

Versenyelőny képzés specializációval a kisüzemi gombatermesztésben

Fogyasztói elvárások és nyersanyag-választás I.

Piaci alapú versenyben a sikeres vállalkozások nem öncélúan léteznek, hanem tevékenységükkel többnyire valamilyen fogyasztói elvárást elégítenek ki, vagy teremtenek meg.

Hazai kisüzemi gombatermesztés esetében egészen a legutóbbi időig a legfontosabb fogyasztói elvárás a termesztők felé a kedvező árú, hagyományos magyaros ételek készítéséhez felhasználható termőtestek előállítását volt.

Ennek eléréséhez (és a haszon maximalizálásához) elegendő elvárás volt a nyersanyagok minőségével kapcsolatban, hogy azok alapanyagként elkészítve minél nagyobb értékesíthető termőtest tömeget (hozamot) biztosítsanak a termesztő számára.

Napjainkban azonban a fogyasztói elvárások rendkívül széles palettán helyezkednek el. Az ezeket specializáltan kiszolgáló tevékenység függvényében egymástól nagyban különböző tulajdonságú nyersanyagokra lehet szükség a mindennapos termesztésben.

A korábban megkezdett gondolatmenetet folytatva (Östermelő Gazdálkodók Lapja 2017/2 – Nyersanyagok, mint a specializáció alapjai I.) pár lapszám erejéig a teljes gombatermesztési spektrumon végighaladva a piaci igényekből levezetve

bemutatásra kerülnek az egyes esetekben mérlegelendő nyersanyag választási szempontok. A témát a nyersanyagok termesztési specializációban betöltött szerepének összefoglalása zárja majd (Nyersanyagok, mint a specializáció alapjai II.).

Az 1. ábra úgy rendezte sorba az egyes fő kategóriákat, hogy az tükrözze a beltartalmi értékekkel kapcsolatos, kategóriánként egyre szigorodó, vásárlói elvárásokat.

Ezekben a termesztési szegmensekben mindenütt jelen vannak kisüzemek is. Az egyes termesztési célokhoz szükséges nyersanyagokon keresztül röviden bemutatásra kerül pár ilyen működési modell.

Elsőként azon megoldások speciális nyersanyag választási szempontjaival foglalkozunk, amelyeknél nem elvárás a fogyasztható végtermék. Az 1. táblázat foglalja össze a kategórián belüli főbb különbségeket.

Nem fogyasztásra szánt megoldások nyersanyagai

MIKOREMEDIÁCIÓ

A mikoremediáció, azaz a szennyezett talaj és vizek biológiai úton történő helyreállítása, *bioremediációja* gombafajok segítségével, egyelőre még világszerte gyerekcipőben jár, és legtöbbször alap-

kutatások vagy figyelemfelhívó/ környezetvédelmi PR kampányok részét képezi. Gyakorlati potenciálja az eddigi eredmények alapján lehetséges, de még nem pontosan felmérhető. 10 éven belül várhatóan kiderül helye az üzleti lehetőségek között. Mint ahogyan majd a példából láthatóvá válik, a mikoremediáció kísérleti eredményeinek gyakorlati megvalósítása a hangzatos név ellenére nem feltétlenül eszköz vagy forrásigényes, és az elképzelések kisvállalkozások által is kivitelezhetőek. Nagyobb költséget a mintavételezések és laborvizsgálatok jelenthetnek.

Az eziránt érdeklődő, innovatív, egyetemi vagy kutatóhelyi kapcsolódásokkal rendelkező kisüzemeknek a következő években érdemes lehet pályázati források segítségével megismerkedni ezzel a témakörrel.

Eddigi eredmények alapján bizonyos gombafajok, mint például a különféle laskagombák, alkalmasak egyes szénhidrogén származékok (pl. motorolaj) ártalmatlanítására: mintegy 2-3 hónap alatt képesek lebontani ezeket a káros anyagokat.

Az óriás bocskorosgombát (*Stropharia rugoso-annulata*) folyóvizek (legelő, tehenészetek és emberi települések el-



1. ábra: A beltartalmi értékek fontossága szerint rangsorolt gombatermesztési célok



folyó szennyvize és csapadékvize) *E.coli* mentesítésére használták eredményesen több kisebb-nagyobb projekt tanulása szerint.

