



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Luka MOHAR

**VSEBNOST PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH
METABOLITOV V MUŠKATNIH, MASLENIH IN
HOKAIDO BUČAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Luka MOHAR

**VSEBNOST PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH METABOLITOV V
MUŠKATNIH, MASLENIH IN HOKAIDO BUČAH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**CONTENT OF PRIMARY AND SECONDARY METABOLITES IN
MOSCHATA, BUTTERNUT AND HOKKAIDO SQUASH**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2017

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Ano Slatnar.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Ana SLATNAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Dragan ŽNIDARČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 635. 62: 543. 6 (043. 2)
- KG Maslene buče/muškatne buče/hokaido buče/primarni metaboliti/sekundarni metaboliti/fenoli/kemična sestava
- AV MOHAR, Luka
- SA SLATNAR, Ana
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študijski program prve stopnje Kmetijstvo - agronomija
- LI 2017
- IN VSEBNOST PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH METABOLITOV V MASLENIH, MUŠKATNIH IN HOKAIDO BUČAH
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 20 str., 10 pregl., 4 sl., 28 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Buča je zelenjadnica iz skupine plodovk, ki se botanično uvršča v družino bučnic. Plod botanično imenujemo jagoda in je lahko precej različnih oblik, od podolgovate, okrogle, zvezdaste pa tudi kvadratne. Rastlina zahteva zmerno podnebje, brez večjih temperaturnih nihanj. Z načinom gojenja lahko vplivamo na vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov v bučah. V današnjem času buča pridobiva na popularnosti. Med bolj znanimi novejšimi vrstami so tudi maslene, muškatne in hokaido buče. Uporabne so tako v kulinariki kot tudi v medicini. Večji del buče predstavlja voda, preostanek pa suha snov. V suhi snovi najdemo različne primarne in sekundarne metabolite. Primarni metaboliti so neposredno vključeni v procese v rastlini, predstavljajo vir energije za rastlino. Sekundarni metaboliti nimajo neposredne vloge v rastlinskih procesih. Imajo pomembno ekološko funkcijo, služijo kot zaščita pred rastlinojedci in pred rastlinskimi škodljivci, privabljajo opraševalce ipd. Za človeka so zelo pomembni v prehrani. Med primarnimi metaboliti najdemo v plodu buče predvsem škrob, sladkorje in maščobe v semenih, od sekundarnih metabolitov pa karotenoide, fenolne in aromatične snovi. V vseh treh opisanih tipih buč najdemo različne oblike karotenoidov (zeaksantin, lutein, alfa in beta karoten), ki se med skladiščenjem razgrajujejo in pretvarjajo v nove oblike ter dajejo značilno obarvanost. Največ beta karotena nastane prav v času skladiščenja. Med skladiščenjem prihaja tudi do pretvorbe škroba v bolj enostavne mono in disaharide.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 635. 62: 543. 6 (043. 2)
- CX Cucurbits/moschata/butternut squash/primary metabolites/secondary metabolites/phenolics/chemical composition
- AU MOHAR, Luka
- AA SLATNAR, Ana (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Academic Study Programme in Agriculture - Agronomy
- PY 2017
- TI CONTENT OF PRIMARY AND SECONDARY METABOLITES IN MOSCHATA, BUTTERNUT AND HOKKAIDO SQUASH
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 20 p., 10 tab., 4 fig., 28 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB A cucurbit is a vegetable from the group of fruiting vegetable which is botanically classified among cucurbitaceous plants (*Cucurbitaceae*). The fruit is botanically called a berry and can be of different shapes from oblong, round, star-like and also square. The plant demands temperate climate, without bigger oscillations of temperatures. By the way of cultivation we can influence the content of primary and secondary metabolites in cucurbits. Nowadays the cucurbit is gaining the popularity. Among more known newer species are also butternut, moschata and hokaido cucurbits. They can be used as well in culinary as in medicine. The greatest part of the cucurbit is water and the rest is the dry substance. In the dry substance we find different primary and secondary metabolites. The primary metabolites are directly included in the processes in the plant, they represent the source of the energy for the plant. The secondary metabolites have no direct role in vegetal processes. They have an important ecological function, they serve as the protection from the herbivores and vegetal pests, they lure the pollinators, etc. They are very important in human nutrition. Among primary metabolites in the fruit of a cucurbit we find mostly starch, sugar, and grease in the seeds, from the secondary metabolites there are carotenoids, phenolics and aromatic substances. In all three described types of cucurbits we find different forms of carotenoids (zeaxanthin, lutein, alfa and beta carotene) which decompose during the storage and transform into new forms and give distinctive colours. The greatest amount of beta carotene rises just in time of storage. During the storage there is also the transformation of starch into more simple mono and disaccharides.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 UVRSTITEV V SISTEM	2
2.2 IZVOR IN ZASTOPANOST BUČ V SVETU IN PRI NAS	2
2.3 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI BUČ	3
2.3.1 Lastnosti muškatne, maslene in hokaido buče	4
2.3.1.1 Muškatne in maslene buče (<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne)	5
2.3.1.2 Hokaido buče (<i>C. maxima</i> Duchesne ssp. <i>maxima</i> convar. <i>maxima</i>)	6
2.4 UPORABNOST PLODOV	7
2.5 PRIDELAVA IN GOJENJE	7
2.5.1 Tehnologija pridelave	7
2.5.2 Temperatura	8
2.5.3 Tla	8
2.5.4 Gnojenje	8
2.6 HEKTARSKI DONOSI MASLENIH, MUŠKATNIH IN HOKAIDO BUČ	9
2.7 SESTAVA BUČ	9
2.7.1 Primarni metaboliti	12
2.7.1.1 Primarni metaboliti v bučah	12
2.7.1.2 Sekundarni metaboliti	13
2.7.1.2.1 Karotenoidi	14
2.7.1.2.2 Fenolne snovi	15
3 SKLEPI	17
4 VIRI	18
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC	str.
Preglednica 1: Maksimalni pridelek posameznega tipa buč (Reš, 2003)	9
Preglednica 2: Vpliv povečevanja števila sadik maslene buče na hektar na pridelek in vpliv na težo plodov na rastlini posamično (Rangarajan in sod., 2003)	9
Preglednica 3: Sestava plodov buče (celotna) (Černe, 1988)	10
Preglednica 4: Kemijska sestava mesa maslene buče <i>Cucurbita moschata</i> 'Cehualca' (Jacobo-Valenzuela in sod. 2011)	10
Preglednica 5: Kemijska sestava lupine maslene buče <i>Cucurbita moschata</i> 'Cehualca' (Jacobo-Valenzuela in sod. 2011)	11
Preglednica 6: Vsebnosti sladkorjev in škroba v hokaido bučah po 4-5 mesecih in po 9-10 mesecih skladiščenja (Corrigan in sod., 2000)	13
Preglednica 7: Vsebnosti karotenoidov 2 sort zrelih hokaido buč: (Azevedo-Meleiro in sod., 2007)	14
Preglednica 8: Vsebnost karotenoidov iz različnih let/sezon pridelave muškatnih buč gojenih v Maleziji (FAMA) (Jaswir in sod., 2014)	15
Preglednica 9: Vsebnost karotenoidov v muškatnih bučah med skladiščenjem (Jaswir in sod., 2014)	15
Preglednica 10: Vsebnost fenolnih spojin in antioksidativne aktivnosti buč <i>Cucurbita moschata</i> iz različnih lokacij v Braziliji (Priori in sod., 2017)	16

KAZALO SLIK	str.
Slika 1: Deleži pridelave buč po svetovnih regijah za leto 2014 (FAOSTAT 2017)	3
Slika 2: Muškatne buče 'Muscade de Provence' (Splichal, 2013)	5
Slika 3: Maslena buča 'Butternut' (Splichal, 2013)	6
Slika 4: Hokaido buče (Splichal, 2013)	7

1 UVOD

Buča je ena najstarejših gojenih rastlin na svetu. Gojijo jih skoraj po vseh delih sveta, kamor so se razširile iz Amerike. Najbolj uporaben del buče je samo meso in pa tudi semena, ki so vir beljakovin in maščob. Uporabne so v kulinariki kot priloga jedem, samostojna jed ali za pridobivanje bučnega olja.

