

Agrovoc descriptors: malus, pyrus, gene banks, collections, biodiversity, genetic resources, natural resources, rootstocks, data collection, varieties, organic acids, metabolites, sugars, proximate composition, disease resistance, pest resistance

Agris category code: F30

Genska banka sadnih rastlin: naravna zbirka različnih sladkorjev in kislin v jabolkih

Gregor OSTERC¹ in Franci ŠTAMPAR¹

Received November 05, 2012; accepted November 30, 2012.

Delo je prispelo 05. novembra 2012, sprejeto 30. novembra 2012.

IZVLEČEK

V okviru "Nacionalnega programa genske banke kulturnih rastlin" smo v Kartuziji Pleterje zasadili sadovnjak, kjer zbiramo različne stare sorte jablan in hrušk. Z zasajanjem sadovnjaka smo začeli leta 1994, trenutno raste v sadovnjaku 119 različnih sort jablan ter 44 različnih sort hrušk. Drevesa so cepljena na ustrezne podlage in pri vsaki sorti je posajenih pet dreves skupaj. Varstvo pred boleznimi in škodljivci poteka v zadnjih letih po programu biološkega varstva rastlin, tako da je mogoče zelo hitro oceniti občutljivost posameznih sort za okužbo z različnimi boleznimi in škodljivci. V članku smo zbrali podatke za 100 različnih sort jablan. Vsebnost sladkorjev v jabolkih je tesno povezana s časom zorenja jablan. V zgodnjih sortah jablan smo tako izmerili največ fruktoze, 64 g/kg plodu, vsebnost ostalih sladkorjev je bila precej manjša. Pri srednje zgodnjih sortah se je vsebnost saharoze povečala iz 24,6 g/kg, kolikor je znašala pri zgodnjih sortah, na 38,5 g/kg ter srednje poznih sortah na 37,6 g/kg. Pri poznih sortah pa je spet prevladovala fruktoza s 70,3 g/kg plodov. Od kislin je v plodovih ne glede na čas obiranja prevladovala jabolčna kislina. Največ, 4 g/kg plodov, smo je izmerili v plodovih zgodaj zorečih sort jablan, 3 g/kg pa v pozno zorečih sortah. V plodovih srednje zgodaj zorečih ter srednje pozno zorečih sort smo namerili manj kot 3 g jabolčne kisline/kg plodov.

Ključne besede: *Malus × domestica*, organske kisline, sladkorji, primarni metaboliti

ABSTRACT

GENE BANK OF FRUIT PLANTS: A NATURAL COLLECTION OF DIFFERENT SUGARS AND ACIDS IN APPLES

The fruit plantation was made in monastery Karthusia Pleterje financed by the "National program of the gene bank of cultivated plants". Different apple and pear cultivars were brought together in this plantation. The plantation was started in 1994, 119 different apple cultivars and 44 different pear cultivars are growing there at the moment. Trees were grafted on the proper rootstocks and five trees were planted together for each cultivar. The sensitivity of different cultivars against diseases and pests can be observed due the biological protection against pests and diseases, which is carried out in the plantation. The data, which are demonstrated in this manuscript were collected for 100 different apple cultivars. The sugar concentrations in apples tightly corresponded with the ripening time. The concentration of fructose was with 64 g/kg fruit the highest in early ripening cultivars, the content of other sugars was lower. The middle-early ripening cultivars showed an increase of the sucrose content from 24.6 g/kg, which was the sucrose content in early ripening cultivars to 38.5 g/kg, the concentration in middle-late ripening cultivars was 37.6 g/kg. The fructose was with 70.3 g/kg the most present sugar again in late ripening cultivars. The most present organic acid in apple fruits was regardless the ripening time the malic acid. The highest concentration, 4 g/kg of malic acid, was analysed in early ripening cultivars, followed with late ripening cultivars with 3 g/kg malic acid. In both groups of middle-time ripening cultivars less than 3 g/kg malic acid was detected.

