

# Temperatura in odmerek pektinaz kot regulatorja hitrosti bistrenja jabolčnega soka

## Effect of temperature and use of pectinase on apple juice clarification

Tatjana Unuk

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Katedra za sadjarstvo in predelavo sadja

E-Mail: tatjana.unuk@uni-mb.si

---

**Povzetek:** V letu 2009 smo na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede UM ugotavljali vpliv kombinacije temperature in odmerka pektinaz na hitrost bistrenja jabolčnega soka sorte 'Topaz'. Obravnavanja v poskusu predstavljajo kombinacije različnih odmerkov pektinaz tipa Pektinez XXL (0,1 ml/l in 0,05 ml/l) ter temperature v času bistrenja (7 °C, 12 °C in 20 °C). Meritve motnosti soka so bile izvajane v 30 min intervalih s pričetkom neposredno po stiskanju in zaključkom 1020 min po stiskanju jabolk. Teko celotnega izvajanja poskusa so rezultati pokazali zanemarljiv vpliv temperature na hitrost bistrenja soka. Kot odločilni dejavnik za hitrost bistrenja se je potrdil dodatek pektinaz, ki je signifikantno pospešil bistrenje soka, ne glede na velikost odmerka pektinaz.

**Ključne besede:** sok; temperature; pektinaze; bistrenje

**Abstract:** In year 2009 the experiment was set up at the Faculty of agriculture and life sciences to determine the influence of temperature and enzyme pectinase on apple juice cv. 'Topaz' clarification. Treatments represent combinations of different dosage of pectinase (Pektineze XXI; 0,1 ml/l and 0,05 ml/l) and temperature (7 °C, 12 °C, 20 °C) in time of juice clarification. The measurements of juice turbidity were carried out in 30 min intervals, started immediately after and ended 1020 min after press. The results showed negligible influence of temperature on juice clarification. The add of pectinase significantly influenced the clarification, regardless of its dosage (0,5 or 1 dl/1000 l).

**Key words:** juice; temperature; pectinase; clarification

---

### 1. Uvod in pregled literature

V slovenskem sadjarstvu pridelava jabolk predstavlja glavnino. Čez 90 % vseh sadjarskih površin je vključenih v sistem integrirane pridelave sadja ter dobrih 3 % v sistem ekološke pridelave, kar pomeni, da je taka pridelava nadzorovana in certificirana. Ker se sadjarji že nekaj let zapored srečujejo z nizkimi odkupnimi cenami sadja, se je marsikateri pridelovalec odločil za predelavo sadja, da bi na ta način pri svojem produktu dosegel neko dodano vrednost.

Javnosti je poznano, da so za naš organizem sadni sokovi predvsem vir v vodi raztopljenih vitaminov, mineralnih snovi, sadnih kislin in sladkorja. Proizvodnja in poraba sokov v razvitem svetu narašča, saj se ljudje vedno

bolj zavedajo njihovih učinkov na zdravje in dobro počutje. Ob povečevanju porabe se hkrati stremi k nadgradnji sodobnih tehnoloških postopkov predelave jabolk, ki bi, kot navajajo Mihalev in sod. (2004), v soku povečali bioaktivne spojine, hkrati pa v soku ohranili njegovo visoko senzorično vrednost.

Sodobni tehnološki postopki proizvodnje bistrskih sadnih sokov temeljijo na uporabi encimov, ki imajo to lastnost, da pospešujejo nekatere kemične spremembe. V obstoječi literaturi in praksi je večkrat potrjeno, da je njihova aktivnost zelo odvisna od temperature.