Mikoremediáció esetében elsődleges szempont az olcsó, elérhető alapanyag, ami könnyen szétteríthető/bekeverhető a helyszínen valamint a szennyezés csökkentésére, kiválasztott gombafaj vegetatív képletei adott körülmények között a kívánt ideig életképesek maradnak rajta.

Mivel nem kell fogyasztásra alkalmasnak lennie sem a szubsztrátumnak, sem a termőtesteknek, így a nem hagyományos gombatermesztési alapanyagok is képviselhetnek értéket. Eddig például a szalmán* és faforgácson kívül többek között vázszonzsákok, kávézacc és emberi haj (!) is felhasználásra került.

Számos mikoremediációs projekt szolgált kisebb-nagyobb kiegészítő bevételi forrásként gombatermesztő üzemeknek az elmúlt években.

Ezek közül pár példa:

Az egyébként kültéri gombatermesztéshez oltócsapokat gyártó amerikai Fungaria Farm kisüzeme 2011-2014 között vett részt egy kisebb motorolaj és dízel szennyezés rehabilitálásában.



2. ábra: Mikoremediációs helyszín kialakítás alatt
Forrás: Fungaria Farm

A projektet egy környezetvédelmi alapnak benyújtott pályázatból finanszírozta a megrendelő non profit fél. A kisüzem vázszonzsákokat töltött meg gabonacsírával beoltott szalmával, majd átszövetés után kartonpapírokkal, letermelt laskagomba komposztal és a megtisztítandó talajjal rétegezték egymásra. A projekt végén laboratóriumban végzett mérésekkel igazolták, hogy a talaj szennyezettsége a biztonsági határként előírt értékek alá csökkent, míg

* Szalma használatakor ügyelni kell arra, hogy *E.coli*-hoz hasonló, de nem veszélyes mikrobák jelenléte hamis pozitív laboratóriumi mérést eredményezhet.

a nem kezelt területek szennyezettsége nem változott.

2012-ben az EPA, az Egyesült Államok Környezetvédelmi ügynöksége, 80 ezer dollárt (20 M Ft) biztosított az egyik ismertebb (ikonikus) egzotikus gomba termesztőnek, Paul Stamets-nek egy ún. mikofiltrációs rendszer összeállításához.

Két finn egyetem és a finn Környezetvédelmi Intézet közös projektjében, - amelyre 2009-2012 közötti megvalósításra 570 ezer euró (175 M Ft) támogatást kapott a projekt csapat a finn Innovációs Ügynökségtől (TEKES)-, fenyőkérgen növesztett lepketapló (*Trametes versicolor*) segítségével bontottak le 3 hónap alatt szennyező szénhidrogéneket szinte teljes mértékben és a dioxin nagy része is eltűnt. Az átszótt fenyőkérget és a szennyezett talajt ebben az esetben nem szabad földön, hanem kontrollált hőmérsékletű zárt helységben hagyták összeérni.

Extrém példaként említhető, hogy a 2007-es Cosco Busan olajkatasztrófában (San Francisco-i öböl) - az egyébként sorozatban gyártott és más olajszennyezésnél is használt - emberi hajból készült abszorbens párnákat szövették át laskagombával a szénhidrogének ártalmatlanításának céljával - sikeresen. Az eset meglehetősen média nyilvánosságot kapott.

Egyre több önkéntes szerveződésű csoport is foglalkozik mikoremediációval. A 3. fotó 2014-ben készült egy 2009-en indult kezdeményezésről, amely egy amerikai kisvárosi vegyesbolt parkolójából érkező motorolajjal szennyezett csapadékvizet kezeli.

A telepítést végző Olympia Mycelial Network helyi önkéntesekből álló csapata főtevékenységként helyi közösséget erősítő, környezetvédelmi témájú workshopokat szervez, valamint közösségi munkaként iskolakertekbe telepít gomba-növény vegyes ágyásokat.

A tanulók az ágyásokkal a tanév során mini projekteket végeznek.