Primarni metaboliti predstavljajo zalogo energije v rastlinskih celicah ter so neposredno vključeni v celično rast. Mednje uvrščamo ogljikove hidrate, proteine, mineralne elemente, maščobe in nukleinske kisline. Primarne metabolite potrebujemo kot osnovni vir energije v naši prehrani. Ogljikovi hidrati človeku služijo kot vsakodnevna komponenta za normalno delovanje organizma, maščobe predstavljajo zalogo energije in se skladiščijo v maščobnem tkivu, proteine potrebujemo za normalno delovanje mišic. Nujno potrebujemo tudi mineralne snovi, ki jih moramo v telo vnesti s hrano.

Sekundarni metaboliti niso neposredno vključeni v metabolizem rastline, nastajajo v stacionarni fazi rasti celice, ko plod dozori. Imajo ekološko funkcijo, npr. obramba rastlin pred rastlinojedi, patogeni ter privabljanje opraševalcev itd. Nekateri sekundarni metaboliti, predvsem karotenoidi in antociani delujejo tudi kot pomožna fotosintetska barvila pri prenosu elektronov. Za človeka so pomembni predvsem zaradi pozitivnih učinkov na zdravje.

Buče so vir hranil in zdravja. V zadnjem času so vedno bolj aktualne tudi nove vrste buč, ki jih včasih ljudje niso uporabljali v prehrani. Lahko se uporabljajo tudi kot nadomestek škroba (namesto krompirja npr.). Priljubljene so tudi zaradi karotenoidov, ki so pomembni za zdravje (npr. vid). Karotenoidi so vir vitamina A, ki je esencialen za človeka in ga moramo v telo vnesti s hrano.

Na podlagi že objavljenih rezultatov raziskav in izbranih virov bom v diplomski nalogi opisal splošne lastnosti treh tipov buč: muškatne, maslene in hokaido. Glede na opravljene raziskave bom preučil vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov v bučah in opisal njihovo uporabnost tako za samo rastlino kot tudi za človeka. Predstavil bom, kakšen hektarski donos nam prinaša določena vrsta buč ter kaj se dogaja z vsebnostjo metabolitov po pobiranju pridelka.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 UVRSTITEV V SISTEM

Sistematika za muškatne, maslene in hokaido buče, povzeta po Ferriol in Pico (2008), je prikazana spodaj:

KRALJESTVO: Plantae (rastline)

PODDEBLO: Magnoliophytina (kritosemenke)

RAZRED: Magnoliopsida (dvokaličnice)

RED: Cucurbitales

DRUŽINA: Cucurbitaceae (bučevke)

ROD: *Cucurbita*

VRSTA: *Cucurbita moschata* Duchesne (muškatne in maslene buče), *C. maxima* Duchesne ssp. *maxima* convar. *maxima* (hokaido buče).

2.2 IZVOR IN ZASTOPANOST BUČ V SVETU IN PRI NAS

Buča je ena najstarejših gojenih rastlin, poznali so jo že pred 15.000 leti. O tem pričajo tudi 10.000 let stare arheološke najdbe v Ekvadorju. Sprva so plodove nabirali v naravi, kasneje pa so jih začeli gojiti. Pred 6000 leti naj bi začeli Indijanci buče tudi pospešeno kultivirati. Takrat so uporabljali predvsem bučne pečke, liste in cvetove, sam bučni plod pa je bil grenkega okusa in zato neprimeren za uživanje. Divje vrste so vsebovale grenke snovi imenovane kukurbitacini, ki so bili prisotni praktično v vseh delih rastline. Te snovi so služile predvsem obrambi rastline pred škodljivci. Kasneje so ugotovili, da se buče razlikujejo po stopnji grenkobe, tako so s pomočjo križanj prišli do primernih sort za uživanje (Podgornik Reš, 2003).

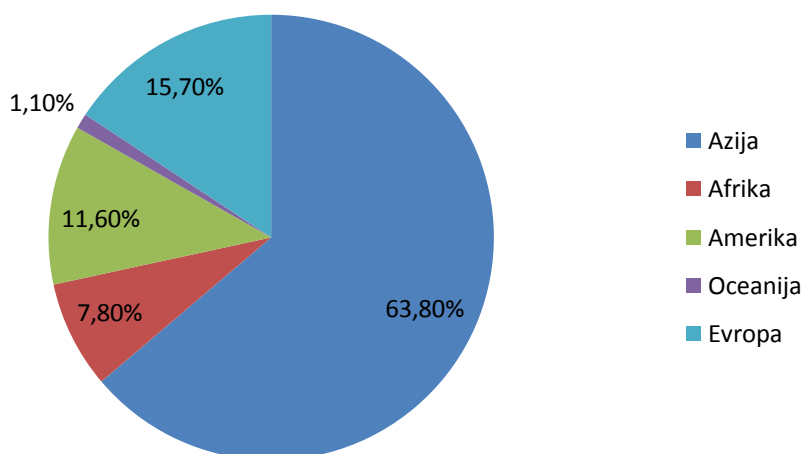
V Sloveniji so se buče prvič pojavile v 18. stoletju. V začetku so jih uporabljali predvsem za krmo prašičev. Plodovi so bili uporabni tudi kot orodje, te so posušili in jih uporabljali za pretakanje vina ter kot naravno posodo za shranjevanje različnih stvari. V 19. stoletju smo imeli kar 1000 ha površin zasajenih z bučami, ki so se nato zmanjševale do okoli leta 1980. Kasneje pa vse do danes je prisoten trend naraščanja proizvodnje različnih buč (Podgornik Reš, 2003).

Kot navaja Podgornik Reš, 2003, največ buč pridelajo na Kitajskem, sledi Indija, Amerika, Ukrajina, Rusija, Egipt, Romunija, Španija in Italija. V Evropi po površini vodi Ukrajina. Velike razlike nastajajo pri hektarskem donosu, po poročanju naj bi na Nizozemskem hektarski donos znašal 85 t, v Romuniji pa le do 3,6 t/ha. Največji vpliv na hektarski donos ima način gojenja in razvitost kmetijstva v posamični državi.

Največ buč izven pridelovalne sezone v Evropo uvozimo iz Južne Amerike, od koder tudi izvirajo. Na ta način zagotovimo oskrbo trga z bučami večji del leta (Conti in sod., 2015). V letu 2014 je svetovna proizvodnja buč znašala kar 25.196.723 t, pridelovalo pa se jih je na kar 2.004.058 hektarjih. Največ pridelka je prispevala Kitajska, kar 7.241.409 t, sledi

Indija s 4.987.123 t in Rusija z 1.232.162 t, nato pa še Ukrajina, ZDA, Iran, Mehika, Italija, Kuba, Španija. V Evropi prednjači Ukrajina s kar 1.104.550 t pridelka, zelo pomemben faktor je prav gotovo ugodno celinsko in zmerno sredozemsko podnebje. Po količini pridelanih buč v Evropski uniji sledi Italija s 566.585 t in Španija s 462.266 t (FAOSTAT, 2017).

Povpraševanje po različnih vrstah buč se je v zadnjih letih povečalo za okoli 10% vsako leto. Zaradi velikega zanimanja potrošnikov so požlahtnili veliko kultivarjev in opravili različna križanja ter s tem pridobili še veliko okusnejše in bolj privlačne buče, ki so bogate z vitamini in antioksidanti. Povečala se je tudi možnost daljšega skladiščenja in tako daljša oskrba trga s plodovi buč (Lacuzzo in Dalla Costa, 2009). Delež pridelave buč po regijah za leto 2014 je prikazan na sliki 1, kaže pa, da je pridelava buč največja v Aziji, najmanjša pa v Oceaniji.



Slika 1: Deleži pridelave buč po svetovnih regijah za leto 2014 (FAOSTAT, 2017)

2.3 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI BUČ

Plod buče botanično uvrščamo med jagode. Plod nastane iz enega pestiča in ima trdo zunanjo lupino (Krejan Košan, 2009). Uvrščamo jo v družino bučevk, med katerimi prevladujejo vzpenjalke, teh poznamo kar 118 različnih rodov in 825 različnih vrst. Njihovo izvorno nahajališče so topli subtropski in tropski deli sveta, kjer jih najdemo v naravi kot prostorastoče rastline. Nahajališča so tudi v deževnih gozdovih Južne Amerike in v Afriki, kjer zdržijo tudi v ekstremnejših razmerah. V teh predelih se bučevke velikokrat pojavljajo tudi kot nezaželen plevel (Podgornik Reš, 2003).

