

RÁCZ LÁSZLÓ–PAPP LAJOS–FODOR PÉTER

A TERMESZTETT CSIPERKEGOMBA (AGARICUS
BISPORUS) ÉS TALAJA FŐ-ÉS
NYOMELEMTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

SUMMARY: We examined 180 mushroom-and soil samples so as to know what and how much macro and micro elements the grown mushroom takes from the soil.

We established, that Ca, Cd, Cu, Mn, Ni and Zn from the mushroom get and enlarge in the mushroom, while Cr, Co and Hg elements do not get into the mushroom. The conclusion of it is, that Ni and Cd content of the mushroom must strictly be controlled.

We also examined effect of some elements on quantity of the crop and found that Hg caused decrease in crop.

1. Bevezetés - adatok a csiperkegomba termesztéséről

A világon jelenleg évente 4 millió tonna gombát termesztenek, ennek több mint a fele csiperkegomba (*Agaricus bisporus*), kereskedelmi nevén sampinyon (*champignon*). Európában és Amerikában a piacot ez a gomba uralja. Főbb termelők: USA, Kína, Franciaország, Hollandia, Egyesült Királyság.

Hazánk 1990 és 1993 között megkétszerezte a termesztett csiperkegomba termelését, elérte az évi 20 ezer tonnát. Így az egy főre eső mennyiségével (2 kg/év) Magyarország az európai középmezőnybe emelkedett. A termesztett gomba fogyasztása ezen

érték alatt van, pl. 1992-ben 4200 tonna friss gombát exportáltunk, azaz a termesztett mennyiség 26 %-át. Az 1. sz. táblázat néhány európai ország adatát tartalmazza a rendelkezésünkre álló legutolsó információink alapján. (Gombatermesztők Országos Lapja)

1. sz. táblázat

Néhány európai ország termelési adatai

Ország	Termelés (t)	kg/fő	részesedés %
Franciaország	240 000	4,5	6
Hollandia	200 000	15	5
Olaszország	100 000	1,8	2,5
Csehország	3 500	0,4	≈0,1
Szlovákia	1 000	0,2	0,025
Magyarország	20 000	2	0,5
Legnagyobb fogyasztók: Belgium, Németország, Egyesült Királyság			

A csiperke termesztése a 17. sz. közepén Franciaországban kezdődött; Magyarországon az 1850-es évek óta termesztik.

2. A feladat ismertetése

A mezőgazdaságban termesztett élelmiszerek vizsgálata több szempontból is fontos. Indokolják ezt: egyrészt a környezetből, úgymint a levegőből, vízből és talajból a növényvel (illetve terméssel) kölcsönhatásba kerülő – elsősorban toxikus nyomelemek egyre gyakoribb előfordulásai, másrészt a termelés, termesztés optimalása, azaz a terméshozamok növelése (anélkül, hogy a beltartalmi értékek

csökkennének). Mindezek mellett fontosnak tartjuk az analitikai eljárás fejlesztését és ismertetését.

Kísérleteink során vizsgáltuk a zárt terekben (pincékben) termesztett csiperkegomba fejlődését, illetve a termésidőszak ún. "termesztési hullámai" alatt annak fő- és nyomelemtartalom változását olyan körülmények között, amikor a termőtalajába (komposztba), illetve az ezt fedő felső rétegébe (az ún. takarótalajba) ismert és változó mennyiségben bejuttattuk a termesztett gomba fő elemeit (K, Na, Mg, Ca) esszenciális elemeket (Mn, Zn, Cu, Co), valamint toxikus nyomelemeket (Cd, Cr, Hg, Ni, Pb).

A fő- és nyomeleminaként, illetve terhelést két módszerrel valósítottuk meg (lásd 2. táblázat).