Mindezekon felül folynak kutatások a nehézfémek eltávolítására, illetve nem toxikus formába történő átalakítására, valamint a textilipari szennyvizek megtisztítására is gombafonalak segítségével. Ezek egyelőre leginkább kutatóintézetekkel közösen végzett K+F együttműködésekre biztosíthatnak módot.



3. ábra: Egy mikofiltrációs megoldás: Vázszonzsákok, benne laskagomba szubsztrátum szűri ki és bontja le az elcsorgó vízben levő motorolajat, mielőtt az a csatornarendszerbe és onnan a környező folyókba kerülhetne.

Fotó: Shawna Miller blogiró

SZERKEZETI ANYAGOK

A mikoremediációtól eltérően a szerkezeti anyagok előállítása esetében a felhasznált nyersanyagoknak már komoly jelentősége van az elkészült termék tulajdonságainak kialakításában. Befolyásolja annak tűzállóságát, hangszigetelő képességét, terhelhetőségét, magát a végső felhasználási célt, amire alkalmas lehet az átszótt alapanyag. A nyersanyag adott időpontban elérhető mennyisége meghatározza a méretezhetőséget is (azaz egyáltalán mennyi végermék elkészítést teszi lehetővé). A csak szezonálisan beszerezhető nyersanyag nagy hatással lehet a gyártás tervezhetőségére, a megrendelések teljesítési idejére. További szempont a minél gyorsabb átszövődés, hogy a foglalt hely minél hamarabb felszabaduljon a következő szövetendő termék számára.

Az alapötlettel előrukkoló 2 egyetemista vállalkozása, az Ecovative, (*Id. Östermelő Gazdálkodók Lapja 2017/1*), kutatási erőforrásai nagy részét a megfelelő nyersanyag-gombafaj-végermék vizsgálatára fordítja, mivel pontosan ebből fakad komparatív előnyük a piacon. Kukoricaszár, kukoricacsuhé, gyapotnövény-maradványok, árpamaghéj, földimogyoróhéj, tarka cirok maghéj (*Sorghum bicolor*), hajdina maghéj, kenderbél, rizs-

1. táblázat: Nem fogyasztásra szánt, gombaiparhoz köthető termékek összefoglaló táblázata

Fogyasztói elvárás a beltartalommal szemben	Előállított termék, szolgáltatás	Milyen piaci igényt elégít ki?	Fő természeti elvárás az alapanyaggal szemben	Bio-massza	Termő-test
Fogyaszthatóság nem cél	Bioremediáció	Mérgező anyagok lebontása, ártalmatlanítása	Olcsó, elérhető, jó starter	✓	(✓)
	Szerkezeti anyagok	Fosszilis energiahordozók kiváltása a műanyagipar egyes szegmenseiben	Gyors átszövettség; átszövetve: tűzállóság, szerkezeti ellenállás, hangszigetelés, felszín és struktúra biztosítása	✓	
	Molekulák, vegyületek ipari felhasználásra	Változatos igények (pl. pigment gyártás)	Pigment gyártás: adott felhasználási pH-n színtabilis végtermék; magas pigment hozam	✓	
	Egyéb	Változatos (pl. talajkondicionálók, kerti dekoráció)	Talajkondicionálók: standardizált összetevők Kerti dekoráció: környezeti kártevő/kórokozó ellenállóság	✓	✓



4. ábra: Téved, aki azt hiszi, egzotikus gyógygomba termesztést lát a képen. Kisüzemi micélium-tégla gyártás folyik egy konténerben az építőipar számára. Forrás: Mycworks



5. ábra: A Gunlocke irodabútor gyártó Savor sorozat vendégszékeinek hát- és ülőlapjai micélium alapú termékből. Forrás: EcovativeMystic Natura Bv, Hollandia

magháj, búzaszalma, fűrészporok - és darált farmernadrágok titkos receptúra szerinti összetételéből különféle termékek születnek. A **megfelelő** nyersanyagok és gombatörzsek (legtöbbször valamilyen taplóféle, mint pl. pecsétviaszgomba-törzsek) párosításával a kis sűrűségű, habszerű anyagoktól kezdve egészen a tömör, sajtolt hatású panelekig szinte bármit elő tudnak állítani.

A cég idén júniusban elnyert egy 4 évre szóló 9,1 millió dolláros (több mint 2 mrd forint) kormányzati megbízást (DARPA ELM program) is újgenerációs építőipari anyagok kifejlesztésére – micéliumból.