Key words: *Malus × domestica*, organic acids, sugars, primar metabolites

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

1 UVOD

Genske banke kmetijskih rastlin so zbirke različnih genotipov pri različnih vrstah rastlin, ki jih uporabljamo v kmetijske namene. Rastline hranimo v zbirkah v obliki različnih rastlinskih organov, pri čemer so uporabni tisti organi, s katerimi lahko ohranimo genotip čim dlje vitalen. Največkrat se v te namene uporabljajo semena, pogosto pa hranimo v genskih bankah tudi cele rastline. Zadnje je tudi najobičajnejši način shranjevanja

genotipov pri sadnih rastlinah. V Sloveniji smo nasad genske banke za sadne rastline posadili v okviru "Nacionalnega programa genske banke kulturnih rastlin". V nasad smo zaenkrat posadili jabolane, hruške in orehe. Redno spremljamo različne parametre vegetativne rasti dreves (moč rasti) ter njihov generativni razvoj. V povezavi z rodnostjo spremljamo tudi kakovost plodov, natančneje vsebnost sladkorjev in kislin v plodovih.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Rastlinski material

Nasad genske banke sadnih rastlin se nahaja v Kartuziji Pleterje. Jablane so bile v ta nasad sajene leta 1994, cepljene so na podlago 'MM111'. Pri vsaki sorti smo posadili pet dreves, ki rastejo skupaj. Drevesa gojimo z gojitveno obliko sončna os. Glede varstva pred boleznimi in škodljivci so v prvih letih v nasadu sledili smernicam integriranega varstva, v zadnjih letih pa prevladuje biološko varstvo pred boleznimi in škodljivci.

Sadovnjak je zatravljen, zato je potrebno vsakoletno mulčenje.

V nasadu je posajenih 119 različnih sort jablan. Pri vsaki sorti imamo posajenih pet dreves. V tem članku predstavljamo rezultate zbrane na 100 sortah. Sorte se med seboj razlikujejo po času zorenja. Glede časa zorenja lahko sorte združimo v štiri različne skupine. V skupino zgodnjih sort uvrščamo vse sorte, ki zorijo zgodaj v poletnih mesecih, nekako do konca julija (preglednica 1) (Lauche, 1882; Müller in sod., 1900a; Müller in sod., 1900b).

Preglednica 1: Zgodnje sorte jablan posajene v nasadu genske banke, Kartuzija Pleterje

Sorta	Osnovne značilnosti
'Akane'	japonska sorta, sladko-srednje kisli okus, ugodna aroma
'Beličnik'	naključni sejanec, litvanskega porekla, osvežilno kiselkastega okusa
'Jamba'	nemška sorta, osvežilno kiselkastega okusa
'Meča'	ni podatka
'Roter Astrachan' (Lenart)	iz okolice Astrahana, sladko-kislega okusa
'Roter Astrachan' (Resje)	iz okolice Astrahana, sladko-kislega okusa
'Red Transparent'	ameriška sorta
'Vista Bella'	ameriška sorta, sladko-kislega okusa

V skupino srednje zgodnjih sort jablan, ki zorijo meseca avgusta smo uvrstili 21 sort

(preglednica 2) (Lauche, 1882; Müller in sod., 1900a; Müller in sod., 1900b).

Preglednica 2: Srednje zgodnje sorte jablan posajene v nasadu genske banke, Kartuzija Pleterje

