

UDK 631.4

HEMIJSKI SASTAV PLODOVA NEKIH BILJAKA GAJENIH NA PEPELU
TERMOELEKTRANA

Dimitrije STOJANOVIĆ*, Melanija DJURDJEVIĆ** i Snežana NIKOLIĆ***

IZVOD

Pepeo termoelektrana može da služi kao supstrat za gajenje nekih vrsta povrća i cveća, uz primenu odgovarajućih meliorativnih mera.

Hemijska analiza plodova povrća dobijenog sa pepela, pokazuje da se nivo nekih metala (Zn, Cu, Mn, Cd i Pb) u ovom povrću ne razlikuje od nivoa istih metala u povrću sa normalnog zemljišta.

ABSTRACT

Fuel ash from power stations can be used as a substrate for growth of some kinds of vegetable crops and some kinds of flowers.

Chemical analysis of vegetables grown on the ash showed that the level of some metals (Zn, Cu, Mn, Cd and Pb) was approximately the same as the level of the same metals in vegetables grown on soil.

UVOD

Naši raniji rezultati (Stojanović et al. 1975) su pokazali da je pepeo termoelektrana nepodesan supstrat za gajenje biljaka, zbog niza nepovoljnih osobina, od kojih treba navesti sledeće:

- alkalnan supstrat sa visokom pH-vrednošću u vodi i 0,1 M. KCl;
- pepeo, kao supstrat za gajenje biljaka, je karakterističan po nedostatku nekih osnovnih elemenata ishrane biljaka, a pre svega po nedostatku azota i fosfora;
- pepeo je supstrat bez organske materije, koja ulazi u sastav adsorptivnog kompleksa zemljišta;
- u pepelu se, zavisno od sastava, mogu sresti toksični, odnosno fitotoksični elementi (bor) i teški metali (Pb, Cd i dr.).

Zbog ovih nepovoljnih osobina, pri korišćenju pepela kao supstrata za gajenje biljaka, treba voditi računa o odgovarajućim meliorativnim merama, odnosno o postupcima pomoću kojih se pepeo može prilagoditi za rast i razvoj odredjenih biljnih vrsta.

*Viši naučni saradnik, dr hemijskih nauka, INEP-Zemun, Banatska 31b

**Stručni saradnik, dipl. ing., INEP-Zemun, Banatska 31b

***Asistent, dipl. hemičar, Prirodnomatemički fakultet, Beograd.

U dosadašnjem radu na ispitivanju mogućnosti korišćenja pepela za rast biljaka pokazalo se da neke, pre svega, ratarske kulture, mogu da uspeavaju na pepelu termoelektrana uz odgovarajuće meliorativne mere (Stojanović et al. 1978).

Pri započinjanju rada na gajenju ratarskih kultura, mi smo raspolagali sa određenim literaturnim podacima stranih autora (Hodgson D. R. 1961, Hodgson D. R. and Townsend W. N. 1973). Međutim, posle uspešno savladane prve faze sa gajenjem ratarskih kultura, postavilo se pitanje: može li se pepeo termoelektrana koristiti kao supstrat za gajenje povrća ili cveća u staklarama, obzirom da termoelektrane raspolažu viškom toplote, koja do sada nije racionalno iskorišćena? Ovo pitanje, ma koliko interesantno, činilo se u prvi mah i dosta složeno, obzirom da u literaturi o gajenju povrća i cveća na pepelu bez zemlje nismo našli odgovarajuće podatke.

METOD RADA

Tokom 1980. godine u staklari našeg Instituta, u bazenima površine oko 2 m², postavljeni su ogleđi na pepelu, koji je neposredno izbačen iz kotla, kao i na pepelu koji je prethodnih godina, na neki način, bio delimično meliorisan, gajenjem ratarskih kultura (ovas i uljana repica).

