

---

Filip Petronijević

## Ispitivanje uticaja gvođenog eksera na promenu hemijskog sastava jabuke

---

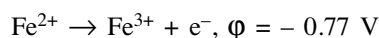
*Ispitivano je dejstvo gvođenog eksera na promenu sadržaja organskih i neorganskih materija u plodu domaće jabuke. Ideja autora bila je da razmotri osnovanost jednog narodnog recepta za lečenje anemije, prema kojem oboleli koriste u ishrani jabuke u kojima je izvesno vreme stajao gvođeni ekser. U eksperimentu je u plodove jabuke, u trajanju od jednog do šest dana, postavljan gvođeni ekser i ispitivane promene hemijskog sastava ploda u zavisnosti od dužine vremena izlaganja. Dobijeni rezultati ukazuju da korišćenje ovakvih jabuka u lečenju malokrvnosti ne mora da bude bez osnova.*

---

### Uvod

Nedostatak gvožđa u organizmu može izazvati razna oboljenja. Jedno od njih je anemija (malokrvnost), patološko stanje u kome dolazi do smanjenja ukupne mase eritrocita (crvenih krvnih zrnaca) i do 45%. U narodnoj medicini poznato je da se ovaj oblik anemije, uzrokovan nedostatkom gvožđa, može nadoknaditi korišćenjem u ishrani jabuka u kojima je izvesno vreme stajao gvođeni ekser. Inače, pored nedostatka gvožđa, uzroci nastanka ove bolesti mogu biti razna trovanja, krvarenja, nedostatak bakra, esencijalnih belančevina, avitaminoza B12 (perniciozna anemija), nepravilan oblik crvenih krvnih zrnaca (npr. srpasta anemija), itd. (Stevanović *et al.* 1972; Nikolić 1982).

Gvožđe je makro i mikroelement. U organizmu učestvuje u mnogobrojnim procesima i njegove fiziološke funkcije potiču od osobine da formira komplekse helatnog tipa, kao i mogućnosti da menja valentnost:

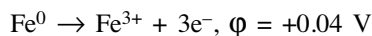
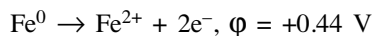


Gvožđe ulazi u sastav katalitičkih centara mnogih oksidoredukcionih fermenta. U obliku heminske grupe ulaze u sastav citohroma, katalaze i peroksidaze. Citohromi su sastavni delovi respiratornog i fotosintetskog lanca za transport elektrona.

---

*Filip Petronijević (1982), Čačak, Nestora Belića 3, učenik 3. razreda Gimnazije u Čačku*

Mehanizam apsorpcije gvožđa započinje njegovom oksidacijom od elementarnog do dvovalentnog i trovalentnog stanja:



a zatim se vrši usvajanje ovog elementa u obliku jona ili kompleksnih struktura (helati). Kalcijum, magnezijum i kalijum usporavaju usvajanje gvožđa zbog antagonističkog dejstva, a fosfatni jon zbog taloženja. Visoke pH vrednosti (bazna sredina) i dobri aeracioni uslovi otežavaju apsorpciju, jer istovremeno olakšavaju oksidaciju  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ , a trovalentno gvožđe se sporije usvaja (Stojanović *et al.* 1982).

Apsorbovano gvožđe ( $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Fe}^{3+}$ ) stvara čitav niz kompleksnih jedinjenja u kojima se kao ligandi pojavljuju brojna organska jedinjenja (vitamini, organske kiseline). Od ovih jedinjenja su najznačajniji vitamin C (L-askorbinska kiselina) i limunska (citratna) kiselina. L-askorbinska i dehidroaskorbinska kiselina lako prelaze jedna u drugu, a proces katališe prisutno gvožđe. Dehidroaskorbinska kiselina ima sposobnost da u prisustvu gvožđa prelazi u derivate koji nemaju vitaminska svojstva (Džamić 1978).

Kompleks gvožđa sa limunskom kiselinom uslovljen je strukturom i strukturnim osobinama ove kiseline, odnosno vrednostima njenih konstanti disocijacije koje iznose:  $\text{pK}_{a1} = 3.08$ ,  $\text{pK}_{a2} = 4.74$ ,  $\text{pK}_{a3} = 5.40$ . Kao što se može videti na osnovu vrednosti ovih konstanti disocijacije, limunska kiselina spada u red umerenih kiselina, što je značajno za njenu sposobnost da gradi kompleksne strukture sa jonima gvožđa.

Joni gvožđa, usled hidrolize u vodenom rastvoru, reaguju bazno i utiču na povećanje pH vrednosti sredine. Kao posledica ovog procesa dolazi do razgradnje pektina na svoje komponente: D-galakturonsku kiselinu, D-galaktopiranozu i L-arabinofuranozu. Pektin je smeša polisaharida koji, zajedno sa skrobom i celulozom, učestvuje u izgradnji ćelijskog zida (Lajšić 1998).