Sorta	Osnovne značilnosti
'55185- Pesnica'	mariborski križanec
'Alkmene'	nemška sorta, sladko-kislega okusa
'Arlet'	švicarska sorta, sladkega okusa, aromatična
'Burgundy'	ameriška sorta, rahlo kisel okus, spominja na jonatan
'Dancinger Kantapfel'	neznanega izvora, vinsko kislega okusa
'Gravensteiner'	iz SZ Evrope, vinsko kislega okusa, aromatično
'Jakob Lebel'	francoska sorta, rahlo kisel okus, zelo sočna
'Jonathan'	ameriška sorta, sladko-kislega okusa, skluden
'Lobo'	kanadska sorta, sladko-kislega okusa
'Medenček'	avtohton kultivar
'Mollies Delicious'	ameriška sorta
'Odin'	nizozemska sorta, sladko-kisel skluden okus, zelo sočno
'Ozark gold'	ameriška sorta, blag kiselkast okus, sočna
'Gestraftes Kardinal'	nemška sorta, vinsko kislega okusa
'Priam'	ameriška sorta, nežno kislega okusa, blaga aroma
'Prima'	ameriška sorta, osvežilno kiselkastega okusa
'Rubin'	češka sorta, sladkega okusa, močna aroma
'Tydeman'	ameriška sorta, sladeg do srednje kisli okus
'Zap. št. 33'	mariborski križanec
'Zgodnja Kavčič'	domača avtohtona sorta
'Zgodnja Kavčič T4'	domača avtohtona sorta

Sorte, ki zorijo septembra smo združili v (Lauche, 1882; Müller in sod., 1900a; Müller skupino srednje poznih sort (preglednica 3) in sod., 1900b).

Preglednica 3: Srednje pozne sorte jablan posajene v nasadu genske banke, Kartuzija Pleterje

Sorta	Osnovne značilnosti
'Ananasrenette'	nizozemska sorta, vinsko kislega okusa, ananasova aroma
'Aurora'	sovjetskega izvora
'Baumanns Renette'	belgijska sorta, sladko-kislega okusa
'Weisser Winterkalvill'	francoska sorta, blago kislega okusa, izjemne arome
'Blauacher Wädenswill'	sovjetskega izvora
'Goldrenette aus Blenheim'	angleška sorta, zelo bogat okus, 'renetna' aroma
'Borodobna'	sovjetskega izvora
'Schöner aus Boskoop'	nizozemska sorta, osvežujoče kislega okusa, značilna aroma
'Kronprinz Rudolf'	izvira iz Štajerske, ugodnega sladko-kislega okusa
'Charden'	francoska sorta, sladkast okus, blaga aroma
'Damason Renette'	francoska sorta, ugodno sladko-kislega okusa, značilna aroma
'Debela vahna'	slovenska avtohtona sorta
'Ducat'	češka sorta, sladkega okusa, aromatično
'Eurika'	sovjetskega izvora
'Fantazja'	poljska sorta, ugodno sladko-kislega okusa, prijetna aroma
'Francoski kosmač'	ni podatka
'Glockenapfel'	švicarska sorta, izrazito kisel okus
'Gloria Mundi'	praznega okusa, brez arome, primerna za kuho
'Goldjon'	križanec jonatana
'Harberts Renette'	nemška sorta, prijetno kiselkastega okusa, aromatično
'Imperial McIntosh'	ameriška sorta, milega, sladko-kislega okusa, značilna aroma
'Ingol'	nemška sorta, kiselkastega okusa, neizrazita aroma
'James Grieve New'	angleška sorta, osvežilno kiselkastega okusa, prijetna aroma