Természetesen már kezdenek további vállalkozások is foglalkozni a témával:

A 2015 végén indult indonéz Mycotech kisüzem a lokálisan bőségesen és olcsón rendelkezésre álló olajpálma ipar hulladék-anyagából és egyéb agro-indusztriális melléktermékekből készíti megoldásait. Termékfejlesztéseit egy indonéz és egy svájci kutatóintézetrel karöltve végzi.



6. ábra: Szigetelőfal micéliumból Forrás: Micote.ch

Az európai kontinensen a szintén 2015-ben alapított olasz MOGU/Mycoplast végez fejlesztéseket szalmát, fűrészport, paradicsom héjat és kávézaccot használva nyersanyagként, az Utrechti Egyetem támogatásával.

Mindkét friss vállalkozás számára a fő kihívás egyrészt a kereskedelmi méretű gyártás kialakítása, másrészt a helyettesíteni kívánt termékek árszintje alá kerülés. Versenyhátránynak számít, hogy egy műanyagipari gyártósorhoz képest jóval nagyobb helyigényű a micélium alapú anyagok gyártása ugyanakkora termék volumen eléréséhez.



7. ábra: A MOGU egyik kísérleti termékvonala: környezetbarát cserepek és ültetődobozok gomba biomasszából Forrás:MOGU

Az olasz cég célja mihamarabb túlnőni a kisüzemi kereteken: először az éves 100.000 darab gyártási volumen elérése próbaüzemben 500 ezer euró (mintegy 150 millió forint) befektetéssel és 15 alkalmazottal, majd ezt követné a tényleges gyártóegység létrehozása mintegy 3-5000 nm-en 1-1,5 millió euró beruházással (300-450 millió forint). A végső cél a szabadalmaztatott technológiai eljárás licenzelése az agroszektor egyes résztvevőinek, mint pl. borászatok és olajsajtoltók, akik ezáltal mezőgazdasági melléktermékeikből és hulladékanyagokból állíthatják majd elő saját csomagoló-anyagait.



8. ábra: Micélium alapú szerkezeti anyagok egy átszövető hangárban. Forrás: MOGU



Látszik, hogy a MOGU igyekszik minél hamarabb legyűrni a kisüzemi korlátokat, hogy az Ecovative-hoz hasonlóan valódi versenytársként léphessen fel célpiacain a konvencionális fosszilis alapú termékek gyártóival szemben. Ez azonban nem jelenti azt, hogy egy kreatív agro-kisüzem egy használaton kívüli helységgel és némi gombatermesztési ismerettel ne hozhatna létre kis léptékben is életképes megoldásokat kiegészítő jövedelemforrásként vagy vásárló-szerző lépésként (pl. saját elbomló csomagolóanyag)



9. ábra: Gyártás már-már házi körülmények között az indonéz startupnál. *Forrás: Mycote.ch*



10. ábra: A Mycoworks alapító Philip Ross fapados átszövető műhelye *Fotó: Philip Ross.*

Érdeemes megemlíteni, hogy a kutatóintézeti kooperációkon felül, mindegyik cég ipari formatervezőkkel is igen szorosan együttműködik.

MOLEKULÁK, VEGYÜLETEK IPARI CÉLRA

Ez a szerteágazó terület legtöbbször komolyabb biotechnológiai hátteret és laboratóriumi felszereltséget feltételez. Mégis, léteznek kisebb léptékben is véghezvethető tevékenységek.

Az elsődleges szempont a nyersanyagokkal kapcsolatban azok hasznos végtermékként felhasználni kívánt vegyületre gyakorolt hatása (mennyiség, stabilitás, stb).

Egy ilyen példa a már korábbi lapszámokban megemlített *Monascus* penészgomba család törzsei, amelyek mostanában elsősorban étrendkiegészítőként népszerűek (a tipikus hordozóközeg rizs és a termelt pigment színe után: "vörös rizs"

vagy angkak/anka). Ilyen minőségben történő felhasználáskor természetesen kötelező az emberi fogyasztásra alkalmas alapanyag használata, amelynek a gomba által bizonyos mennyiségben termelt toxikus citrinintől is mentesnek kell lennie. Ha viszont pigmentjeit textilfestésre vagy egyéb célokra szánjuk, nyersanyagok széles köréből válogathatunk. Persze ekkor is ügyelni kell arra, hogy a felhasznált nyersanyag ne okozhasson bőrpanaszokat a végtermék használatakor.