U ogledu su od povrtarskih kultura bili zastupljeni: paradajz, grašak, spanać, salata, krastavac i mrkva. Cilj ovog eksperimenta u "malom" je bio da se najpre ispita mogućnost gajenja povrća na pepelu termoelektrana, bez upotrebe zemlje. Osim toga u ovom ogledu smo želeli da ispitamo delovanje različitih doza i vrsta mineralnih đubriva na rast i razviće pojedinih povrtarskih kultura, a zatim da ispitamo hemijski sastav dobijenih plodova, odnosno sadržaj pojedinih metala u ovom povrću. Ova poslednja etapa istraživanja je od posebnog interesa sa gledišta mogućnosti korišćenja povrća sa pepela za ljudsku i animalnu ishranu.

Ogled je postavljen sa tri različite kombinacije mineralnih đubriva: u prvoj kombinaciji, na pepelu direktno izbačenom iz kotla, korišćeno je NPK - đubrivo 15:15:15 u količini od 1.500 kg/ha; u drugoj kombinaciji, sa delimično meliorisanim pepelom, korišćeno je takodje NPK-đubrivo 15:15:15 u količini od 1.000 kg/ha; u trećoj kombinaciji, na delimično meliorisanom pepelu, korišćen je MAP i KAN u količini od 100 kg N/ha i 100 kg P₂O₅/ha. U ovoj poslednjoj kombinaciji, prvi put je u našim ogledima korišćen mono-amonijum fosfat (MAP), zbog toga što to đubrivo deluje kiselo (pH-vrednost suspenzije đubriva u vodi, pri odnosu đubrivo : voda = 1 : 2 iznosi oko 4).

Obzirom da je pepeo alkalni supstrat, sa dovoljnom količinom kalijuma, smatrali smo da će biti od interesa da se ispita mogućnost korišćenja đubriva sa komponentama u kojima su zastupljeni osnovni elementi ishrane (N i P), koji u pepelu nedostaju, a da se kalijum uopšte ne dodaje. Ovaj pokušaj je ekonomski vrlo značajan, budući da je poznato da su kalijumova đubriva veoma skupa.

Odredjene povrtarske kulture u ovom ogledu su gajene u periodu od 1. aprila (kada je izvršena setva), do kraja jula (kada je završeno ubiranje plodova).

REZULTATI I DISKUSIJA

Iz rezultata koji su prikazani u tabeli 1 može se zaključiti da pojedine povrtarske kulture različito reaguju na pepeo kao supstrat za gajenje biljaka, čije su osobine promenjene upotrebom mineralnih i organskih đubriva. Treba posebno istaći da se paradajz i krastavac, a donekle i grašak, mogu uspešno gajiti kako na delimično meliorisanom tako i na nemeliorisanom pepelu (pepeo direktno izbačen iz kotla).

Dobijeni rezultati takodje ukazuju da se krastavac i grašak mogu uspešno gajiti na pepelu, čije su osobine prilagodjene potrebama ovih kultura, upotrebom MAP-a i KAN-a, odnosno upotrebom đubriva bez kalijuma. Ovu činjenicu treba posebno istaći obzirom na visoku cenu kalijumovih đubriva, kao i na činjenicu da je nivo kalijuma u pepelu sasvim dovoljan da zadovolji potrebe većine biljnih vrsta.

Tabela 1: Prinosi povrtarskih kultura (g/bazen)
Table 1: Yield of vegetable crops (g/plot)

VRSTA POVRĆA Kind of vegetable	KOMBINACIJA DJUBRIVA Combination of fertilizers			BROJ BILJAKA/BAZEN Number of plants/plot
	NPK I	NPK II	MAP+KAN	
Paradajz (svež) Tomatoes (fresh)	3.258	1.888	3.125,5	27
Krastavac (svež) Cucumber (fresh)	6.091	6.400	8.458	16
Grašak (suv) Peas (dry)	29,5	54	77,5	1 red 1 row
Spanać (suv) Spinach (dry)	35,5	55,5	37	4 reda 4 rows
Spanać (svež) Spinach (fresh)	458	625	411	4 reda 4 rows
Salata (suva) Lettuce (dry)	8,5	20,5	16,5	2 reda 2 rows
Salata (sveža) Lettuce (fresh)	145	479	287	
Mrkva (sveža) Carrots (fresh)	-	1.240	1.033	3 reda 3 rows

