

## STUDIJ RASTA VIŠIH GLJIVA *AGARICUS CAMPESTRIS* I *MORCHELLA HORTENSIS* U SUBMERZNOJ KULTURI PRI UPOTREBI SURUTKE KAO HRANJIVE PODLOGE\*

Prof. dr Z. DUVNJAK, mr. Mirjana ERIĆ, prof. dr G. TAMBURASEV  
Tehnološki fakultet, Zagreb

S obzirom da klasični izvori proteina neće moći zadovoljiti rastuće potrebe za tim neophodnim sastojcima hrane ispituju se njihovi novi izvori među kojima mikroorganizmi imaju vrlo važno mjesto (1, 2). U sklopu proučavanja mikroorganizama kao izvora proteina višim gljivama se također pridaje određena pažnja tim više što su se i do sada mnoge vrste gljiva koristile za ishranu. Ranije su gljive uglavnom korištene kao kulinarski specijaliteti dok se danas na njih pomišlja kao na jedan od mogućih izvora proteina i vitamina (3).

U prijašnjoj proizvodnji jestivih viših gljiva najviše pažnje se posvećivalo njihovom površinskom načinu kultiviranja. Francuzi su prvi razvili takav način dobivanja jestivih gljiva u velikom mjerilu koristeći zapuštene suterenske prostore (4). Sada se za proizvodnju jestivih gljiva mnogo više proučava submerzni postupak kultiviranja koji se inače u industrijskoj primjeni mikroorganizama pokazao pogodnijim i ekonomičnijim.

Za submerzno kultiviranje viših gljiva mogu se koristiti sintetske podloge čiji se kemijski sastav zna, kao i prirodne podloge vrlo složenog sastava. Kao sastavni dijelovi takvih kompleksnih podloga mogu poslužiti industrijski ili poljoprivredni nusprodukti ili otpaci (5, 6, 7). S obzirom da je i surutka nusprodukt, koje ima u dosta velikim količinama i koja sadrži izvore ugljika, dušika, fosfora, vitamina i mineralnih tvari (8), u ovom radu smo htjeli ispitati mogućnost njene upotrebe kao kompletne podloge za rast jestivih gljiva *Agaricus campestris* i *Morchella hortensis*.

### Materijal i metode

Kao radni mikroorganizam u ovom radu korištene su jestive gljive *Agaricus campestris* i *Morchella hortensis*. Održavaju se na čvrstoj podlozi koja se sastoji od: glukoze (20 g), krompirove infuzije napravljene od 300 g krumpira u litri vode i agara (20 g). Ta ista podloga, ali bez dodatka agara služila je za pripremu inokuluma.

Kao osnovna podloga za kultiviranje ovih gljiva služila je surutka, kojoj je podešena pH vrijednost na 4,5 za rast gljive *A. campestris* i 5,5 za *M. hortensis*. Sve podloge su sterilizirane 25 minuta na 110°C. U nekim slučajevima nakon sterilizacije surutke izdvojen je nastali koagulat uz pomoć bakteriološke svijeće.

Za inokuliranje 100 ml proizvodne podloge korišteno je 5 ml homogeniziranog inokuluma.

Gljive su kultivirane submerznim postupkom u Erlenmayer tikvicama od 500 ml sa po 100 ml podloge na temperaturi 24°C. Miješanje je omogućeno tresenjem na rotacionoj tresilici sa 180 o/min i ekscentrom od 5 cm. Kultiviranje je trajalo 5 dana osim u nekim slučajevima što je u tekstu napomenuto.

Nakon kultiviranja gljiva biomasa je filtracijom odijeljena od istrošene podloge, zatim isprana vodom, te sušena u sušioniku na temperaturi od 30°C

\* Svaki napor da se surutka što racionalnije iskoristi poželjno je upoznati. Zato objavljujemo ovaj rad.

do konstantne težine. Dobivena biomasa je izražena u gramima suhe tvari na 100 ml hranjive podloge.

Reducirajuće tvari su određivane po Schoorl-Luff-ovoj, dušik po Kjeldal-ovoj metodi, a fosfat po metodi Berenblum-a i Chain-a.