Pojavljata se 2 različna tipa buč: grmičaste in vrežaste. Pri grmičastih so plodovi izdolžene oblike in se jih pobira večkrat na sezono. Vsebujejo zelo velik delež vode in manj drugih snovi. Sadimo jih lahko večkrat na sezono. Vrežaste sorte pa sadimo le spomladi, enkrat na

sezono. Tak tip rasti prevladuje med bučnicami. Zavzamejo precej več prostora kot grmičaste (Pušenjak, 2014).

Za vse bučevke je značilno, da slabo prenašajo nizke temperature, zato jih moramo zaščititi pred mrazom. Razrast je tipično vrežasta, na vreži se razvijejo nadomestne korenine, na koncu poganjka pa izraščajo vitice, ki se oprijemajo podlage. Listi so trikrpate, dlanaste oblike z vidnimi svetlejšimi žilami. Steblo lista je votlo in zelo mesnato. Medtem, ko se vreža plazi po tleh, se listi pravokotno razraščajo v višino. Pri vseh bučah je prisotna ena glavna korenina, ki lahko sega kar nekaj metrov v zemljo. Poleg glavne pa ima buča ogromno stranskih korenin, ki so tik pod površjem in se razraščajo na zelo veliki širini (Podgornik Reš, 2003).

Cvet je oranžne barve in je enospolen, kar pomeni, da imamo na eni rastlini tako moške kot ženske cvetove. Plodnica je podrasla. Cvetovi se pojavljajo v pazduhah listov, imajo pet majhnih čašnih listov, ki so obdani s precej večjimi venčnimi listi. Venec ima značilne konice na robovih, ki so zakrivljene navzven. Ženski cvet ima značilno zadebelitev pod cvetom in je na kratkem peclju, moški cvetovi pa so ponavadi bolj številčni in so na podaljšanih in tankih pecljih. Moški cvet ima majhno čašo in velik venec, v katerem so medovniki in moški spolni organ stebričaste oblike, ki je nastal s spojitvijo treh prašnikov. Ženski cvet ima pestič, ki je nastal z združitvijo treh plodnih listov. Ima značilno podraslo plodnico in je pri različnih vrstah in sortah buč najrazličnejših oblik, od stekleničastih, izdolženih do ploščatih oblik. Opraševanje poteka s pomočjo čebel, osic, čmrljev in ostalih opraševalcev. Vsi predstavniki buč so tujeprašni. Cvet se odpre zjutraj in še isti dan oveni, zato mora do oprašitve priti hitro. Buča je tudi medovita rastlina in prispeva k čebelarstvu (Podgornik Reš, 2003).

Plodovi se med vrstami buč precej razlikujejo, lahko so okrogli, podolgovati, celo kvadratasti in stekleničasti. Barva je lahko zelena, rumena, oranžna, celo živo rdeča. V notranjosti plodov najdemo seme, ki ga obdaja o semenje ali mezdra. Vmes je meso, na zunanem delu pa plod obdaja debela, povoskana lupina (Podgornik Reš, 2003).

2.3.1 Lastnosti muškatne, maslene ter hokaido buče

V družini Cucurbitaceae poznamo pet različnih sodobnih vrst buč, ki jih gojimo kot vrtnine: *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita moschata* Duchesne, *Cucurbita maxima* Duchesne, *Cucurbita ficifolia* Bouché in *Cucurbita argyrosperma* K.Koch. Najbolj razširjena vrsta v svetu in pri nas je *Cucurbita pepo*, znotraj katere poznamo bučke tipa zucchini in buče. Med bučami sta zelo razširjeni vrsti *Cucurbita moschata* in *Cucurbita maxima*. Zadnji dve, *C. argyrosperma* in *C. ficifolia* sta precej manj razširjeni. Vse omenjene vrste naj bi nastale iz prednikov, ki izvirajo iz ameriške celine. V južni Ameriki so našli sledi v Mehiki, Peruju, tudi v Kolumbiji, nekatere starodobne vrste so bile prisotne tudi v severnejših predelih Amerike (Ferriol in Pico, 2008).

2.3.1.1 Muškatne in maslene buče (*Cucurbita moschata* Duchesne)

Divje oblike *Cucurbita moschata* so se v zgodovini pojavljale v Ameriki, Peruju in Gvatemali, kjer so našli arheološke dokaze o njihovem obstoju. Po nekaterih virih naj bi se del razvoja dogajal tudi v Mehiki, vendar ni natančno pojasnjeno, kakšnega prednika ima sodobna vrsta *Cucurbita moschata*, najverjetneje izvira iz divjih vrst, ki uspevajo na teh območjih (Ferriol in Pico, 2008).

Muškatne buče so zelo številčna vrsta buč, zato je enostavneje, če jih razdelimo po skupinah. Po sodobnejši klasifikaciji jih lahko razdelimo v tri glavne skupine. Prva pomembnejša skupina je skupina »Cheese«. So brez vratu in so običajno obarvane v bež odtenkih. V to skupino uvrščamo muškatne buče 'Mosquee de Provence', 'Tan Cheese', 'Large Cheese', 'Large Sweet Cheese' ipd. Naslednja skupina so buče »Crockneck«. Imajo značilen podaljšan vrat in zadebeljen spodnji del. Znane so sorte 'Lunga di Napoli', 'Neck Pumpkin', 'Winter Crockneck' ipd. Zadnja pomembna skupina so »Butternut-bell« buče, ki imajo prav tako kot prejšnja skupina podaljšan vrat. Od ostalih skupin se ločijo po značilni zvonasti obliki spodnjega dela plodu (Ferriol in Pico, 2008). Zgornji vrat je enakovreden spodnjemu delu in ima močno sredico. Spodnji del buče je odebeljen, v njem se v mezdrji oz. osemenju razvijejo semena (Krejan Košan, 2009). »Butternut-Bell« je najštevilčnejša skupina, vanjo se uvrščajo maslene buče 'Butternut', 'Butterboy', 'Early Butternut', 'Violina', 'Puritan Butternut', 'Ponca Butternut' ipd. (Ferriol in Pico, 2008).

Buče iz te skupine imajo zelo bujno razrast z zaokroženimi listi, ki imajo po površini tudi srebrnkaste lise. Listi so pokriti z dlačicami. Steblo je oglate površine. Pecelj se tik pri plodu precej zadebeli. Muškatna buča ima svetlo rjava semena z dlačicami ter hrapavimi robovi. Zunanost plodov je zaščitena s tankim voščenim slojem. Imajo sijajno oranžno meso privlačnega videza in značilne arome. Za pridelavo so najbolj primerne toplejše in bolj vlažne lege, saj edino tako buča lahko do konca dozori (Krejan Košan, 2009). Plodovi te skupine nam lahko zdržijo vse do spomladi (Pušenjak, 2014).



Slika 2: Muškatne buče 'Muscade de Provence' (Splichal, 2013)

Nezreli plodovi so najprej svetlozelene barve, kasneje postajajo vedno temnejši in se ob zrelosti obarvajo v različne odtenke bež in oranžne barve. Meso je čvrste strukture in ima značilno oreškasto aromo. Vsebuje precej sladkorjev, ki mesu dajejo prijeten okus (Podgornik Reš, 2003).



Slika 3: Maslena buča 'Butternut' (Splichal, 2013)

2.3.1.2 Hokaido buče (*C. maxima* Duchesne ssp. *maxima* convar. *maxima*)

Arheološko so precej slabo raziskana vrsta. Prednike so našli v Peruju, Argentini, v dolini Andov in Paragvaju. Divji prednik naj bi izviral iz Južne Amerike, kjer se pojavlja kot endemska vrsta (Ferriol in Pico, 2008).

