

A közlemény letölthető a következő linken:

<http://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2016/09/szantofold/a-talajok-precizios-bakteriumtragyazasanak-lehetosegei-es-alapelvei>

AGRONAPLÓ_ 2016.09.06.

A talajok precíziós „baktériumtrágyázásának” lehetőségei és alapelvei

Címkék: [Baktériumtrágya](#), [precíziós trágyázás](#), [talaj](#), [Megosztás Facebook](#) [Twitter](#) [Google+](#)

Oldalszám: 65-68.

Prof. Dr. Biró Borbála

A termésknövelő készítmények leggyakrabban felhasznált termékei az ún. „baktériumtrágyák”. A talajerőre kifejtett vélhető trágyahatások miatt a felhasználásuk terjed. Kérdésként merül fel, hogy vajon vannak-e az alkalmazásnak speciális, „precíziós” szempontjai?

A termésknövelő készítmények leggyakrabban felhasznált termékei az ún. „baktériumtrágyák”. Az elnevezés megtévesztő, mert ezek a „készítmények” valójában nem csak baktériumokat, hanem mikroszkópikus méretű egyéb mikroorganizmusokat, így pl. élesztő és fonalas gombákat, vagy algákat is tartalmazhatnak. A trágyázás kifejezés sem helytálló, mivel csekély mennyiségű tényleges „trágyakezelés” történik, annyi, amit a készítmény élőlényei a testtömege jelent. A termékek mikroorganizmusai (10^8 sejt/ml csíraszámot feltételezve) csak néhány, 1-2 kg körüli szerves trágya anyagot adnak hektáronként (10 l-es alkalmazásnál). Ez aránytalanul kevés a több száz kg-nyi mű- vagy szerves-, tényleges trágyázással összehasonlítva. A készítmények azonban az élőlények folyamatos aktivitását feltételezve hatásosak. A baktériumtrágyák mikrobái legtöbbször nem helyspecifikus szervezetek, így felhasználásuk lehetséges bármilyen talajról, vagy növénykultúráról is legyen szó. Vannak azonban mégis olyan kiemelendő precíziós szempontok, amiket érdemes figyelembe venni a talajok és az egyes mikrobák életteni, fiziológiai tulajdonságait előtérbe helyezve az eredményes(ebb) alkalmazáshoz.

Minden talajban azonos módon hatnak?

A kérdésre általában mindenki azt várná, hogy igen. Ennek indoka lehet, hogy a baktériumtrágyákban található mikroorganizmusokat rendszerint talajokból, vagy a növényi gyökérrendszerből izolálják, így azokat oda visszajuttatva az élet- és működőképességük is elvárható módon megnyilvánulhat. Alkalmazási szempont leginkább a gazdanövénykör, különösen az ún. termékcsaládoknál, ahol például az „a” és „b” típusú készítmény közül az egyiket egyszikűekre, fű- és gabonafélékre, a másikat pedig kétszikűekre, esetleg kapás

növényekre javasolhatják. A pillangósokhoz, odaillő, csak az adott növénnyel, vagy növényfajtaival együttműködő mikroorganizmusokra van szükség (a szóján eredményes *Rhizobium* pl. nem alkalmas a lucerna, vagy a borsó oltására). Sok esetben ezért az oltóanyagok mikroorganizmusaitól elvárható tevékenységet jelölik meg, ezek között a „nitrogénkötő” és „foszfor-mobilizáló”, illetve a „cellulóz-bontó” típusok terjednek leginkább, nyilvánvaló gazdasági fontosságuk miatt is. A talajokra való közvetlen és elsődleges szempontú odafigyelés csak az extrém esetekben jelenik meg, pl. az erősen savanyú, vagy a leromlott, szennyezett talajállapotnál, ahova szintén lehetséges odaillő, azokat a körülményeket is elviselni (tolerálni) képes mikroorganizmusok irányított kiválasztása és felhasználása.