11. ábra: *Monascus purpureus* pigmentekkel színezett kézműves szappan. A pigmenteket antimikrobiális hatásuk miatt is előszeretettel keverik szépségápolási termékekbe *Forrás: Shutterstock*

Mivel egyre több szintetikus pigmentről derül ki, hogy káros az egészségre vagy a környezetre, így az utóbbi időben ismét előtérbe kerültek a természetes színanyagok. A *Monascus* törzsek piros, sárga és narancs színű pigmenteket állítanak elő, különböző arányokban a termesztési körülmények, a gombatörzs és az alapanyag összetétel függvényében.

Bár hobbi textilfestők kalapos gombák termőtesteiből is nyernek ki színanyagokat, a *Monascus sp.* az, amit akár házi keretek között is egyszerűen lehet "termeszteni", mint ahogyan azt a Távol-Kéleten évszázadok óta teszik. Sőt, sokszor jobb eredmények születnek a gombamanufaktúrák által könnyebben implementálható szilárd alapanyagokon való termesztésben, mint az iparban egyébként elterjedt folyadékkultúrák megoldások esetében (gyakran magasabb vízdoldható pigmenttartalomhoz lehet jutni szilárd közegen folytatott termesztésben).

A pigmenteket az átszövetés végén vagy laboratóriumi körülmények között kivonják, vagy egyszerűbb megoldásként az egész szusztrátumot megszárazítják és finom porrá őrlik (hagyományos eljárás).

Az alapanyag pH-jának beállításával alacsony pH-n inkább sárga és narancs

színű pigmentek mennyisége nő, magasabb pH-n a pirosaké. (Ez nem azonos a későbbi textilfestési oldat pH-jával, ami a szín világosságára és mélységére van hatással.)

Rizs nyersanyag esetében a fényezetlen, magas amilóz és alacsony amilopektin tartalmú fajták a megfelelőek. Pár százalék (5%) élesztő hozzákeverésével emelhető a pigment termelés. Hasonlóan jól használható az őrölt kukaricacsutka és meglepő módon a hulladék pékáruk (!) is. Búzakorpán és sörtörkölyön viszont kísérletek szerint túl kevés pigment termelődik, ezeket például nem érdemes felhasználni, amennyiben egyéb nyersanyagok elérhetők.



12. ábra: A nyersanyag hatása: átszövetett rizs (felső mintasor) porrá őrölve és különböző pH-jú festőoldatokban selyem megfestésére használva láthatóan több vízdoldható pigmentet tartalmazott mint azonos mennyiségű és azonos körülmények között átszövetett yamgyökér (alsó mintasor). Indonéz kutatók kísérlete [doi:10.1088/1757-899X/105/1/012035](https://doi.org/10.1088/1757-899X/105/1/012035)

Az Egyesült Államokban mintegy 50 különféle *Monascus* pigment nagyüzemi termelését védi szabadalom, csak Kínában évi 20 ezer tonnára becsülik a különböző *Monascus* törzsek segítségével előállított pigmentek mennyiségét.

Itthon viszont egyelőre nincsen megalapozott tapasztalat ezen penészgombacsalád üzleti felhasználásával kapcsolatban, ezért egy kisüzem csak saját kockázatára próbálkozhat a hazai adaptációval.

A nem fogyasztási célú termesztési módok további példái gyakorlati üzleti alkalmazással a következő lapszámokban kerülnek röviden bemutatásra, ahol ezt követően rátérünk a változatos fókuszú (kulináris cél, természettudatosság, egészségtudatosság, bioaktív komponensek), fogyasztásra szánt termékeket előállító termesztési eljárások és ezek nyersanyag igényeinek bemutatására.

Hajdu Csilla

kertészmérnök-okleveles közgazdász
GEA - Gombák Ezer Arca Non Profit Kft.
E-mail: gombakezerarca@gmail.com