so bile šibke do močne antimutagene aktivnosti v 68 % testiranega sadja in 73 % zelenjave. V sadju so močne antimutagene aktivnosti zaznali v bananah, robidnicah, borovnicah, sladkih češnjah, višnjah, črnem in rdečem ribezu, ananasu in lubenici. Zmerne antimutagene aktivnosti so bile zaznane pri kiviju, mangu, meloni in slivah. Šibke antimutagene aktivnosti so zaznali pri jabolkih, marelicah, hruški, breskvi in jagodah, medtem ko belo in rdeče grozdje ter maline niso kazali antimutagenih aktivnosti na navedene mutagene (Edenharder in sod., 1994).

Ob termični obdelavi sokov so zaznali znatno zmanjšanje antimutagenih aktivnosti pri jabolkih, marelicah, kiviju in ananasu. Antimutagene lastnosti robid, borovnic, češenj, višenj, sliv in jagod so bile kljub termični obdelavi stabilne. Delno so bile zmanjšane antimutagene lastnosti v bananah, črnem in rdečem ribezu, mangu in lubenici. Antimutagene aktivnosti v sokovih osmih sort jabolk so bile pri dveh zmerne, pri štirih šibke in pri dveh obrobne ali odsotne. Brez večjih razlik pa so bile odkrite v petih sortah pomaranč in v treh sortah grenivk (Edenharder in sod., 1994).

Ljudje vitamina C ne sintetiziramo sami, zato ga moramo v telo nujno vnesti s prehrano. Največ ga najdemo v sadju in zelenjavi, lahko pa ga uživamo v obliki prehranskega dopolnila, kjer je bolj znan pod imenom askorbinska kislina. Askorbinska kislina je torej izoliran vitamin C, ki se ga lahko dodaja prehranskim dopolnilom ali živilom (Bratina, 2020).

Flavonoidi so skupina rastlinskih presnovkov in so najbolj poznani po antioksidativnem delovanju. Sedaj je dokazano, da imajo pozitivni učinke proti raku in srčnim boleznim. Flavonoidi so pogosto imenovani tudi bioflavonoidi, saj je večina flavonoidov biološkega izvora (Robertson, 2018).

Povezave vitamina C z rakom so večinoma posredne, saj temeljijo na uživanju živil, za katera je znano, da vsebujejo visoke koncentracije vitamina. Podatki na splošno kažejo, da lahko vitamin C zmanjša tveganje za raka, zlasti v požiralniku in želodcu. O podobnih obratnih povezavah med uživanjem svežega sadja ali vnosom vitamina C in rakom želodca so poročali Higginson (1966), Haenszel in Correa (1975), Bjelke (1978) in Kolonel in sod. (1981). Ta opažanja se ujemajo s hipotezo, da vitamin C ščiti pred rakom želodca tako, da blokira reakcijo sekundarnih in višjih aminov z nitritom, da nastanejo nitrozamini (Correa in sod., 1975).

Sadje je bogat vir antioksidantov, ki ščiti pred številnimi kroničnimi boleznimi. Pogosto uživanje svežega sadja je povezano z manjšim tveganjem za razvoj raka požiralnika (K. Ross, 2019).

Številne snovi v živilih lahko zmanjšajo aktivnost nekaterih mutagenih v *in vitro* testnih sistemih. Morita in sodelavci (1978) so poročali, da sokovi, pripravljene iz nekaterih pogostih vrst zelenjave, sadja in začimb, vključno z jabolki, ingverjem in ananasom, zmanjšujejo mutageno aktivnost triptofanskih pirolizatov (Morita in sod., 1978).

Niso pa vse vrste sadja, na različnih stopnjah zrelosti, zdravilne. Na primer, v zrelih jagodah gorskega pepela *Sorbus aucuparia* var (vrsta listavcev ali grmovnic, ki spada v družino vrtnic) se nahaja parasorbinska kislina v koncentracijah od 0,2 do 2 µg/g. V številnih pogostih vrstah sadja (hruške, jabolka, limone, brusnice, grozdje, pomaranče ali paradižnik) sledi te kisline niso našli (Mednarodna agencija za raziskave raka, 1976).

Strokovnjaki so izvedli *in vivo* eksperimentalno raziskavo na temo rakotvornosti parasorbinske kisline. V dveh letih so se sarkomi pojavili pri podganah, ki so prejemale subkutane injekcije parasorbinske kisline v skupnih odmerkih bodisi 13 bodisi 128 mg na žival (Mednarodna agencija za raziskave raka, 1976). Nestabilna parasorbinska kislina draži želodčno sluznico, kar povzroča vnetje, bruhanje, drisko in druge neprijetne simptome zastrupitve.

2.4.1. Agrumi ali citrusi

V skupino agrumov uvrščamo mandarino, pomelo, citróno, pomarančo, limono, grenivko, klementino, bergamot, kinoto, kombavo, kumkvat in limeto (Wikipedia, 2017).

Agrumi so za raziskave primerni in zanimivi predvsem zaradi visoke vsebnosti vitamina C.

Vitamin C (oz. askorbinska kislina) je vodotopen vitamin, ki ima za človeka pomembno antioksidativno vlogo ter sodeluje v številnih bioloških procesih. Med drugim sodeluje pri tvorbi kolagena, pridobivamo pa ga s prehrano, predvsem s sadjem in zelenjavo (Carr, Vissers, 2013).

V agrumih pa zasledimo tudi bioflavonoide, kot so hesperidin, kvercetin, rutin in tangeritin. Poleg antioksidativnega delovanja in povečanja koncentracije znotrajceličnega vitamina C, rutin in hesperidin koristno vplivata na permeabilnost kapilar in pretok krvi. Dokazali so tudi, da ima kvercetin v manjši meri antialergijsko in protivnetno delovanje (USDA Database of Flavonoid content of food, 2021).

Ugotovljeno je bilo, da metanolni izvlečki iz lupin limone kažejo antimutagene učinke na 3-amino-1,4-dimetil-5H-pirido [4,3-b] indol in 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo [4,5-b] piridin (PhIP) v Amesovem testu *in vitro*. Med izoliranimi sestavinami so kumarini, furanokumarini in limonoidi pokazali antimutagene učinke v omenjenem testu. Ena glavnih sestavin, limonin, je v mikronukleusnem testu *in vivo* pokazala pomembne antimutagene učinke proti mitomicinu C in PhIP (Matsumoto in sod., 2017).

Opažena pa je bila tudi antimutagena aktivnost sintetične askorbinske kisline ali citronske kisline ali kombinacije askorbinske kisline s citronsko kislino (USDA Database of Flavonoid content of food, 2021).

V Preglednici 2 je predstavljen primer hranilnih vrednosti v 100 g svežih pomaranč in limon. Podane so tudi koncentracije vitamina C, ki ga je v pomarančah v povprečju 0,061 % in v limonah 0,053 %.

Preglednica 2: Hranilna vrednost pomaranče (Malek, 2014) in limone (povzeto po FoodData Central, 2020).

	Hranilna vrednost v 100 g pomaranče	Hranilna vrednost v 100 g limone
Energijska vrednost	215 kJ/51 kcal	29 kcal
Ogljikovi hidrati	12 g	9,3 g
- od tega prehranske vlaknine	2 g	2,8 g
Maščobe	0,6 g	0,3 g
Beljakovine	1 g	1,1 g
Kalij	153 mg	138 mg
Kalcij	35 mg	26 mg
Magnezij	10 mg	8 mg
Fosfor	22 mg	16 mg
Vitamin C	61 mg (0,061 %)	53 mg (0,053 %)

2.4.2. Aronija

Aronija je listopadna grmovnica in se uvršča med jagodičevje. Je izredno nezahtevna rastlina z ogromno zdravilnimi lastnostmi in je primerna za domači vrt (Benec, 2019).

Aronija je rastlina, katere zrelem skoraj črnim plodovom pripisujejo veliko zdravilno moč ter upočasnitev staranja. Črnoplodna aronija (*Aronie melanocarpa*) je rastlina, ki jo poznamo tudi zaradi velike vsebnosti barvil antocianinov, vitaminov P, C, B, A, mineralov in ostalih pomembnih bioaktivnih snovi. Sestavine aronije zdravijo ožilje, uravnavajo krvni pritisk, odpravljajo želodčne težave, preprečujejo nastanek arterioskleroze, blažijo migrene, varovalno vplivajo na naše črevesje, krepijo slabokrvne, povečujejo imunsko sposobnost organizma, vplivajo na izboljšanje vida, spomina in povečujejo elastičnost kože (Petrovič, 2016).

Na tržišču so na razpolago izdelki iz plodov in stisnjene soka aronije v obliki marmelad, džemov, sokov, vitaminskih napitkov, prehranskih dopolnil in izdelkov za nego kože (Petrovič, 2016).

Antocianini, izolirani iz aronije, so pokazali znatno antimutagenost proti benzo pirinu in 2-amino fluorenu (Gautam in sod., 2016). 2-aminofluoren je rjav kristalni prah. Je rakotvoren in mutagen derivat fluorena. Uporablja se kot biokemično orodje pri preučevanju kancerogeneze. Povzroča tumorje pri številnih vrstah v jetrih, mehurju in ledvicah (National Institute for Occupational Safety and Health, 2019).

Benzopiren je policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) in velja kot onesnaževalo in rakotvorna snov. Naravno ga oddajajo gozdni požari in vulkanski izbruhi, najdemo pa ga tudi v premogovem katranu, cigaretnem in lesenem dimu ter zažgani hrani in pijači, kot je kava. Hlapi, ki nastanejo zaradi maščobe, ki kaplja na oglje z mehurčki, so bogati z benzopirenom, ki se lahko kondenzira na izdelkih z žara (Larsson in sod., 1983). Izmed vseh PAHov je najbolj proučevan, zato o njem zasledimo tudi največ podatkov o pojavljanju in strupenosti.

Aronija učinkovito uničuje maligne celice pri rakastih obolenjih možganov, pljuč, debelega črevesja in jeter (antocijanin in proantocijanidin) (Štolfa, 2015). 100 g sveže aronije prav tako vsebuje približno 35 % dnevnega priporočenega vnosa vitamina C (Preglednica 3). Redno uživanje soka aronije izboljša cirkulacijo in krepi ožilje (Liolife d.o.o., 2019).

Preglednica 3: Hranilne vrednosti aronije (povzeto po Kašča, 2019).

	Hranilna vrednost v 100 g aronije
Energijska vrednost	1135 kJ / 271 kcal
Maščobe	1,2 g
- od tega nasičene maščobe	0,2 g
Ogljikovi hidrati	59,0 g
- od tega sladkorji	22,0 g
Prehranske vlaknine	20,0 g
Beljakovine	3,4 g
Sol	< 0,01 g
Vitamin K	74µg/99 %*
Folna kislina	72µg/36 %*
Mangan	3,6 mg/180 %*
Vitamin C	21 mg

* = % PDV odstotek priporočenega dnevnega vnosa

2.4.3. Jabolko

Jabolko je sadje, ki ga v Sloveniji pogosto gojimo in uživamo. Za Slovence je jabolko že od nekdaj pomembno, saj je jablana najpomembnejša sadna vrsta pri nas – 65 % vsega pridelanega sadja v Sloveniji predstavljajo prav jabolka (Plešnik, 2010).

Velja za enega izmed najbolj zdravih sadežev, ki naj bi človeku dajal vitalnost in mladost. Jabolka znižujejo povišan holesterol, uravnavajo maščobe in sladkor v krvi. Je antioksidant, kar pomeni, da se lahko veže na proste radikale v telesu in jih uničuje (Plešnik, 2010).

Največ vitaminov je v zunanji plasti jabolka, vsebnost pa se zmanjšuje proti peščiču. Zanimivo je, da je v olupku kar 6-krat več vitamina C kot v mesu sadeža. Jabolko vsebuje tudi flavonoide, ki preprečujejo oksidacijo in jim pripisujejo koristi pri preprečevanju bolezni srca in ožilja. Pomaga pa tudi preprečevati razvoj raka na dojkah, pljučih, črevesju in jetrih (Plešnik, 2010).