### Tehnologije pridobivanja bistrega jabolčnega soka

Potencialni povzročitelji motnosti v bistrem soku so polisaharidi (pektin, škrob, araban), beljakovine (želatina, encimi), polifenoli (katehin, epikatehin), kovinski ioni (Cu, Fe) in mikroorganizmi. V celični steni se nahaja pektin kot netopni pektin (protopektin), topni pektin in pektinska kislina. Pektin sestoji iz amiloze (topen v vodi) in amilopektina (netopen v vodi) (Innerhofer 2005). Protopektin sestavljajo galakturonska kislina, fosforjeva kislina, celuloza, sladkor, očetna kislina, kalcij in magnezij. Topni pektin sestavljajo topne poligalakturonske kisline metilester (OCH<sub>3</sub>) ter pektinska kislina, ki sestoji iz koloidnih poligalakturonskih kislin z metilesterskimi skupinami (Schobinger in sod. 2001). Pektini v svežem sadju določajo trdoto mesa plodov, zlasti ko so v nezrelem stanju povezani s celulozo in nekaterimi drugimi snovmi. Med zorenjem encimi razkrajajo prvotne pektinske snovi (protopektin), zato plodovi mehčajo. V prezrelih plodovih so raztopljeni in že deloma razgrajeni. Pri predelavi sadja v bistri sok je prisotnost pektinov nezaželena; preprečujejo odstranjevanje motnih delcev in jih moramo zato pred bistenjem razgraditi (Bernot in Bitenc 1976).

Zaradi naštetih komponent, ki povzročajo motnost v sveže stisnjenem soku jabolčk, so potrebni dodatni ukrepi za bistenje. Bistenje soka je ključna faza v proizvodnji bistrih sokov. Zajema ukrepe, ki odstranjujejo vidno motnost in vzroke motnosti, ki bi se lahko pojavila šele v steklenicah. Med posege v soku z namenom bistenja spadajo obdelava s pektolitimičnimi encimi in obdelava s sredstvi za bistenje, kot so želatina, tanin, bentonit, ... (Lovrić in Piližota 1994).

Za bistenje soka največkrat uporabljamo pektolitimične encime. Bistenje po dodatku pektolitimičnih encimov je učinkovito, saj je prav pektin komponenta v soku, ki stabilizira motnost. Pektinske snovi, ki so postale topne, učinkujejo kot zaščitni koloidi za številne delce motnosti. Takoj, ko izgine zaščitni učinek pektinov, se snovi, ki povzročajo motnost, spremenijo v kosmiče in izločijo (Lind in sod. 2001). Pozornost pri bistenju je usmerjena v cilj, da s temu ukrepi čim manj spremenimo prehransko – fiziološke in senzorične lastnosti soka.

Namen predstavljene raziskave je bil raziskati vpliv različnih odmerkov pektinaz (0,1 ml/l, 0,05 ml/l) določenega tipa ter različnih temperatur v času bistenja (20 °C, 12 °C in 7 °C) na hitrost bistenja jabolčnega soka.

## 2. Material in metode dela

Surovina za izvajanje poskusa je bil sveže stisnjen jabolčni sok sorte 'Topaz' z dodatkom standardnega odmerka askorbinske kisline (50 g/1000 l soka). Poskus pospeševanja bistenja soka sorte 'Topaz' je bil izveden v

letu 2009 na posestvu Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede UM. Poskus je bil zasnovan kot večfaktorski poskus, kjer je en dejavnik predstavljala temperatura v času bistenja (20 °C, 12 °C in 7 °C), drugi dejavnik uporaba različnih odmerkov pektinaz tipa Pektinez XXL (0,1 ml/l in 0,05 ml/l) in tretji dejavnik čas bistenja.

Pektinaze so encim, dobljen iz glivic *Aspergillus niger* in *Rhizopus oryzae*, ki imajo sposobnost razgradnje pektinskih kosmičev, zaradi česar je dragocen dodatek za bistenje sadnih sokov<sup>1</sup>. Za merjenje bistrosti (oz. motnosti soka) je bil uporabljen nefelometer tipa TURB 430/IR, ki temelji na primerjavi sipanja svetlobe pri prehodu skozi vzorec in skozi standardno suspenzijo z znano motnostjo (Mihalev in sod. 2004).