Egyik eljárásunknál külön-külön, azaz elemenként kevertük be az egyes elemek sóinak oldatát (azonos minőségű) termesztő talajokba, (komposztokba), illetve a takarórétegekbe, s változtattuk az egyes elemek mennyiségeit is. A mennyiségek megválasztásánál úgy jártunk el, hogy a komposztot a kísérletekbe bevont 13 elemre megvizsgáltuk, s főelemek esetén a komposztban, illetve a takaróréteggként alkalmazott talajban talált elemek mennyiségét rendre 10, 20, 50, illetve 100 %-kal, nyomelemeknél ugyanezt 100, 200, 500 és 1000 %-kal növeltük. A fenti anyagokat egyszerű szervesen sóikból (kloridokból, illetve nitrátokból) készült oldatok alakjában úgy homogenizáltuk, hogy 25 kg komposztot kimértünk (ennyi kerül egy fóliaszákba) és ezt egy kb. 2x1 méteres lapos fólián egyenletes vastagságban elterítettük. Erre permeteztük rá az 1 liter oldattérfogatra készített sók oldatát. A Ca és Mg sók esetében a nagy mennyiség miatt szilárd állapotban homogenizáltunk. Homogenizálás után fóliaszákba töltöttük és a pince talajára helyeztük. Minden esetben két párhuzamos mérést állítottunk be.

A takaróanyagra – amit kb. 5 kg-nak vettünk zsákonként – a számított 200 cm^3 sóoldatot rápermeteztük.

2. sz. táblázat

A komposztba, illetve takaróanyagba juttatott elemek

		I.	II.	
NYOM- ELE- MEK	Az egyes mikro- elemek sói külön-külön a KOMPOSZTBA keverve (+ 1000 %)	Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn, sók (MIKRO e) együttesen változó koncentrációkban		
	KONTROLL	KOMPOSZTBAN	TAKARÓANYAGBAN	
	Cd	KONTROLL	KONTROLL	
	Co	+100%	+100%	
	Cr			
	Cu	+200%	+200%	
	Hg			
	Mn	+500%	+500%	
	Ni			
	Pb	+1000%	+1000%	
FŐ- ELE- MEK	Az egyes mak- roelemek sói külön-külön a KOMPOSZTBA keverve (+ 100%)	K, Na, Mg, Ca-sók (MAKRO e) együttesen változó koncentrációkban dúsítva a		
	KONTROLL	KOMPOSZTBAN	TAKARÓANYAGBAN	
	K	KONTROLL	KONTROLL	
	Na	+10%	+10	
	Mg	+20%	+20	
		+50%	+50	
	Ca	+100%	+100	

A zsákokon a termés időben periodikusan képződik, ezek az ún. terméshullámok. Mi az első négy termesztési hullámban szedtünk mintát. Egy-egy szedés után 1–1,5 hét múlva szedhető a következő termés. A 4. hullám után is van gombatest képződés, de jelentősen csökken a szedhető mennyiség.

Munkánk során vizsgáltuk a vakpróba-hoz (azaz az adalékolatlan talajhoz, komposzthoz és takaróréteghez) viszonyítva a talajba történő különböző minőségű és mennyiségű adalékolás hatására bekövetkező elemkoncentráció-változásokat a fenti terméshullámok során. Vizsgáltuk továbbá a termesztés kezdetén és végén a komposzt valamint a takaróanyag fő- és nyomelem koncentrációit.

3. *Mintaelőkészítési és vizsgálati módszerek*

A komposztból, a takarórétegből és gombákból vett átlagmintákat 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk, majd töréssel, dörzsöléssel addig aprítottuk, amíg a vizsgálathoz vett teljes anyagmennyiség áthullt a 60 µm-es műanyag szitán. Komposztból és takaróanyagból kb. 8 g-ot, gombából 25 g-ot mértünk be pontosan. Száranyag-tartalom: gombánál 7 %, komposztnál 37–42 %, illetve takaróanyagánál 55–65 %.

