

UDK 634.13:543.42:543.7

Оригинален научен труд  
Original research paperОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА НЕКОИ МАКРО И МИКРОЕЛЕМЕНТИ ВО КРУШИ  
СО АТОМСКА АПСОРПЦИОНА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЈА

Л. Сиваков, Мирјана Богданова, Б. Богданов\*

## КРАТОК ИЗВАДОК

Со помош на атомска апсорпциона спектрофотометрија вршење определување на натриум, калиум, калциум магнезиум, железо, бакар, цинк и манган во плодови од поважните сорти круши (Боскова, Клержо, Кантарка и Красанка). Плодовите потекнуваат од плантажниот насад на АК Лозар - Титов Велес.

Констатирано е дека најмногу застапен елемент е калиумот со 81.48% од вкупно испитуваните минерални материи, а најголема варијација помеѓу сортите е во содржината на манган (CV = 43.83%).

ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION  
OF SOME MACRO AND MICRO ELEMENTS IN PEARS

L. Sivakov, Mirjana Bogdanova, B. Bogdanov\*

## SUMMARY

Concentration of the elements Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn were measured in the fruit of more important cultivars of pears (*Pyrus Communis*) (Bosc, Clairgeau, Cure, Passe Crassone) by means of flame atomic absorption spectrophotometry. The fruit were taken from the plantation of AK Lozar - T. Veles.

The results showed that the most present element among all examined mineral matters was K (81.48%), but Mn revealed the greatest variation related to the different pears cultivars (CV = 43.83%).

\* Д-р Лазар Сиваков, вонр. проф., Земјоделски факултет, 91000 Скопје  
Мирјана Богданова, стручен соработник, Институт за клиничка биохемија,  
Медицински факултет, 91000 Скопје.

Д-р Богдан Богданов, проф., Институт за хемија, ИМФ, 91000 Скопје.  
\*Dr Lazar Sivakov, Assoc. Prof., Faculty of Agriculture, 91000 Skopje.  
Mirjana Bogdanova, Research ass., Institute of Clinical biochemistry, Faculty of  
Medicine, 91000 Skopje.

Dr Bogdan Bogdanov, Prof., Institute of Chemistry, Faculty of science and mathematics,  
91000 Skopje

## ВОВЕД

Крушите се користат во свежа, ладена и конзервирана состојба. Поради нивниот специфичен вкус и арома, како и нивната биолошка вредност се користат во голема мера во исхраната. Познато е дека имаат долга сезона на користење, почнувајќи од втората половина на јуни, кога зреат летните сорти, па сè до април, кога можат да се чуваат зимските сорти.

Крушите претставуваат богат извор на хранливи материи како и растопливи така и нерастопливи во клеточниот сок. Познато е дека минералните материи заедно со витамините играат улога на заштитни материи во човечкиот организам. Минералните материи се наоѓаат како во слободна - јонизирана форма, така и сврзана во неорганички соединенија или со органички материи. Тие се регулатори на физиолошките процеси (пред сè како соодветен дел на поодделни ферменти) и како пуфери.

Содржината на макро и микроелементите во крушите е во зависност од сортата, степенот на зрелост, како и од климатските и почвените услови (Велков и сор., 1970, Странжев и сор., 1972, Илиев и сор., 1976, Покровский, 1976, Нестерин и сор., 1979, Niketić-Aleksić 1976).

Имајќи го предвид значењето на макро и микроелементите за правилно одвивање на физиолошките процеси во организмот на човекот, целта беше да извршиме испитување на нивната содржина во некои есенски и зимски сорти круши.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ НА РАБОТА

Крушите потекнуваат од плантажниот насад на АК Лозар - Титов Велес. Испитувани се есенски (Боскова, Клержо) и зимски сорти круши (Кантарка и Красатка). Плодовите се анализирани во консумативна зрелост. Подготвувањето на пробата е вршено по аналитички стандарди (Joslin, 1970).