A baktériumtrágyák alkalmazásánál azonban, azok növény-specifikussága mellett is fontos figyelembe venni a használt talajok minőségét, milyenségét, hogy az a külsőleg bevitt mikrobák életére milyen hatással tud lenni. Vannak olyan fizikai-kémiai talajtulajdonságok, amelyek támogatják, mások pedig épp ellenkezőleg, akadályozzák az oltóanyagként bevitt mikroszervezetek túlélését és aktivitásuknak a megnyilvánulását. Ezeket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A szemcseösszetétel szerinti főbb talajfélések és a mikroszervezetek túlélésének támogatottsága (Forrás: BB összeállítás)

MIKROBA TÍPUSOK	A TALAJOK FŐBB TÍPUSAI ÉS A MIKROORGANIZMUSOK TÚLÉLÉSE		
	HOMOKOS	VÁLYOGOS	AGYAGOS
<i>Szabadon élő mikroszervezetek</i>			
Baktériumok	túlságosan porózus, kevés védő kolloid, a víz hiánya kritikus tényező	ideális szemcseméret és -szerkezet, ha a víz és a levegőzöttség is jó	védő kolloid anyagok, de a túl sok vagy a túl kevés víz akadályozó
Fonális gombák	a lebontható szerves anyagok hiánya kritikus	optimális a stabil szerkezetet adó iszap-aggregátumokhoz	Nagyon nagy, levegőtlen szemcsék jöhetnek létre, ami nem kedvező
Élesztőgombák	Nem ideális talaj, túl sok a levegő és kevés a szerves, bontható anyag	túlélést támogató szerkezet, ha szerves anyag is van	levegőtlen szemcsék, az erjedési folyamatoknak kedvező inkább
<i>Növénnyel szimbiózisban élő mikroszervezetek</i>			
Baktériumok	a kritikus víz és növényi tápelemhiány, kezdő starter trágyával javítható	kedvező a szimbiózis kialakulásához	a nagyon kötött talaj akadályozó, lazító anyagokra van szükség
Endofita gombák	a foszforhiány lehet kritikus, a gomba javítja a felvételt, a megfelelő alkalmazással	főleg humusz-tartalom-függő növény-mikroba kapcsolat alakul ki	a hifahálózat javítja a növényi tápelem-feltáródást, a kötött talajban is lazító hatású

Általánosságban elmondható, hogy a:

- homok talajokban (70–100% homoktartalommal) az aerob, nagy levegő- (azaz oxigén) tartalmú folyamatok dominálnak. Ezekben a talajokban a gyorsan elvesztett víz és a bontható szerves anyagok hiánya lehet a leginkább akadályozó tényező. A mikrobák (és a teljes talajközösség) túlélését és működőképességét azzal segíthetjük, ha a talajvizet pl. talajtakarással, mulcsozással minél inkább megóvjuk. A hiányzó, védő kolloidokat a víztartó képességet is javító ásványi anyagokkal (pl. bentonit, alginit) lehet pótolni. A szerves anyagokat zöldtrágyanövényekkel, komposztokkal is bevihetjük a szerves állati trágyák mellett, vagy azok hiányában, a népi mondást követve, mely szerint „homok talajba szálas trágya” kell. Az oltóanyagok mikróbas túlélését a megfelelő, egyúttal talajjavítóként is funkcionáló vivőanyagokba keveréssel is előmozdíthatjuk és így „egy menetes” talajállapot-javítás (melioráció) valósítható meg.
- a **vályog talajok** (40–100% iszaptartalom mellett) szemcseösszetételük alapján általában ideálisak a mikrobiális oltásokhoz. Kellő mennyiségben tartalmaznak iszap- és agyagásványokat is, amelyek védő funkciót töltenek be az egysejtű mikroszervezeteknek. Ha a környezeti körülmények (hőmérséklet, víz) is rendelkezésre állnak és van bontható szerves anyag, akkor a szakszerűen végzett oltással a vályog talajok a mikroorganizmusok túlélését támogatják. Legfontosabb ehhez, hogy a növény táplálásnak főleg a kezdeti szakaszára legyünk figyelemmel, amit a felvehető tápelemek tesznek lehetővé. A kezdeti gyökérképződéshez szerves foszfor anyagokra van szükség. Ezeket a foszfor-mobilizáló baktériumok és bizonyos gombák tudják biztosítani a növény számára, ha van általuk bontható foszfortartalmú szerves, vagy az agyagásványokhoz kötött szerves foszfor a talajban. Az oltás eredményessége tehát ebben az esetben is feltételekhez kötött.
- az **agyag talajok** (60–100% agyagtartalommal) mikrobiális oltást támogató hatásánál fontos figyelembe venni az egyéb talajkörnyezeti körülményeket is. A vízhatásra duzzadó agyagásványok kedveznek a baktériumok túlélésének, így ott azok védve lesznek a számukra leginkább pusztító kiszáradástól. Az agyag talaj azonban maga is szélsőségesen viselkedik a kedvezőtlen, szárazsággal járó időjárásakor, tömörödött és levegőtlen állapot jön létre. A túl sok víz hatására telítődik, saras, vizes, kenődő, nehezen művelhető lesz. Kiszáradáskor pedig zsugorodik, repedezik, ami még tovább csökkenti a talaj víztartalmát. Mindkét esetben levegőtlen (anaerob) állapot keletkezik a talajban, ami fermentációs folyamatokat indít el. Ezek hatására a gyökerekre is toxikus anyagok keletkezhetnek, ami a növény sáynylődéséhez vezet és így közvetve is káros hatás alakul ki az aerob mikroszervezetekre. Az agyagtalajokat nagyobb szemcseösszetételű, a vizet is adszorbeáló ásványi anyagokkal (pl. zeolit, alginit) javíthatjuk. A szálas talajlazító növényi anyagok, így a letermett szalma beforgatása is hatékony, ügyelve a megfelelően optimális C:N arányra is, a „pentozán hatás” elkerülése érdekében. A művelés módjának és eszközeinek a helyes megválasztása az ilyen talajokban igen nagy fontosságú.