Mintavétel. gombánál: a két párhuzamos termesztőzsákról 4–4 gombát vettünk le. Műanyagkéssel szűrőpapíron negyedeltük, esetleg nyolcadoltuk mindegyiket, a gomba nagyságától függően, majd mind a 8 gombafejből mértünk ki pontosan 25 g körüli mennyiségeket.

komposztnál: egy 2,5 cm-es belső átmérőjű műanyagcsővel függőleges irányban átszúrtuk a takaróanyagtól megtisztított komposztot és a zsák aljáig töltük. Az ezáltal kivett talajminta 4 különböző magasságából rétegeket vettünk és helyeztünk a szárítóedénykére. Kb. 8 g-ot mértünk be pontosan.

takaróanyagánál: a termesztőzsák fedőrétegének 5 különböző helyéről vettük a mintát.

Az így nyert mintákból 200–200 mg-ot 100 cm³-es zárható teflonpoharakba mértünk, s 2 cm³ cc. pa. HNO₃ és 2 cm³ 30 %-os pa. H₂O₂ elegyében roncsoltuk. Roncsolásnál a lezárt edényeket vízzel töltött nyomásálló edénybe helyeztük. Kb. 30 perc alatt melegítettük fel az edényben lévő vizet (~ 120000 Pa) nyomás alatt forráspontig, majd ebben hagytuk lehűlni a teflonedényeket. Lehűlés után szétszedve ezeket gombák esetén kristálytisztá oldatot, talajoknál szintelen, kovasav tartalmú oldatokat nyertünk. Ez utóbbiakat a kovasavtól megszürtük. Minden oldatot kétszer desztillált vízzel 10–10 cm³-re töltöttük.

Külön-külön matrixot tartalmazó kalibráló oldatsorozatot készítettünk a talajok, illetve a gombák oldataihoz. Talajoldatokhoz a kalibráló sorozat 1000 µg.cm⁻³ Ca-ot, Al-ot és Fe-at, 100 µg.cm⁻³ K-ot, Na-ot és Mg-ot tartalmazott. A gombák oldataihoz készült kalibráló oldatok 100–100 µg.cm⁻³ mennyiséget tartalmaztak alkáli- és alkáliföldfémekből. A kalibráló oldatok savkoncentrációját HNO₃-val a mintaoldatokéval azonosra állítottuk.

Az egyes elemek koncentrációinak meghatározásához Jarell-Ash ICP-optikai emissziós spektrométert alkalmaztunk polikromátor üzemmódban. A vizsgálatainknál használt fontosabb paraméterek az alábbiak voltak: kicsatolt teljesítmény 1,05 kW, porlasztógáz (Ar) sebessége 0,4 dm³/perc, plazmagáz (Ar) sebessége 14 dm³/perc. A vonalak mérésénél kétoldali háttérkorrekciót alkalmaztunk 7–7 sec integrációs idővel, s a vonal + háttér jelet is 7 s-ig mértük. Az oldatok porlasztásához Babington rendszerű porlasztót alkalmaztunk.

4. Mérési eredmények

Az alábbiakban felsorolt elemek migrációját mértük a talaj, illetve takaróréteg és a termesztett gomba között. A főelemeket (K, Na, Ca, Mg) külön-külön és együtt, a nyomelemeket (Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb és Zn) az egyik sorozatban szintén elemenként külön-külön, a másik sorozatban a 9 elem sóinak oldatát együtt adagolva, változó koncentrációkba vittük a talajba, illetve a takarórétegbe.

A főelemekből a K, Na és Mg – a talajból és a takaróanyagból – a megnövelt koncentrációk ellenére sem jut be szignifikánsan több a gombába, mint a vakpróba esetén. A Ca hozzáadása a talajhoz az első három gombatermesztési hullámnál jelentősen – mintegy háromszorosára növeli a gombák Ca tartalmát –, a 4. hullámnál kismértékű növekedést mértünk.