Плодовите за анализа најнапред се лупат, се мелат и се хомогенизираат. Од хомогенизираната маса за секоја сорта се мери по три паралелни проби од околу 7g. Пробата се става во стандардизирано порцеланско лонче, се суши претходно во сушилица, а потоа се става во муфолна печка постепено покачувајќи ја температурата до 550°C и оваа температура се држи 16 часа т.е. додека примерокот не стане бел. Сувиот остаток се раствора во 0,1 M раствор од хлороводородна киселина и се префрлува во одмерна тиквица од 25 cm<sup>3</sup> и се дополнува со истата киселина. При мерењето на одделните елементи се врши разредување на пробата 1:50 со 0,23% стронциум хлорид за да се отстрани влијанието на фосфатите (Christijan и сор., 1970). На ист начин се разредува и стандардниот раствор и контролната проба. Определувањето се врши со атомско апсорпционен спектрофотометар OPTON FMD-3. Податоците и параметрите што беа користени при мерењата се дадени во таб. 1.

Таб. 1. - Некои параметри употребени при мерењата  
Table. 1. - Instrument Description and Parameters

Елемент Element	Спектр. линии нам. за анализа nm Spectral lines used for Analysis nm	Spectral Band Pass nm	Lamp Current mA
Na	589.6	0.4	10
K	766.5	0.5	10
Ca	422.7	0.4	20
Mg	285.2	0.8	20
Fe	248.3	0.2	20
Cu	324.8	0.1	15
Zn	213.9	0.3	15
Mn	279.5	0.2	7

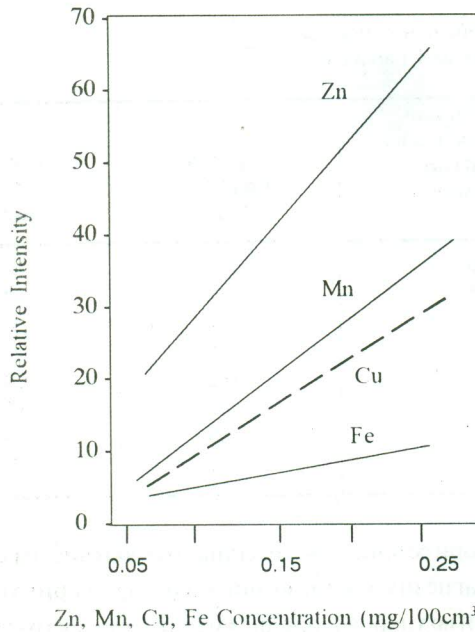
Сите стандардни раствори се приготвени од аналитички чисти реагенси. Стандардните раствори за магнезиум, железо, цинк и бакар се приготвени од соодветни метали растворени во хлороводородна киселина додека растворите за натриум, калиум, калциум и манган се приготвени од соодветни карбонати. Основните стандарди се со концентрација  $1\text{g/dm}^3$ . Се приготвува заеднички стандарден раствор со разредување и тој содржи Na  $4,6 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , K  $64,2 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , Ca, Mg  $10 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , Fe  $0,2 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , Cu, Zn  $0,1 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , Mn  $0,05 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ .

Количествата на елементите во стандардните раствори се приближни за секој елемент со количествата што се содржат во пробите од круши. Содржината на железо, бакар, цинк и манган е многу помала од содржината на натриум, калиум, калциум и магнезиум. Во плодовите од круши вршење испитување на линеарноста помеѓу релативниот интензитет на сигналот и концентрацијата на железо, бакар, цинк и манган во заеднички стандарден раствор во присуство на константна концентрација од Na  $4,6 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$ , K  $64,2 \times 10^{-3}\text{g}/\text{cm}^3$ , Ca, Mg  $10 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{cm}^3$  (Граф.1).