Minden talaj azonos módon támogatja a mikroorganizmusokat?

Az 1. táblázatban is részletezett szempontok alapján erre a kérdésre sem tudunk egyértelmű igennel válaszolni. Nagy különbség mutatkozik a baktériumtrágyákkal történő kezelés hatásban

attól függően, hogy az oltóanyagban található mikroorganizmus típus, amit az oltóanyagokkal beviszünk, a kezelt talajban megtalálható-e egyáltalán, vagy onnan teljesen hiányzik?

Ha jelen vannak az adott talajban is **őshonosan a mikroszervezetek**, akkor azok általában konkurenciát jelentenek a külsőleg bevitt mikrobákkal szemben. Ebből a versenyből pedig rendszerint a helybeli (abundáns) szervezetek kerülnek ki győztesen, mivel azok versenyképesebbek, az adott növény-talaj-környezeti körülményhez már hozzászoktak (adaptálódtak). A bevitt sejtek ugyanakkor éppen ellenkezőleg a felszaporítás során túltápláltak, védve voltak eddig minden környezeti stresszkörülménytől, így érzékenyek lehetnek a kiszáradásra, éhezésre, a talaj levegőtleniségére, nem tudnak kellően versenyképesek lenni. A talaj eredeti mikrobáinak a minőségi összetétele mellett azok mennyisége is meghatározza, hogy a verseny hogy dől el és kinek a javára. Az oltásra a szimbionta *Rhizobium* baktériumok pl. nagyobb eséllyel eredményesek, ha nincs a talajban jelen más olyan mikroba, pl. a szójanövények oltása csak odaillő, a talajból hiányzó *Bradyrhizobium japonicum* törzsekkel. Ha jelen vannak a talajban, de kis számban, akkor előzetes szelekció után az adott gazdanövényvel vagy növényfajtaival összeillő törzsek lehetnek eredményesebbek. Mindez célirányos vizsgálatokat és valóban precíziós célú fejlesztést, alkalmazást igényel.

A talajok biológiai aktivitását a mikroorganizmusokat tartalmazó termésmenővelők segítségével fokozzuk. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy egy egészséges talajban ökológiai szempontból a mikrobák (baktériumok, mikroszkópikus gombák) mellett további élőlények, egy teljes **talaj-táplálékháló (soil food web)** található, illetve kellene, hogy jelen legyen. Az élőlények összessége, az edafon összetevődik a növényvilághoz (talaj-flóra) sorolható élőlényekből és a talajállatokhoz (talajfauna) tartozó szervezetekből. Ezek egymással bonyolult kapcsolatban, kölcsönhatásban vannak. A táplálkozási lehetőségeiket és így a túlélésüket is ez határozza meg. Ha egy élőlénycsoport kipusztul, akkor ennek következtében megváltozik a talajtól elvárt „ökoszisztéma szolgáltatások” egész sora. Hogy melyek, azokat az adott talaj-növény rendszer, a megjelenő negatív környezeti tényező és még számos paraméter, így pl. a művelési mód, az időjárás is meghatározza. A megszünt (vagy megszüntetett) talajfunkciót részben a baktériumtrágyák pótolhatják. Ezekkel bizonyos „feladatokat” sikerül, másokat pedig nem sikerül (sokszor nem is lehet) pótolni. A baktériumoltásra szükség van a mezőgazdasági vegyszerek (rovar- és gyomirtók, gombaölők), „cid” anyagok alkalmazását követően, hiszen a talajból a hasznos, „nem célzott” baktériumokat, gombákat is egyúttal elpusztíthatjuk. A gyomirtó szerek (herbi”cid”ek) hatásának meghosszabbításához például további, a mikrobás lebontást akadályozó vegyi anyagokat (extendereket, antidotumokat) adnak gyárilag. Eljuthatunk így a teljesen vagy részben steril talajokhoz, amelyeknél már a növény táplálás is csak állandó külső tápanyagokkal és védelmet biztosító peszticidek sorozatával lehetséges. Ha azonban a teljes talaj-táplálékháló rendszer jól működik, akkor a legtöbb talaj önálló és automatikus módon lesz képes a legfontosabb funkcióit, a növény táplálását és a környezeti károkat toleráló puffereképességet ellátni. A táplálékháló szervezetekre ható talaj-környezeti tényezőket a 2. táblázat összegzi.

