

UDK: 631
Originalni naučni rad

UTICAJ ZEOLITA NA RAST NEKIH MEDICINSKIH I INDUSTRIJSKIH GLJIVA

M. Nikšić, A. Klaus, J. Vunduk, M. Savić*

Izvod: Ispitivan je uticaj prirodnog zeolita Minazel (Z) na dinamiku rasta micelijuma i plodonosnih tela nekoliko važnih jestivih i medicinskih gljiva. Praćena je i biološka efikasnost kao i sadržaj selena u karpoforima gljive *Grifola frondosa*. Da bi se potpunije ocenio efekat suplementacije, rađeno je i uporedno ispitivanje uz dodatak nekih mineralnih sirovina: apatita i bentonita, za koj postoje navodi da mogu usloviti povećanje prinosa pojedinih poljoprivrednih kultura. Utvrđeno je da dodatak prirodnog zeolita sa područja Srbije ima pozitivno delovanje na sve praćene parametre, a da je najefikasnija koncentracija 1%. Postignuti efekti mogu se pripisati osobinama zeolita: jonoizmenjivačka sposobnost, sorpcija, pufersko delovanje. Ostvareni rezultati ukazuju na to da su zeoliti veoma pogodni kao suplementi u industrijskim uslovima proizvodnje gljiva. Njihova primena omogućava brži rast i izmenu funkcionalnih osobina dobijenih pečuraka.

Uvod

Gljive predstavljaju funkcionalnu hranu zbog svojih mnogobrojnih pozitivnih svojstava, kako nutritivnih tako i medicinskih (Chang, 2008). Osim toga, one su brzo prilagodljive različitim životnim uslovima, što za posledicu ima promene morfološko-fiziološkog karaktera. Sa stanovišta industrije funkcionalne hrane, kao i isplativosti, te iskorišćenja prirodnih otpadnih sirovina kao što je slama, strugotina i različiti otpadni lignocelulozni materijali gljive su veoma pogodan materijal za različite modifikacije. Povećanje sadržaja proteina, šećera i među njima polisaharida kao imunomodulatorskih supstanci, te mikroelemenata, parametri su za koje je savremeni potrošač-kupac u sve većoj meri zainteresovan.

Među industrijski gajenim gljivama, pored šampinjona, najveću zastupljenost imaju lignikolne gljive poput bukovače, jer su zahvaljujući brojnim enzimima sposobne da ragrađuju materije kao što su celuloza i lignin. Osim ekonomskog aspekta, proizvodnja gljiva na ovim supstratima ima i ekološku stranu tj iskorišćenje otpadnog materijala. Na ovaj način energija iz slame ugrađuje se i koristi u sintezi proteinima bogatih plodonosnih tela gljiva (Chang, 2008).

Složeni metabolizam gljiva za nesmetani razvoj i isplativ prinos zahteva osim izvora biogenih elemenata i dodatne mikroelemente, koji su neophodni za sintezu i aktivaciju enzima (Moore, 1998). Bez enzimske aktivnosti celulozne sirovine ostaju nedostupne, pa nema ni rasta. Zato supstrati za industrijsku proizvodnju gljiva moraju sadržati dodatke u vidu mineralnih soli. Sve to može u velikoj meri uticati na prinos, te ekonomsku opravdanost proizvodnje gljiva. Izbor mineralnih materija koje se dodaju supstratu je, stoga, od velikog značaja.