'Kanada Renette'	izvorno francoskega porekla, sladko-kislega okusa, žlahtna aroma
'Karla'	ni podatkov
'Karmeliter Renette'	francoska sorta, vinsko kisel do sladek okus
'Karmijn'	nizozemska sorta, osvežilen sladko-kisel okus
'Cox' Orange	angleška sorta, harmonično sladko-kislega okusa, odlična aroma
'Gelber Bellefleur'	ameriška sorta, prijeten renetni okus, zelo slabo aromatična
'Lonjon'	križanec prof. Priola, skladno sladko-kislega okusa, odlična sorta
'Lord Lambourne'	angleška sorta, sladko-kislega okusa
'Macfree'	kanadska sorta, sladko-kisel do kisel okus, značilna aroma
'Melrose'	ameriška sorta, sladko-kisel okus, prijetna aroma
'Merton Worcester'	ameriška sorta
'Mutsu'	japonska sorta, sladek okus, posebna aroma
'Nova Easygrow'	kanadska sorta, sladko-kisel okus, slabo izražena aroma
'Nova mac'	ni podatka
'NY 6134512'	ni podatka
'Obilnaja'	sovjetskega izvora
'Priscilla'	ameriška sorta, sladek okus, 'Delišes' aroma
'Puhovka'	avtohton kultivar
'Quinte'	kanadska sorta, srednje kisel okus, aromatičen
'Red Stayman'	ameriška sorta
'Red Winston'	ameriška sorta
'Salgirska'	sovjetskega izvora
'Saljut'	sovjetskega izvora
'Solnečna'	sovjetskega izvora
'Spartan'	kanadska sorta, sladek okus, aromatična
'Šampion'	češka sorta, sladko-kisel do sladek okus, aromatična
'Štajerski mošancelj'	izvira iz Štajerske, vinsko kisel okus, značilna aroma
'Tavira'	sovjetskega izvora
'Zeleno zimsko jabolko'	avtohton kultivar
'Zgodnja zimska Kavčič'	avtohton kultivar
'Rheinischer Winterrambour'	verjetno izvira iz držav Beneluxa, kiselkast okus, srednja aroma
'Goldparmäne'	francoska sorta, skladno razmerje med sladkorjem in kislino, 'orehova' aroma
'Goldparmäne' T6	francoska sorta, skladno razmerje med sladkorjem in kislino, 'orehova' aroma

Med pozne sorte jablan smo uvrstili vse tiste, 1882; Müller in sod., 1900a; Müller in sod., ki zorijo oktobra (preglednica 4) (Lauche, 1900b).

Preglednica 4: Pozne sorte jablan posajene v nasadu genske banke, Kartuzija Pleterje

Sorta	Osnovne značilnosti
'Bohnapfel'	nemška sorta, sprva trpkega okusa, ki postane harmoničen šele kasneje
'Boikenapfel'	nemška sorta, vinsko kisel okus
'Bordon'	sovjetskega izvora
'Dolenjska voščenska'	slovenska sorta neznanega izvora, sladko-kiselkast okus, aromatično
'Jerseyred'	ameriška sorta, kakovosten okus
'Jonadel'	ameriška sorta, sladko-kisel okus, blaga aroma
'Rheinischer Krummstiel'	nemška sorta, osvežilno kisel okus, brez posebne arome
'MB 94937'	mariborki križanec
'MB 9563'	mariborski križanec
'NJ 327289'	ni podatka
'Ontario'	verjetno kanadskega izvora, sladko-kisel okus, šibka aroma
'Paradox'	ni podatka
'Rosmarinar'	madžarska ali slovaška sorta, sladko-kisel okus, brez arome
'Sevastopolska'	sovjetskega izvora
'Champagnerrenette'	francoska sorta, osvežilno kisel okus, blaga aroma, nekoliko trpek
'Smitbergerjeva reneta'	'renetna' skupina

2.5 Analize sladkorjev in kislin

Iz jabolk s petih dreves vsake sorte smo za analizo notranje kakovosti jabolk nabrali povprečen vzorec 10 plodov. Jabolka smo po širini dvakrat prerezali tako, da smo dobili središče plodu. Nato smo izdoblili peščiče ter preostanek mesa v središču zamrznili do časa nadaljnje analize.

Za ekstrakcijo sladkorjev in kislin smo zamrznjene vzorce odtopili, jih narezali na koščke in jih s paličnim mešalnikom zmleli v kašo. V čašo smo odtehtali 10 g sadne kaše in dopolnili do 60 ml bidestilirane vode.