2. táblázat: A legfontosabb tényezők, amelyek a talajélőlények túlélésére és így a bevitt baktériumtrágyákra is hatással vannak a talajokban (Forrás: BB összeállítás)

TALAJÉLŐLÉNYEK TÍPUSA	TALAJÉLŐLÉNYEK TÚLÉLÉSÉT TÁMOGATÓ TÉNYEZŐ A TALAJBAN		
	HUMUSZ ÉS SZERVES ANYAGOK	VÍZTARTALOM	LEVEGŐZÖTTÉG
<i>Talajflóra</i>			
Baktériumok	Bontható szerves anyagok szükségesek a túlélésükhöz	A szárazföldi vízkapacitás, V _k = 30–60%-a az optimális	Levegőzött talajokban az aerob, tömörödött, kötött talajokban az anaerob szervezetek élnek
Mikroszkópikus gombák	Nehezebben lebontható növényi anyagokra van szükségük és savanyúbb pH-ra	Nedvesebb talajra és mezofil, meleg hőmérsékletre van szükségük	Aerob körülmények a fonális gombáknak, anaerob az élesztő gombáknak kedvez
Algák (zöld és kék)	Talajfelszínen szerves anyag nélkül is megélnek, talajképződésre hatnak	Víztartalom mérsékelten szükséges, de a sok víz sem káros	Aerob vagy fakultatívan anaerob szervezetek
<i>Talajfauna</i>			
Mikrofauna (egysejtűek), csillósok, ostorosok, gyökérlábúak)	A baktériumflóra tagjaival táplálkoznak, a humusz közvetve szükséges	Erős víztartalom-függőség jellemzi ezeket	A talaj levegőzöttsége kevésbé befolyásolja a túlélést
Mezofauna (kerek és fonálféreg, medveállatkák, atkák)	A mikrofauna és -flora tagjaival táplálkoznak, szerves anyagokra közvetve van szükségük	Lényegében „vízi” szervezetek, de az elárasztásra érzékenyek	A levegőzöttség a növények által közvetve befolyásolja a túlélést
Makrofauna (féreg, giliszták, rovarok, pókok, lárvák)	Erős szervesanyag-függőség, friss és bomlott növényi anyagok szükségesek	Közepesen vízigényes szervezetek	Levegős, laza talaj szükséges, tömörödött talajban pusztulnak

Milyen talajtulajdonságokra van szükség?

A fentiekből is következik, hogy a talaj alapvető összetétele, szövete, és az így létrejött szerkezete az egyik leginkább meghatározó tényező a talajélőlények túlélésének a biztosításához. A szemcseösszetétel, a homok:iszap:agyag arány meghatározza a talajban található **levegő (azaz az oxigén)** mennyiségét és a felvehető, tárolható éltető víz mennyiségét is. Az igen laza talajok szerves anyagokban szegények, így bontható anyagok nélkül nem tudják sem a mikrobák, sem a növények folyamatos táplálását ellátni, annak ellenére, hogy jól

levegőzötték, tehát előmozdítják a hasznos aerob tevékenységet. A másik fontos tényező, a víztartalom is csak ideig-óráig van jelen ezekben az erősen homokos talajokban. A vízvesztést is védeni kell minden eszközzel (pl. talajtakarással, a művelés mérséklésével). A **jó szervesanyag-tartalom a talaj** minden élettevékenységének az egyik legfontosabb, legalapvetőbb feltétele. A nagyon agyagos talajokban ezeket az anyagokat nehezen bonthatóvá teszi a talaj kötöttsége, ami akadályozza a növényi gyökerek növekedését, tápanyaghoz jutását és ezáltal közvetve és közvetlenül a mikrobiológiai működőképességet is, de a talaj táplálékháló tevékenysége is sérül. Az optimális viszonyok kialakításához a mezőgazdasági soktényezős (multifaktoriális) rendszerekben ismerni kell a leginkább meghatározó hatásokat. A teljes talaj-táplálékháló célirányos ki (vagy vissza) alakításával a talaj önellátó, folyamatos tápanyag-szolgáltató képességéhez lehet eljutni.