Zeoliti su prirodne mineralne materije čija je primena poznata u mnogim delatnostima a naročito u industriji papira, deterdzenata, proizvodnji biogoriva ali i u poljoprivredi, ribarstvu i stočarstvu (Rehakova, 2004). Obilne zalihe različitih zeolita mogu se naći na brojnim lokacijama širom sveta, a za lokalne proizvođače najiplativije je koristiti one zeolite koji se mogu naći u neposrednoj blizini. Dosadašnja istraživanja su pokazala da zeoliti nisu toksični, već naprotiv, koriste se i u jačanju metabolizma u cilju lečenja bolesti kakva je kancer (Pavelić et al, 2004). Ono što zeolite čini tako efikasnim u brojnim sferama je sposobnost jonske izmene, koja je moguća zahvaljujući građi zeolita. Ove materije su hidratirani aluminosilikati, trodimenzionalne strukture u vidu slojeva AlO_4 i SiO_4 koji dele

* Prof dr Miomir Nikšić, docent dr Anita Klaus, Jovana Vunduk dip.inž., dr Milena Savić. Poljoprivredni fakultet Beograd

E-mail prvog autora: miomir.niksic@gmail.com

atome kiseonika (Rehakova, 2004). Zahvaljujući tome, zeoliti su poput sita čije su pore različitih dimenzija, pa imaju ulogu molekulskih sita. Kako poseduju višak naelektrisanja, unutar rešetke kao i na njenim obodima mogu se naći alkalni i zemnoalkalni metali koji vrše stabilizaciju rešetke. Upravo ovi joni su lako izmenjivi naročito sa jonima Ca, što pogoduje poljoprivrednoj proizvodnji na devastiranim i kiselim zemljištima (Chesworth et al., 1987). Kako Srbija poseduje sopstvene depozite zeolita, u čijoj je osnovi klinoptilolit, razumno je pokušati njihovu primenu u proizvodnji hrane, između ostalog pečuraka. Na ovaj način može se izbeći dodavanje mineralnih dodataka supstratu.

Cilj studije je bio utvrđivanje mogućnosti korišćenja zeolita sa područja Srbije u proizvodnji nekoliko važnih medicinskih i industrijskih gljiva. Praćen je uticaj na brzinu rasta gljiva u stadijumu micelijuma kao i plodonosnih tela. Osim toga, efekat uticaja dodatih zeolita ocenjen je i preko biološke efikasnosti, a kako je selen element čiji je nedostatak zapažen u zemljištima na području Srbije, praćene su i promene u sadržaju ovog mikroelementa u proizvedenim plodonosnim telima. Da bi se potpunije utvrdila efikasnost zeolita, proizvodnja je testirana i u uslovima dodataka nekih drugih mineralnih sirovina, koje se koriste u proizvodnji voća i povrća širom sveta, kakvi su apatit i bentonit (Allo et al., 2004).

Materijal i metode rada

Gljive korišćene u radu Gljive *Ganoderma lucidum*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Lentinula edodes* i *Grifola frondosa* su iz kolekcije Katedre za Tehnološku Mikrobiologiju Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Srbija. Održavane su na sladnom agaru na 4°C.

Materijal i hemikalije Za supstrat za gajenje gljiva korišćeni su slama, piljevina i sladne klice u različitim odnosima za svaku od gljiva. Prirodni zeolit Minazel, apatit i bentonit su obezbeđeni zahvaljujući institutu za Tehnologiju, nuklearne i druge mineralne sirovine (ITNMS) iz Beograda. Za proizvodnju gljiva na supstratu korišćeni su dzakovi proizvođača sacco2 iz Belgije. Za pripremu uzoraka za utvrđivanje sadržaja Se korišćeni su HNO₃ (65%) i H₂O₂ (30%) nabavljeni od Merck (Darmstadt, Nemačka).

Rast micelijuma na sladnom agaru Sladni agar je pripreman prema standardnoj mikrobiološkoj proceduri, uz dodatak zeolita i mineralnih sirovina u koncentracijama od 0.25, 1 i 2%, u tri ponavljanja. Nakon sterilizacije i hlađenja, izvršeno je zasejavanje pri sterilnim uslovima. Kontrola nije sadržala mineralne dodatke. U laboratorijskim uslovima je praćena brzina rasta micelijuma na temperature od 25°C, a prečnik micelijuma je meren 2, 4, 7, 9 i 11 dan.