Preglednica 4 predstavlja okvirno hranilno vrednost v 100 g svežega in suhega jabolka. Zanimivo je, da suho jabolko vsebuje kar trikrat več vitamina C kot pa sveže.

Preglednica 4: Hranilne vrednosti jabolka (Simmonds in Howes, 2016).

	Hranilna vrednost v 100 g svežega jabolka	% PDV*	Hranilna vrednost v 100 g suhega jabolka	% PDV*
Energijska vrednost (kcal/kJ)	60/252	3 %	245/1029	12 %
Skupne maščobe (g)	0,1	0 %	2	2 %
- Nasičene maščobe (g)	0	0 %	0	0 %
Ogljikovi hidrati (g)	14	6 %	55	21 %
- Sladkorji (g)	10	11 %	50	55 %
Beljakovine (g)	0,2	0 %	1	3 %
Prehranske vlaknine (g)	2	7 %	11	37 %
Vitamini in minerali				
Biotin (µg)	5	9 %	/	/
Vitamin B ₆ (mg)	0,1	7 %	0,3	20 %
Vitamin K (µg)	4	5 %	4	6 %
Vitamin C (mg)	4	5 %	12	15 %
Mangan (µg)	261	13 %	128	6 %
Magnezij (mg)	36	10 %	22	6 %
Kalij (mg)	119	6 %	622	31 %
Železo (mg)	1	5 %	1	9 %

%PDV* = priporočen dnevni vnos

2.4.4. Granatno jabolko

Izvečki iz jedra granatnega jabolka so znani po svojih zdravju koristnih lastnostih, ki vključujejo antioksidativne in protiproliferativne aktivnosti proti raku. Polifenoli in zlasti elagitanini so bili predlagani kot ključni za te lastnosti. Preučena je bila tudi sposobnost zaviranja raka dojk in rakavih celic prostate. Neužitni deli sadja, in sicer lupine in lamele, kažejo bistveno višjo vsebnost pozitivnih spojin kot užitni. Korenine, lubje, brsti in plodovi kažejo višje ravni in aktivnosti kot cvetovi, veje in listi. Ugotovljeno je bilo, da je zaviranje rakavih celic povezano z vsebnostjo fenolov in punikalagina v posameznih delih sadja. Ti rezultati prikazujejo vsebino štirih bioaktivnih spojin in njihov potencialni prispevek k zdravju koristnim neužitnim tkivom, ki so se uporabljali že v antiki (Orgil O. in sod., 2013).

Rezultati raziskav so pokazali, da imajo ekstrakti lupine granatnega jabolka tako antioksidativne kot antimutagene lastnosti in se lahko uporabljajo kot biokonzervansi v živilskih proizvodih in nutraceutiki (funkcionalna hrana) (Negi P.S. in sod. 2002).

Potrošniki imajo splošno mnenje, da so ekološka živila bolj zdrava, okusna in bolj hranljiva od običajnih izdelkov. Znanstveniki pa so z analizami pokazali, da je antimutagena aktivnost običajnega soka višja od tiste, ki jo je dosegel organski vzorec granatnega jabolka (201 in 104 mg/L za običajne in organske sokove) (Orgil O. in sod. 2013).

Preglednica 5 prikazuje hranilne vrednosti granatnega jabolka na 100 g sadja.

Preglednica 5: Hranilna vrednost granatnega jabolka (Pande in Akoh, 2016).

	Hranilna vrednost v 100 g granatnega jabolka	% PDV*
Energijska vrednost (kcal/kJ)	74/309	4 %
Skupne maščobe (g)	1	1 %
- Nasičene maščobe (g)	0,1	1 %
Ogljikovi hidrati (g)	16	6 %
- Sladkorji (g)	16	18 %
Beljakovine (g)	1	1 %
Prehranske vlaknine (g)	2	7 %
Vitaminski in mineralni		
Vitamin K (µg)	16	22 %
Vitamin C (mg)	7	9 %
Pantotenska kislina (mg)	0,4	6 %
Kalij (mg)	220	11 %

%PDV* = priporočen dnevni vnos

2.4.5. Grozdje

Znanstveniki so določevali antimutageni in antigenotoksični potencial koncentrata grozdnega soka v organih glodavcev, izpostavljenih zastrupitvi s kadmijevim kloridom. Skupno 15 podgan Wistar je bilo razdeljenih v tri skupine, in sicer: kontrolna skupina, kadmijeva skupina (Cd) in skupina kadmijevega grozdnega soka (Cd + GJ).

Izpostavljene živali so prejele dozo kadmijevega klorida (1,2 mg/kg telesne teže), razredčenega v vodi, po 15 dneh pa je skupina Cd + GJ 15 prejela koncentrat grozdnega soka. Koncentrat grozdnega soka je zmanjšal genotoksične učinke, ki jih inducira kadmij v periferni krvi in jetrnih celicah. Ugotovljeno je bilo tudi zmanjšanje izražanja 8-hidroksi-20-deoksiganozina (8OHdG), označevalca oksidativnega stresa, v hepatocitih živali, izpostavljenih kadmiju in zdravljenih s koncentratom grozdnega soka. V jetrnih celicah skupine Cd + GJ pa so opazili večjo aktivnost CuZn-SOD.

Glede antimutagenih in antigenotoksičnih aktivnosti med skupinami niso opazili nobenih izjemnih razlik. Rezultati kažejo, da je koncentrat grozdnega soka lahko sprožil antimutagene in antigenotoksične aktivnosti v krvi in jetrnih celicah podgan, izpostavljenih kadmiju (Foot Gomes de Moura C. in sod., 2014).

Preglednica 6 prikazuje prehransko vrednost na 100 g grozdja.

Preglednica 6: Hranilne vrednosti grozdja (Dovjak, 2014).

	Hranilna vrednost v 100 g grozdja
Energijska vrednost	261 kJ/62 kcal
Beljakovine	0,5 g
Maščobe	0,4 g
Ogljikovi hidrati	15 g - od tega prehranska vlaknina 1,4 g
Vitamin C	11 mg
Kalij	152 mg
Kalcij	14 mg
Magnezij	7 mg
Fosfor	22 mg
Železo	0,2 mg
Mangan	0,09 mg

2.4.6. Jagodičevje

Jagodičevje se pogosto uživa v naši prehrani in je pritegnilo veliko pozornosti zaradi možnih koristi za zdravje ljudi. Jagode vsebujejo raznovrstne fitokemikalije z biološkimi lastnostmi, kot so antioksidativne, antikancerogene in protivnetne aktivnosti (Seeram in sod., 2006).

Znanstveniki so preučili izvlečke šestih priljubljenih jagod robidnic, črnih malin, borovnic, brusnic, rdečih malin in jagod. Glavni razredi jagodičastih fenolov so bili antocianini, flavonoli, flavanoli, elagitanini, galotanini, proantocianidini in fenolne kisline.

Izvlečke jagodičja so ovrednotili glede njihove sposobnosti zaviranja rasti, celične proliferacije dojk, debelega črevesja in prostate pri celičnih linijah *in vitro* v koncentracijah od 25 do 200 µg/ml (Seeram in sod., 2006).

Z naraščajočo koncentracijo izvlečka jagodičja so opazili vse večje zaviranje celične proliferacije v vseh celičnih linijah z različno stopnjo jakosti med celičnimi linijami. Izvlečke jagodičja so ocenili tudi glede njihove sposobnosti, da stimulirajo apoptozo celične linije raka na debelem črevesu (Seeram in sod., 2006).

Izvlečki črne maline in jagode so pokazali najpomembnejše pro-apoptotične (apoptoza = programirana celična smrt) učinke proti tej celični liniji (Seeram in sod., 2006).

Epidemiološke študije so ugotovile povezavo med uživanjem diet, bogatih s sadjem in zelenjavo, ter manjšim tveganjem za kronične bolezni, vključno z rakom in boleznimi srca in ožilja. Dokazujejo, da lahko velik del pozitivnega zdravilnega potenciala te rastlinske hrane izvira iz fitokemikalij, bioaktivnih spojin. V jagodah je med njimi največ elaginske kisline in nekaterih flavonoidov: antocianin, katehin, kvercetin in kaempferol. Te spojine v jagodah imajo močno antioksidativno moč. Posamezne spojine v jagodah so pokazale antikancerogeno aktivnost v več različnih eksperimentalnih sistemih, ki blokirajo začetek kancerogeneze in zavirajo napredovanje in širjenje tumorjev. Predhodne študije na živalih so pokazale, da lahko diete, bogate z jagodami, koristijo tudi starajočim se možganom (Hannum, 2010).

Hranilne vrednosti borovnic, malin in rdečega ribeza prikazuje Preglednica 7. Od naštetega sadja največ vitamina C na 100 g sadja vsebuje rdeči ribez, in sicer 0,041 % na 100 g, sledijo maline z 0,0262 % in pa borovnice z 0,0097 %.

Preglednica 7: Hranilne vrednosti jagodičevja (Primožič, 2002).

Hranilne vrednosti v 100 g	borovnice	maline	rdeči ribez
Energijska vrednost	57 kcal	52 kcal	56 kcal
Voda	84,21 g	85,75 g	83,95 g
Beljakovine	0,74 g	1,20 g	1,40 g
Maščobe	0,33 g	0,65 g	0,20 g
Ogljikovi hidrati	14,49 g	11,94 g	13,80 g
- od tega prehranska vlaknina	2,4 g	6,5 g	4,3 g
- sladkorji	9,96 g	4,42 g	7,37 g
Kalcij	6 mg	25 mg	33 mg
Železo	0,28 mg	0,69 mg	1,00 mg
Magnezij	6 mg	22 mg	13 mg
Fosfor	12 mg	29 mg	44 mg
Kalij	77 mg	151 mg	275 mg
Natrij	1 mg	1 mg	1 mg
Cink	0,16 mg	0,42 mg	0,23 mg
Vitamin C	9,7 mg	26,2 mg	41,0 mg

Izvedena pa je bila tudi raziskava, pri kateri so sveže sokove in izvlečke organskih snovi iz plodov jagod, borovnic ter malin ovrednotili glede njihove sposobnosti za zaviranje nastanka mutacij z mutagenim metil metansulfonatom in presnovno aktiviranim rakotvornim benzopirenom. Sok iz jagod, borovnic in malin je imel močan zaviralni učinek na mutagenezo, ki jo povzročata obe rakotvorni snovi (Smith in sod., 2004).

2.5. Pomen antimutagenov v sadju za zdravje ljudi

Večina naravnih antimutagenov ima poleg antimutagenih in antikancerogenih še dodatne blagodejne učinke na zdravje, kot so imunomodulatorni, hepatoprotektivni, antihiperглиkemični, kardioprotektivni, protivnetni in protirevmatični učinki. Hkrati pa imajo tudi odlične antioksidativne in razstrupljevalne lastnosti (Shankel, 2000).

Učinke znanih naravnih antimutagenov, in sicer poliaminov in sorodnih spojin, so znanstveniki preučevali pri razvoju odpornosti na zdravila pri različnih sevih. Ugotovili so, da imajo poliamini močne antimutagene učinke proti odpornosti na antibiotike, ki jih povzroča metil metansulfonat (MMS) in etil metansulfonat (EMS) (Pillai in Shankal, 1998). Naravna antimutagena sredstva lahko povečajo učinkovitost terapije človeka z virusom HIV. Varen vnos sadja, polifenolov zelenega čaja in zelenjave križnic poveča učinkovitost zdravljenja z zdravili pri osebah, okuženih s tem virusom (McCarty, 1997).

Da bi ugotovili, katere sestavine hrane bi lahko bile povezane z rakom, so epidemiologi preučevali populacijske podskupine, vključno z migranti v ZDA, da bi preučili povezavo med posebnimi prehranskimi vzorci ali uživanjem nekaterih živil in tveganjem za razvoj določenih vrst raka.