So zelo raznolika vrsta buč. Po sodobni klasifikaciji jih za lažji pregled delimo v naslednje skupine: »Banana«, »Delicious«, »Marrow«, »Hubbard«, »Show«, »Turban«, »Kaboča« in ostale predstavnike. Razvrščene so glede na specifične značilnosti plodov in na izvor. Skupina »Banana« ima značilno izdolženo obliko podobno bananinim sadežem, za skupino »Delicious« je značilno zelo kakovostno meso, skupina »Turban« ima značilne plodove turbanaste oblike, pri skupini »Show« se pojavljajo veliki izdolženi plodovi, skupina »Marrow« in »Hubbard« imata zaobljene plodove z belimi semeni. Skupina »Kaboča« je obširno zastopana in zlahajna na Japonskem in v Oceaniji. V Evropi se je med prvimi pojavila skupina turbanastih hokaido buč, zelo znan predstavnik te skupine je sorta 'Turk's Turban'. V to skupino uvrščamo tudi nekatere buče »Buttercup« ('Burgess Buttercup', 'Bush Buttercup' ipd). (Ferriol in Pico, 2008).

Vreža pri tej skupini se razrašča več metrov okoli in razvije kar 5-8 plodov. Skorja je ob zrelosti temnejše obarvana, od živo rdeče, oranžno-rdeče pa vse do sivkaste ali zelene barve. Imajo mehkejšo lupino. Meso je čvrsto strukturirano in svetlo oranžno obarvano. Plodovi dosegajo vrhunsko kakovost. V sredini plodu so v osemenju razporejena semena (Podgornik Reš, 2003).



Slika 4: Hokaido buče (Splichal, 2013)

2.4 UPORABNOST PLODOV

Novejše sorte buč, kot so hokaido, maslenka, špagetarica, muškatna buča itd. so uporabne predvsem v kulinariki, za juhe, narastke ipd. Vedno večjo veljavo pa pridobivajo tudi v medicini, saj delujejo proti sladkorni bolezni, zvišanemu krvnemu pritisku, antidepresivno (že zaradi njihove prijetne barve) in celo proti rakastim obolenjem. Uporabne so tudi pri uravnoteženi prehrani in dietah, saj imajo zelo malo kalorij. Pripomorejo tudi k uničenju škodljivih bakterij in kvasovk v prebavnem traktu (Conti in sod., 2014).

2.5 PRIDELAVA IN GOJENJE

2.5.1 Tehnologija pridelave

Buča rabi za razvoj visoke temperature, najmanjša temperatura potrebna za začetek kalitve semena je 15°C, za nadaljevanje rasti pa 22-24°C. V krajih, kjer so možne pozebe, je priporočljivo začetek gojenja prestaviti v zavarovan prostor, če pa nam razmere ne dopuščajo tega, lahko posejano zaščitimo s kopreno za krajši čas (Podgornik Reš, 2003). Zaradi zgoraj omenjenih razlogov buče sejemo v mesecu maju, sadike v lončke pa lahko sejemo že v aprilu, vendar jih moramo hraniti v zavarovanih prostorih, da ne pride do pozebe. Sadika je primerna za presajanje po približno treh tednih, ko ima dovolj dobro razvit koreninski sistem (Pušenjak, 2014). Sajenje preko sadik se je izkazalo kot najboljša tehnologija, saj so pridelki znatno večji in zgodnejši (Rulevich in sod., 2003).

Tla pred samim sajenjem pokrijemo z zastirko, izrežemo luknje ter v vsako luknjo posebej posadimo dobro razvito sadiko z vsaj tremi močnimi listi (Conti in sod., 2014). Z uporabo zastirk poskrbimo, da je zemlja skozi obdobje rasti dovolj vlažna. Preprečujemo tudi prekomerno izpiranje hranil iz tal. Zastirka je lahko naravna (trava, slama, seno, lubje, žagovina ...) ali umetna (razne plastične folije, ponavadi temnejše barve). Zastirka je dobra

zaščita pred polži in ostalimi škodljivci. Pri tem pa tudi težje pride do gnitja plodov. Buča ima več svetlobe, ker je manj plevelov, tako prihranimo pri herbicidih ali pletju (Krejan Košan, 2009). Med zastirkami se je najbolje odrezala polietilenska folija, saj pridelamo večjo količino pridelka celo teden bolj zgodaj (Rulevich in sod., 2003).

Buče, ki se razraščajo grmičasto, sadimo na razdaljo 1 x 0,5 m, pri vrežasti razrasti pa mora biti razdalja precej povečana, tudi do 1 x 2 m (Pušenjak, 2014). Med gojenjem redno skrbimo za primerno vlažnost tal, po potrebi namakamo. Za kar največji pridelek je priporočljiv ustrezen kolobar. Buče sadimo na enako mesto le vsake 4 leta. V vmesnih letih je priporočljivo gojiti korenovke, solatnice, čebulnice ipd. Lahko uporabljamo tudi predposevke, ki povečajo vsebnost dušika v zemlji, najboljše so metuljnice, med njimi bela in črna detelja, čičerika, fižol, inkarnatka ipd. (Podgornik Reš, 2003).

2.5.2 Temperatura

Najbolj primerna temperatura za gojenje buč je od 22-28°C, ponoči okrog 16°C. Pri temperaturi pod -1,5°C pride do pozebe cele rastline, cvetovi odmrejo že pri temperaturi okoli ledišča. Buča potrebuje konstantno temperaturo, če pride do večjih odstopanj, se to odraža v manjših pridelkih. Če se temperatura preveč poviša (35°C in več), začnejo cvetovi propadati in posledično pride do upada pridelka (Podgornik Reš, 2003). Za zaščito cele rastline pred previsokimi temperaturami si lahko pomagamo z zastirkami. Te preprečujejo izhlapevanje vode v sušnih dneh. Če pa so temperature previsoke, uvedemo namakanje predvsem zgodaj zjutraj ali pozno zvečer, da rastlina ne doživi šoka (Pušenjak, 2014).

2.5.3 Tla

Najbolj ustrezen tip tal za gojenje so peščeno-glinasta in glinasto-peščena tla, ki ne smejo biti zbita. Zaželeno so tla z oreškasto in mrvičasto strukturo, ki morajo biti sposobna zadrževati dovolj vlage (Černe, 1988). Najprimernejši pH za gojenje buč se giblje med 5,5 in 7. Če imamo bolj kislota tla (pH manjši od 5), lahko zmanjšamo kislost z dodajanjem apna. Vendar pa z apnenjem ne smemo pretiravati, saj se zmanjša dostopnost predvsem P, B, K, Cu in ostalih hranil (Pušenjak, 2014).

2.5.4 Gnojenje

Preden začnemo z gojenjem, moramo naročiti podrobno analizo tal. Glede na rezultat analize dodamo preostala hranila. Za gnojenje buč se najpogosteje uporablja uležan hlevski gnoj, ki je dober vir organske snovi (Pušenjak, 2016). Pred sezono je potrebno dodati od 30-50 t/ha hlevskega gnoja. Kot osnovno gnojenje, da dosežemo predpisane vsebnosti hranil, opravimo mineralno gnojenje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Glede na odvzem hranil s pridelkom moramo vsako leto dodati cca. 150 kg/ha dušika (N), 72 kg/ha fosforja (P₂O₅) in 270 kg/ha kalija (K₂O). Med sezono redno dognujemo z dušikovimi gnojili (KAN, NPK, itd.). Dušik je potreben v zgodnjih fazah bujnega

razraščanja, kalij in fosfor pa se pospešeno porabljata med zorenjem. Mikroelemente moramo dodajati s pomočjo kapljičnega namakanja oz. fertigacije. Buča potrebuje dovolj bora, mangana in bakra (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003). Za višanje pH tal po potrebi apnimo. Priporočljiv letni dodatek MgO znaša okoli 36 kg/ha, za CaO nekoliko več, 120 kg/ha (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

2.6 HEKTARSKI DONOSI MASLENIH, MUŠKATNIH IN HOKAIDO BUČ

Na povprečen hektarski donos imajo vpliv genetske lastnosti buč in podnebne razmere ter vsi izvedeni agrotehnični ukrepi v času rasti. Pri bučah vrste hokaido imamo 5-8 plodov na vrežo, vendar je pridelek na hektar manjši kot pri muškatnih bučah, ki imajo sicer v povprečju le 2-4 plodove na vrežo. Vzrok je v večji povprečni teži plodov muškatnih buč. Referenčne količine pridelka za posamezno vrsto buč so prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Maksimalni pridelek posameznega tipa buč (Reš, 2003)

Tip buče	Površina na rastlino (m ²)	Št. plodov na vrežo	Povprečna teža plodu (kg)	Pridelek na hektar (kg)*	Št plodov na hektar
Hokaido	3	5-8	1-1.5 kg	16.667-40.000	16.667-26.667
Maslena	3	6	0,8-1,8 kg	16.000-36.000	20.000
Muškatna	4	2-4	7-40 kg	35.000-400.000	5.000-10.000

*Vrednosti so zaokrožene na kilogram natančno.