Rast micelijuma na zrnima žita Žito je skuvano a nakon hlađenja mu je dodat CaCO₃ da bi se regulisao pH, nakon čega su dodati zeoliti, apatit i bentonit u koncentracijama od 0.25, 1 i 2%, u tri ponavljanja, dok u slučaju kontrole suplementacija nije vršena. Po 30g zrna je prebačeno u široke epruvete, koje su potom sterilisane (2h na 121°C), ohlađene i zasejane micelijumom. Rast je meren nakon 2, 4, 7, 9 i 11 dana.

Proizvodnja plodonosnih tela na supstratu Supstrat se sastojao od slame, hrastove piljevine i sladnih klica koji su potopljeni u vodu i ostavljeni da prenoće. Nakon odlivanja viška vode u smešu je dodat zeolite, pošto je na osnovu prethodnih oglada utvrđeno da je najefikasniji. Sirovine su ručno izmešane i njima su napunjeni dzakovi od 3 kg. Obavljena je sterilizacija u trajanju od 2h, a nakon hlađenja dzakovi su zasejani inokulumom odgajenim na zrnima žita. Dzakovi su smešteni u mračnu komoru i inkubirani 2 nedelje na 25°C. Nakon što je micelijum prorastao dzak, što se moglo utvrditi na osnovu pojave bele paučinaste prevlake po čitavoj zapremini dzaka, vreće su premeštene u gajilište a svaka od gljiva je gajena prema uslovima koje je definisao Stamets (1993). Tokom rasta su posmatrane i druge promene kao što je porast fizički izmenjenih, nepravilnih plodonosnih tela.

Biološka efikasnost proizvodnje u dzakovima na supstratu Biološka efikasnost (BE) je definisana kao količnik mase sveže pečurke I mase suvog supstrata.

Određivanje sadržaja selena u odgajenim plodonosnim telima Po dobijanju plodonosnih tela, ista su ubrana u stadijumu pune zrelosti, očišćena od nečistoća, izmerena, osušena i ponovo izmerena. Suva plodonosna tela su samlevena u fini prah i čuvana u frižideru do analize. Sadržaj Se u uzorcima je određen kuplovanom plazma optičkom

emisionom spektroskopijom (ICP-OES, Spectro Genesis, Genesis FEE, Nemačka). Za digestiju uzoraka korišćen je zatvoreni mikrotalasni sistem (Berghof, Speed Wave MSS-3+, Nemačka). 300g praškastog uzorka je prebačeno u teflonski sud nakon čega je obavljena digestija sa 6 ml HNO_3 i 2 ml H_2O_2 u trajanju od 40 minuta. Uzorak je rastvoren u 25 ml dejonizovane vode. Na isti način je pripremana i slepa proba. Merenje je obavljeno prema parametrima koje daje proizvođač uređaja. Kao standardni referentni material korišćeno je lišće paradajza SRM 1573a (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA).