Raztopino smo pustili stati 1h. Vzorce smo vmes večkrat premešali in nato prelili v centrifugirke. Nato smo vzorce centrifugirali 10 min pri 4000 vrtljajih/min. Po centrifugiranju smo vsebino vzorca previdno odvzeli z injekcijo in ga prefiltrirali skozi filter (Sartorius 0,45 µm). Tako pripravljene vzorce smo uporabili za HPLC analizo.

Sladkorje (saharozo, glukozo, fruktozo in sorbitol) in kisline (jabolčno, šikimsko in fumarno kislino) v vzorcih jabolk smo določali po uveljavljeni HPLC-metodi (Dolenc in Štampar, 1997). Rezultate predstavljamo s slikami v obliki ročajev z okvirji.

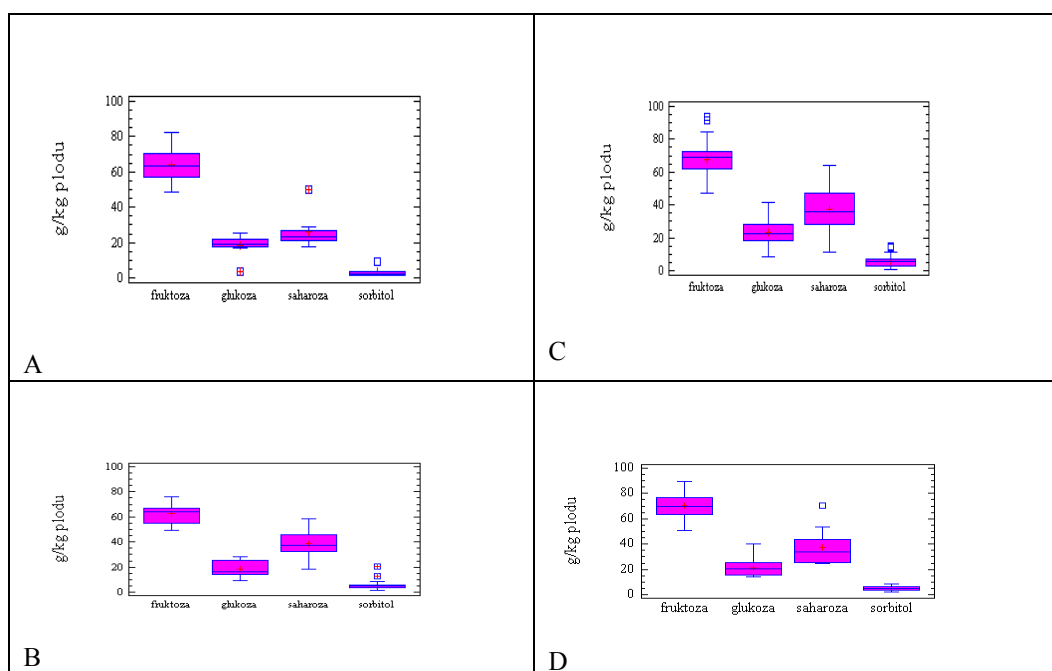
3 REZULTATI Z DISKUSIJO

Spremljanje vsebnosti sladkorjev v različnih sortah je močno povezano s časom zorenja pri teh sortah. Pri zgodnjih sortah jabolk je s 64 g snovi/kg plodu značilno največ fruktoze, vsebnost ostalih sladkorjev, vključno s saharozo (26,4 g/kg plodu) je precej manjša. Kasneje se delež saharoze v plodovih poveča in doseže največje povprečne vrednosti 38,6 g/kg pri srednje zgodnjih sortah jablan, nekaj manj 37,5 g/kg pri srednje poznih sortah jablan ter 37,3 g/kg pri poznih sortah jablan. Pozne sorte jablan so s 70,3 g/kg v povprečju

dosegle največje koncentracije fruktoze (slika 1, preglednica 5). To je povsem normalen potek sprememb v koncentracijah posameznih primarnih metabolitov, kar so potrdili tudi drugi avtorji (Šturm in Štampar, 1999). Vrednost saharoze v jabolkih proti koncu zorenja vedno naraste, ne glede na druge dejavnike, npr. gostoto sajenja (Šturm in Štampar, 1999). Še posebej pri saharozi so opazne tudi največje razlike v vsebnosti v plodovih med posameznimi sortami v srednje pozni skupini zorenja. Te razlike so pogosto

lahko zelo velike, saj se pojavljajo značilne razlike v vsebnosti posameznih sladkorjev

lahko celo že med posameznimi kloni neke sorte (Šturm in sod., 2003).