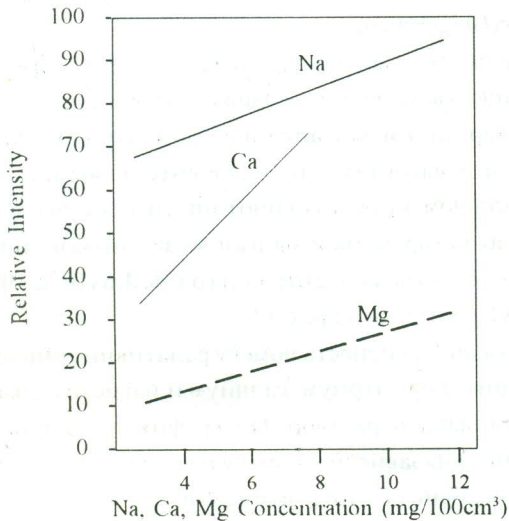
Во граф. 2 и 3 е прикажана зависноста помеѓу релативниот интензитет на сигналот и концентрацијата на натриум, калциум и магнезиум, како и на калиум во заеднички стандарден раствор. Од графиконите може да се констатира дека постои линеарна зависност помеѓу интензитетот на сигналот и дадената концентрација на испитуваните елементи.

Добиените резултати за содржината на поодделните елементи се статистички обработени (Erdeljan, 1962).

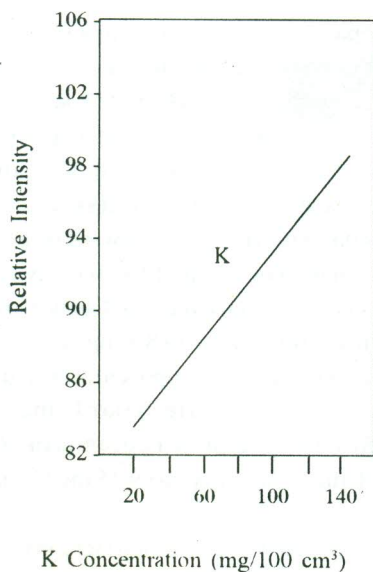




Сл. 1. - Аналитичка крива за Zn, Mn, Cu, Fe во матичен раствор кој содржи константна концентрација Na, K, Ca, Mg во 0.1M HCl (види во текстот)  
 Fig. 1. - Analytical curve for Zn, Mn, Cu, Fe in matrix solution containing constant Na, K, Ca and Mg in 0.1M HCl (see text)



Сл. 2. - Аналитичка крива за Na, Ca, Mg во матичен раствор 0.1 M HCl  
 Fig. 2. - Analytical curve for Na, Ca, Mg in matrix solution 0.1 M HCl



Сл. 3. - Аналитичка крива за К во матичен раствор 0,1М НСl  
Fig. 3. - Analytical curve for K in matrix solution 0,1 M HCl

#### РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСУЈА

Резултатите од испитувањата за минералниот состав од поважните сорти круши се дадени во таб. 2. Од табелата може да се констатира дека содржината на поодделните елементи е различна. Најмногу застапен елемент е калиумот и неговата содржина се движи од 101,82 mg% кај сортата Клержо до 115,59 mg% кај сортата Кантарка или просек за сите испитувани сорти изнесува 106 mg%. Испитуваните сорти не се разликуваат по содржината на калиум, што се потврдува со коефициентот на варијација кој изнесува 6,11%.

Содржината на калциумот се движи од 6,99 mg% кај сортата Кантарка до 18,24 mg% кај сортата Боскова или нивната просечна содржина изнесува 11,79 mg%. Помеѓу испитуваните сорти постои голема варијација во содржината на калциум (CV = 42,39%).

Магнезиумот е застапен од 4,18 mg% кај сортата Кантарка до 7,39 mg% кај сортата Боскова или просечната содржина изнесува 5,69 mg%. Варијациите во содржината на магнезиум се големи, што се потврдува со коефициентот на варијација 30,71%.

Содржината на натриум се движи од 5,04 mg% кај сортата Кантарка до 6,97 mg% кај сортата Клержо или просек за сите испитувани сорти 6,05 mg%. Постојат големи разлики во содржината на натриум што се потврдува со коефициентот на варијација (17,33%).