### Rezultati i diskusija

Surutka koju smo koristili kao kompleksnu podlogu za kultiviranje jestivih gljiva *Morchella hortensis* i *Agaricus campestris* poticala je iz različitih šarži pri proizvodnji svježeg sira. Imajući to u vidu htjeli smo vidjeti kako se kreću vrijednosti nekih sastojaka surutke iz pojedinih šarži, jer o njenom sastavu ovisi rast ispitivanih gljiva. Određivana je količina laktoze, ukupnog dušika i fosfata, te izmjerena pH vrijednost surutke. S obzirom da se tokom sterilizacije surutke istaloži određena količina koaguliranih tvari, koja također varira u ovisnosti o šarži surutke, mjerili smo i količinu nastalog koagulata. Svi ti podaci su prikazani u tabeli 1 i pokazuju da je sastav sirutke ovisno o šarži različit.

**Tabela 1.**  
**Djelomična analiza surutki korištenih za kultiviranje viših gljiva**

Surutka	pH	Koagulat ‰	laktoza	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	N <sub>uk</sub>
1	4,1	0,43	40,52	2,15	1,53
2	4,3	0,51	42,86	2,30	1,12
3	4,2	4,23	45,38	2,85	2,02
4	4,2	0,09	42,48	2,25	1,23
5	4,0	0,84	41,70	2,12	1,34
6	4,2	0,42	44,22	1,75	1,70

U prvim pokusima pokušali smo kultivirati gljive *A. campestris* i *M. Hortensis* u surutki kakva je dobivena s tim što je prethodno sterilizirana i što joj je pH podešen na vrijednosti koje su optimalne za rast ovih dviju gljiva. Nakon petodnevnog kultiviranja utvrđeno je da *A. campestris* raste dobro u takvoj podlozi dok rast gljive *M. hortensis* nije uopće primijećen. Rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli 2 i 3.

**Tabela 2.**  
**Rast gljive *Agaricus campestris* u surutki**

Pokus	Surutka ‰	Koagulat	Biomasa (s. t.) g/100 ml podloge
1	100	+	1,01
2	80	+	1,55
3	60	+	1,36
4	40	+	1,11
5	30	+	0,53
6	100	—	0,36
7	30	—	0,84
8	60	—	1,02
9	40	—	0,74

Za ove gljive smo u ranijim ispitivanjima našli da je 2‰ dovoljna koncentracija izvora ugljika u podlozi, a s obzirom da surutka sadrži preko 4‰ laktoze u pokusima smo koristili i razrijeđenu surutku za kultiviranje

ovih gljiva i našli smo da se razrjeđivanjem surutke do izvjesne granice postižu čak i viši prinosi biomase gljive nego što je to slučaj sa nerazrjeđenom surutkom.

Iz tabele 2, se vidi da 80%-tna surutka daje za 50% viši prinos gljive *A. campestris* nego što je to slučaj sa 100%-tnom surutkom. Ukoliko se surutka razrijedi više od 2,5 puta u tom slučaju su prinosi biomase niži nego u 100%-tnoj surutki i svako dalje razrjeđivanje vodi odgovarajućem padu prinosa biomase.

Iz iste tabele je vidljivo da u pokusima označenim brojevima 1—5 koagulat koji je nastao toplinskom obradom surutke nije izdvojen iz podloge, dok je u ostala četiri pokusa (redni brojevi od 6—9) uklonjen sterilnom filtracijom. Količina biomase gljive *A. campestris* dobivena u surutki iz koje nije izlučen koagulat je veća od one koja se razvila u surutki bez koagulata. Taj podatak nam govori da ova gljiva koristi za svoj rast i tvari iz koagulata.

Tabela 3.