Na splošno dokazi kažejo, da nekatere diete in nekatere prehranske komponente (npr. diete z veliko maščobami ali pogosto uživanje soli, vložene soli in prekajene hrane) povečajo tveganje za raka, medtem ko druge (npr. diete z nizko vsebnostjo maščob ali pogosto uživanje določenega sadja in zelenjave) to običajno zmanjšajo (Grobstein in sod., 1982).

Veliko raziskav je bilo usmerjenih v preučevanje učinkov prehranskih vlaknin in živil, ki vsebujejo vlaknine (kot so nekatera zelenjava, sadje in polnozrnata žita) na pojavnost raka. Večina epidemioloških študij na vlakninah je preučila hipotezo, da prehrana z visoko vsebnostjo vlaknin ščiti pred rakom na debelem črevesju ali danki. Rezultati študij in študijskih primerov prehranskih vlaknin so včasih podpirali in včasih nasprotovali tej hipotezi. V obeh vrstah študij korelacije temeljijo predvsem na ocenah vnosa vlaknin, pridobljenih z razvrščanjem živil v skupine glede na vsebnost vlaknin (Grobstein in sod., 1982).

Vendar pa je korelacijska študija pokazala, da je bila incidenca raka debelega črevesa obratno povezana z vnosom ene sestavine vlaken - frakcije pentozana, ki ga najdemo v izdelkih iz polnozrnate pšenice in drugih živilih. Laboratorijski poskusi so tudi pokazali, da uživanje nekaterih sestavin z visoko vsebnostjo vlaknin (npr. celuloze in otrobov) zavira indukcijo raka debelega črevesa z nekaterimi kemičnimi rakotvornimi snovmi (Grobstein in sod., 1982).

Te poskuse pa je težko enačiti z rezultati epidemioloških študij, ker se večina laboratorijskih preiskav osredotoča na določena vlakna ali njihove posamezne sestavine, medtem ko se večina epidemioloških študij ukvarja z živili, ki vsebujejo vlakna, katerih natančna sestava ni določena. Odbor tako ni našel nobenega prepričljivega dokaza, ki bi nakazoval, da prehranske vlaknine (kot so tiste v določenem sadju, zelenjavi, žitih in žitih) delujejo zaščitno proti raku debelega črevesa in danke pri ljudeh. Tako epidemiološka kot laboratorijska poročila kažejo, da so za takšen učinek bolj verjetno odgovorne posebne sestavine vlaknin in ne celotne vlaknine (Grobstein in sod., 1982).

Poudarjen pa je pomen vključitve sadja, zelenjave in polnozrnatih žitnih izdelkov v vsakodnevno prehrano. V epidemioloških študijah je pogosto uživanje teh živil obratno povezano z incidenco različnih vrst raka. Rezultati laboratorijskih poskusov podpirajo te ugotovitve pri testih posameznih hranilnih in nehranljivih sestavin sadja (zlasti agrumov) in zelenjave (Grobstein in sod., 1982).

Dokazano je, da imajo posamezniki, ki dnevno pojedjo približno pet obrokov sadja in zelenjave, polovična tveganja za razvoj številnih bolezni, vključno z različnimi vrstami raka, zlasti tistimi, povezanimi s prebavnim traktom. Sadje izboljša presnovo lipidov in preprečuje oksidacijo holesterola lipoproteinov nizke gostote (LDL-C), ki ovirajo razvoj ateroskleroze (Gautam in sod., 2016).

3. MATERIALI IN METODE

Prvo hipotezo sem preverila z raziskovanjem literature in anketnim vprašalnikom. Raziskala sem področje antimutagenih snovi v sadju, ki ga pridelamo v Sloveniji. Zbrala sem podatke o antimutagenih snoveh v njem in poskusila sadje glede na hranilne vrednosti in antimutagen potencial tudi opisati in razvrstiti. Z anketnim vprašalnikom pa sem pridobila informacije o pogostosti uživanja posameznih vrst sadja.

Drugo hipotezo sem preverila s pomočjo anketnega vprašalnika o poznavanju antimutagenega potenciala sadja. Sklepala sem, da se ljudje pozitivnih učinkov sadja zavedajo, a zelo na splošno. Izraz »antimutagen« pa jim ni zelo poznan, zato sem predvidevala, da se antimutagenih lastnosti sadja ne zavedajo dovolj dobro.

Praktični del diplomske naloge predstavlja anketni vprašalnik (Priloga), s katerim sem pridobila podatke o poznavanju antimutagenih snovi v sadju in nasploh.

Anketa je vsebovala 3 splošna sociodemografska vprašanja in 5 vprašanj s področja antimutagenov v sadju. Ostalih 6 vprašanj pa se je nanašalo na splošne podatke o uživanju in pridelovanju sadja.

Vprašanja so bila tako odprtega kot zaprtega tipa.

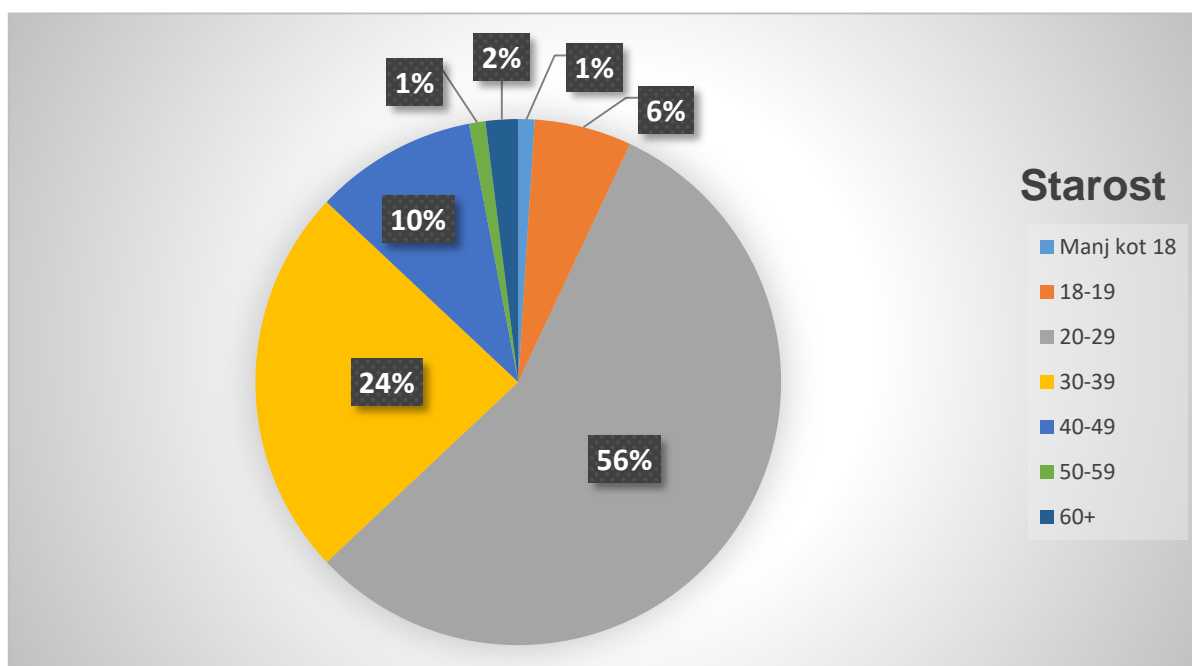
Anketa je bila dostopna 3 mesece, izvajala pa se je preko spleta. Sodelovalo je 450 anketirancev, med katerimi so 404 anketo ustrezno dokončali.

Dobljene rezultate smo obdelali in analizirali s programom 1ka, ki nudi napredno podporo pri izdelavi in analizi anket.

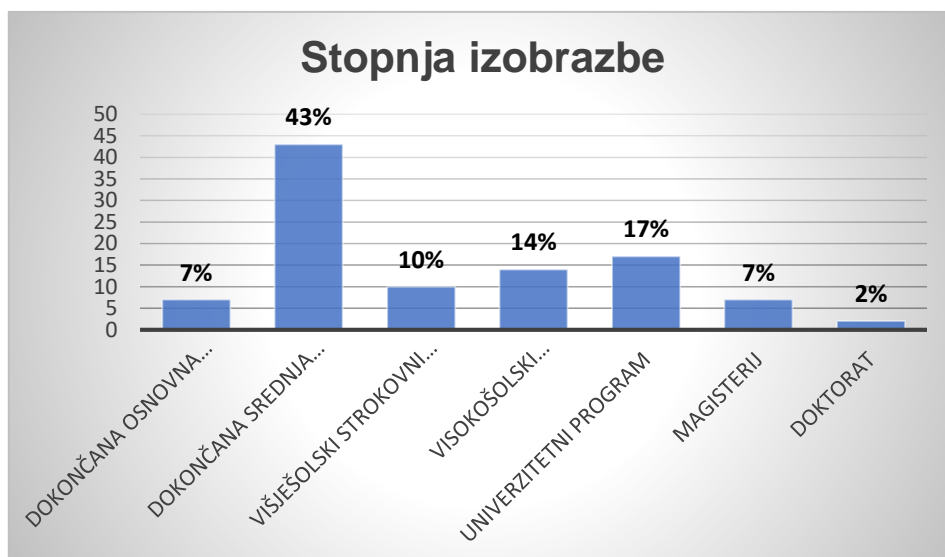
4. REZULTATI Z DISKUSIJO

Sociodemografska vprašanja so pokazala, da je v anketi sodelovalo kar 85 % žensk. Med vsemi sodelujočimi pa je bilo največ ljudi starostne skupine med 20 in 29 let (Slika 2) ter s peto stopnjo izobrazbe, torej s srednješolsko izobrazbo (Slika 3).

Več kot polovica anketirancev (56 %) je bila iz starostne skupine 20-29 let, 24 % pa je v obdobju 30. let. Najmanj anketirancev, le 7 %, je bilo mlajših od 20 let. Večina sodelujočih v anketi (43 %) ima opravljeno srednjo šolo, sledijo tisti, ki imajo dokončan univerzitetni program, le 2 % pa sta dokončala stopnjo doktorata.



Slika 2: Starostne skupine anketiranih.

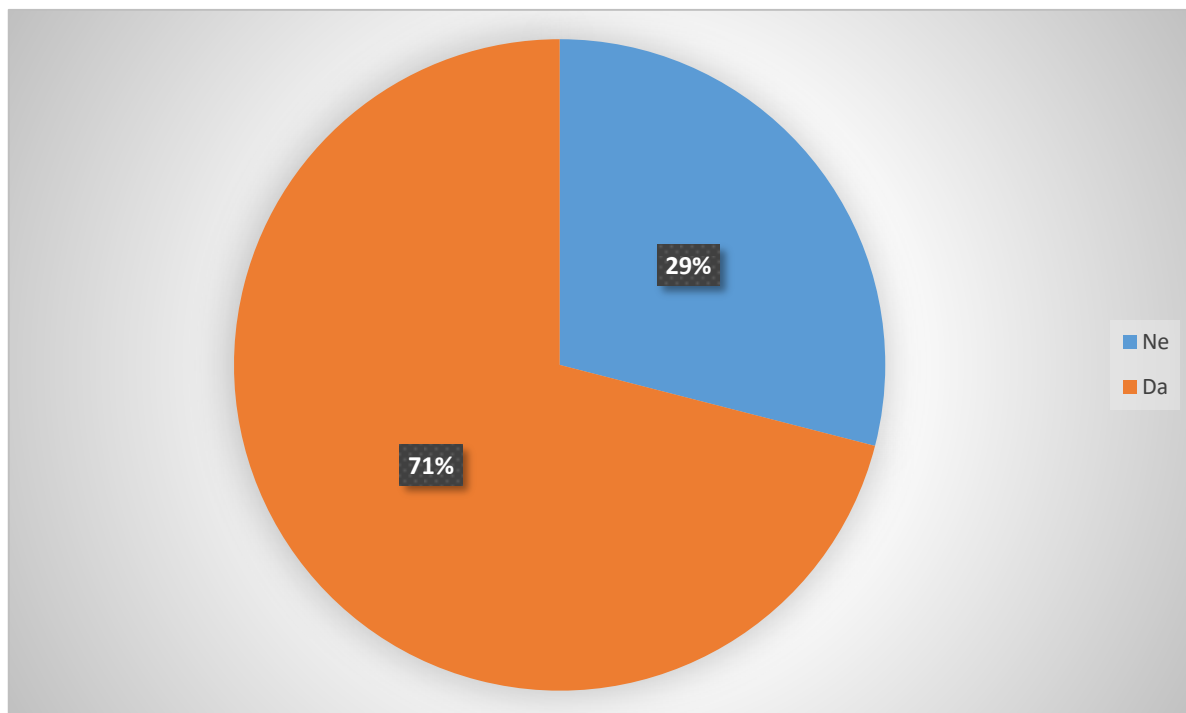


Slika 3: Stopnja izobrazbe sodelujočih v anketi.