Rezultati u tabeli 1. takodje ukazuju da spanać, salata i mrkva daju nešto bolje rezultate u kombinaciji NPK II, mada se ove kulture mogu uspešno gajiti i na podlozi sa MAP-om i KAN-om. Treba posebno naglasiti da mrkva nije uopšte mogla da uspeva na nemeliorisa-

nom pepelu sa kombinacijom NPK I. Da li je ovome razlog vrlo visoka koncentracija soli u nemeliorisanom pepelu, koja je povećana upotrebom većih doza mineralnih đubriva, ili nepovoljna pH-vrednost za ovu kulturu, teško je reći? U svakom slučaju dobijeni rezultati, i ako relativni, bez sumnje ukazuju da se pepeo termoelektrana može uspešno koristiti za gajenje povrća, bez upotrebe zemlje.

Po završenoj berbi, materijal je sušen najpre na vazduhu, a zatim u sušnici na 50 - 60 °C do stalne mase. Materijal je zatim tretiran smešom HNO₃ i HClO₄, radi razlaganja organske materije, a u dobijenim rastvorima određivani su Mn, Cu, Zn, Cd i Pb. Svi metali određeni su metodom atomsko-apsorpcione spektroskopije.

Iz rezultata dobivenih ispitivanjem sadržaja pojedinih metala (tab. 2. i 3.) može se zaključiti da se nivo cinka, mangana i bakra u povrću gajenom na pepelu, uglavnom, ne razlikuje od nivoa ovih metala u povrću sa normalnog zemljišta (literaturni podaci u zagradama).

Za nivo teških metala, za najveći broj povrtarskih kultura, nismo mogli da nadjemo literaturne podatke. Međutim, poredjenjem nivoa olova u krastavcu sa pepela, sa nivoom istog metala u krastavcu gajenom na zemljištu, može se videti da je nivo ovog metala nešto niži u plodovima sa pepela. Ovaj podatak je u saglasnosti sa podacima hemijske analize pepela, kojom prilikom je utvrđeno da pepeo sadrži izvesne količine olova, ali da je ovaj metal pristupačan u obliku teško rastvorljivih oksida.

Kad se govori o sadržaju teških metala u povrću, koje služi kao hrana, onda treba reći da prema propisima Svetske zdravstvene organizacije (WHO) maksimalno dozvoljena količina olova iznosi 2 ppm, preračunato na svežu masu, a kadmijuma 0,1 ppm. Naša zemlja je prihvatila ove kriterijume.

Vrednosti za olovo i kadmijum, prikazane u tabelama, preračunate su na suhu masu iz čisto analitičkih razloga. Međutim, ako se uzme u obzir sadržaj vode kod odgovarajućih povrtarskih kultura, lako se može doći do zaključka da se vrednosti za koncentraciju olova i kadmijuma nalaze ispod 2 ppm za Pb, odnosno ispod 0,1 ppm za Cd, kada se koncentracija ovih metala preračuna na svežu masu.

Na osnovu ovakvog razmatranja dobijenih rezultata, moglo bi se zaključiti da se povrće sa pepela može upotrebiti za ljudsku i animalnu ishranu, pod uslovom da i neki drugi metali (Hg, As) čiju koncentraciju nismo određivali, ne premašuju dozvoljeni maksimum.

No ako u pogledu donošenja konačnog zaključka o mogućnosti korišćenja povrća sa pepela za ljudsku i animalnu ishranu postoje još neke dileme (iz razloga napred spomenutih), onda je sasvim sigurno da nema nikakvih dilema o mogućnosti korišćenja pepela za gajenje određenih vrsta cveća. Naime, u 1981. godini, je sa određenim vrstama cveća, u staklari INEP-a, izveden ogled na pepelu koji je tokom 1980. godine korišćen za gajenje povrća. U ovom ogledu su bile zastupljene sledeće vrste cveća: cinija, kadifa, salvija, slez, petunija, neven, alisum, lepi dečko i dalija. Setva cveća je obavljena 30.3.1981. godine.