Rast gljive *Morchella hortensis* u surutki

Pokus	Surutka %	Koagulat	Biomasa (s. t.) g/100 ml podloge
1	100	+	0,00
2	80	+	0,00
3	50	+	0,43
4	40	+	0,54
5	100	—	0,00
6	80	—	0,91
7	60	—	0,73
8	40	—	0,59

Kao što je već naprijed pomenuto gljiva *M. hortensis*, za razliku od gljive *A. campestris*, ne raste u 100%-tnoj surutki sa kojom smo raspolagali. Međutim, razrjeđivanjem surutke postignut je rast i ove gljive (tabela 3). Interesantno je napomenuti da je u ovom slučaju prinos biomase znatno viši u surutki iz koje je izdvojen koagulat nego u surutki sa koagulatom. U surutki sa koagulatom prinosi biomase gljive *A. campestris* (tabela 2) su znatno viši od prinosa biomase gljive *M. hortensis* (tabela 3). Tako npr. u slučaju kultiviranja ovih dviju gljiva u 60%-tnoj surutki postigne se tri puta više biomase gljive *A. campestris* nego biomase *M. hortensis*. Iz tih dviju tabela se također vidi da su količine biomase postignute u surutki bez koagulata približno iste za obe ispitivane gljive.

Ispitivane gljive dobro rastu u podlozi koja se sastoji od glukoze ili laktoze i krompirove infuzije. Da bi se ispitao uticaj krompirove infuzije na rast *M. hortensis* u surutki, ta gljiva je kultivirana u podlozi sastavljenoj od ta dva supstrata (krompirova infuzija i surutka) u kojoj je svaki od njih bio zastupljen u različitoj koncentraciji. Rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli 4.

Iz iznesenih rezultata može se zaključiti da krompirova infuzija djeluje stimulatивно na rast gljive *M. hortensis* u surutki, a što se vidi iz dobivenih viših prinosa biomase te gljive. Dodatkom krompirove infuzije razrjeđuje se surutka i time se stvaraju povoljniji uvjeti za rast gljive *M. hortensis*.

sis (jer ona ne raste u nerazrjeđenoj surutki) a time se unose i hranjive tvari i bioelementi koji pospješuju rast ovog mikroorganizma.

S obzirom da gljiva *M. hortensis* raste samo u razrjeđenoj surutki pretpostavili smo da je u nerazrjeđenoj surutki spriječen početni stadij razvoja biomase ove gljive. Da bismo to provjerili prethodno smo kultivirali ovu gljivu u podlozi koja se sastojala od krompirove infuzije i glukoze. Nakon tri dana kultiviranja u takvoj podlozi razvila se relativno velika količina biomase (oko 0,7 g suhe tvari/100 ml podloge) koju smo dekantiranjem odi-

**Tabela 4.**

**Infuzija krompira i surutke kao podloga za rast gljive *Morchella hortensis***

Surutka (ml)	Koagulat	Voda (ml)	Krompirova infuzija (ml)	Biomasa (s. t.) (g)
0	—	—	100	0,41
10	—	—	100	0,68
20	—	—	100	0,91
50	—	—	100	1,55
10	+	—	100	0,72
20	+	—	100	1,08
50	+	—	100	2,06
50	+	70	10	0,85
50	+	60	20	0,90
50	+	40	40	1,07
50	+	20	60	1,12
50	+	0	80	1,22
100	+	40	10	0,53
100	+	25	25	1,10
100	+	0	50	1,36

jelili i prenijeli u nerazrjeđenu surutku. Rezultati prikazani u tabeli 5 pokazuju da je gljiva nastavila dobro da se razvija i da je u slijedeća tri dana kultiviranja prirast biomase bio oko 1,2 g suhe tvari u 100 ml surutke.

**Tabela 5.**

**Rast gljive *Morchella hortensis* u surutki nakon njenog prethodnog kultiviranja u »krumpir-glukoza« podlozi**

Podloga	Vrijeme kultiviranja (dani)	Dekantiranje	Biomasa (s. t.) g
Krompir-glukoza	3	—	0,72
Krompir-glukoza	6	—	0,93
Krompir-glukoza +	3	+	
Surutka	3		1,98

Iz rezultata iznesenih u ovom radu može se zaključiti da se surutka — s obzirom da sadrži izvor ugljika, dušika, fosfora, vitamina i mineralnih tvari — može koristiti kao kompletna podloga za kultiviranje gljiva *Agaricus campestris* i *Morchella hortensis*. Viši prinosi se postižu u razrjeđenoj, nego u nerazrjeđenoj surutki. Dodatak krompirove infuzije surutki pospješuje rast ispitivanih organizama u takvoj sredini.