Од изнесените литературни податоци може да се констатира дека содржината на макроелементите е различна. Странджев и сор. (1972) наведуваат дека калиумот е застапен со 159,9 mg % кај Кантарка, 160,9 mg % кај Боскова и 188,1 mg % кај Красанка, додека пак содржината на калциум се движи од 27,40 mg % кај Кантарката до 29,87 % кај Красанка. Истите автори наведуваат дека сорти што содржат многу калиум се богати и со фосфор. Постои антагонизам меѓу содржината на калиум и фосфор со содржината на калциум. Илиев и сор. (1976) и Велков и сор. (1970) наведуваат дека просечната содржина на калиум во крушите се движи од 28,8 до 96,0 mg %, на калциумот од 3,4 до 14 mg % а на магнезиумот од 2,0 до 8,8 mg %. Според податоците на Покровскии (1976) и Нестерин и сор. (1979), просечната содржина на калиумот изнесува 155 mg %, калциумот 19 mg %, натриумот 14 mg % и магнезиумот 12 mg %. Ljubisavljević (1965) наведува дека просечната содржина на макро елементите е: калиумот 130 mg %, калциумот 9-15 mg %, натриумот 3 mg % и магнезиумот 7 mg %.

Разликите во содржината на макроелементите што се презентираат од авторите, како и резултатите од нашите испитувања произлегуваат од различните методици на испитување и различните сорти.

Ако се изврши квантитативна анализа на застапеноста на поодделните макро минерални материи, ќе се констатира дека испитуваните сорти содржат најмногу калиум. Кога би се индексирала вкупната содржина на испитуваните макроелементи со 100, тогаш просечната застапеност на поодделните минерали е како што следува: калиумот е застапен со 81,85%, калциумот со 9,10%, натриумот со 4,66% и магнезиумот со 4,39%.

Од испитувањата извршени за микроелементите може да се констатира дека содржината на железо се движи од 0,15 mg% кај Клержо до 0,25 mg% кај сортата Кантарка. Разликите во содржината на железо помеѓу испитуваните сорти е релативно голема, што се потврдува со коефициентот на варијација (20,82%).

Содржината на бакар се движи од 0,11 mg% кај сортата Кантарка до 0,23 mg% кај сортата Боскова. Помеѓу испитуваните сорти се констатирани разлики, што се потврдува со коефициентот на варијација (32,02%).

Содржината на цинкот се движи од 0,15 mg% кај сортите Боскова и Клержо до 0,17 mg% кај сортата Красанка. Помеѓу испитуваните сорти постои многу мала разлика во содржината на овој микроелемент (коефициент на варијација 5,98%).



Таб. 2. - Содржина на макро и микроелементи во некои сорти круши (средни вредности на концентрацијата во mg/100 g свеж плод)

Tab. 2. - Concentration of some macro and micro elements in some cultivars of pears (Average concentration mg/100 g fresh fruit)

Елемент Element	Боскова Bosc	Клержо Clairgeau	Кантарка Cure	Красанка Passe Crassone	CV
Na	6.89	6.97	5.04	5.21	17.33
K	102.35	101.82	115.59	104.24	6.11
Ca	18.24	8.85	6.99	13.07	42.39
Mg	7.39	4.19	4.18	7.01	30.71
Fe	0.21	0.15	0.25	0.19	20.80
Cu	0.23	0.15	0.11	0.14	32.02
Zn	0.15	0.15	0.16	0.17	5.98
Mn	0.08	0.04	0.03	0.08	43.83

Манганот е со најмала застапеност од испитуваните микроелементи. Неговата содржина се движи од 0,03 mg% кај сортата Кантарка до 0,08 mg% кај сортите Боскова и Красанка. Интересно е да се истакне дека испитуваните сорти најмногу се разликуваат по содржина на манган, што се потврдува и со утврдениот коефициент на варијација (43,83%).