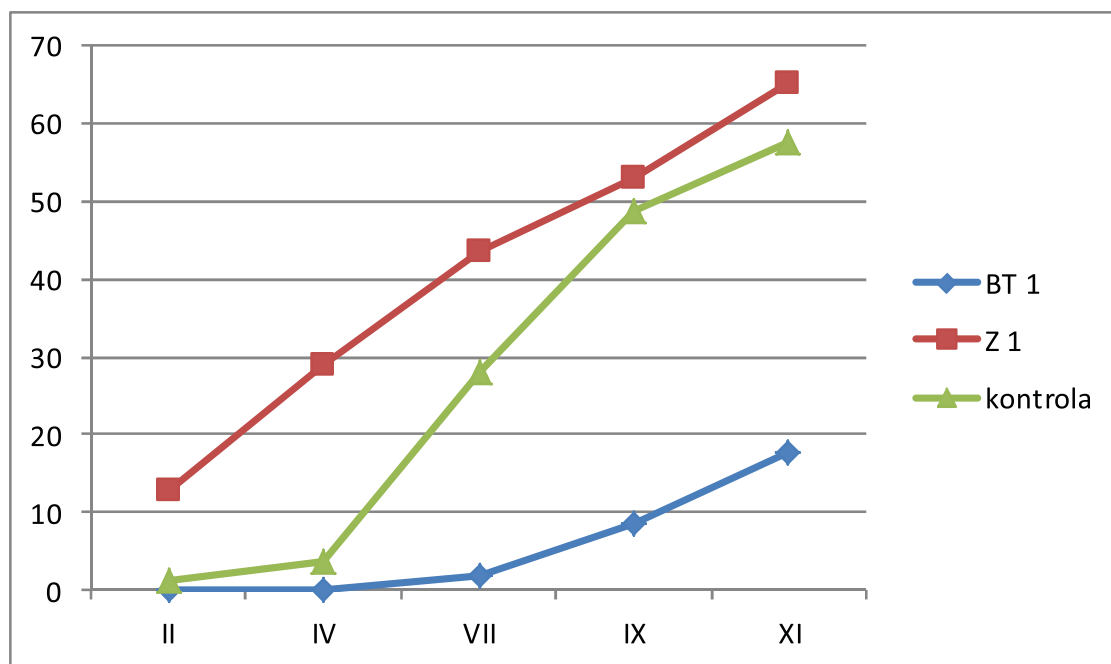
Rezultati istraživanja i diskusija

Efekat dodatka zeolita i mineralnih sirovina na dinamiku rasta micelijuma gljive *G. frondosa* na sladnom agaru Najzapaženiji rezultati ostvareni su sa gljivom *G. frondosa*, te su ovi rezultati navedeni u Tabeli 1. Statistički značajan uticaj ostvaren je dodatkom zeolita u svim primenjenim koncentracijama. Najizraženiji stimulativni efekat je imala koncentracija od 1%. Tokom rasta micelijuma na oplemenjenom supstratu može zapažen je veoma dinamičan i konstantan porast: prečnik micelijuma se duplirao na svaka dva dana. Kod petri šolja sa dodatim mineralnim sirovinama, inicijalno gotovo da nije bilo rasta, da bi se nagli porast micelijuma zapazio tek u drugoj nedelji. Može se zaključiti da je dodatak zeolita u medijum za rast stimulisao razvoj micelijuma sa ujednačenim efektom, dok je u slučaju mineralnih sirovina micelijum prolazio kroz fazu adaptacije pa u početku nije bilo porasta. Nakon lag faze, micelijum je naglo rastao, ali i pored toga nije došlo do značajnih razlika u odnosu na kontrolu. Figura 1. ilustruje dinamiku rasta za najpovoljniji i najnepovoljniji slučaj, u odnosu na kontrolu. Imajući u vidu jonoizmenjivačku sposobnost zeolita, moguće je da je micelijum imao na raspolaganju ključne mikroelemente (Mondale, 1995). Procesi iskorišćenja hranljivih materija iz podloge koji inače menjaju pH podloge, što postepeno dovodi do usporavanja rasta, u prisustvu zeolita verovatno nisu imali značajniji efekat zahvaljujući puferskom dejstvu zeolita (Guerra et al., 2003). To se i potvrdilo kroz ujednačen rast micelijuma.