A Cd, mint toxikus elem a talajból és a takarórétegből átjut a gombákba. A kontrollban lévőhöz képest 2–10-szeres mennyiségben adva a talajhoz, ennek mennyisége a hozzáadás arányában jelentősen nőtt a gombákban. (1. ábra)

A Cr, Co, Hg és Pb növekvő mennyiségben történő adagolása a talajhoz, illetve takaróanyaghoz nem növeli meg az egyik termesztési hullámban sem a felvett anyag mennyiségét.

A Cu és a Mn a termőtalajból, a Zn pedig a takaró talajból enyhe migrációt mutat a termesztett gombába.

Meglepő volt számunkra a Ni viselkedése. Ez különösen a talajba bevitt Ni-só hatására – főleg az első terméshullámban termesztett gombákban nagymértékben dúsul. További termesztés során mind a talajból, mind a takaró rétegből az eredeti (vakpróbához viszonyított) Ni mennyiségének 3–5-szörös mennyiségét veszi fel a termesztett gomba. (2., 3. ábra) A 3. és 4. terméshullámban a takaróanyagra 2-, 5- és 10-szeres koncentrációban adagolt sók hatására már nem születet termőtest.

A fenti fő-, illetve nyomelemek a termés mennyiségére az alábbi hatást fejtették ki:

A fő elemek K, Na, Mg, Ca adagolása úgy a komposztba, mint a takarórétegbe kismértékű termésnövekedést eredményezett. A nyomelemekkel való talajdúsításnál sem az egyedi elemek növekvő koncentrációjánál, sem az egymás mellett 9 elemet tartalmazó oldat növekvő mennyiségben történő adagolásánál nem észleltünk termés mennyiség változást. A Hg-tartalmú oldattal kezelt mintánál később jelent meg a termés, illetve ennek mennyisége elmaradt az átlagtól. Szembetűnő viszont, hogy a takaróanyagba juttatott nyomelemek jelentős terméscsökkenést eredményeztek.

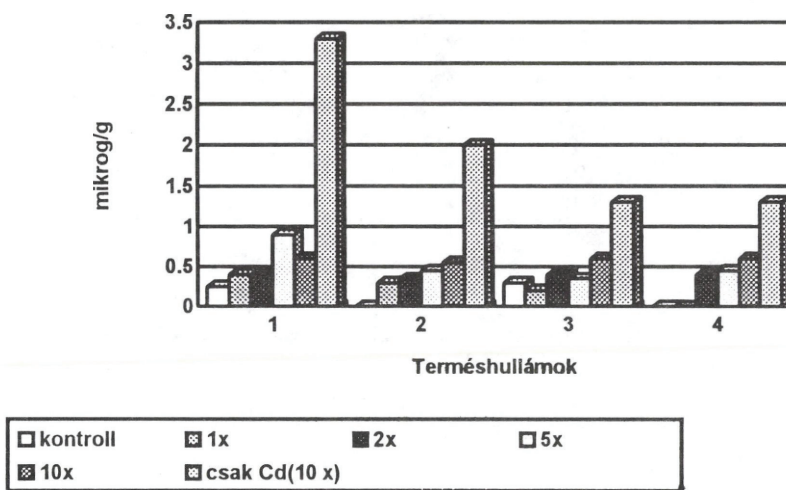
5. Következtetések

Gombatermesztésnél igen fontos a felhasználásra kerülő talaj (komposzt) és takaróanyag Cd-, Ni-tartalmának vizsgálata, azaz ismerete, illetve minimális szinten tartása, mivel e két toxikus nyomelemet jelentős mennyiségben beépíti testébe a csiperkegomba. Fontos továbbá a Hg-tartalom vizsgálata, mivel a termésmennyiséget jelentősen csökkenti. A főelemek – K, Na, Ca és Mg – optimális koncentrációjának biztosítása növeli a termésmennyiséget, de ezekből csak a Ca épül be jelentősen a gombába, főleg az első három terméshullámban.