Neposredno po stiskanju jabolčk in obdelavi z askorbinsko kislino je bil sok shranjen v trikrat po tri merilne valje velikosti 250 ml, katere smo označili z oznakami I, II in K. Soku z oznako valja I smo dodali 0,1 ml/l pektinaz in soku v valju z oznako II 0,05 ml/l pektinaz. Sok v valjih označenih s K, je predstavljal kontrolo – sok brez dodatka pektinaz. Vzorci so bili v času bistenja izpostavljeni trem različnim temperaturam. Posamezno obravnavanje je predstavljala kombinacija odmerka pektinaz in temperature. Meritve gostote soka so bile izvedene vsakih 30 min, prva neposredno po stiskanju in zadnja po 1020 min bistenja. Podatki so bili obdelani s programom SPSS 15. Srednje vrednosti izračunanih povprečnih parametrov smo z analizo variance (ANOVA) primerjali med posameznimi obravnavanji. Sredine proučevanih variabilnih spremenljivk pa testirali s Tukey HSD testom z 95 % tveganjem.

## 3. Rezultati z razpravo

Lastnost surovine – izhodiščnega soka je bila sledeča: pH je znašal 3,75, vsebnost skupnih titracijskih kislin (izraženih kot jabolčna kislina) je bila 3,56 g/l, sok je vseboval 48 °Oe. Začetna gostota soka je znašala 380 NTU (nefelometrinske turbidne enote).

Preglednica 1 prikazuje velikost vpliva posameznega testiranega dejavnika in njihovih kombinacij na hitrost bistenja soka. Vrednosti potrjujejo, da je imel dodatek pektinaz odločilen vpliv na hitrost bistenja soka, medtem ko je bil vpliv temperature v času bistenja zanemarljiv. Kot pomemben (vendar iz prakse že poznan vpliv) se je potrdil tudi čas bistenja soka. Kot signifikantna se je potrdila tudi interakcija odmerka pektinaz in trajanja

<sup>1</sup> (<http://www.coolinarika.com/magazin/prehrambeni-rjecnik/p/pektinaza/> 15. 9. 2011).

bistrenja, ki pojasnjuje 97 % variance, medtem ko je delež znašal le 24 %.  
 pojasnjene variance pri interakciji pektinaz in temperature

**Preglednica 1:** Vpliv testiranih dejavnikov (p - vrednost) in njihovih interakcij na bistrost jabolčnega soka ter pripadajoči determinacijski koeficient ( $R^2$ )

	Pektinaze	Temperatura bistrenja	Čas	Pektinaze in čas	Pektinaze in temperatura
p	0,0001	0,479	0,001	0,001	0,976
$R^2$				0,97	0,24

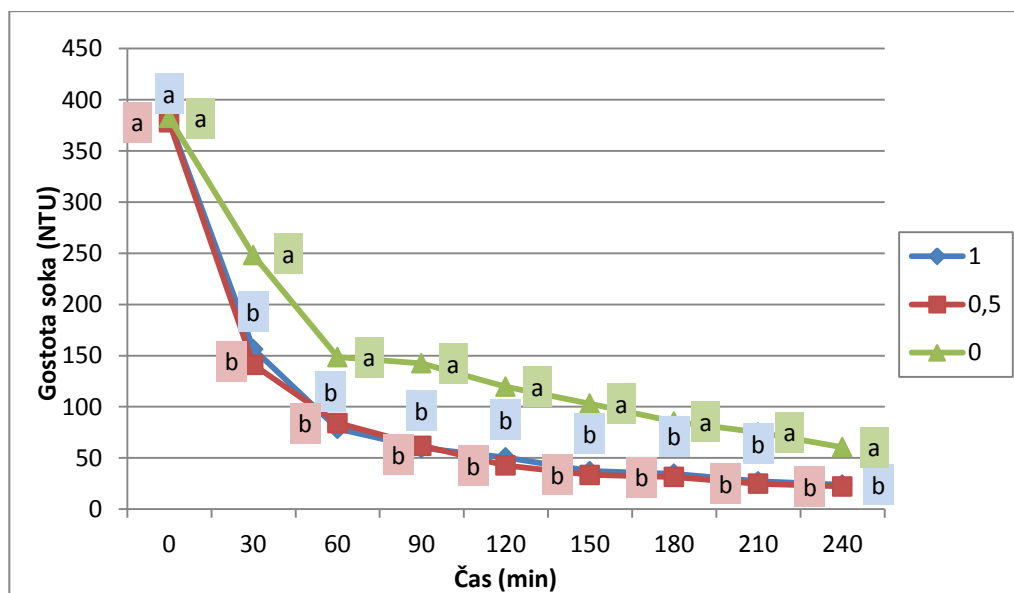
**Preglednica 2:** Vpliv odmerka pektinaz in temperature na bistrenja soka