Tab. 1. Uticaj dodatka suplemenata na rast micelijuma na sladnom agaru
Effect of supplementation on the growth of mycelium on malt agar

Dodati suplement	Vreme (dan)				
	2	4	7	9	11
AP 0.25%	2±0.0	4.2±0.7	26.3±2.3	40.7±4.0	53±2.0
AP 1%	0.75±0.4	2.8±0.3	12±3.6	15.7±2.5	22.7±2.3
AP 2%	0.4±0.1	0.7±0.2	6.7±1.5	15±2.6	19.2±1.7
BT 0.25%	0.75±0.2	1.7±0.7	10.3±2.5	20.3±2.9	37.3±2.5
BT 1%	0±0.0	0±0.0	2±0.0	8.7±1.5	17.7±2.0
BT 2%	0±0.0	0±0.0	1.7±1.2	1.5±1.1	33.4±1.1
Z 0.25%	10.7±4.9	24.3±3.2	41.3±5.0	51.3±5.0	63.7±6.5
Z 1%	12.7±2.5	29±2.0	43.7±1.5	53±1.7	65.3±1.5
Z 2%	7.7±0.6	22.3±1.9	40±0.0	49.5±1.3	60.7±1.5
kontrola	1.3±0.5	3.7±1.0	28±2.0	48.7±1.1	57.7±1.2

AP-apatit; BT-bentonit; Z-zeolit različitih koncentracija



Slika 1. Dinamika rasta micelijuma na sladnom agaru sa dodatkom zeolita (1%) i bentonita (1%)

Fig. 1. The dynamics of growth of mycelium on malt agar with zeolite (1%) and bentonite (1%)

Efekat dodatka zeolita i mineralnih sirovina na dinamiku rasta micelijuma gljive *G. frondosa* na zrnima žita

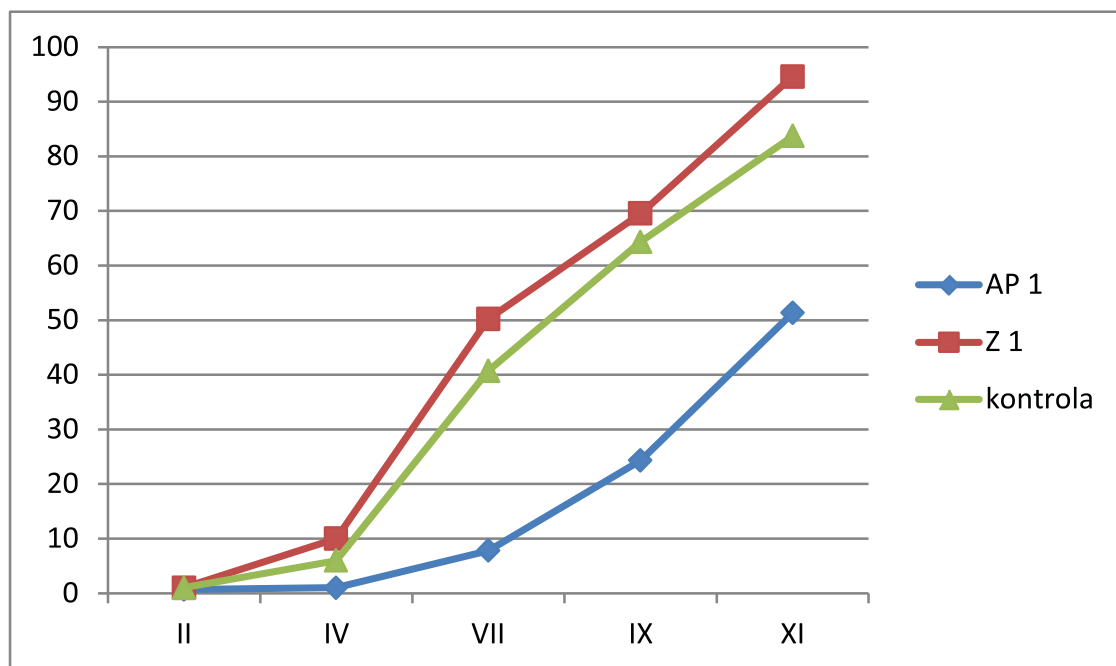
Zrna žita se uobičajeno koriste za propagaciju micelijuma i obezbeđivanje dovoljne količine inokuluma za kasnije faze rasta, tačnije proizvodnju pečurke na odgovarajućem supstratu.