Tabela 2: Količina nekih metala u povrću gajenom na pepelu i na zemljištu
 Table 2: Content of some metals in vegetable crops grown on ash and soil

Vrsta povrća Kind of vegetable	Tretman Treatment	Supstrat Substrate	Zn	Cu	Mn ppm	Pb	Cd
Salata Lettuce	NPK II doza dose	pepeo ash	69,00	11,55	49,00	6,85	1,05
"	NPK I doza dose	"	146,20	6,85	42,50	12,45	1,10
"	MAP	"	70,40	11,85	27,10	9,35	0,70
"	NPK I doza dose	zemljište soil	115,85	9,35	84,05	9,95	2,50
Lit. podaci Lit. data			(20-130)	(3-60)	(1-169)		
Grašak Peas	NPK II doza dose	pepeo ash	49,65	5,90	9,60	3,70	0,50
"	NPK I doza dose	"	25,25	3,75	9,05	5,00	0,70
"	MAP	"	46,20	6,25	9,35	3,75	0,50
Lit. podaci Lit. data			(14-56)	(5,2-23,3)	(7-25)		
Spanać Spinach	NPK II doza dose	pepeo ash	167,75	11,20	56,00	11,20	0,85
"	NPK I doza dose	"	107,40	11,50	41,70	7,45	0,85
"	MAP	"	145,60	10,50	58,80	13,70	1,20
"	NPK II doza dose	zemljište soil	183,45	13,70	116,60	7,45	2,15
"	NPK I doza dose	"	194,75	16,20	124,65	11,20	1,80
Lit. podaci Lit. data			(90-180)	(1,8-24)	(28-230)		

Tabela 3: Količina nekih metala u povrću gajenom na pepelu i na zemljištu
 Table 3: Content of some metals in vegetable crops grown on ash and soil

Vrsta povrća	Tretman	Supstrat	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
Kind of vegetable	Treatment	Substrate			ppm		
Krastavac Cucumber	NPK II doza dose	pepeo ash	44,50	7,15	12,45	6,86	0,55
"	NPK I doza dose	"	33,25	6,20	13,05	4,95	0,50
"	MAP	"	44,80	5,00	9,35	6,85	0,55
"	NPK II doza dose	zemljište soil	71,15	13,65	24,25	7,45	1,10
"	NPK I doza dose	"	66,30	13,65	31,90	11,15	1,00
Lit. podaci Lit. data			(27-64)	(16-32)	(31-46,5)	(18,5-46)	
Šargarepa Carrots	NPK II doza dose	pepeo ash	36,65	5,90	13,05	7,15	0,40
"	MAP	"	36,65	14,30	56,50	9,00	0,80
Lit. podaci Lit. data			(20-39)	(5-18)			
Paradajz Tomatoes	NPK I doza dose	pepeo ash	23,65	6,20	11,20	6,85	0,70
"	NPK II doza dose	"	25,35	6,15	14,20	5,55	0,55
"	MAP	"	24,20	5,90	10,55	7,45	0,40
"	NPK I doza dose	zemljište soil	32,95	11,20	14,30	6,85	0,75
Lit. podaci Lit. data			(15-25)	(5-13)			

Pepeo u bazenima je prethodno izmešan i "očišćen" od ostataka korena zaostalih od prethodno gajenog povrća. Nakon djubrenja sa organskim djubrivima (5 kg treseta na jedan bazen) i mineralnim djubrivima (upotrebljene su iste doze i kombinacije kao i pri gajenju povrća), setva semena je obavljena direktno, postavljanjem semena u redove. Nicanje biljaka je otpočelo 9.4.1981. godine i bilo je dosta neujednačeno, odnosno rekli bi smo da je zavisilo od supstrata i od kvaliteta semena. Najteže su nicale biljke na pepelu koji je direktno izbačen iz kotla pa je u ovom bazenu izvršena dopunska setva sa nešto većim količinama semena, obzirom da smo od nabavljača semena ("Semenarna" - Ljubljana) doznali da je seme, usled dužeg stajanja izgubilo nešto od sposobnosti klijanja.