Podatke ankete glede poznavanja antimutagenega potenciala sadja smo združili v tri sklope, ki so v nadaljevanju ločeni po podnaslovih: Pregled pridelovanja in uživanje sadja (4.1.), Poznavanje antimutagenega potenciala sadja (4.2.) in Vpliv antimutagenih snovi na naše zdravje (4.3.).

4.1. Pregled pridelovanja in uživanja sadja

Kar 71 % anketiranih ljudi doma prideluje sadje (Slika 4). Slovenija je ena izmed bolj zelenih držav z veliko pridelovalnimi površinami hkrati pa rodovitno prstjo in ugodnimi podnebnimi razmerami. Po podatkih Statističnega urada Slovenije število kmetijskih gospodarstev v Sloveniji znaša 69.902 (podatek iz leta 2016), povprečna velikost glede na površino kmetijskih zemljišč v uporabi pa znaša 6,9 ha. V uporabi je 483.893 ha kmetijskih zemljišč za rastlinsko pridelavo, na katerih je bilo leta 2020 pridelanih 104.000 ton grozdja na vinogradih in 67.000 ton jabolk v intenzivnih sadovnjakih (SURS, 2021).

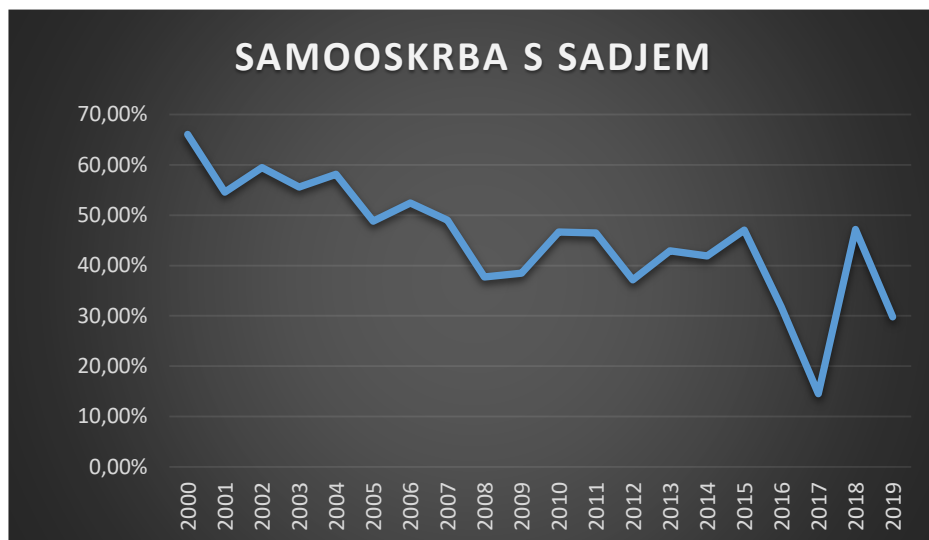


Slika 4: Delež anketirancev, ki prideluje sadje doma.

Po podatkih SURSa stopnja samooskrbe s sadjem v Sloveniji med leti močno niha (Slika 5). Od leta 2000 naprej je bila najnižja v letu 2017 (15 %, saj je bila letina sadja zelo slaba), najvišja pa v letu 2000 (66 %). V letu 2019 je prebivalec Slovenije povprečno porabil 128 kg sadja, samooskrba pa je znašala 30 % (Slika 5).

V istem letu smo v Sloveniji porabili približno 267.000 ton sadja za namen prehranjevanja, od tega pa je bilo skoraj 60 % svežega (SURS, 2021).

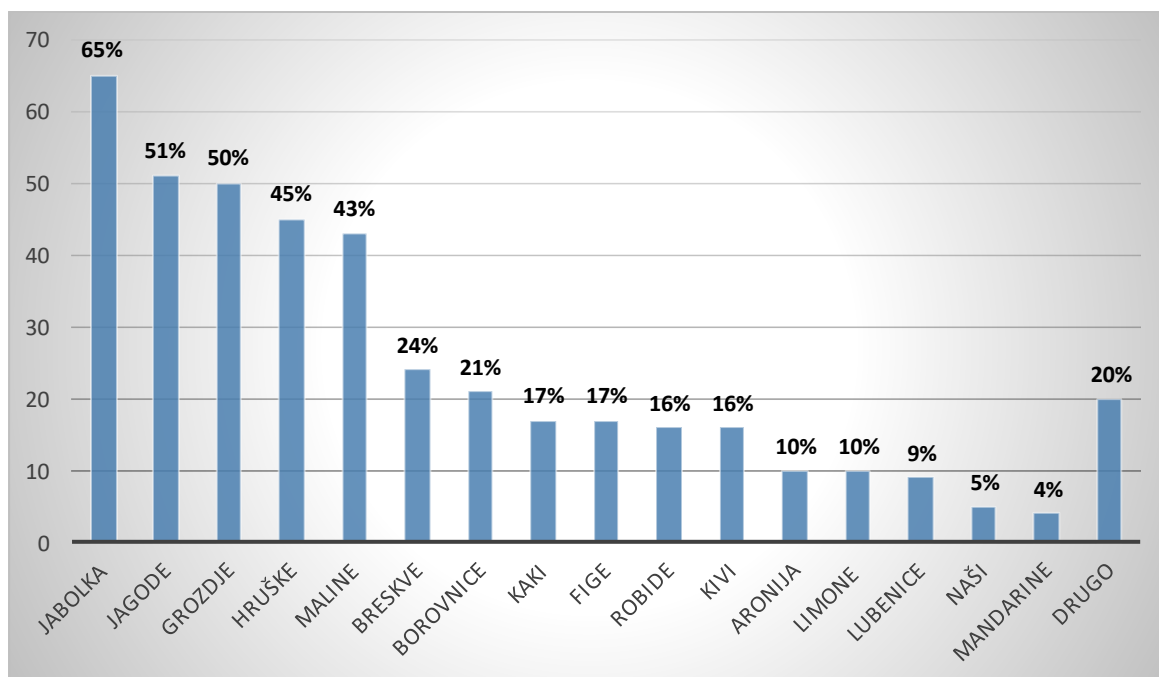
Član gospodinjstva v Sloveniji je v letu 2018 doma porabil približno 21 kg krompirja, skoraj 12 kg jabolk in nekaj več kot 7 kg zelene solate (SURS, 2021).



Slika 5: Stopnja samooskrbe s sadjem v Sloveniji skozi leta (Statistični urad Republike Slovenije, 2021).

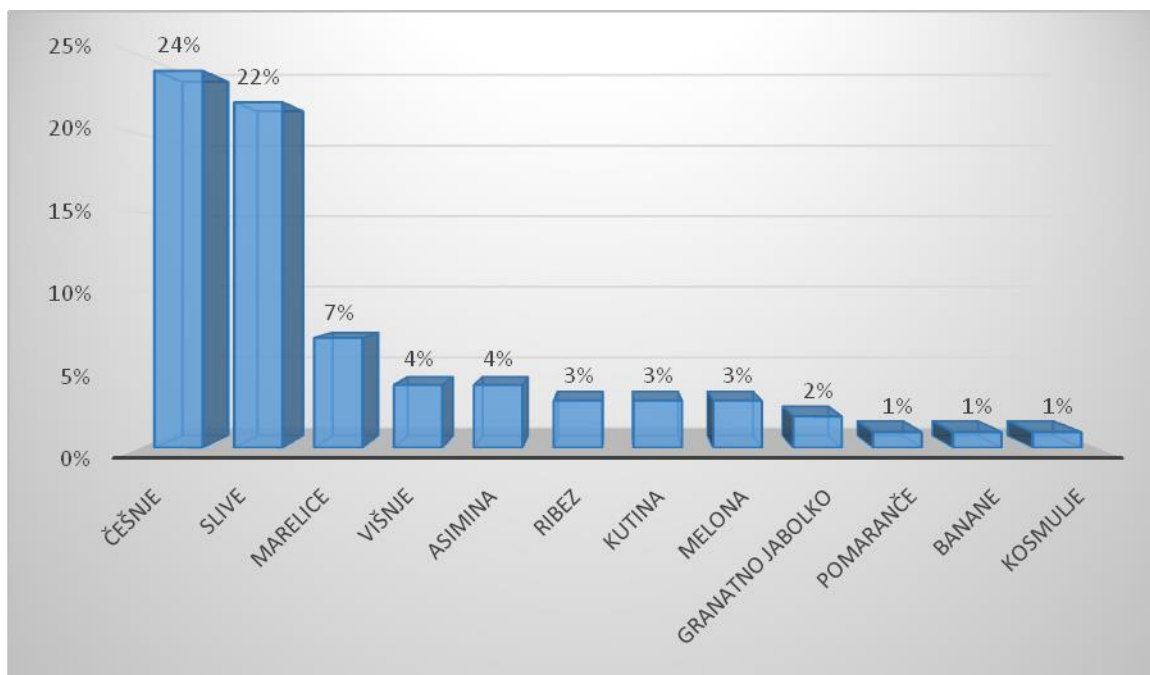
Na slovenskih tleh uspeva veliko vrst sadja, kar je tudi eden izmed razlogov pridelovanja. Obenem pa živimo v času, ko je veliko trgovske hrane uvožene in precej predelane in je tako lahko potencialno tudi zdravju škodljiva, zato ljudje na splošno toliko bolj cenimo doma pridelano hrano.

Slika 6 prikazuje odgovore anketirancev na vprašanje glede najpogostejšega doma pridelanega sadja. Jabolka izrazito izstopajo kot najpogosteje pridelano sadje, za njimi pa so jagode (51 %), grozdje (50 %), hruške (45 %) in maline (43 %).



Slika 6: Najpogosteje doma pridelano sadje.

Zanimivo je, da je kar 20 % anketirancev dopisalo možnost »drugo« (Slika 6), v kateri so navedli, da pridelujejo tudi češnje (24 %), slive (22 %), marelice (7 %), višnje (4 %), asimino (indijansko banano) (4 %), ribez (3 %), kutine (3 %), melone (3 %), granatno jabolko (2 %), pomaranče (1 %), banane (1 %) in kosmulje (1 %) (Slika 6).