Tab. 2. Efekat dodatka zeolita i mineralnih sirovina na dinamiku rasta micelijuma gljive *G. frondosa* na zrnima žita

*The effect of zeolite mineral resources and the dynamics of growth of mycelium fungus *G. frondosa* the grains of wheat*

Dodati suplement	Vreme (dan)				
	2	4	7	9	11
AP 0.25%	0.67±0.6	2.8±1.2	12.7±1.1	29.1±1.0	53±2.6
AP 1%	0.67±1.1	1±1.1	7.8±0.7	24.3±1.1	51.3±1.1
AP 2%	1±0.0	1.2±0.3	10.9±1.6	22.2±2.0	43.7±1.5
BT 0.25%	1±0.0	4.7±0.6	36±2.0	59.7±2.6	78.1±2.7
BT 1%	1±0.6	4.1±0.9	31±1.3	62.1±1.8	69±2
BT 2%	1±0.6	3±0.0	30.2±0.0	47.2±1.9	60±2.6
Z 0.25%	1±0.0	8.7±1.5	41.7±0.6	64±2.9	90±1.7
Z 1%	1±0.0	10±0.0	50.2±4.4	69.5±2.0	94.6±1.7
Z 2%	1±0.0	6.3±0.0	37.9±1.1	66±1.5	92.4±1.6
kontrola	1±0.0	6±1.5	40.7±5.0	64.3±4.0	83.7±2.1

AP-apatit; BT-bentonit; Z-zeolit različitih koncentracija



Slika 2. Dinamika rasta micelijuma na zrnima žita sa dodatkom zeolita-Z1(1%) i apatita (1%)

Fig. 2. The dynamics of growth of mycelium on wheat grains with zeolite -Z1 (1%) and apatite (1%)

I u ovom slučaju je evidentno pozitivno delovanje kod uzoraka proizvedenih uz dodatak zeolita (Tabela 2). Ponovo je najefikasnije koncentracija iznosila 1%. Dinamika rasta je ovde bila nešto drugačija nego kod micelijuma na sladnom agaru. U početku su svi uzorci imali podjednak, slab rast. Drastičnije promene se uočavaju nakon 7 dana, što je verovatno uzrokovano sastavom podloge. Jednoličan skrobni sastav imao je za posledicu spor inicijalni rast, mada se kod uzoraka gajenih sa dodatkom zeolita već nakon 4 dana može utvrditi izraženije napredovanje. Izmenjivi joni, naročito Fe, Mn, Ca i Zn neophodni su kao kofaktori enzima koji učestvuju u transformaciji skrobnih materija kojima zrna žita obiluju (Walker & White, 2011). Najslabiji porast micelijuma bio je prisutan pri dodatku apatita u koncentraciji od 1%.

Uticao dodatka zeolita na biološku efikasnost u proizvodnji gljive *G. frondosa*

Merenjem mase sveže gljive nakon berbe u punoj zrelosti i mase suvog supstrata izračunata je biološka efikasnost (BE). $BE = \frac{MSP}{MSS}$

MSP – masa sveže pečurke

MSS – masa suvog supstrata

Najveća vrednost BE ostvarena je uz dodatak zeolita (1%) i iznosila je 35.6%, dok je kod kontrolnog uzorka bila 17.2%. Ovakav prinos može se uporediti sa značajnim porastom prinosa paradajza, vinove loze, trave, šargarepe gajenih uz dodatak zeolita (Valente et al., 1982). Evidentno, najbitnije osobine zeolita pozitivno se odražavaju na gajenje različitih poljoprivrednih kultura ali i pečuraka. Takođe, prilikom rasta nije došlo do formiranja nepravilnih plodonosnih tela što se događa kada su pečurke izložene drastičnim promenama u nekom od parametara gajenja, ili kada sastav supstrata nije odgovarajući. Ipak, među serijama uzoraka javile su se varijacije u statistički značajnoj meri što može biti posledica upravo korišćenja prirodnog zeolita. Pošto su u pitanju prirodni depoziti nastali kao rezultat delovanja sporih prirodnih procesa, osobine, veličine pora i struktura rešetke zeolita nije uniformna pa ni proces jonske izmene nije uvek ujednačen (Mondale et al., 1995). Rešenje ovog problema može biti korišćenje modifikovanih prirodnih zeolita, čime se postiže pravilnost u strukturi i dimenzijama. Na ovaj način olakšana je kontrolisana aplikacija, a mogu se očekivati uniformniji rezultati primene (Rehakova et al., 2004).