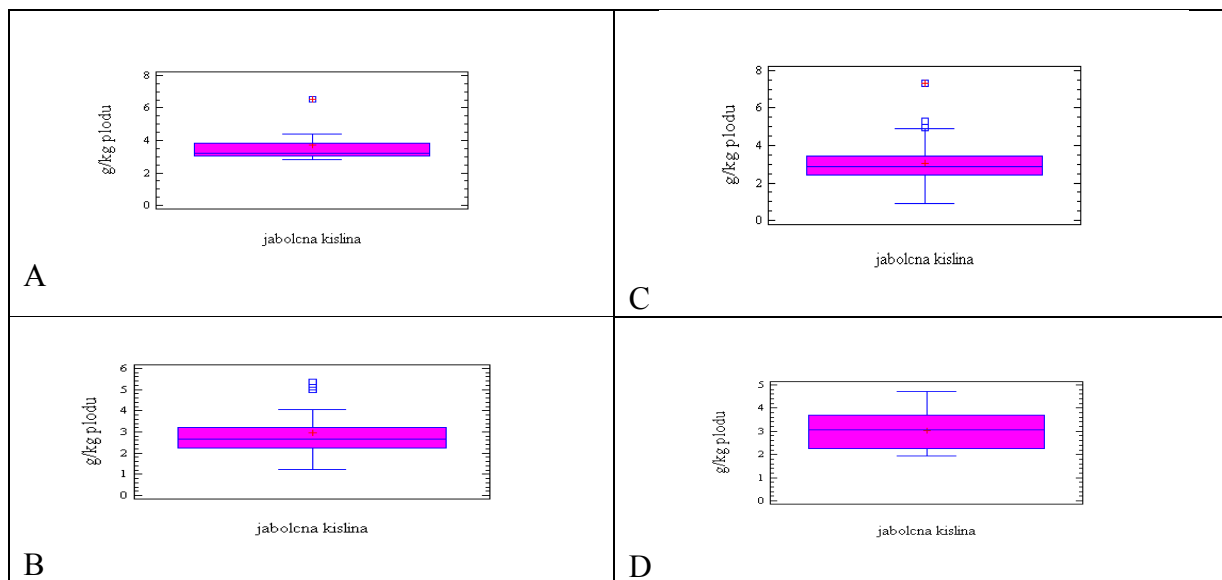
Slika 1: Vsebnost sladkorjev v jabolkih različnih sort jablan (A. zgodnje sorte, B. srednje zgodne sorte, C. srednje pozne sorte, D. pozne sorte)

Preglednica 5: Mere osnovne statistike za vsebnost različnih sladkorjev v jabolkih glede na čas zorenja

Čas zorenja sort	Vrednost	Fruktoza (g/kg)	Glukoza (g/kg)	Saharoza (g/kg)	Sorbitol (g/kg)
Zgodnje sorte	povprečje	64,18	18,29	26,39	3,26
	minimum	48,64	3,54	17,71	1,32
	maximum	82,0	25,74	50,33	8,96
	standardna deviacija	10,36	6,56	10,20	2,49
Srednje zgodnje sorte	povprečje	62,88	18,64	38,57	5,55
	minimum	49,06	9,18	18,06	1,36
	maximum	76,31	28,02	58,59	20,30
	standardna deviacija	7,78	6,51	11,01	4,34
Srednje pozne sorte	povprečje	67,87	23,58	37,54	5,73
	minimum	47,34	8,84	11,13	0,82
	maximum	93,48	41,70	64,26	14,96
	standardna deviacija	9,90	7,06	11,68	3,35
Pozne sorte	povprečje	70,30	21,48	37,32	4,96
	minimum	50,82	14,10	24,86	2,04
	maximum	89,44	39,81	70,62	8,17
	standardna deviacija	10,78	6,82	12,59	1,69