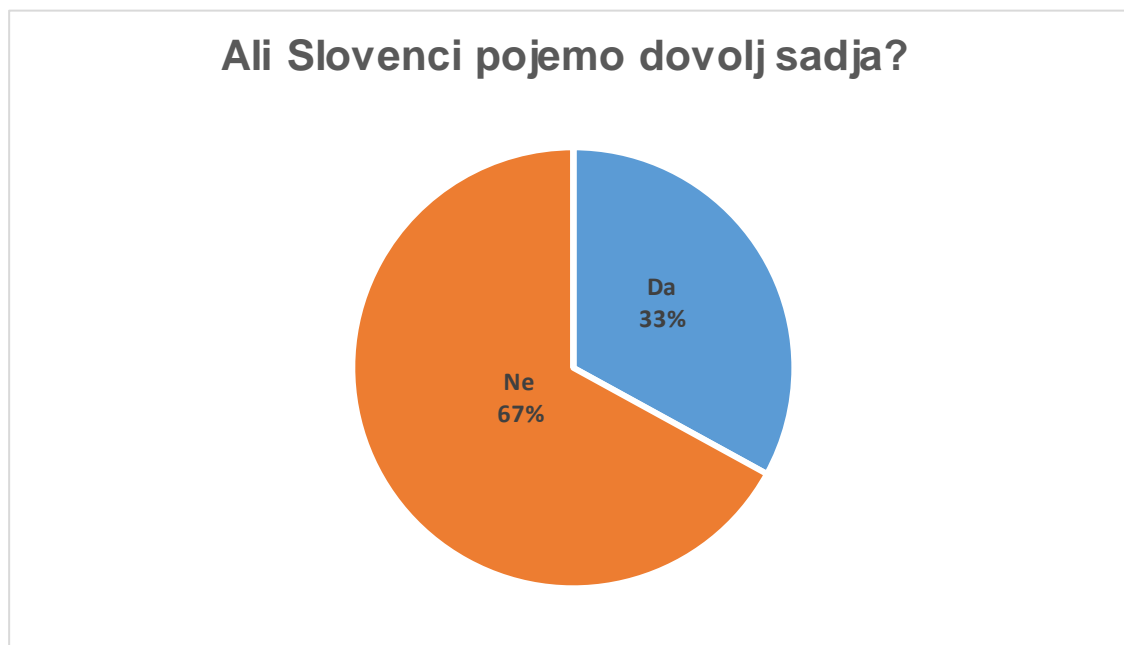
Slika 7: Drugo doma pridelano sadje.

Podatki Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) sovpadajo z rezultati ankete.

V intenzivnih sadovnjakih namreč prevladujejo jabolane. Največji del površine v intenzivnih sadovnjakih je namenjen prav tej sadni vrsti. V letu 2019 so jabolane zavzemale 76 % vseh sadnih dreves, rasle pa so na 54 % površine intenzivnih sadovnjakov. Tudi pridelek jabolk je bil med vsemi sadnimi vrstami najtežji, obrodile so skoraj 24 ton jabolk na hektar (SURS, 2021). Po podatkih pa se poleg jablan v Sloveniji pojavljajo tudi hruške (5 %), breskve, nektarine, marelice (3 %), češnje in višnje (1 %) ter 14 % drugih vrst sadnega drevja (SURS, 2021).

Vinogradi so v letu 2019 na območju Republike Slovenije merili skupaj 15.550 ha. 69 % površine je bilo zasajenih z belimi sortami, preostanek pa so zavzemale rdeče sorte grozdja. Približno takšno razmerje pa je veljalo tudi pri številu trt in pridelkov. Vseh trt skupaj je bilo malo manj kot 61 milijonov, katere so skupno obrodile 105.000 ton grozdja. Pridelek belih sort je znašal 6,9 ton na hektar, medtem ko je pridelek rdečih znašal 6,5 ton na hektar (SURS, 2021).

Slika 8 nakazuje, da se Slovenci zavedamo, da kot narod pojemo premalo sadja, pa naj bo za to kriva cena v trgovskih centrih ali premajhna ozaveščenost o pozitivnih učinkovinah uživanja sadja. Kar 67 % vprašanih namreč meni, da Slovenci pojemo premalo sadja. S Slike 9 pa lahko razberemo, da največ anketirancev, to je 32 %, sadje uživa 3-krat do 4-krat na teden. Najmanj pa je takšnih, ki po sadju posežejo 1-krat na teden ali pa celo redkeje. Če odgovore seštejemo, je med anketiranimi 79 % takšnih, ki sadja ne uživajo vsak dan, 11 % pa ga uživa celo manj kot enkrat tedensko (Slika 9).



Slika 8: Mnenja anketirancev na vprašanje, ali Slovenci pojemo dovolj sadja.



Slika 9: Pogostost uživanja sadja.

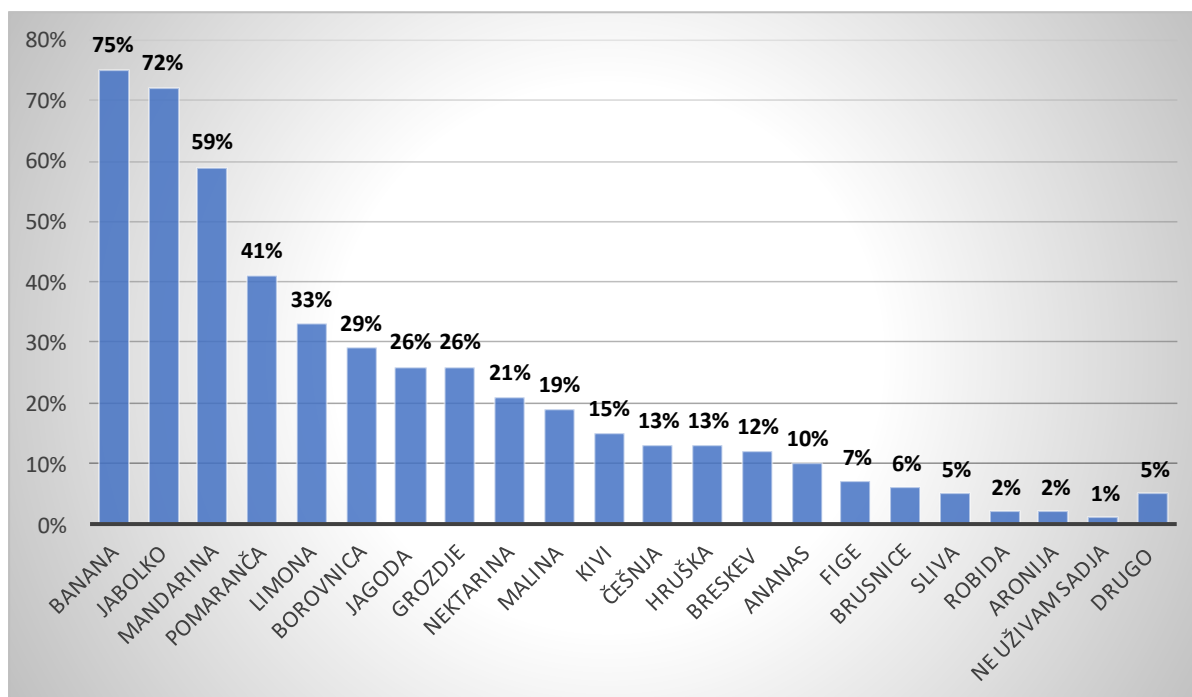
Da je uživanje sadja in zelenjave zdravo oz. da sta pogostost uživanja sadja in zelenjave in višina samoocene splošnega zdravstvenega stanja povezani, potrjujejo tudi podatki SURSa. Med tistimi, ki so menili, da je njihovo splošno zdravstveno stanje zelo dobro, je bilo 67 % takih, ki so sadje jedli vsaj enkrat na dan, in 73 % takih, ki so vsaj enkrat na dan jedli zelenjavo (SURS, 2021).

Kot največkrat zaužito sadje so anketiranci izpostavili banane in jabolka, ki močno prevladujejo, in sicer s kar 75 % banane in 72 % jabolka (Slika 10). Vprašani v nekoliko manjšem deležu uživajo mandarine, pomaranče in limone, verjetno zato, ker je to sezonsko sadje. Zanimljivo malo anketirancev pa uživa aronijo, slive, robide, brusnice, fige, mango, kaki in granatno jabolko. Med vsemi vprašanimi pa je tudi odstotek takšnih, ki sploh ne uživajo sadja. Kot »drugo« pa so anketiranci navedli še kokos, melono, lubenico, pasijonko, ribez in grenivko.

71 % vprašanih doma goji sadje (Slika 4), kot najpogosteje gojene pa so navedli jabolka, jagode, grozdje, hruške in maline. Ta podatek ne sovпада v celoti s podatki glede najpogosteje užitega sadja, med katere sodijo banane, jabolka, mandarine, pomaranče, limone, grozdje (Slika 10).

Ker banane težko uspejo na naših tleh, jih ljudje večinoma ne pridelujejo sami, kar pomeni, da največ uživamo sadje, ki je kupljeno.

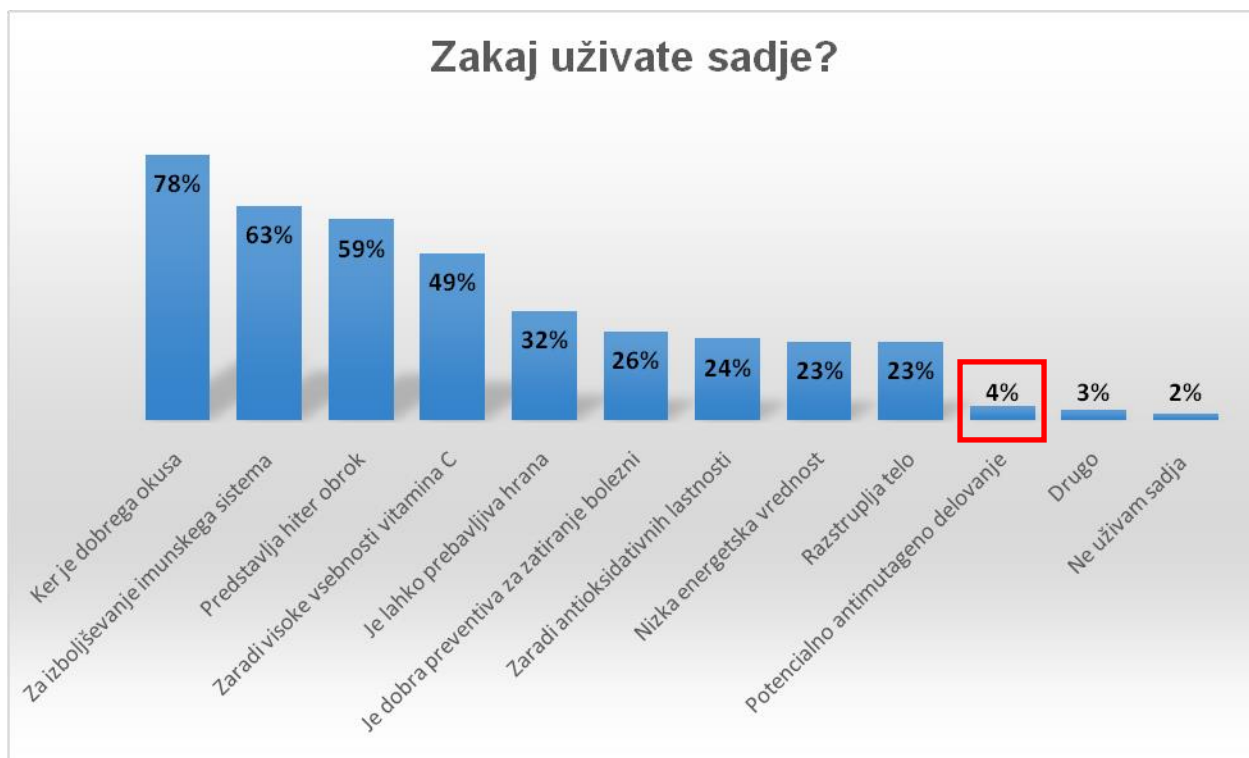
Banane prideluje 1 % vprašanih, uživa pa jih 75 %. Jabolka gojimo doma v 65 %, uživamo pa jih v 72 %. Mandarine, pomaranče in limone prav tako uživamo v večjih količinah, kot jih gojimo. Obratno velja le za grozdje, ki ga prideluje 50 % ljudi, uživamo pa le 26 %. Razlaga tiči seveda v tem, da je velika verjetnost, da domači proizvajalci gojijo grozdje zaradi pridelave vina. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da ljudje še vedno precej sadja kupimo v trgovinah.



Slika 10: Najpogosteje zaužito sadje.