Tokom čitavog perioda gajenja uočeno je i da ne dolazi do sušenja dzakova, odnosno da je potrebno ređe zalivanje, jer zeoliti unapređuju vodni bilans, što se pokazalo jako

važnim kod biljaka osetljivih na sadržaj vlage u zemljištu (Rehakova et al., 2004). Ova studija je proširila navedene nalaze, jer je isto ponašanje registrovano i kod gljiva, za koje je adekvatan sadržaj vlage jedan od limitirajućih faktora rasta.

Ukupno vreme proizvodnje smanjeno je za, u proseku, 7-10 dana, što je statistički značajno u odnosu na uobičajeno trajanje turnusa u industrijskim uslovima na uobičajenim podlogama za gajenje.

Uticaj dodatka zeolita na sadržaj selena u plodonosnim telima gljive *G. frondosa*

Prosečan sadržaj selena u proizvedenim plodonosnim telima bio je manji od 2 mg/kg suve materije (SM). U literaturi se navodi da gljive iz prirode mogu sadržati od 0.5 do 20 mg/kg (Kalač, 2010). Kod industrijski gajenih gljiva ove vrednosti su niže, a najveće su kod prvog talasa (Kalač & Svoboda, 2000). Preporučeni dnevni unos selena za muškarce iznosi 70 µg/dan, 55 µg/dan za žene i 20 -30 µg/dan za decu, premda je unos od 50 do 200 µg/dan označen kao siguran i adekvatan za odrasle (Aras & Ataman, 2006). Sadržaj selena u ovom istraživanju je bio u skladu sa literaturnim navodima, i iznosio je 0.08-1.33 mg/kg SM. U odnosu na kontrolni uzorak, povećanje sadržaja selena u plodonosnim telima gajenim na supstratu sa dodatkom zeolita, bilo je statistički značajno. Evidentno je da je prisustvo zeolita u podlozi olakšalo usvajanje ovog elementa. Imajući u vidu čest deficit Se kod velikog broja stanovnika mnogih zemalja, kao i oboljenja povezana sa njegovim nedostatkom, ovako proizvedene gljive predstavljaju odličnu dopunu ishrani.

Zaključak

Proizvodnja gljiva na supstratu sa dodatkom zeolita pokazala se kao efikasan način ubrzavanja proizvodnje, naročito kod gljiva koje se odlikuju slabim prinosom i sporim rastom, kao što je *G. frondosa*. Obogaćivanje podloge jefitnim, netoksičnim sirovinama tj zeolitima pozitivno je uticalo i na brzinu rasta micelijuma, kao i na sadržaj selena u dobijenim plodonosnim telima. Na ovaj način ne samo što se efikasnije koriste otpadne celulozne sirovine, jer je njihovo iskorišćenje potpunije, već se dobija i funkcionalniji finalni proizvod. Kako zeoliti nemaju toksični efekat niti su alergeni njihovo korišćenje predstavlja i odličnu mogućnost u sve zastupljenijoj i cenjenijoj organskoj proizvodnji.