Od organskih kislin smo v jabolkih določali jabolčno, fumarno in šikimsko kislino. Jabolka so vsebovala največ jabolčne kisline. Vrednosti jabolčne kisline, v povprečju s skoraj 4 g/kg plodov so bile največje v

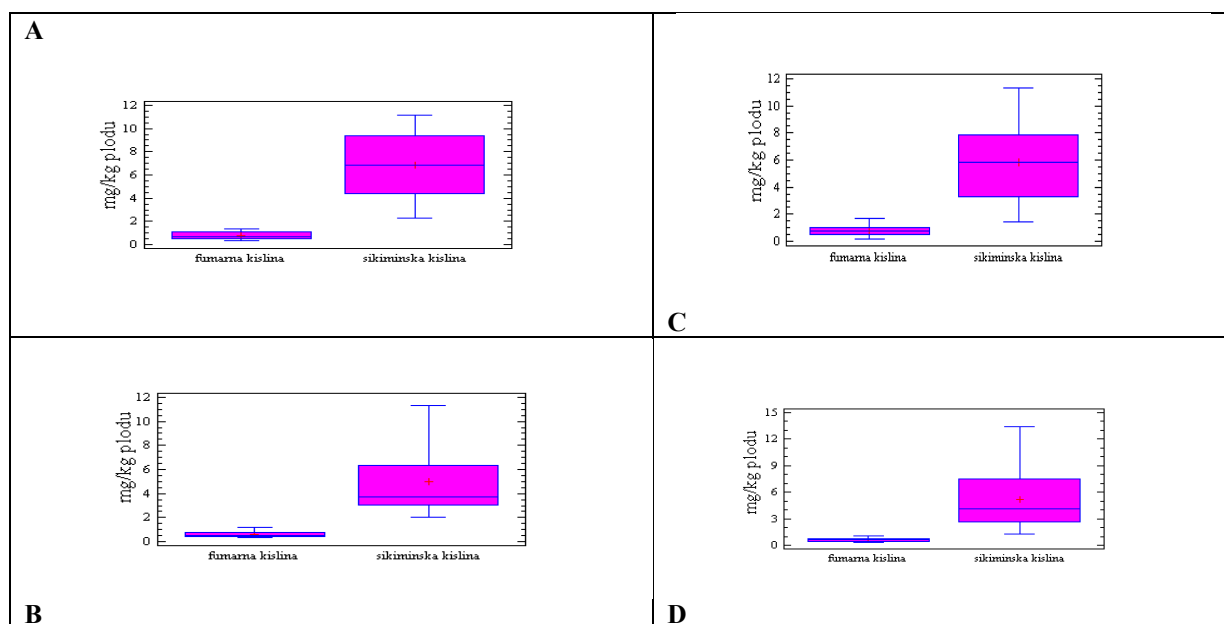
zgodnjih sortah jablan, s 3 g/kg plodov so sledile pozne sorte jablan, v srednje zgodnjih in srednje poznih sortah pa smo v povprečju izmerili manj kot 3 g kisline/kg plodu (slika 2, preglednica 6).