V poskusu, kjer so preverjali, kako gostota sajenja vpliva na število plodov, maso posameznega ploda in povprečno težo ploda, so ugotovili, da s 3-krat večjo gostoto rastlin na ha pridelek povečamo za 15,5 t/ha, pri čemer se število plodov na rastlino več kot prepolovi, masa posameznega ploda pa ostaja skoraj nespremenjena (preglednica 2) (Rangarajan in sod., 2003).

Preglednica 2: Vpliv povečevanja števila sadik maslene buče na težo ploda in pridelek (Rangarajan in sod., 2003)

Št. rastlin na ha	Pridelek (t/ha)	Pridelek na rastlino (kg)	Št. plodov na rastlino	Povprečna teža plodu
2243	19,4	8,6	5,4	1,6
4485	25,3	5,6	3,6	1,6
6782	29,3	4,3	2,7	1,6
8970	34,9	3,9	2,3	1,7

2.7 SESTAVA BUČ

Glavni delež sveže biomase v plodu predstavlja voda, ostalo je suha snov. Pri bolj kakovostnih kultivarjih znaša odstotek suhe snovi od 18-26 %. Višji kot je ta odstotek, boljša je sama prehranska vrednost in kakovost plodov (Černe, 1988).

Preglednica 3: Sestava plodov buče (celotna) (Černe, 1988)

Sestavina plodu (celega)	Delež (%)
Voda	90-95 %
Surove beljakovine	0,1 %
Surove maščobe	/
Celuloza	/
Ogljikovi hidrati	5,2 %
Od tega sladkor	2,1-6,0 %
Pepel	0,4 %
Olje v semenu (maščobe)	54 %

Največji delež suhe snovi v bučnih plodovih predstavljajo ogljikovi hidrati, kar 50-70 %. Prevladujeta škrob in sladkorji. Pomemben del sestave so tudi vlaknine, beljakovine in ostali mineralni elementi (Loy, 2011). Buče vsebujejo tudi veliko vitaminov in mineralov. Še posebej bogate s hranili so predvsem hokaido buče, muškatne buče in tudi predstavniki iz vrste *C. pepo* (Kami in sod., 2011).

V primeru maslenih buč je razvidno, da je ob pobiranju pridelka prisoten zelo velik delež škroba v suhi snovi (kar 53 %), ki pa po 3 mesecih izrazito upade zaradi pretvorbe v sladkorje. Vsebnost sladkorja je zato po 3 mesecih narasla kar za 30 % v suhi snovi. Vsebnost celuloze in pektinov se poveča za okoli 5 %, zato postane meso bolj trdno strukturirano, saj celične stene povzročijo večjo čvrstost. Vsebnost beljakovin in mineralnih snovi se s skladiščenjem ne spreminja bistveno (Loy, 2011).

Preglednica 4: Kemijska sestava mesa maslene buče *Cucurbita moschata* 'Cehualca' (Jacobo-Valenzuela in sod. 2011)

Snov	Povprečen odstotek v suhi snovi
Voda	91,55
Proteini	1,41
Maščobe	0,07
Pepel	0,89
Prehranska vlaknina	19,10
Pektin	7,34
Reducirajoči sladkorji	1,69

*Pepel: vse kar ostane po sežigu: minerali, železo, cink ...

Preglednica 5: Kemijska sestava lupine maslene buče *Cucurbita moschata* 'Cehualca' (Jacobo-Valenzuela in sod. 2011)

Snov	Povprečen odstotek v suhi snovi
Voda	85,90
Proteini	3,66
Maščobe	0,4
Pepel*	1,38
Prehranska vlaknina	40,07
Pektin	5,53
Reducirajoči sladkorji	/

*Pepel: vse kar ostane po sežigu: minerali, železo, cink ...

Posamezne sestavine suhe snovi plodov pri masleni buči začnejo nastajati postopoma med fazami zorenja. Med zorenjem se začnejo akumulirati škrob, proteini, maščobe, vlaknine, kasneje prihaja do njihove pretvorbe v enostavnejše spojine. Najbolj se spreminjajo vsebnosti škroba in različnih sladkorjev.

Zorenje buč lahko v grobem razdelimo v 3 glavne faze:

1. faza: intenzivna rast in diferenciacija: od začetka cvetenja do 30 dni po cvetenju
2. faza: zorenje: 30-60 dni po cvetenju oz. ob pobiranju
3. faza: končno dozorevanje: po pobiranju oz. 60-100 dni po cvetenju

Največ suhe snovi se akumulira v 1. fazi zorenja, prav tako se v tem času sintetizira večji delež celokupnega škroba v plodu. Dihanje je pri zgodnjem razvoju plodov izredno povečano, vendar ob koncu 1. faze hitro upade. V naslednjih stopnjah je dihanje ustaljeno. Aktivnosti encimov (saharoza fosfat sintaze, alkalna alfa-galaktozidaza) so na začetku razvoja ploda visoke, vendar pride do hitrega upada proti koncu 1. faze. V tej fazi je prisotna tudi glukoza, fruktoza in nizke koncentracije rafinoze.

V 2. fazi razvoja pride do akumulacije saharoze, suha snov ohranja približno konstantne vrednosti. Po približno 50-tih dneh po cvetenju, ko so buče še na njivi, začne škrob počasi upadati.

V 3. fazi pride do razpada škroba. Nastajati začnejo enostavnejši sladkorji: fruktoza, glukoza in tudi saharoza, k čemur pripomore tudi delovanje različnih encimov. Za nastanek saharoze je odgovoren encim saharoza fosfat sintaza. Največja aktivnost tega encima je ravno med skladiščenjem (Irving in sod., 1997).

Za oskrbo trga z bučami skozi celo leto igra ključno vlogo njihovo skladiščenje. Za možnost daljšega skladiščenja je pomembna kakovost plodov, ki se zvišuje glede na vsebnost suhe snovi. Večja kot je v buči vsebnost vode, slabša je sposobnost skladiščenja. Z žlahtnjenjem je možno doseči pravo vsebnost vode in suhe snovi za kar najboljšo kakovost plodu (Okazaki in sod., 2016).

Na Japonskem je hokaido buča še posebej cenjena, saj je s pomočjo žlahtnjenja pridobila na kakovosti, možno je daljše skladiščenje in posledično daljša oskrba trga. Optimalna skladiščna temperatura za daljše skladiščenje znaša po dozrajšnjih raziskavah okoli 10°C.

Pri tej temperaturi tudi po skladiščenju, ki je daljše od 3 mesecev, ne pride do upada skupnih topnih sladkorjev (Kami in sod., 2011).

2.7.1 Primarni metaboliti

Med primarne metabolite štejemo ogljikove hidrate, maščobe ali lipide, beljakovine, amino kisline. Te organske spojine so prisotne v vseh živih organizmih in jih le-ti nujno potrebujejo za svoje fiziološke procese (Tišler, 2013).

Ogljikovi hidrati so organske spojine, ki predstavljajo glavni vir energije za vse žive organizme. Celice jih potrebujejo za njihovo normalno delovanje in so tudi sestavni del mnogih kompleksnejših organskih spojin. Poznamo monosaharide, disaharide in polisaharide (Tišler, 2013). Med disaharidi se pojavljajo predvsem glukoza, fruktoza, manoza, riboza, ksiloza itd. Najbolj znan disaharid, ki ga poznamo prav povsod je saharoza, drugo ime je tudi sukroza, kuhinjski sladkor ipd. Sestoji iz 2 monosaharidnih enot in sicer iz glukoze in fruktoze (Tišler, 2013).