Literatura

1. Chang, S.T., (2008): Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods In: Mushrooms as Functional Foods. Cheung, P.C.K. (Ed). A John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. pp 1-29.
2. Moore, D., (1998): Fungal Morphogenesis. Cambridge, University Press, Cambridge, UK. pp 73-189.
3. Rehakova, M., Čuvanová, S., Dzivák, M., Rimár, J. & Gaval'ová, Z., (2004): Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Science 8, 397-404.
4. Pavelić, K., Hadzija, M., Bedrica, Lj., Pavelić, J., Đikić, I., Katić, M., Kralj, M., Herak Bosnar, M., Kapitanović, S., Poljak-Blaži, M., Križanac, Š., Stojković, R., Jurin, M., Subotić, B. / Čolić, M., (2004) Natural zeolite clinoptilolite: new adjuvant in anticancer therapy. J.Mol. Med. 78, 708-720.
5. Cheshworth, W., van Straaten, P., Smith, P. / Sadura, S., (1987) Solubility of apatite in clay and zeolite bearing systems: Application to agriculture. Applied Clay Science 2, 291-297.
6. Allo, W.A. & Murray, H.H., 2004. Mineralogy, chemistry and potential applications of a white bentonite in San Juan province, Argentina. Applied Clay Science 25, 237-243.
7. Mondale, K.D., Carland, R.M. & Aplan, F.F., (1995) The comparative ion exchange capacities of natural sedimentary and synthetic zeolites. Minerals Engineering 8, 535-548.
8. Stamets, P., (1993) Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, Ten Speed Press, Berkeley. pp 370-379.

9. Guerra, G., Casado, G., Arguelles, J., Acebal, C., Castellón, M.P., Ramos-Leal, M., Gómez, B., León, T, Sánchez, M.I., Torrija, E. & Diez, C., (2003) Zeolite as source of saline nutrients in solid state fermentation of sugarcane straw by *Trichoderma citrinoviride*. Sugar Tech 5, 243-248.
10. Walker, G.M. & White, N.A., (2011) Introduction to Fungal Physiology In: Fungi Biology and Application. Kavanagh, K. (Ed). 2nd edition. A John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, New Jersey. pp 1-34.
11. Valente, S., Burriesci, N., Cavallaro, S., Galvano, S. & Zipelli, C., (1982) Utilization of zeolites as soil conditioner in tomato-growing. Zeolites 2, 271-274.
12. Kalač, P., (2010) Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000-2009. Food Chemistry 122, 2-15.
13. Kalač, P & Svoboda, L., (2000) A review of trace element concentrations in edible mushrooms. Food Chemistry 69, 273-281.
14. Aras, N.K. & Ataman, O.Z., (2006) Essentiality and toxicity of some trace elements and their determination In: Trace element analysis of food and diet. Cambridge, UK: RSC Publishing. pp 233-254.

UDC: 631
Original scientific paper

EFFECT OF ZEOLITE ON GROWTH OF SOME MEDICAL INDUSTRIAL AND MUSHROOMS

*M. Nikšić, A. Klaus, J. Vunduk, M. Savić**

Summary

We studied the influence of natural zeolite Minazel (Z) on the dynamics of growth of mycelium and fruiting bodies of several important edible and medicinal mushrooms. Phenotypic and biological efficacy as well as the content of selenium in carpophores *Grifola frondosa* mushrooms. In order to more fully assessed the effect of supplementation was done and comparative testing with the addition of some mineral raw materials: apatite and bentonite, for which there are states that can induce an increase in the yield of different crops. It was found that the addition of natural zeolite from Serbia has a positive effect on all monitored parameters, and that the most effective concentration of 1%. Achieved effects can be attributed to the properties of zeolites and ion exchange capacity, sorption, buffering operation. Actual results indicate that the zeolites are very suitable as supplements in industrial production conditions mushrooms. Their use allows for faster growth and change of the functional properties of the obtained mushrooms.

* Miomir Nikšić, Ph.D., Anita Klaus, Ph.D., Jovana Vunduk, B.Sc., Milena Savić, Ph.D., Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade.

E-mail of corresponding author: miomir.niksic@gmail.com