Vprašanje odprtega tipa se je glasilo, zakaj anketiranci uživajo sadje. Najpogostejši odgovor je bil, ker je dobrega okusa (78 %). Sledili so mu odgovori, ker izboljšuje imunski sistem (63 %), predstavlja hiter obrok (59 %) in pa ker ima visoko vsebnost vitamina C (49 %) (Slika 11).

Ljudje posegajo po sadju pretežno zaradi dobrega okusa. Zavedajo pa se tudi glavnih prednosti sadja in je posledično tudi to razlog uživanja. Le 4 % vprašanih je odgovorilo z odgovorom, da uživajo sadje zaradi morebitnega oziroma potencialnega antimutagenega delovanja (označeno rdeče). Sadje za Slovence predstavlja prigrizek, hiter obrok in ker je v splošnem zdravo, ne bi pa rekli, da ga uživajo iz potencialno antimutagenih učinkov.



Slika 11: Razlogi uživanja sadja.

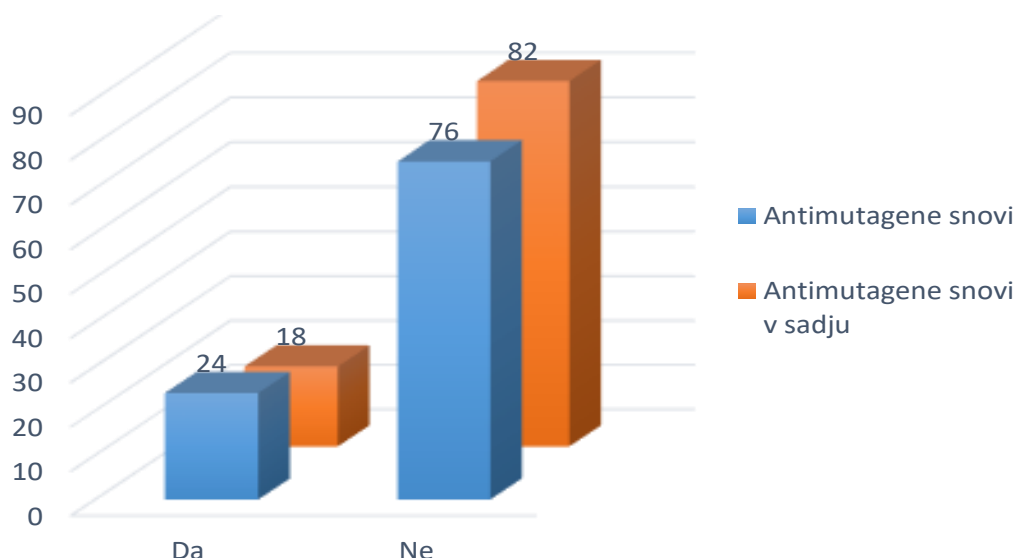
Po mnenju ljudi bi morali za povečanje uživanja sadja znižati cene lokalnega sadja in ga narediti cenovno dostopnejšega. Morali pa bi tudi spodbujati otroke k uživanju, da bi jim le-to prišlo v navado (Slika 12). Vprašanje, kako bi lahko povečali konzumiranje sadja, pa je ponujalo tudi možnost »drugo«, pri kateri so lahko anketiranci sami navedli odgovor. Med temi so se znašli odgovori, da bi bilo za večjo konzumacijo sadja potrebno imeti večjo ponudbo izdelkov v trgovskih verigah, uvesti bi bilo potrebno pripravljene jedi iz sadja in pa poceniti nekatere vrste sadja, saj si ga marsikdo ni zmožen privoščiti. Uvoz sadja, sploh izven sezone, precej stane tako ponudnika kot kupca, zato se kupci v veliko primerih zatekajo k manj zdravi hrani, saj niso pripravljeni toliko zapraviti za sadje oziroma hrano na sploh.



Slika 12: Kako bi lahko povečali konzumiranje sadja?

4.2. Poznavanje antimutagenega potenciala

Le 4 % anketirancev je pri razlogu, zakaj uživajo sadje, navedlo njihov potencialni antimutageni učinek (Slika 11). Nadaljnja vprašanja so sicer pokazala, da je več kot 4 % vprašanih seznanjenih s pojmom antimutagenosti na splošno (24 %) in antimutagenosti v sadju (18 %) (Slika 13), vendar le ta majhen delež anketiranih uživa sadje zaradi razloga antimutagenega potenciala. Na vprašanje, katero sadje je po njihovem mnenju antimutageno, so anketiranci najpogosteje odgovorili z odgovorom aronija (54 %), limona (46 %), borovnica (40 %), robida (37 %), kivi (34 %), pomaranča (33 %), ananas (33 %) in jabolko (31 %) (Slika 14). Vendar sklepam, da so bila to le ugibanja, glede na to, da 76 % ljudi še nikoli ni slišalo za antimutagene snovi. Med ostalimi 24 % ljudi, ki so za antimutagenost že slišali, pa je le 18 % vedelo, da ima tudi sadje antimutagene lastnosti (Slika 13).



Slika 13: Poznavanje antimutagenov.

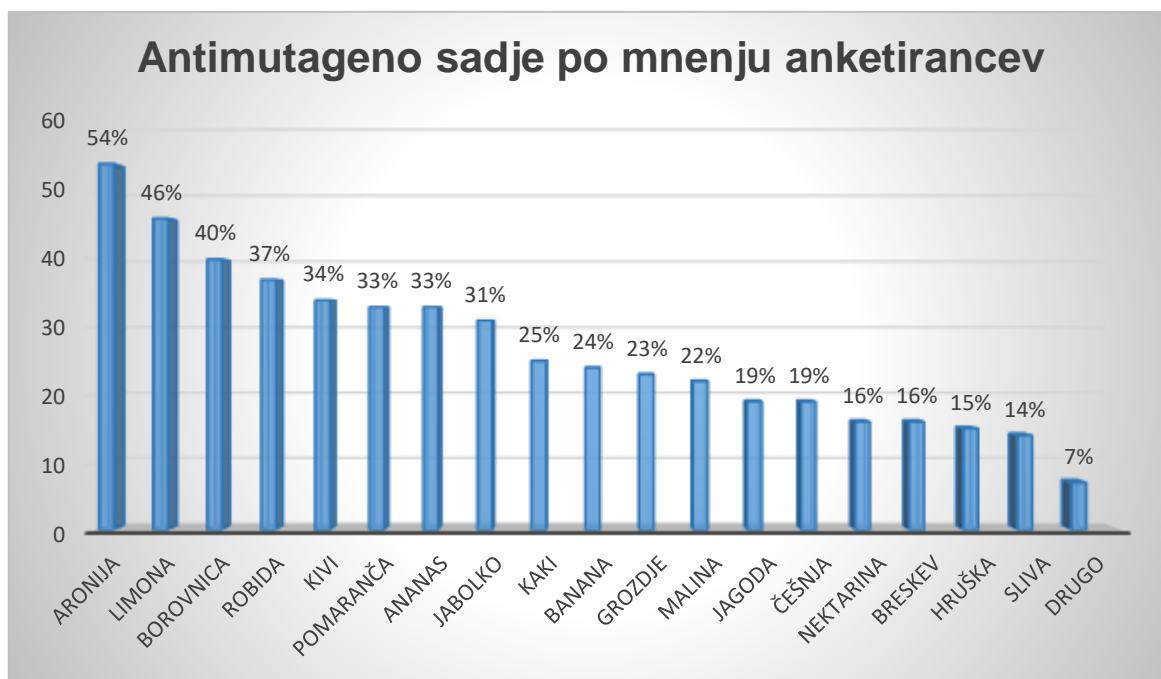
Sadje, ki so ga anketiranci našli kot antimutagenega: ananas, aronija, borovnica, breskev, banana, češnja, kaki, kivi, hruška, malina, nektarina, pomaranča, limona, jagoda, sliva, jabolko, robida, grozdje in grenivka (Slika 14).

Med 19 podanimi vrstami sadja so anketiranci 8 vrst prepoznali kot antimutagene v več kot 30 %; med njimi so kot najbolj antimutageno sadje prepoznali aronijo (54 %), nato limono (46 %) ter borovnico (40 %).

2 % ljudi odgovora ni podalo, vendar tudi med podanimi odgovori sklepam, da je šlo v večini le za predvidevanja, saj večina ljudi sploh ni poznala pomena besede "antimutagen". Ljudje so pojem najverjetneje povezali z visoko vsebnostjo vitaminov, kar je splošno že zelo znano in razširjeno.

Zgornje podane odgovore o aroniji potrjujejo tudi raziskave, ki kažejo, da lahko aronija uspešno ščiti pred rakavim obolenjem ter boleznimi srca in ožilja. Študije so pokazale, da redno uživanje aronije zmanjšuje možnost za nastanek raka črevesja za kar 60 odstotkov. Aronija ima prvovrstno lastnost, da ne le krepí imunski sistem, ampak celotno telo očisti in razstrupi vseh toksinov (težkih kovin in nekaterih radioaktivnih elementov), ki so se dolgoletno nalagali v naših tkivih, živčevju in možganih (Štolfa, 2015).

Vemo pa tudi, da je limona močno antimutagena, z veliko vitamini (predvsem vitamina C), prav tako je imenovana kot superživilo. Anketiranci so pravilno sklepali oziroma ugotavljali.



Slika 14: Antimutageno sadje.

Sadje, pri katerem so že dokazane antimutagene aktivnosti, je vse naštetu sadje, ki ga lahko razberemo s Slike 14. Omeniti velja, da le pri kakiju antimutagenih aktivnosti še niso dokazali ali ovrgli, je pa vsekakor dober antioksidant.

Po zgornjem grafu sodeč anketiranci prepoznajo aronijo, limono, borovnico, robido, kivi, pomarančo, ananas ter jabolko kot antimutageno sadje, ostali rezultati kažejo, da preostalega sadja vprašani v večini ne povezujejo s pojmom antimutagenosti. Zagotovo bi bilo smiselno povečati ozaveščanje ljudi tudi glede preostalega sadja, da bi tudi le-tega uživali v zadostnih količinah.

To bi lahko storili s pomočjo medijev, televizije, oglaševalnih panojev, izobraževalnih ustanov in pa z medsebojno komunikacijo in deljenjem znanja.

Ljudje niso ozaveščeni glede vseh pozitivnih lastnosti sadja, kot npr. da ima sadje tako razširjeno delovanje na celoten organizem, saj tega znanja niso nikjer pridobili. Šole in starši bi morali bolj spodbujati uživanje sadja med otroki in jih podučiti, kakšne pozitivne učinke lahko posledično doprinesejo svojemu zdravju. Otroci večinoma vsakodnevno prejmejo sadje v vrtcu, kar je dober začetek, vendar bi se tak način prehranjevanja moral nadaljevati tudi v nadaljnjih letih, da bi to postala navada.

4.3. Vpliv antimutagenih snovi na naše zdravje

Večina anketirancev (89 %) meni, da je sadje dober vir vitaminov in da ima pozitiven vpliv na imunski sistem (87 %) (Slika 15). Da je sadje dobro za izboljšanje prebave, meni 74 % ljudi, 53 % pa, da ima ugoden vpliv na srčno-žilne bolezni. Nekaj manj kot polovica vprašanih je mnenja, da sadje preventivno zatira bolezni, je dobro za hujšanje in vsebuje malo kalorij. Približno tretjina pa je mnenja, da znižuje krvni tlak, izboljšuje spomin in vsebuje malo sladkorja. Od vseh vprašanih pa je 16 % takih, ki menijo, da sadje preprečuje nastajanje aken.



Slika 15: Pozitivni učinki uživanja sadja.

Sadje je pomemben vir vitaminov, mineralov, prehranskih vlaknin in drugih koristnih snovi. Zaradi velikega deleža vode in vlaknin ima relativno nizko energijsko vrednost, zato je koristno za spodbujanje občutka sitosti in vzdrževanje zdrave telesne mase. Za koristen vpliv na zdravje je v sadju odgovornih več snovi hkrati, ki se med seboj dopolnjujejo (Yahia, 2017). Vsebuje številne pomembne vitamine in minerale, poleg tega pa tudi številne sekundarne rastlinske metabolite oz. fitokemikalije (fito spojine), ki ugodno in zaščitno vplivajo na naše zdravje.