Az eddigi vizsgálati eredményekkel (és tapasztalatokkal) ellentétben kimutattuk, hogy a termesztőtalaj (komposzt) felületére helyezett néhány cm vastag takarórétegben lévő egyes elemek is beépülnek a gombába.

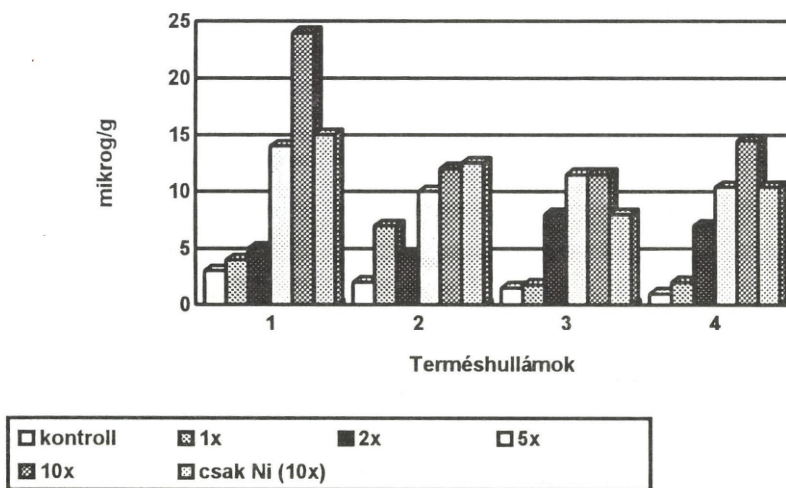
Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az egészséges emberi táplálkozás alapjául csak az a gomba szolgál, mely a jelentős, esszenciális aminosav (fehérje)-, és alacsony szénhidrát-tartalom mellett magas ásványi anyag tartalommal bír, és nem terhelte termesztés során toxikus nyomelem, elsősorban Cd és Ni.

A komposztba vitt fémsók hatása a gomba Cd tartalmára



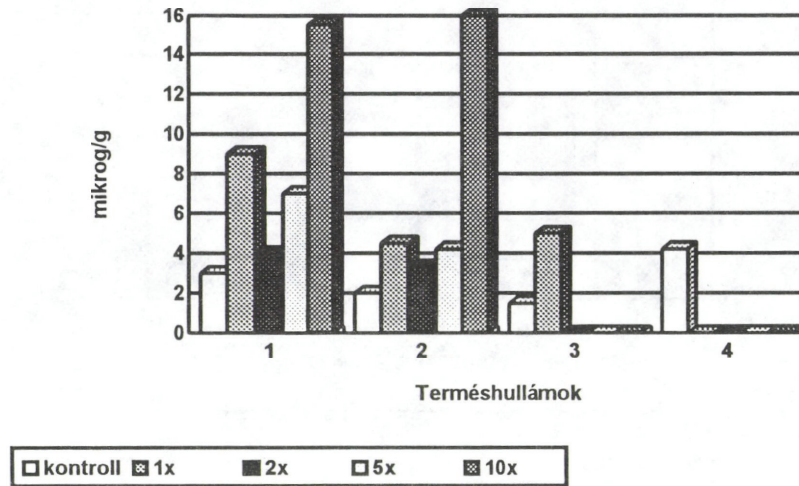
1. ábra

A komposztba vitt fémsók hatása a gomba Ni tartalmára



2. ábra

A takaróanyagra vitt nikkelsók hatása a gomba Ni tartalmára



3. ábra

Felhasznált irodalom

1. Chang, S.T. and Hayes, W.A, 1978: Biology and Technology of Cultivated Mushrooms. London.
2. van Griensen, L. J. L. D, 1987: The Cultivation of Mushrooms. The Netherlands.
3. Müller M., Hartmann E., 1992: Friedrich-Schiller-Univ. Jena. Biol. Fakultät, Institut für Ernährung und Umwelt.