Велков и сор. (1970) и Илиев и сор. (1976) наведуваат дека просечната содржина на бакар во круши изнесува 0,22 mg %, железо 0,55 mg % а на цинк 0,16 mg %. Крушите спаѓаат во ретките овошни плодови кои содржат јод (0,02 mg во kg), кој е неопходен за функција на тироидната жлезда. Покровский (1976) и Нестерин и сор. (1979) изнесуваат дека просечната содржина на железото изнесува 0,23 mg %, бакарот 0,12 mg %, цинкот 0,19 mg % и манганот 0,065 mg %. Од изнесените резултати на Ljubisavljević (1965) може да се констатира дека содржината на железо изнесува 0,40 mg %, цинк 0,16 mg %, бакар 0,10 mg % и манган 0,06 mg %.

Разликите во содржината на микроелементите помеѓу презентираниите резултати од поодделните автори се различни, што секако е резултат на разликите во испитуваните сорти и условите на одгледување.

Ако вкупната содржина на испитуваните микроелементи се земе за индекс 100, тогаш просечната застапеност на поодделните елементи е како што следува: железото е застапено со 34,48%, бакарот и цинкот со 27,59% и манганот со 10,34%.

Во табелата 3 е направена споредба на средната вредност на секој елемент, со содржината на истите елементи во јаболкото како водечко овошје кај нас (Smock и сор. 1950). Од изнесените резултати може да се констатира дека содржината на сите испитувани микро и макроелементи се доста блиски и постои висок степен на корелација.

Таб. 3. - Споредба на содржината на некои макро и микроеlementи во јаболка и круши (mg/100 g свеж плод)

Table. 3. - Comparison of the amount of some macro and micro elements in apples and pears (mg/100 g fresh fruit)

Елемент Element	Јаболка Apples	Круши* Pears*
K	116.0	1.06
Ca	7.0	11.79
Mg	6.0	5.69
Na	10.0	6.05
Fe	0.3	0.2
Cu	0.071	0.16
Zn	0.15	0.16
Mn	0.084	0.06

\*Средни вредности од четири сорти круши

\*Average concentration of the four cultivars of pears

### ЗАКЛУЧОК

Врз основа на испитувањата за минералниот состав на некои сорти круши, може да се заклучи следново:

Содржината на калиумот се движи од 101,82 mg% кај сортата Клержо до 115,59 кај Кантарка. Од испитуваните макроеlementи во крушите калиумот е најмногу застапен (81,85%).

Содржината на железо кај поодделните сорти се движи од 0,15 mg% кај Клержо до 0,25 mg% кај Кантарка. Неговата застапеност од испитуваните микроеlementи е најголема и изнесува 34,48 %.

Најголема варијација помеѓу испитуваните сорти се утврдени во содржината на манган (CV = 43,83%).

Содржината на макро и микроеlementите во крушите и јаболката е со висок степен на корелација.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Велков В. и сор. 1970. Агробиологична и хемиско-технологична карактеристика на овошните сортове. Пловдив.
2. Christian G. D., Feldman F. J. 1970. AAS Application in Agriculture, Biology and Medicine, Wiley-Interscience, New York, London, Sydney.
3. Erdeljan V. 1962. Primenjena opsta statistika, Zemun.
4. Илиев И., Миланов Б., Панов В., Странжев А. 1976. Круша. Пловдив.
5. Joslyn M. A., 1970. Methods in Foods and Food Analysis, Academic press, New York and London.



6. Ljubisavljević M. 1965. Voće, povrće, pečurke i preradevine. Beograd.
7. Metz W., Reinhold J. G., 1975. Trace elements in clinical chemistry, *Slin. Chem.* 21.
8. Пестерин М. Ф., Скурихин И. М. 1979. Химический состав пищевых продуктов. Москва
9. Niketić-Aleksić G., Bukvić B., Vereš M. Jakovljević M. 1976. Sadržaj nekih makro i mikrolemenata u sokovima voća i povrća. *Hrana i ishrana*, 5-6. Beograd.
10. Покровский А. А. 1976. Химический состав пищевых продуктов. Москва
11. Smock R. M., Neuber A. M., 1950. Apples and Apple Products, Interscience Publishers, Inc. New York.
12. Странджев А., Ленартович В. 1972. Определение съдържанието на К, Са и Р в плодите на някои сортове ябълки и круши. София.