Inače, ogled je svakodnevno zalivan česmenskom vodom. Tokom razvoja biljne mase, zbog nešto gušće setve i problema zasenčenja, neke vrste cveća (petunija i salvija) su se slabije razvijale. Međutim, sa povećanjem dužine dana, odnosno dužine sučnanog osvetljavanja, u kasnijem periodu ove vrste su zastoj nadoknadile i normalno se razvijale.

Sumirajući rezultate ovog ogleda, moglo bi se reći da pepeo termoelektrana može vrlo uspešno, uz odgovarajuće meliorativne mere, da se koristi i za gajenje različitih vrsta cveća.

ZAKLJUČAK

Pepeo iz Termoelektrane u Obrenovcu, kako delimično meliorisan tako i nemeliorisan (direktno izbačen iz kotla), može se uspešno koristiti za gajenje nekih vrsta povrća i cveća bez zemlje, primenom odgovarajućih mineralnih i organskih djubriva.

Rezultati dvogodišnjih ispitivanja pokazuju da pored upotrebe kompleksnih i organskih djubriva, za ove svrhe se uspešno može koristiti i kombinacija MAP-a i KAN-a, odnosno kombinacija mineralnih djubriva bez kalijuma.

Ovaj podatak je značajan zbog visoke cene kalijumovih djubriva i zbog činjenice da je nivo kalijuma u pepelu dovoljan za većinu biljnih vrsta.

Ispitivanjem sadržaja odredjenih metala (Zn, Cu, Mn, Cd i Pb) u povrću sa pepela, utvrđeno je da nema značajnih razlika u nivou ovih elemenata u poredjenju sa povrćem gajenim na normalnom zemljištu.

THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE FRUIT OF SOME PLANTS GROWN ON THE
ASH OF THERMOELECTRIC POWER PLANTS

Dimitrije Stojanović*, Melanija Djurdjević* and Snežana Nikolić**

*Institute for the Application of Nuclear Energy in Agriculture,
Veterinary Medicine and Forestry, Zemun

**Faculty of Science and Mathematics, Beograd

Summary

Ash from the Thermoelectric power plant in Obrenovac, both partly meliorated and unmeliorated (direct from the boiler), can be successfully used for the cultivation of some types of vegetables and flowers without the addition of soil, but in the presence of certain mineral and organic fertilizers.

Results obtained over two years show that, apart from complex and organic fertilizers, the combination MAP and KAN, i.e. a combination of mineral fertilizers without potassium, can be used just as successfully.

This data is of importance when we consider the high prices of potassium fertilizers and the fact that the level of potassium in ash is sufficient for most plant species.

Investigations of the content of certain metals (Zn, Cu, Mn, Cd and Pb) in vegetables grown on ash have shown that there are no significant differences between the levels of these elements in these vegetables and those grown on normal soil.

LITERATURA

D. Stojanović, Mila Bogdanović and Andjelija Rastović (1975): Deposits of the pulverized fuel ash as a substrate for plant growth; *Zemljište i biljka* 24, 3, 163.

D. Stojanović, Mila Bogdanović and S. Simić (1978): Fixation of ash deposits with plant cover; *Acta Biol. Med. Exp.* 3, 53.

Hodgson D. R. (1961): Investigation into the reclamation of lands covered with pulverized fuel ash; Ph. D. Thesis, Leeds University.

Hodgson D. R. and Townsend W. N. (1973): The amelioration and revegetation of pulverized fuel ash. In *the Ecology and Reclamation of Devasted Land II* (Ed. by R. J. Hutnik and Davis), Gordon and Breach, London.