**SUMMARY**

In this work whey was used as the growth medium for submerged cultivation of higher fungi *Agaricus campestris* and *Morchella hortensis*.

From the obtained experimental results it is possible to conclude that *A. campestris* grows both in undiluted as well as in diluted whey. The first stage of the growth of *M. hortensis* was not noticed in undiluted but it develops well in diluted whey.

Potato infusion stimulates development of used higher fungi in whey.

#### LITERATURA

1. KIHLEBERG, R. (1972): The Microbe as a Source of Food; **Annual Review of Microbiology**, **26**, 427—466
2. DABBAH, R. (1970): Protein from Microorganisms. **Food Technology**, **6**, 35—42
3. LITCHFIELD, J. H., VELY, V. G., and OVERBECK, R. C. (1963): Nutrient Content of Morel Mushroom Mycelium. Amino Acid Composition of the Protein. **J. Food Sci.**, **28**, 741—743
4. SINGER, R., Mushrooms and Truffles, Leonard Hill (Books) Ltd., 1961.
5. LITCHFIELD, J. H. (1967): Morel Mushroom Mycelium as a Food-Flavoring Material. **Biotechnol. and Bioeng.**, Vol. **IX**, 289—304
6. LE DUY, A., KOSARIC, N., ZAJIC, J. E. (1974): Morel Mushroom Mycelium Growth in Waste Sulfite Liquors as Source of Protein and Flavouring. **J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.** **7**, 1, 44—50
7. REUSSER, F., SPENCER, J. F. T. and SALANS, H. R. (1958): Protein and Fat Content of Some Mushrooms Grown in Submerged Culture. **App. Microb.** **6**, 1—4
8. POKROVSKIJ, A. A.: Himičeskij Sostav Piščevyh Produktov, Piščevaja promyšlenost, Moskva, 1976.

## TENDENCIJE PROIZVODNJE I PRERADE MLEKA\*

Momčilo ĐORĐEVIĆ, dipl. ing., Dragica MIOČINOVIĆ, dipl. ing.

Institut za mlekarnstvo mlekarske industrije Beograd

### Uvod

Referatima i diskusijom na prošlom V-om Jugoslovenskom međunarodnom simpozijumu o savremenoj proizvodnji i preradi mleka, aprila 1973. god., naglašeno je da obim proizvodnje mleka čini osnov ponude na tržištu. Tada smo se realno zalagali da proizvodnju mleka kvantitativno i kvalitativno povećamo. Ovo drugo znači da proizvedeno mleko mora biti robno mleko tj. mleko namenjeno prometu, a koje treba da ispunjava odgovarajuće uslove prometa koji su nam dobro poznati. Analizirana je struktura proizvodnje i prometa sirovog mleka, pa je zaključeno, da je stepen ovog poslednjeg bio veoma nizak za SFRJ a tako i pojedine republike. Moramo se podsetiti da se zadnje godine posmatranja 1971. kod nas otkupljivalo svega 22,4% od ukupno proizvedenog mleka a da se taj procenat kretao od 4,1% za Kosovo do 35,4% za Sloveniju. Ovaj procenat ujedno pokazuje i stepen razvijenosti nekog područja u odnosu na drugo ili pak cele naše zemlje u odnosu na ostale, gde ovaj stepen iznosi i preko 90% (Holandija). Paralelno sa prometom sirovog mleka istaknuta je važnost tzv. tehnološke faze prometa koja je najznačajnija, a po tom tržište i potrošnja koja prati prethodne faze.

No, nažalost moramo konstatovati da nema sinhronizovanja u razvoju ovih osnovnih ekonomskih funkcija tj. proizvodnje i prometa, a također nema ni dovoljne sinhronizacije između pojedinih faza prometa.

Momentalno smo u takvoj situaciji, da snažno osećamo rezultate nesinhronizovanja ekonomskih funkcija i pojedinih faza, zbog čega se javljaju tendencije povremenog obustavljanja otkupa sirovog mleka pa čak i smanjenja

\* Referat održan na 6. Jugoslavenskom simpoziju u Portorožu 1977. g.