Temperatura	20 C			12 C			7 C		
	1 dl/1000 l	0,5 dl /1000 l	K	1 dl/1000 l	0,5 dl /1000 l	K	1 dl/1000 l	0,5 dl /1000 l	K
30	165	163	266	148	119	230	156	141	248
60	77	83	183	71	88	186	87	81	177
90	73	65	145	53	70	150	52	51	133
120	63	47	124	51	44	131	37	36	104
150	43	34	103	35	35	1,9	34	32	98
180	47	35	79	28	32	96	28	28	82
210	27	25	66	28	26	87	27	24	73
240	26	22	59	23	24	70	22	21	53
1020	31	18	44	16	9	18	9	9	14

Iz preglednice 2 je razvidno, da pri vseh obravnavanih količina motnih delcev v soku s časom pada. V povprečju so razlike v motnosti soka, bistrenega pri različnih temperaturah, majhne. Od bistrenja pri sobni temperaturi (20 °C) le te v povprečju za 6.6 % pri bistrenju pri 12 °C in 12 % pri bistrenju pri 7 C. Večja odstopanja med obravnavanji je povzročil dodatke pektinaz. Soku v kontroli (K) smo tekom izvajanja meritev praktično vedno izmerili v povprečju 45 % večjo motnost, kot pri obravnavanjih, kjer smo uporabili pektinaze. Iz preglednice 2 je razvidno tudi, da količina dodanih pektinaz ni odločujoče vplivala na hitrost bistrenja.

Zaradi nepotrjenega vpliva temperature na hitrost bistrenja smo v nadaljevanju zanemarili temperaturo kot dejavnik vpliva, zato so podatki v grafikonu 1 predstavljeni kot povprečje meritev iz enega obravnavanja (odmerka pektinaz) skupno za vse temperature. Obravnavanje K

(kontrola – netretirano s pektinazami) po vrednostih izmerjene motnosti signifikantno odstopa od preostalih dveh obravnavanj. Krivulji bistrenja soka v obravnavanjih I in II sta dokaj skladni in med njima v času 0 do 240 min po dodatku pektinaz ne opazimo razlik, v omenjenem času obe signifikantno odstopata od kontrole. Po 30 min smo, v primerjavi s K (v nadaljevanju kontrola), pri obravnavanju I izmerili 63 % in pri obravnavanju II 56 % manj motnosti. Po 60 min je obravnavanje I odstopalo od K za 52 %, obravnavanje II pa za 57 %. Po 90 min so vrednosti, ki prikazujejo motnost, v obravnavanjih z uporabo pektinaz primerljivo (cca 42 %) odstopale od kontrol. Po 180 min merjenja je znašal odstotek odstopanja od kontrole pri obravnavanju I 40 %, pri obravnavanju II pa 37 %. Po 240 min obravnavanji I in II odstopata od kontrole v višini 38 %.



**Grafikon 1.** Vpliv odmerka pektinaz (1dl/1000 l, 0,5dl/1000 l) na bistrenje jabolčnega soka

Preglednica 3 prikazuje povprečno začetno (čas 0 min) in končno vrednost (1020 min) merjenja motnosti soka. Povprečna končna motnost soka motnost pri odmerku 1 dl/1000 l je znašala 19 NTU in pri odmerku 0,5 dl/1000 l 12 NTU, medtem ko smo pri kontroli izmerili signifikantno višjo motnost v višini 25,3 NTU.

**Preglednica 3:** Začetna in končna meritev gostote

min	1 (dl/1000 l)	0,5 (dl/1000 l)	0 (dl/1000 l)
0	380	378	382,3
1020	19 b	12 b	25,3 a

Tukey (0,05)

Na podlagi poskusa ugotavljamo, da ima dodatek pektinaz neposreden vpliv na hitrost bistrenja jabolčnega soka, vendar razlik v hitrosti bistrenja soka kot posledice različnih odmerkov pektinaz ne potrdimo.