Najpomembnejši polisaharid je škrob. Sestoji iz D-glukoznih enot in predstavlja zalogo energije v organizmu avtotrofov. V heterotrofnih organizmih se namesto škroba pojavi glikogen. Škrob sestoji iz 2 delov (polisaharidov), amiloze in amilopektina. Amiloza je nerazvejana in sestoji iz velikega števila D-glukoz (tudi več kot 1000), ki so povezane z $(1-\alpha)$ 4 vezmi, ki tvorijo vijačnico. Amiloza predstavlja največ 30 % celotne molekule škroba. Amilopektin je razvejan. Poleg $(1-\alpha)$ 4 enot ima vmes še $(1-\alpha)$ 6 enote, ki povzročijo razvejanost (Tišler, 2013).

S hidrolizo oz. encimatsko razgradnjo s pomočjo encimov iz skupine amilaz večja molekula škroba razpade na manjše, enostavnejše sladkorje. Pri cepitvi molekule škroba najprej nastanejo oligosaharidi, z več kot 5 glukoznimi obroči, ki se nato cepijo dalje. Najpomembnejši produkt hidrolize je maltoza, ki je disaharid. Pomemben produkt je tudi monosaharid glukoza, ki nastane s cepitvijo maltotrioze na 2 enaka dela. Amiloza, ki je bolj enostavna, razpade skoraj popolnoma, amilopektin se razgradi približno 50 odstotno (Karlson, 1980).

2.7.1.1 Primarni metaboliti v bučah

Vsebnost sladkorja ima pomemben vpliv na okus buče in aromo mesa. Več kot je sladkorjev, višjo ceno dosegajo plodovi. Največji delež med sladkorji v hokaido buči imajo predvsem glukoza, fruktoza in saharoza. Ti deleži se med skladiščenjem tudi spreminjajo zaradi razgradnje škroba s pomočjo saharoze fosfat sintaze (SPS encim). Vpliv ima tudi sorta, večja kot je začetna vrednost škroba, več sladkorjev bo nastalo v času skladiščenja. Vsebnost glukoze in fruktoze se je v veliki večini primerov povečala. Vrednosti škroba so se vidno znižale zaradi encimatske razgradnje. Visoko škrobnati kultivarji so imeli že po 4-5 mesecih skladiščenja višje vsebnosti saharoze v primerjavi z ostalimi sladkorji, ta vrednost se ni bistveno spremenila oz. je pri sorti 'Delica' celo nekoliko upadla z daljšim

skladiščenjem. Sorta 'Kurijiman' nekoliko izstopa, saj se je vsebnost saharoze zvišala za 5 mg/g sveže mase (SM) (preglednica 6) (Corrigan in sod., 2000).

Med skladiščenjem pride do različnih mikrobioloških procesov, ki povzročijo upad škroba in porast enostavnih sladkorjev. Prihaja tudi do razpada proteinov na enostavnejše aminokisliline (Okazaki in sod., 2016).

Preglednica 6: Vsebnosti sladkorjev in škroba v hokaido bučah po 4-5 mesecih in po 9-10 mesecih skladiščenja (Corrigan in sod., 2000)

	Sladkost (mg/g SM)	Glukoza (mg/g SM)	Fruktoza (mg/g SM)	Saharoza (mg/g SM)	Škrob (mg/g SM)
Sorta/čas skladiščenja	4-5/9-10	4-5/9-10	4-5/9-10	4-5/9-10	4-5/9-10
Sorte z manj škroba					
'Bushfire'	2,2/2,0	7,6/9,1	7,8/8,0	1,9/2,2	1,6/1,8
'Crown'	3,3/3,9	14/18,6	14,0/17,2	10,0/12,6	27,2/11,0
'Golden hubbard'	2,7/3,3	17/23,9	14,7/18,9	6,4/8,0	9,4/7,8
'Scarlet Warren'	3,2/2,0	13,8/7,8	13,2/8,2	8,5/1,7	12,3/1,7
Visoko škrobnate					
'Delica'	4,2/3,9	12,8/16,5	12,2/16,3	22,2/19,7	64,5/27,3
'Kaboten'	3,9/4,8	11,5/19,4	12,3/18,4	18,7/22,1	88,1/73,1
'Kurijiman'	4,6/5,0	12,8/14,3	11,5/13,5	31,4/35,8	94,8/57,9
'Sweet mama'	4,2/4,6	13,0 /21,1	13,0/18,6	21,7/23,4	68,8/43,4

Vsebnost sladkorja se je pokazala kot zelo pomembna za nadaljnjo uporabo v prehrani. Buča, ki ima več sladkorjev, je tudi bolj okusna. Vsebnost sladkorjev najlažje izmerimo z refraktometrom, ki s pomočjo svetlobe izmeri vsebnost v °Brixih. Za dobro kakovost za prehrano mora buča vsebovati vsaj 11 % sladkorjev v suhi snovi (Loy, 2011).

Maščobo kot založno snov najdemo pri bučah v semenih. Bučna semena vsebujejo do 54 % maščob, kar je največja vsebnost med vsemi plodovkami, za primerjavo: v lubenicah imamo do 36 % maščob, v semenih kumar pa 34 % maščob. (Černe, 1988).

2.7.1.2 Sekundarni metaboliti

Med sekundarne metabolite se uvrščajo fenoli, kinoni, prostaglandini, terpeni, alkaloidi in razni pigmenti. Med pigmente se uvrščajo tudi karotenoidi. Te snovi niso neposredno vključene v metabolne procese, rastlina jih potrebuje kot zaščito pred škodljivci, za odvrčanje herbivorov, za privabljanje opraševalcev ipd. Veliko teh snovi je zelo strupenih, na ta način pa pomagajo rastlinam in mikroorganizmom preživeti skozi čas (Tišler, 2013).

2.7.1.2.1 Karotenoidi

Karotenoidi so pigmenti iz skupine tetraterpenov. Sodelujejo pri pretvorbi sončne energije, ki je udeležena pri asimilacijski redukciji ogljika za potrebe rastlin. Skupaj s klorofili delujejo kot poseben antenski sistem za absorpcijo in nadaljnji prenos sončne svetlobe v tilakoidno membrano (Vodnik, 2012). Karotenoide lahko razdelimo v 2 glavni skupini: rdeče karotene (med njimi beta karoten) in njihove oksidacijske produkte ksantofile, ki vsebujejo več hidroksilnih skupin. Poznamo več različnih ksantofilov: violaksantin, lutein, zeaksantin in kriptoksantin (Vodnik, 2012).

Sinteza in skladiščenje karotenoidov poteka v posebnih celičnih organelih, imenovanih kromoplasti, ki so posebna vrsta plastidov. V teh sinteznih procesih poteka tako sinteza novih karotenoidov kot tudi njihov razpad in pretvorba v druge oblike pigmentov (Zhang in sod., 2014). Prvi korak v sinteznih poteh je nastanek fitoena iz dveh geranil geranil difosfatnih molekul s pomočjo encima fitoen sintaze. Molekula fitoena gre nato skozi vrsto reakcij do nastanka likopena. Ko nastane likopen, se le ta vključi v večstopenjsko ciklizacijo, ki je katalizirana z encimom likopen ciklazo. Končni produkt ciklizacije sta alfa in beta karoten (Zhang in sod., 2014). V kasnejših fazah lahko potem nastajajo ksantofili, ki so oksidacijski produkti karotenov (Vodnik, 2012).

Snovi iz skupine karotenoidov so vključene tudi v nastanku bogatih arom in okusov (Zhang in sod., 2014). S pomočjo kromatografije je bilo v sorti buč *Cucurbita maxima* 'Jerimum caboclo' zaznanih 11 različnih karotenoidov, med katerimi prevladujeta lutein in beta karoten. Ostali karotenoidi se pojavljajo le v sledih. Razmerja med vsebnostmi karotenoidov se nekoliko razlikujejo med sortami in hibridi hokaido buč, kar je razvidno iz preglednice 7 (Azevedo-Meleiro in sod., 2007). V sorti 'Exposicao' je bilo zaznanega največ violaksantina, beta karotena in luteina. V hibridu 'Tetsukabuto' pa najdemo zelo velik delež luteina. V obeh hibridih najdemo še več kot 10 ostalih karotenoidov v zanemarljivih deležih (Azevedo-Meleiro in sod., 2007).