Slika 2: Vsebnost jabolčne kisline v različnih sortah jablan (A. zgodnje sorte, B. srednje zgodne sorte, C. srednje pozne sorte, D. pozne sorte)

Največje vrednosti jabolčne kisline pri zgodnjih sortah jablan sovpadajo z različnimi sezonskimi opazovanji, ki ugotavljajo, da se pri posamezni sorti vrednost jabolčne kisline zmanjšuje v času od poletja proti jeseni (Jakopič in sod., 2007). Vrednosti fumarne kisline v plodovih so bile podobne, ne glede na čas zorenja plodov in niso presegle

maksimalne vrednosti 1,67 mg/kg plodov. Povprečne vrednosti šikimske kisline, skoraj 5 mg/kg plodu so bile najmanjše v srednje zgodnjih sortah jablan, večje pa v poznih in srednje poznih ter največje, v povprečju 6,82 mg/kg plodu, v zgodnjih sortah jablan (slika 3, preglednica 6).



Slika 3: Vsebnost fumarne in šikimske kisline v različnih sortah jablan (A. zgodnje sorte, B. srednje zgodne sorte, C. srednje pozne sorte, D. pozne sorte)

Preglednica 6: Mere osnovne statistike za vsebnost različnih kislin v jabolkih glede na čas zorenja

Čas zorenja sort	Vrednost	Jabolčna kislina (g/kg)	Fumarna kislina (mg/kg)	Šikimska kislina (mg/kg)
Zgodnje sorte	povprečje	3,70	0,76	6,82
	minimum	2,83	0,38	2,29
	maximum	6,53	1,36	11,12
	standardna deviacija	1,24	0,35	3,12
Srednje zgodnje sorte	povprečje	2,95	0,63	4,98
	minimum	1,23	0,35	2,06
	maximum	5,37	1,21	11,33
	standardna deviacija	1,11	0,25	2,90
Srednje pozne sorte	povprečje	3,03	0,80	5,84
	minimum	0,92	0,22	1,43
	maximum	7,34	1,67	11,35
	standardna deviacija	1,10	0,33	2,77
Pozne sorte	povprečje	3,01	0,63	5,22
	minimum	1,93	0,31	1,32
	maximum	4,73	1,04	13,40
	standardna deviacija	0,86	0,20	3,47

6 REFERENCES

- Dolenc, K., Štampar, F. (1997): An investigation of the application and conceptions of analyses of HPLC methods for determining sugars and organic acids in fruits. *Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet., št. 69*, str. 99-106.
- Gliha, R. (1978): Sorte jabuka u savremenoj proizvodnji. *Radničko sveučilište "Moša pijade"*, Zagreb, 245 s.
- Hartmann, W. (2003): *Farbatlas alte Obstsorten*. Eugen Ulmer Verlag.
- Jakopič, J., Veberič, R., Zupančič, K., Štampar, F. (2007): Influence of nitrogen on the contents of carbohydrates and organic acids in apples (*Malus domestica* Borkh.) cv. 'Golden Delicious'. *European journal of horticultural science*, vol. 72, no. 2, str. 66-72.
- Lauche W. (1882): *Deutsche Pomologie. Teil Apfel*, Nr. 1 – 50. Verlag von Paul Parey, Berlin.
- Müller D., Bissmann G., Poenicke K., Rosenthal, R., Schindler P. (1900a): *Deutschlands Obstsorten*, Eckstein & Stähle Hofkunstanstalt Stuttgart, Nr. 10 – 11, s. 131.
- Müller D., Bissmann G., Poenicke K., Rosenthal, R., Schindler P. (1900b): *Deutschlands Obstsorten*, Eckstein & Stähle Hofkunstanstalt Stuttgart, Nr. 19 - 20, s. 182.
- Šturm, K., Štampar, F. (1999): Seasonal variation of sugars and organic acids in apple (*Malus domestica* Borkh.) in different growing systems. *Phyton (Horn)*, vol. 39, fasc. 3 Special issue, str. 91-96.
- Šturm, K., Hudina, M., Solar, A., Viršček Marn, M., Štampar, F. (2003): Fruit quality of different 'Gala' clones. *European journal of horticultural science*, vol. 68, no. 4, str. 169-175.
- Viršček Marn M., Stopar M. (1998): Sorte jabolk. Založba Kmečki glas, Ljubljana.