Mnoge v našem telesu delujejo antioksidativno, s čimer preprečujejo poškodbe celic, s tem pa upočasnjujejo procese staranja in razvoj bolezni (Yahia, 2017).

Številne epidemiološke študije so pokazale, da prehrana, bogata s sadjem in zelenjavo, zmanjšuje tveganje za nastanek srčno-žilnih obolenj, pri čemer se pozitiven učinek pozna že pri dveh porcijah zelenjave in sadja na dan, varovalni učinek pa se povečuje celo do desetih porcij na dan (Yahia, 2017).

Zelenjava in sadje sta bogata tudi s prehranskimi vlakninami, ki skupaj z vodo v črevesju tvorijo t.i. balast. Gre za snovi, ki jih naši prebavni encimi ne morejo razgraditi. Prehranske vlaknine imajo v telesu več pomembnih funkcij: zavirajo razvoj številnih bolezni, znižujejo glikemični indeks zaužite hrane, pospešujejo čas potovanja hrane skozi črevo, hkrati pa služijo kot vir hranil (probiotik) naši črevesni mikrobioti (Yahia, 2017).

Podatkov o zdravljenju aken s sadjem ni bilo mogoče zaslediti. Potrebno je poudariti še, da trditev, ki je bila navedena kot odgovor in ni popolnoma pravilna, je, da ima sadje nizko vsebnost sladkorja. Seveda je pri tej trditvi težko govoriti na splošno, saj je vrst sadja ogromno, a velika sadja vsebuje tudi veliko sladkorja. Vrste sadja, kot so na primer mango, banane, hruške, ananas in grozdje, vsebujejo namreč tudi veliko sladkorjev.

5. SKLEP

Pred pričetkom dela sem si zastavila dve hipotezi, ki sem ju preverila s pomočjo anketnega vprašalnika (poglavje 9; Priloga). Za primerjavo in vrednotenje rezultatov sem si pomagala z informacijami iz literature.

H1: V Sloveniji pridelujemo sadje z antimutagenim potencialom, ki ga ljudje zelo pogosto uživajo.

Pri analizi vprašanj, ki so se nanašala na prvo hipotezo, sem ugotovila, da 71 % Slovencev doma prideluje sadje. Med najpogosteje pridelanimi vrstami so jabolka, jagode, grozdje, hruške in maline. Vprašani pa so navedli tudi, da najpogosteje uživajo banane, jabolka, mandarine, pomaranče in limone. Sklepam, da ljudje pridelajo dosti jabolk (65 %), ki jih tudi uživajo (72 %). Odstotek uživanja jabolk je višji od pridelovanja, zato predvidevam, da ljudje posegajo tudi po kupljenih jabolkih, ne le po domačih (Preglednica 8). Seveda bi bilo potrebno preveriti, če so tudi kupljena jabolka domačega izvora, a tega z anketo nismo ugotavljali.

Le odstotek vseh anketiranih je takšnih, ki goji banane v domačem okolju, kar pomeni, da ljudje pogosto posegajo po trgovinskem sadju, glede na to, da so se banane uvrstile na sam vrh najbolj pogosto užitega sadja. Podobno pa velja tudi za limone, ki so na domačih tleh proizvedene v 10 %, uživa pa jih kar 33 % ljudi. Podoben trend smo opazili tudi za mandarine (4 %) in pomaranče (1 %).

Povzetek pridobljenih podatkov ankete nakazuje, da ljudje veliko več sadja kupujemo, kot pridelamo. V Preglednici 8 je predstavljeno razmerje med pridelanim in užitim sadjem, iz katerega lahko podobno sklepamo za večino sadja. Razmerje večje od 1 (zeleno) pomeni več užitega sadja kot pridelanega. Zanimivo je, da smo zaznali obraten trend pri jagodah, grozdju in malinah – pridelamo jih več, kot jih zaužijemo. Razlog lahko najverjetneje iščemo v predelovanju sadja v druge oblike živil (sok, vino, marmelade ...). Nekaj sadja, sploh večji predelovalci, tudi prodajo trgovskim verigam ali sami na tržnicah.

Preglednica 8: Odstotek pridelovanja in uživanja sadja.

Vrsta sadja	Pridelovanje	Uživanje	Razmerje*
Jabolko	65 %	72 %	1,10
Jagode	51 %	26 %	0,51
Grozdje	50 %	26 %	0,52
Malina	43 %	19 %	0,44
Borovnica	21 %	29 %	1,38
Aronija	10 %	2 %	0,2
Limona	10 %	33 %	3,3
Mandarina	4 %	59 %	14,75
Pomaranča	1 %	41 %	41

*Razmerje >1 pomeni več užitega sadja kot pridelanega doma, <1 pa obratno.

Med pridelanim sadjem je kar 77,78 %, za katerega je že znan in opisan antimutageni potencial. Hipotezo 1 lahko potrdimo, saj Slovenci pridelujejo sadje (71 %), ki je v veliki večini antimutageno, ga tudi pogosto uživajo (66 % ga uživa trikrat oziroma večkrat na teden), vendar hkrati tudi kupujejo (mandarine, pomaranče, banane, borovnice, jabolka ...).

H2: Anketiranci antimutagenih aktivnosti sadja ne poznajo dobro, a se zavedajo splošnih pozitivnih učinkov sadja na njihovo zdravje.

Anketiranci uživajo precej sadja z antimutagenim potencialom, vendar je to zgolj naključje, glede na to, da se večina sploh ne zaveda njegovega resničnega potenciala. Ljudje so ozaveščeni o pozitivnih lastnostih sadja, vendar jim je beseda "antimutagen" skoraj povsem neznana (76 %).

Približno 89 % meni, da je sadje dober vir vitaminov, 87 % pa, da ima pozitiven vpliv na imunski sistem, kar tudi drži, in s tem lahko potrdim, da Slovenci v splošnem poznajo pozitivne lastnosti sadja, a pomen antimutagenosti jim je še vedno neznanka. Le 18% ljudi je namreč vedelo, da ima sadje tudi antimutagene lastnosti, od teh pa je le 4% ljudi odgovorilo, da sadje uživa zaradi potencialnega antimutagenega delovanja.

S tem lahko potrdimo tudi drugo hipotezo, saj ljudje poznajo splošne pozitivne lastnosti sadja, vendar antimutagenost ni med njimi.

6. POVZETEK

Uporaba naravnih antimutagenov je eden najboljših pristopov za zmanjšanje škodljivih učinkov mutagenih snovi. Prisotni so v rastlinah, človeški prehrani in drugih virih in imajo zaščitne učinke pred mutagenimi snovmi. Sem spadajo flavonoidi, fenoli, kumarini, karotenoidi, antrakinoni, tanini, saponini, vitamini in mnogi drugi, najdemo pa jih predvsem v sadju, zelenjavi in pogosto uporabljenih začimbah in zeliščih.

Sadje ima ogromno pozitivnih lastnosti, ki so tudi dobro poznane. Med drugimi je sadje bogat vir vitaminov in antioksidantov ter ščiti pred različnimi kroničnimi boleznimi. Pogosto uživanje svežega sadja je povezano z manjšim tveganjem za razvoj nekateri rakavih obolenj. Se pa antimutagenim lastnostim sadja posveča premalo pozornosti, kar smo ugotovili s pomočjo naše raziskave.

Med 18 podanimi vrstami sadja so anketiranci 8 vrst prepoznali kot antimutagene v več kot 30 %; med njimi so kot najbolj antimutageno sadje prepoznali aronijo (54 %) in limono (46 %).

Med vsemi anketiranimi je 71 % takšnih, ki doma prideluje sadje. Za najpogosteje gojeno sadje se je izkazalo jabolko, in sicer v kar 65 %, sledile pa so mu jagode (51 %) in grozdje (50 %). Kot najredkeje pridelano sadje pa so vprašani izbrali pomaranče, banane in kosmulje (1 %). Kljub redkemu gojenju banan na naših tleh pa so se banane uvrstile na sam vrh najpogosteje zaužitega sadja (75 %), kar pomeni, da jemo veliko kupljenega sadja.

V glavnem se Slovenci zavedamo, da ne pojemo zadostnih količin sadja, namreč 34 % ljudi ga uživa le dvakrat na teden ali celo redkeje, medtem ko ga le 21 % vprašanih uživa vsak dan, 1 % pa je takšnih, ki sadja sploh ne mara. Naša raziskava nakazuje, da Slovenci v večini ne poznamo pojma antimutagenosti in posledično sadja ne uživamo iz tega razloga. Le 24 % vprašanih je namreč poznalo pojem antimutagenosti, med temi pa je le 18 % ljudi vedelo, da je tudi sadje antimutageno živilo. Po sadju vprašani posežejo zaradi drugih pozitivnih učinkovin, npr. vitaminov in zaradi izboljševanja imunskega sistema. Večina (78 %) je navedla, da je sadje dobrega okusa in je to razlog za uživanje le-tega.

Anketiranci menijo, da bi cenovno dostopno lokalno sadje in pa spodbuda otrok k uživanju sadja spodbudila in povečala konzumiranje le-tega. Prav tako bi morali sladke pregrehe nadomeščati z uživanjem sadja, bolj ozaveščati družbo o pozitivnih učinkih sadja ter shranjevati sadje na vidnem mestu.

Trgovsko sadje sicer ni najbolj kvalitetno in zdravo, saj za namen transporta in obstojnosti proizvajalci uporabljajo velike količine umetnih gnojil, škropiv in premazov. Zato bi morali sadje v večji meri proizvajati doma in bi s tem pripomogli, da le-to zares služi svojemu namenu.

Saj namreč velja:

»Si to, kar ješ.« - Gillian McKeith

7. SUMMARY

Natural antimutagens are one of the best preventive measures when it comes to decreasing harmful effects of mutagens. They can be found in plants, human diet and other sources. Some examples are: flavonoids, phenols, coumarins, carotenoids, anthraquinones, tannins, saponins, vitamins and many other. They can be found mainly in fruits, vegetables and often used spices and herbs.

Fruits have a lot of positive characteristics that are also well known. They are a rich source of vitamins and antioxidants and protect us from several chronic illnesses. A frequent consumption of fresh fruits is connected to lower risk of evolution of some cancerous illnesses. With the help of our survey we discovered that not enough attention is dedicated to antimutagenic characteristics of fruits.

Out of 18 types of fruits the interviewees recognized 8 types as antimutagenic in more than 30 % of the cases. Among them aronia (54 %) and lemon (46 %) were recognized as the most antimutagenic fruits.

Among all interviewees, we had 71 % of those who cultivate fruits at home. Apple is one of the most frequently cultivated fruits (65 %), followed by strawberries (51 %) and grapes (50 %). The most rarely cultivated fruits are oranges, bananas and gooseberries (1 %). Despite the low percentage of growth, bananas were placed on the top of most often consumed fruits (75 %) which means that we eat a lot of bought fruits.

In general, Slovene people are aware of not eating enough fruits. 34 % of the people consume fruits only twice a week or even more rarely, while only 21 % of the interviewees consume fruits every day, and there was 1 % of the people in the survey who don't eat it at all. Our research shows that Slovene people in general don't know the meaning of antimutagenicity and consequently don't consume fruits for this reason. Namely, only 24 % of the interviewees knew the meaning of antimutagenicity and among them only 18% of people knew that also fruits are an antimutagenic food. They consume fruits out of other positive reasons, such as vitamins and for boosting up our immune system. The majority (78 %) stated that fruit tastes good and that this is the main reason for its consumption.

The interviewees think that if local fruits' prices were more accessible and if kids were encouraged to eat fruits, the consumption of the last would increase. At the same time some sweet indulgences need to be replaced by eating fruits, the society should be more aware of positive effects of fruit consumption and fruits should be stored on a visible place.