## Eksperiment

Eksperiment je izveden sa plodovima jabuke (*Malus domestica L.*). U plodove jabuke zabodeni su gvozdeni ekseri čija je dodrna površina iznosila oko  $2.8 \text{ cm}^2$ . Ekseri su prethodno očišćeni kuvanjem u razblaženoj hlorovodoničnoj kiselini, a zatim ispirani etanolom i destilovanom vodom. Uzorci su podeljeni u sedam grupa, označenih respektivno od F0 do F6, prema vremenu (izraženom u danima) izlaganja plodova jabuke dejstvu gvozdenog eksera. Nakon toga su homogenizovani i korišćeni za određivanje sledećih parametara:

1. vitamin C – metoda po Tilmansu (Tillmans) (Džamić 1975)

2. ukupni redukujući šećeri – metoda po Bertrandu (Bertrand) (Džamić 1975)
3. saharoza – metoda po Bertrandu, posle inverzije uzorka sa koncentrovanom HCl (Džamić 1975)
4. pektin – metodom po Ludkeu i Felzeru (Lüdke, Felser) (Džamić 1975)
5. ukupan organski azot – mikro-kjeldalovom metodom (Rakočević 1997)
6. fosfati-kolorimetrijskom metodom (sa amonijum-molibdatom i kalaj (II)-hloridom)
7. sadržaj mikroelemenata (gvožđe, cink, bakar, mangan, kadmijum, olovo, hrom)-metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije, posle koncentrovanja uzorka do 1/5 prvobitne zapremine
8. sadržaj kalijuma i natrijuma – plamenofotometrijski (Rakočević 1997)
9. ukupna koncentracija sulfata – nefelometrijski (nakon tretiranja uzorka sa glicerinom) količina kalcijuma – kompleksometrijski, posle kuvanja uzorka sa rastvorom urotropina (Rakočević 1997)

Kao referentni uzorak (uzorak označen sa F0) korišćen je plod jabuke u kome nije bio postavljen gvozdeni ekser.

U ekseru su, standardnim metodama, određeni sledeći parametri: procenat ugljenika (0.12%), mangana (0.4%), gvožđa (99%), sumpora (0.04%), fosfora (0.04%) i silicijuma (0.21%).

## Rezultati i diskusija

Rezultati analiza prikazani su u tabeli 1. Brojevi u oznakama F1 do F6 predstavljaju vreme u danima koliko je ekser stajao u plodu jabuke. Sve vreme eksperimenta uzorci su držani u mraku pri sobnoj temperaturi.

Kao što se vidi, sadržaj gvožđa se povećava u odnosu na 'referentnu' vrednost (uzorak F0; 0 mg/g), što je uslovljeno elktrohemijskim procesima 'rastvaranja' gvožđa, pri čemu nastali joni gvožđa ( $Fe^{2+}$  i  $Fe^{3+}$ ) prelaze u jabučnu pulpu i grade odgovarajuća kompleksna jedinjenja sa vitaminima i organskim kiselinama.

Uočava se povećanje koncentracije ukupnih redukujućih šećera. Jedan od razloga za to bi mogao da bude razlaganje pektina u prisustvu slobodnih jona gvožđa koji stvaraju alkalnu sredinu.

U svim uzorcima koji su bili izloženi dejstvu gvoždenog eksera (uzorci F1-F6) test na pektin do je negativnu reakciju (0%). Količina pektinskih materija u kontrolnom plodu iznosila je 15 procenata od ukupne mase.

Tabela 1. Hemijski sastav ploda jabuke za različita vremena izloženosti dejstvu gvoždenog ekspera

uzorak	reduku-jući šećeri [%]	saharoza [%]	pektin [%]	vitamin C [mg/g]	N [%]	Fe [mg/g]	Zn [mg/g]	Cu [mg/g]	Mn [mg/g]	K [mg/g]	Na [mg/g]	Ca [mg/g]	PO [mg/g]	SO [mg/g]
F0	2.9	1.9	15.0	0.13	6.58	0.00	0.007	0.03	0.000	1.54	0.02	1.00	0.033	0.38
F1	5.9	1.8	0.0	0.18	5.88	1.75	0.015	0.03	0.010	1.22	0.01	1.00	0.040	0.45
F2	10.6	0.9	0.0	0.09	4.20	6.56	0.007	0.00	0.017	1.57	0.04	1.00	0.056	0.56
F3	10.8	1.5	0.0	0.08	2.10	7.00	0.005	0.00	0.017	1.64	0.04	1.00	0.051	0.56
F4	15.5	2.2	0.0	0.08	2.09	8.52	0.007	0.00	0.017	1.59	0.04	2.00	0.044	0.64
F5	17.3	2.5	0.0	0.08	2.03	11.60	0.015	0.03	0.017	1.74	0.12	3.50	0.042	0.64
F6	18.4	3.9	0.0	0.08	2.01	14.50	0.004	0.04	0.030	1.47	1.76	4.00	0.041	0.64

NAPOMENA: brojevi u oznakama F0–f6 označavaju vreme izloženosti u danima

Sadržaj saharoze najpre opada u odnosu na početnu vrednost (uzorci F1 i F2), a zatim se povećava. Objašnjenje za ovo je sledeće: kada se u plodu jabuke nagomila dovoljna količina jona gvožđa, dolazi do razgradnje polisaharida na manje jedinice (mono- i disaharide), pri čemu se sadržaj prostih šećera povećava.