Preglednica 7: Vsebnosti karotenoidov v 2 sortah zrelih hokaido buč: (Azevedo-Meleiro in sod., 2007)

Sorta	Beta karoten (ug/g)*	Alfa karoten (ug/g)*	Lutein (ug/g)*	Violaksantin (ug/g)*	Neoksantin (ug/g)*
<i>C. maxima</i> 'Exposicao'	15,4 ± 4,2	Ni zaznano	10,7 ± 3,9	20,6 ± 3,3	9,8 ± 1,9
<i>C. maxima</i> x <i>C. moschata</i> 'Tetsukabuto F1'	30,5 ± 5,4	V sledih	56,6 ± 9,7	21,9 ± 5,0	14,4 ± 3,0

*Enote veljajo za svež vzorec (10 gramov od vsake sorte odvzeto in homogenizirano v posebnih mešalcih).

Po poročanjih študije Jaswir in sod. (2014) leto oz. sezona pridelave bistveno vpliva na vsebnost karotenoidov. V njihovi študiji se je pokazalo, da je bilo moč vsebnost zeaksantina določiti le v prvi sezoni, medtem ko je bilo največ beta karotena v 2. sezoni, luteina pa v 3. sezoni (preglednica 8).

Taka razlika v vsebnostih dokaže velik vpliv podnebja kot tudi agrotehničnih ukrepov (gnojenja, tipa zemljišča, namakanja, skladiščenja itd.) na akumulacijo karotenoidov. Gnojenje je eden pomembnejših faktorjev. Vpliv ima tudi genetika rastline, izpostavljenost sončni svetlobi, padavine, lokacija itd. V času obilnih padavin naraste tudi rodovitnost zemlje (fertilnost), ki je opredeljena kot sposobnost tal za maksimalno oskrbo rastline s hranili, vodo in kisikom. V primeru sušnega vremena v obdobju pobiranja bo vsebnost karotenoidov v plodovih manjša (Jaswir in sod., 2014).

Preglednica 8: Vsebnost karotenoidov iz različnih let/sezon pridelave muškatinih buč gojenih v Maleziji (FAMA) (Jaswir in sod., 2014)

Leto/sezona pobiranja	Zeaksantin (mg/100 g SM)	Lutein (mg/100 g SM)	Beta karoten (mg/100 g SM)
nov. 2011	0,2 ± 0,0	42,5 ± 0,2	151,6 ± 3,9
feb 2012	Ni zaznано	27,4 ± 2,2	414,1 ± 28,1
jun 2012	Ni zaznано	48,5 ± 1,8	362,9 ± 15,8

Vsebnost karotenoidov v času skladiščenja se spreminja. Kot je pokazala študija, je vsebnost beta karotena skokovito narasla v 2. mesecu skladiščenja, nato pa se je ustalila. Med skladiščenjem se je tudi zmanjšala teža ploda zaradi izgube vode. Barva je postala temnejša. Zeaksantin, ki spada v skupino ksantofilov, se je pojavil v 2. mesecu skladiščenja (preglednica 9) (Jaswir in sod., 2014). Intenzivna oranžna barva buče je najboljši pokazatelj kakovosti, temnejša kot je barva mesa, več karotenoidov vsebuje. Muškatin buča vsebuje naslednje karotenoide: beta karoten, alfa karoten, violaxantin in lutein. (Conti in sod., 2014).

Preglednica 9: Vsebnost karotenoidov (mg/100 g SS) v muškatinih bučah med skladiščenjem (Jaswir in sod., 2014)

Čas skladiščenja	Zeaksantin	Lutein	Beta karoten
1. mesec	Ni zaznано	19,8 ± 9,67	174,6 ± 2,1
2. mesec	2,7 ± 0,1	59,5 ± 1,6	692,8 ± 22,0
3. mesec	1,7 ± 0,2	54,3 ± 3,4	485,3 ± 3 6,8
4. mesec	2,2 ± 0,03	41,5 ± 0,2	418,7 ± 5,8
5. mesec	0,6 ± 0,0	50,4 ± 0,7	555,1 ± 4,4
6. mesec	2,0 ± 0,1	55,4 ± 0,9	479,1 ± 14,8

2.7.1.2.2 Fenolne snovi

Glavna vloga fenolnih snovi v rastlini je zaščita rastlinskih organov pred neugodnimi vremenskimi vplivi. Do povečane tvorbe fenolnih snovi pride tudi ob poškodbah plodov. Rastlino varujejo pred patogenimi organizmi in delujejo antimikrobno. Glavne podskupine fenolnih snovi so flavonoidi, stilbeni, različne kisline, tanini in kumarini. Če je vsebnost teh snovi velika, pride do vpliva na kakovost plodov, ti so zelo trpki (Veberič, 2017).

S sodobnimi postopki so vsebnosti teh snovi zmanjšali na minimalno vrednost, kar pa se odraža na zmanjšani odpornosti plodov na škodljivce in različne bolezni, ki jih povzročajo

mikroorganizmi in žuželke. Poleg žlahtniteljskih postopkov pa na vsebnost teh snovi vpliva tudi sam način gojenja, vsi izvedeni agrotehnični ukrepi (gnojenje, mineralna prehrana rastlin ipd). Največ fenolnih snovi se nahaja v povrhnjicah semen in samih plodov (Veberič, 2017).

Fenolne spojine delujejo kot naravni antioksidanti in so pomembna sestavina zdrave prehrane. V človeškem telesu zmanjšujejo oksidativni stres in preprečujejo tvorjenje prostih radikalov in tako zmanjšujejo možnost za nastanek obolenj (Priori in sod., 2017). Zelo dobro raziskane fenolne snovi so flavonoidi. V rastlini služijo kot fitoaleksini, kar pomeni, da imajo antimikrobne učinke in tako varujejo rastlino pred škodljivimi mikrobi. Najbolj poznane spojine iz skupine flavonoidov so kvercetin in miricetin glukozidi (Altemimi in sod., 2015).

V maslenih bučah (*Cucurbita moschata*) sorte 'Cehualca' je največ fenolnih snovi vsebovala lupina (5,14 mg/g SS). V mesu je bila izmerjena vrednost 1,38 mg/g SS. Fenoli delujejo obrambno oz. odvrtačno proti škodljivcem in se nahajajo v zgornjih plasteh. Zaradi grenkih snovi pri bučah lupina večinoma ni primerna za uživanje (Jacobo-Valenzuela in sod. 2011).

Med različnimi sortami muškatnih buč prihaja do precejšnjih razlik v vsebnosti fenolnih snovi in posledično tudi do razlik v antioksidativni aktivnosti. Velika antioksidativna aktivnost je bila zaznana pri akcesiji Abóbora 2, ki je vsebovala tudi največ fenolnih spojin (preglednica 10). Do razlik v vsebnosti fenolnih snovi pri istih akcesijah prihaja tudi zato, ker izvirajo iz različnih koncev celine, kar pomeni, da ima vpliv tudi podnebje in temperaturne razmere ter tla, na katerih rastlina uspeva (Priori in sod., 2017).