#### Posebnosti pri bistrenju

Tekom poskusa smo spremljali tudi posebnosti v bistrenju soka v posameznem obravnavanju na način, da smo v 60 min časovnih intervalih merili debelino plasti usedline na dnu in »klobuka« na površini soka. Informacije, pridobljene z vizualnim opažanjem nakazujejo na posebnost oz. težave pri bistrenju soka pri sobni temperaturi (20 °C). Debelina klobuka je pri kontrolnem obravnavanju po 60 min znašala 1 mm, po 120 min 2 mm in po 1020 min 4 mm. Pri obravnavanjih, kjer smo uporabili pektinaze, se klobuk ni pojavil. Tako se je kljub dejstvu, da nismo potrdili temperature kot odločilnega

dejavnika za hitrost bistrenja, njena pomembna vloga potrdila pri vrednotenju specifik v načinu bistrenja.

#### 4. Sklepi

Leta 2009 smo na Univerzitetnem kmetijskem centru (UKC) Pohorski dvor ugotavljali vpliv temperature (7 °C, 12 °C, 20 °C) in odmerka pektinaz tipa Pektinez XXL v odmerkih 0,1 ml/l in 0,05 ml/l na hitrost bistrenja jabolčnega soka sorte 'Topaz'.

Na osnovi dobljenih podatkov smo ugotovili, da dodatek pektinaz omenjenega tipa statistično značilno pospeši hitrost bistrenja jabolčnega soka in da so razlike v motnosti soka, v primerjavi s kontrolo, kjer encimi niso bili uporabljeni, dokazljive tekom celega poskusa (30 do 1020 min od začetka bistrenja). Hkrati ugotavljamo, da v danih pogojih in lastnosti izhodiščnega materiala (lastnosti surovine) odmerek pektinaz ne vpliva bistveno na bistrenje soka, saj v bistrosti soka med dodatkom 0,05 ml/l ali 0,1 ml/l ne potrdimo signifikantnih razlik. Ena glavnih ugotovitev je tudi, da temperatura v času bistrenja nima odločilnega vpliva na hitrost bistrenja soka, se pa pri višji temperaturi (20 °C) pokaže »motnja« v bistrenju v obliki tvorbe t.i. »klobuka« na površini soka.

Rezultati nakazujejo možnost prepolovitve s strani proizvajalca priporočljivega odmerka pektinaz v postopku bistrenja jabolčnega soka za doseganje primerljive in zadostne bistrosti jabolčnega soka in posredno opozarjajo na prednosti bistrenja pri temperaturah, nižjih od 20 °C.

**Viri**

1. Bernot D, Bitenc F. 1976. Uporaba sadja. Ljubljana, Kmečki glas: 6 - 10, 41 - 50.
2. Innerhofer G. 2005. Das grosse Buch der Obst Verarbeitung. Handbuch für praktiker. Obervogau, Avbuch: 23 – 26, 68 – 69.
3. Lind K, Lafer G, Schloffer K, Innerhofer G, Meister H. 2001. Ekološko sadjarstvo. Biologischer Obstbau. Ljubljana, Kmečki glas: 250 – 264.
4. Lovrić T, Piližota V. 1994. Konzerviranje i prerada voća i povrća. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 83 – 85.
5. Mihalev K, Schieber A, Mollov P, Carle R. 2004. Effect of Mash Maceration on the Polyhenolic Content and Visual Quality Attributes of Cloudy Apple Juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 7307.
6. Schobinger U, Askar A, Brunner H, Crandall P, Ulrich - Daepf H, Dittrich H, Guggenbühl B, Hendrix Jr. C, Herrmann K, Hühn T, Lüthi H, Otto K, Schmidt M, Treptow H, Sennewald K, Sondhauf K, Šulc D, Tanner H, Weiss J. 2001. Frucht und Gemüsesäfte. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co: 99 – 101, 114 – 115, 159 – 161.
7. Coolinarika.com  
<http://www.coolinarika.com/magazin/prehrambenirjecnik/p/pektinaza/> (15. 9 2011).