Koncentracija vitamina C opada sa vremenom izloženosti ploda gvozdnom ekseru, jer se u prisustvu gvožđa L-askorbinska kiselina oksiduje (Džamić 1976). Osim toga, vitamin C sa jonima gvožđa(II) i gvožđa(III) gradi komplekse helatne strukture. Ovo je takođe pokazano time što su snimljeni UV-spektri rastvora vitamina C u kojima je 32 časa stajao gvozdni ekser. Pojava karakterističnih traka stepeničastog oblika je dokaz za formiranje pomenutih kompleksa (Lajšić *et al.* 1998).

Količina organskog azota (a time i količina proteina) se smanjuje, jer gvožđe katališe reakciju raspadanja azotnih organskih jedinjenja, pri čemu se taj azot pojavljuje u neorganskom obliku (nitrini i nitratni joni).

Merenja u ovom eksperimentu nisu dovoljno pouzdana (izostaje procena greške), pa se ne mogu diskutovati promene onih parametara za koje su karakteristične niske koncentracije. Ipak, uočava se i trend povećanja količine mangana, što je najverovatnije usled prelaska jona mangana iz eksera (u kome je procenat ovog elementa bio 0.4%) u pulpu jabuke. Isto se uočava da se količina fosfata se najpre povećava (uzorci F1 i F2), a potom smanjuje, verovatno usled nagomilavanja gvožđa i taloženja fosfata u obliku gvožđe-fosfata (Stojanović *et al.* 1989).

## Zaključak

Osnovni zaključak eksperimenta je da evidentno dolazi do povećanja količine gvožđa u pulpi jabuke sa vremenom njene izloženosti gvozdnom ekseru. Iz rezultata eksperimenta takođe se uočava i sledeće:

- dolazi do povećanja sadržaja redukujućih šećera i saharoze (posledica raspadanja pektinskih materija)
- sadržaj vitamina C se smanjuje
- procenat organskog azota se smanjuje

Dakle, može se zaključiti da upotreba plodova jabuke u ishrani, u kojima je nekoliko dana stajao gvozdni ekser, može dati pozitivne rezultate u lečenju nekih oblika anemije.

---

## Literatura

Džamić M. 1975. *Praktikum iz biohemije*. Beograd: ICS Savremena administracija

Rakočević LJ.B. 1997. *Praktikum iz agrohemije*. Čačak: Agronomski fakultet u Čačku

- Martin Yr.W.D., Mayes, A.P., Rodwell, W.V., Granner, K.D. 1985. *Harperov pregled biohemije*. Beograd: ISKRO Savremena administracija, Beograd
- Sarić M. 1975. *Fiziologija biljaka*. Beograd: Naučna knjiga
- Stefanović S. 1990. *Anemija – malokrvnost*. Beograd: Medicinska knjiga
- Stefanović Z. et al. 1972. *Biologija za 8. razred osnovne škole*. Beograd: Zavod za udzbenike i nastavna sredstva
- Lajšić S. et al. 1998. *Hemija prirodnih proizvoda*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu
- Pine S. et al. 1984. *Organska hemija*. Tokyo: International Students Edition
- Nikolić B. 1972. *Osnovi fiziologije čoveka*. Beograd: Medicinska knjiga

---

*Filip Petronijević*

## The Effect of Iron Nail on the Change of the Chemical Content in Apple

The aim of this paper was to examine the effect of iron nail on the change of organic and nonorganic substances content in apple (*Malus domestica* L.). The idea was to prove the 'chemical reasons' of usage of such apples in folk medicine, as remedy for the anaemia. The causes of this illness are different, but the most striking is decreases of iron content. In our experiment we examined the content of iron, and other substances, as a function of time length of holding the nail in an apple.

As the experiment shows, the concentration of iron increases very much, while the contents of other metals decrease. Further, the concentrations of reducible carbohydrates and sacharose are increased (because of the decaying of pectin materials), and the content of vitamin C is decreased, as well as the percentage of organic nitrogen. During these processes the chelate type complexes are formed, where the central ion is iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ).

It can be stated that usage of these apples (in which was put an iron nail) in food can give results in curing some forms of anaemia.