Preglednica 10: Vsebnost fenolnih spojin in antioksidativne aktivnosti buč *Cucurbita moschata* iz različnih lokacij v Braziliji (Priori in sod., 2017)

Akcesija muškatne buče	Vsebnost fenolnih spojin (mg/100 g SM)	Antioksidativna aktivnost (ug/g SM)
Abóbora de pescoço 1	57,7 ± 0,8	199,2 ± 26,2
Abóbora de pescoço 2	34,4 ± 1,3	95,1 ± 20,5
Abóbora de pescoço 3	38,7 ± 4,3	141,9 ± 19,7
Abóbora de pescoço 4	28,8 ± 0,8	129,4 ± 3,7
Abóbora de pescoço 5	38,7 ± 2,1	97,8 ± 12,6
Abóbora gigante	36,1 ± 1,6	71,1 ± 6,6
Abóbora de vaca	26,3 ± 2,1	92,5 ± 15,8
Abóbora 1	27,2 ± 3,3	87,4 ± 9,1
Abóbora 2	79,9 ± 1,1	357,8 ± 15,7
Abóbora colorau	43,06 ± 2,4	125,5 ± 7,3

3 SKLEPI

Buče so v današnjem času uporabne tako v kulinariki v okviru zdrave prehrane, kot tudi v medicini. V zadnjem obdobju so na popularnosti precej pridobile maslene, muškatne in hokaido buče. V kulinariki uporabljamo bučno sredico za juhe, narastke, omake ipd., poleg sredice pa se uporabljajo tudi semena kot vir maščob, mineralov in vitaminov v prehrani. Novejše sorte so znane po visoki vsebnosti sekundarnih metabolitov - beta karotena, ki ima pozitivne učinke na naše zdravje. Karotenoidi delujejo antioksidativno, preprečujejo razvoj rakavih celic, učinkujejo kot prekursorji za nastanek vitamina A itd. Poleg beta karotena najdemo v teh vrstah buč tudi likopen, zeaksantin in alfa karoten. Plodovi vsebujejo tudi sladkorje, ki predstavljajo vir energije za naše celice.

Pazljivi moramo biti pri načinu in času skladiščenja za določen tip buče, saj ob primernem skladiščenju buča pridobiva na okusu in kakovosti. S skladiščenjem se spreminja razmerje snovi v plodu, škrob razpade na enostavnejše oligosaharide, kar se odraža v bolj sladkem okusu mesa. Medtem nastajajo tudi različni karotenoidi, ki vplivajo tako na vizualno podobo kot tudi na hranilno vrednost. Najprimernejši prostor za skladiščenje je v primernih hladilnicah z uravnavano temperaturo in vlago. Z upoštevanjem navodil skladiščenja zagotovimo dolgotrajnejšo oskrbo s plodovi.

Na kakovost plodov lahko vplivamo tudi z agrotehničnimi ukrepi. Priporočljiva je uporaba plastičnih zastirk, saj na ta način zemlja ne pride v stik s plodovi in tako ne pride do okužb in propadanja plodov. Čas gojenja lahko nekoliko skrajšamo, če sadike predhodno vzgojimo v ogrevanih prostorih in jih v razvojni fazi treh listov presadimo na prosto. Na kakovost in količino pridelka ima precejšen vpliv podnebje. Za gojenje je najprimernejše mediteransko podnebje, ustrezno je tudi zmerno celinsko podnebje. Tla morajo biti dovolj vlažna in optimalno oskrbljena s hranili ter dobro strukturirana.

4 VIRI

- Altemimi A., Watson D. G., Kinsel M., Lightfoot D. A. 2015. Simultaneous extraction, optimization, and analysis of flavonoids and polyphenols from peach and pumpkin extracts using a TLC-densitometric method. *Chemistry Central Journal*, 9, 39: 1-15
- Azevedo-Meleiro C. H., Rodriguez-Amaya D. B. 2007. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *cucurbita moschata*, *cucurbita maxima* and *cucurbita pepo*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 4027-4033
- Conti S., Villari G., Amico E., Caruso G. 2015. Effects of production system and transplanting time on yield, quality and antioxidant content of organic winter squash (*Cucurbita moschata* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 183: 136-143
- Corrigan V. K., Irving D. E., Potter J. F. 2000. Sugars and sweetness in buttercup squash. *Food Quality and Preference*, 11: 313-322
- Černe M. 1988. Plodovke. Zbirka nasvetov 16. 1. izdaja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 128 str.
- FAOSTAT. 2017, Food and Agriculture Organisation, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>, (16.5.2017)
- Ferriol M., Pico B. 2008. Pumpkin and winter squash.. V: *Vegetables 1. Handbook of Plant Breeding*. Prohens J., Nuez F. (Ur.). Valencia, Springer: 317-349
- Irving D. E., Hurst P. L., Ragg J. S. 1997. Changes in carbohydrates and carbohydrate metabolizing enzymes during the development, maturation and ripening of buttercup squash (*Cucurbita maxima* D. Delica). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122, 3: 310-314
- Jacobo-Valenzuela N., Zazueta-Morales J.J., Gallegos-Infante J. A., Aguilar-Gutierrez F., Gamacho-Hernandez I. L., Rocha-Guzman N. E., Gonzales-Laredo R. F. 2011. Chemical and physicochemical characterization of Winter squash (*Cucurbita moschata* D.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39, 1: 34-40
- Jaswir I., Shahidan N., Othman R., Yumi Zuhadis Has-Yun Hashim, Octavanti F., Mohammad bin Salleh. 2014. Effects of season and storage period on accumulation of individual carotenoids in pumpkin flesh (*Cucurbita moschata*). *Journal of Oleo Science*, 63, 8: 761-767
- Kami D., Muro T., Sugiyama K. 2011. Changes in starch and soluble sugar concentrations in winter squash mesocarp during storage at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 127: 444-446
- Karlson P. 1980. Biokemija. 1. izdaja. Ljubljana. Državna založba Slovenije: 443 str.

- Krejan Košan T. 2009. Pisane buče, okrasne/okrogle/okusne. 1. Izdaja. Prevalje, TA2 9ROUP oglaševalska agencija: 124 str.
- Lacuzzo F., Dalla Costa L. 2009. Yield performance, quality characteristics and fruit storability of winter squash cultivars in sub-humid areas. *Scientia Horticulturae*, 120, 3: 330-335
- Loy B. 2011. Maximizing yield and eating quality in winter squash-a grower's paradox. Department of Biological Sciences, University of New Hampshire
<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2011/Vine%20Crops> (20.8.2017)
- Okazaki K., Kimura Y., Sugiyama K., Kami D., Nakamura T., Oka N. 2016. Discovering metabolic indices for early detection of squash (*Cucurbita maxima*) storage quality using GC-MC-based metabolite profiling. *Food Chemistry*, 196: 1150-1155
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 295 str.
- Podgornik Reš R. 2003. Čarobni svet buč. 1. izdaja. Ljubljana, Kmečki glas : 158 str.
- Priori D., Valduga E., Villela J. C. B., Mistura C. C., Vizzotto M., Valgas R. A., Barbieri R. L. 2017. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil. *Food Science and Technology*, 37, 1: 33-40
- Pušenjak M. 2014. Zelenjavni vrt. 2. izdaja. Ljubljana, Kmečki glas : 319 str.
- Pušenjak M. 2016. Rastlinjaki na vrtu. Gojenje rastlin v rastlinjaku. Ljubljana, Kmečki glas: 192 str.
- Rangarajan A., Ingall B. A., Orzolek M. D., Otjen L. 2003. Moderate defoliation and plant population losses did not reduce yield or quality of butternut squash. *HortTechnology*, 13, 3: 463-468
- Rulevich M.T., Mangan F. X., Carter A. K. 2003. Earliness and yield of tropical winter squash improved by transplants, plastic mulch and row cover. *HortScience*, 38, 2: 203-206
- Splichal B. 2013. Muškatne, maslenke, hokaido, patišon. Slovenske novice (21.9.2013)
<http://www.slovenskenovice.si/lifestyle/okusi/muskatna-maslenka-hokaido-patison> (22.8.2017)
- Tišler M. 2013. Organska kemija: visokošolski učbenik. 2. izdaja. Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 543 str.

Mohar L. Vsebnost primarnih in sekundarnih metabolitov v muškatinih, maslenih in hokaido bučah. Dipl. delo (UN). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2017

Veberič R. Sadje in fenolne snovi. 2015. Strokovno sadjarsko društvo Slovenije.
<http://sadjar.si/sadje-in-fenolne-snovi-robort-veberic> (29.5.2017)

Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. 1. izdaja. Ljubljana. Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta: 141 str.

Zhang M. K., Zhang M. P., Mazourek M., Tadmor Y., Li L. 2014. Regulatory control of carotenoid accumulation in winter squash during storage. *Planta*, 240: 1063-1074

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjam doc. dr. Ani Slatnar, za vsestransko pomoč in koristne nasvete pri izdelavi diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi recenzentu prof. dr. Draganu Žnidarčiču in predsednici komisije prof. dr. Metki Hudina.

Zahvala gre tudi mojim sorodnikom in lektorici za pomoč pri oblikovanju dela.