The fruits bought in stores are not of a high quality and not as healthy as they could be, because the producers use artificial fertilizers, sprays and coats for the purposes of transport and durability. That's the reason why more fruits should be cultivated at home and they could serve the purpose.

Because the saying goes:

»You are what you eat.« - Gillian McKeith

8. LITERATURA

1. Bhattacharya S. (2011). Natural Antimutagens: A Review. *Research Journal of Medicinal Plants*, 5 (2), št. str. 116-126. DOI: 10.3923/rjmp.2011.116.126
2. Bratina L. (2020). Razlika med vitaminom C in askorbinsko kislino. Medmrežje: <https://www.super-hrana.si/razlika-med-vitaminom-c-in-askorbinsko-kislino>
3. Czyż, 2000, 2002; Piosik, 2003; Węgrzyn in Czyż, 2003; Podgórska, 2005; Ulanowska in Węgrzyn, 2006; Słoczyńska, 2010; Kamiński, 2013; Pękala. 2013
4. Dobnik, D. (2007). Antioksidativno in antigenotoksično delovanje izbranih snovi naravnega izvora, diplomsko delo.
5. Dragsted L. O., Strube M., Larsen J.C. (1993). Cancer-Protective Factors in Fruits and Vegetables: Biochemical and Biological Background, št. str. 116-135. DOI: 10.1111/j.1600-0773.1993.tb01679.x
6. Edenharder R., Kurz P., Janez K., Burgard S., Seeger K. (1994). In vitro effect of vegetable and fruit juices on the mutagenicity of 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline, 2-amino-3,4-dimethylimidazo[4,5-f]quinoline and 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline, 32 (5): 443-59. DOI: 10.1016/0278-6915 (94) 90042-6.
7. Entezari M., Majd A., Falahian F., Mehrabian S., Hashemi, M., Ardeshtiry Lajimi A. (2009). Antimutagenicity and Anticancer Effects of Citrus Medica Fruit Juice. *Acta Med Iran*. 47(5):373-377.
8. Foot Gomes de Moura C., Pidone Ribeiro F.A., Pacheco de Jesus G.P., Pereira da Silva V.H., Tizuko Fujiyama Oshima C., Pittelli Boiago Gollücke A., Aguiar Jr. O., Daniel Araki Ribeiro D. (2014). Antimutagenic and antigenotoxic potential of grape juice concentrate in blood and liver of rats exposed to cadmium. *Environ Sci Pollut Res* 21, 13118–13126. DOI: 10.1007/s11356-014-3257-1
9. Gautam S., Saxena S., Kumar S. (2016). Fruits and Vegetables as Dietary Sources of Antimutagens. *J Food Chem Nanotechnol* 2(3): 97- 114.
10. Hannum S.M. (2010). Potential Impact of Strawberries on Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. DOI: 10.1080/10408690490263756
11. Knasmüller S., Buchmann C. (2004). Functional Foods, Ageing and Degenerative Disease. Medmrežje: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/antimutagen>
12. Kralj Cigić I., Rupnik S., Rijavec T., Poklar Ulrih N., Cigić B. (2020). Accumulation of agmatine, spermidine, and spermine in sprouts and microgreens of alfalfa, fenugreek, lentil, and daikon radish. *Foods*, vol. 9, iss. 5.

13. Matsumoto T., Takahashi K., Kanayama S. (2017). Structures of antimutagenic constituents in the peels of Citrus limon. *J Nat Med* 71, 735–744. DOI: 10.1007/s11418-017-1108-3
14. Mudnić N. (2015). Rak – osnovna dejstva, vrste, pojavnost, pogostnost. Medmrežje: <https://dsd-ptuj.eu/rak-osnovna-dejstva-vrste-pojavnost-pogostnost/>
15. Nishikawa T., Furukawa A., Itano S., Tamura Y., Hase T., Watanabe T. (2017). Antimutagenic Effects of Polymethoxy Flavonoids of Citrus unshiu. DOI: 10.1177/1934578X1701200108
16. Onkološki inštitut Ljubljana; Osnovna dejstva o raku. Medmrežje: https://www.onko-i.si/za_javnost_in_bolnike/osnovna_dejstva_o_raku/vzroki
17. Orgil O., Schwartz E., Baruch L., Matityahu I., Mahajna J., Amir R. (2014). The antioxidative and anti-proliferative potential of non-edible organs of the pomegranate fruit and tree. *LWT - Food Science and Technology*. Volume 58, Issue 2, October 2014, Pages 571-577. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.03.030
18. Paolini M., Abdel-Rahman S.Z., Sapone A., Pedulli G.F., Perocco P., CantelliForti G., Legator M.S. (2003). Beta-carotene: a cancer chemopreventive agent or a co-carcinogen? *Mutat Res* 543:195–200.
19. Patrícia DS Spada P., Nunes de Souza G. G., Bortolini G. V., Henriques J. AP., Salvador M. (2008). Antioxidant, Mutagenic, and Antimutagenic Activity of Frozen Fruits. *Journal of Medicinal Food*, VOL. 11, NO. 1. DOI: 10.1089/jmf.2007.598
20. Petrovič M., Aronija – zdravilne jagode za dobro kri in prebavo. Medmrežje: <https://www.bodieko.si/sibirska-borovnica-crnoplodna-aronija>
21. Plešnik H. (2010). Raziskovalna naloga: So jabolka, ki jih uživamo, zares zdrava?
22. Podnar, K.; Medicina odkriva dobre lastnosti piva. Medmrežje: <https://www.dnevnik.si/1042658102>
23. Negi P.S., Jayaprakasha G.K., Jena B.S. (2002). Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food chemistry*, Volume 80, Issue 3, March 2003, Pages 393-397 DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00279-0
24. Riboli E., Norat T. (2003). Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *The American journal of clinical nutrition*.
25. Seeram N.P, Adams L.S., Zhang Y., Lee R., Sand D., Scheuller H.S., Heber D. J. (2006). Blackberry, Black Raspberry, Blueberry, Cranberry, Red Raspberry, and Strawberry Extracts Inhibit Growth and Stimulate Apoptosis of Human Cancer Cells In Vitro.

26. Słoczyńska, K., Powroźnik, B., Pękala, E. et al. Antimutagenic compounds and their possible mechanisms of action. *J Appl Genetics* 55, 273–285 (2014). DOI: 10.1007/s13353-014-0198-9
27. Statistični urad Republike Slovenije. Medmrežje: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/9540>
28. The National Academies of sciences, engineering, medicine (1982). *Diet, Nutrition, and Cancer*.
29. Vivič L. (2012). Prehrambeni antimutageni pri preprečevanju nastanka tumorjev.
30. Wang H., Cao G., Prior R.L. (1996). Total Antioxidant Capacity of Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44, 3, 701–705. DOI: 10.1021/jf950579y
31. Weisburger J.H. (1999). Antimutagens, anticarcinogens, and effective worldwide cancer prevention. 18(2):85-93. American Health Foundation, One Dana Road, Valhalla, NY 10595-1599.
32. Yahia, E. M. (2017). The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. *Fruit and Vegetable Phytochemicals*; De La Rosa, LA, Alvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, GA, Eds, 3-51.

9. PRILOGA

Anketni vprašalnik: Antimutagene snovi v sadju

Naslov ankete: Antimutagene snovi v sadju

Število vprašanj: 15

Pozdravljeni!

Sem Ines Poprask, študentka Visoke šole za varstvo okolja in v okviru svoje diplomske naloge raziskujem naravne antimutagene v sadju.

Namen raziskave je preučiti ozaveščenost ljudi glede vsebnosti antimutagenih snovi v sadju, predvsem tistemu, ki ga pridelujemo v Sloveniji. Vaše sodelovanje je za raziskavo ključno, saj lahko le z vašimi odgovori dobimo vpogled v splošno poznavanje naravnih antimutagenih značilnosti sadja.

Anketa je anonimna, za izpolnjevanje pa boste potrebovali približno 5 minut časa. Zbrani podatki bodo obravnavani strogo zaupno in analizirani za potrebe diplomskega dela.

Že vnaprej se vam lepo zahvaljujem.

1. Spol

- ženska
- moški

2. Starost

- manj kot 18
- 18-19
- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60+

3. stopnja izobrazbe

- Dokončana osnovna šola
- Dokončana srednja šola
- Višješolski strokovni program
- Visokošolski strokovni program
- Univerzitetni program
- Magisterij
- Doktorat

4. Kako pogosto uživate sadje?

- Vsak dan
- 1-2x na teden
- 3-4x na teden
- 5-6x na teden
- Manj kot 1x na teden

5. Katero sadje najpogosteje uživate? (Možnih je več odgovorov)

- Ananas
- Aronija
- Banana
- Borovnica
- Breskev
- Kivi
- Jagoda
- Jabolko
- Mandarina
- Malina
- Nektarina
- Hruška
- Limona
- Sliva
- Češnja
- Robida
- Pomaranča
- Grozdje
- Brusnice
- Fige
- Ne uživam sadja
- Drugo: _____

6. Ste že slišali za antimutagene snovi?

- Da
- Ne

7. Ali ste vedeli, da tudi sadje vsebuje antimutagene snovi?

- Da
- Ne

8. Antimutagene snovi so tiste, ki zmanjšujejo ali celo izničijo mutagene učinke škodljivih kemikalij. To so učinki, ki trajno spreminjajo genetski material (DNK) organizma in lahko vodijo do nastanka številnih bolezni, tudi raka. Antimutagene snovi imajo tako pozitivne učinke na organizem in so lahko odgovorne za preprečevanje razvoja številnih bolezni.

Za katero sadje menite, da vsebuje antimutagene snovi?

- Aronija
- Ananas
- Borovnica
- Banana
- Breskev
- Češnja
- Kaki
- Kivi
- Hruška
- Malina
- Nektarina
- Pomaranča
- Limona
- Jagoda
- Jabolko
- Sliva
- Grozdje
- Robida
- Drugo: _____

9. Zakaj uživajte sadje?

- Zaradi visoke vsebnosti vitamina C
- Zaradi antioksidativnih lastnosti
- Zaradi nizke energetske vrednosti (vsebnost kalorij)
- Zaradi potencialnega antimutagenega delovanja
- Ker je dobrega okusa
- Razstruplja telo
- Je dobra preventiva za zatiranje bolezni
- Za izboljšanje imunskega sistema
- Je lahko prebavljiva hrana
- Predstavlja hiter obrok
- Ne uživam sadja
- Drugo: _____

10. Ali sadje uživate zaradi antimutagenih lastnosti?

- Da
- Ne

11. Ali doma ali pri bližnjih sorodnikih pridelujete sadje?

- Da
- Ne

12. Katero sadje pridelujete, če ga? (Možnih je več odgovorov)

- Aronijo
- Borovnice
- Breskve
- Jabolka
- Jagode
- Kivi
- Kaki
- Hruške
- Naši
- Grozdje
- Limone
- Mandarine
- Lubenice
- Robide
- Fige
- Maline
- Drugo: _____
- Ne pridelujem sadja

13. Kakšne pozitivne lastnosti ima uživanje sadja? (Možnih je več odgovorov)

- Vpliv na srčno-žilne bolezni
- Izboljšanje imunskega sistema
- Hujšanje
- Preventivno zatiranje bolezni
- Nizka vsebnost sladkorjev
- Malo kalorij
- Vir vitaminov
- Drugo: _____

14. menite, da Slovenci na splošno uživamo dovolj sadja?

- Da
- Ne

15. Kako mislite, da bi lahko uživanje sadja še vzpodbudili? (Možnih je več odgovorov)

- Ozaveščanje o pozitivnih učinkih sadja
- Cenovna dostopnost
- Spodbujanje otrok k uživanju sadja
- Shranjevanje sadja na vidnem mestu
- Nadomeščanje uživanja sladkarij z uživanjem sadja
- Drugo: _____

Odgovorili ste na vsa vprašanja v tej anketi. Hvala za sodelovanje.