Tovább a tényleges precíziós szempontú gyakorlat felé

A talajok fizikai tulajdonságai alapvetően meghatározzák azok művelhetőségét, az elvárható hatásokat. A legfontosabb talajfélésekhez és az átmeneti talajokhoz is meghatározhatók az összetételükből adódó, mérhető, vizsgálható tulajdonságok. Ezeket a 3. táblázat veszi sorra.

3. táblázat: A talajfizikai tulajdonságok laboratóriumi értékei a hazai főbb talajoknál, a baktériumtrágyákkal történő kezelések várható kimenetelének figyelembevételéhez (Forrás:Stefanovits Pál)

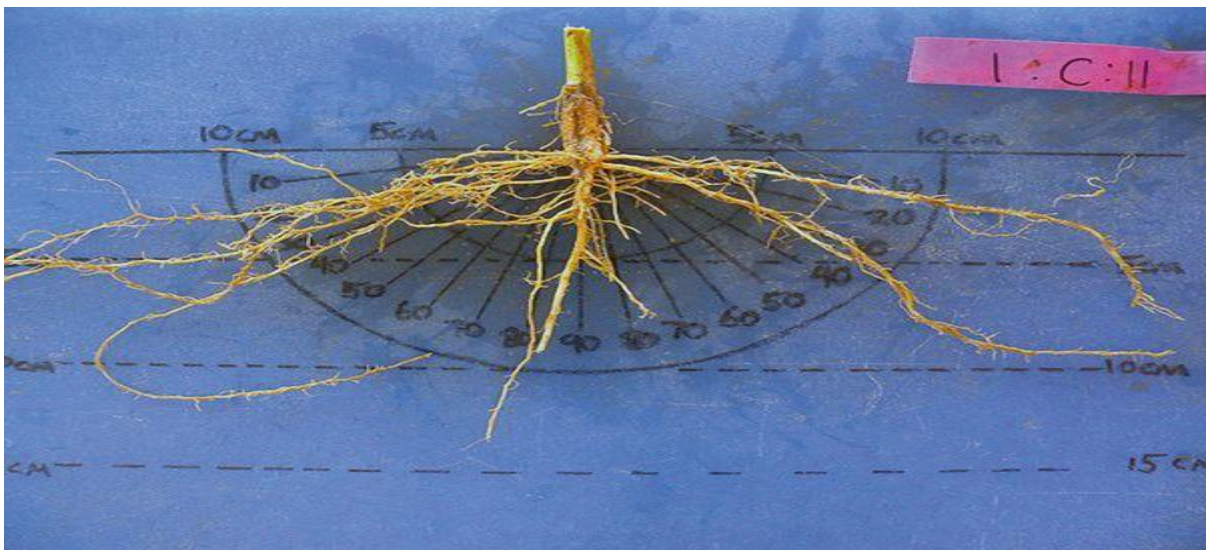
A fizikai talajfésülés megállapítására szolgáló talajfizikai jellemzők határértékei (Stefanovits Pál szerint)

FIZIKAI TALAJ-FÉLÉSÉG	LEISZAPOLHATÓ RÉSZ % < 0,02 mm	KÖTÖTTSÉG K_A	HIGROSZKÓPOSSÁG HY. TÖMEG %	KAPILLÁRIS VÍZEMELÉS 5 h/mm
Durva homok	< 10	<25	<0,5	-
Homok	10–25	25–30	0,5–1,0	>300
Homokos vályog	25–30	30–38	1,0–2,0	250–300
Vályog	30–60	38–42	2,0–3,5	150–250
Agyagos vályog	60–70	42–50	3,5–5,0	75–140
Agyag	70–80	50–60	5,0–6,0	40–75
Nehéz agyag	> 80	>60	>6,0	<40

Az adott tulajdonságok vizsgálata célszerű a baktériumtrágyákkal történő mikrobiális oltások elsődleges és elvárható hatásainak a megítéléséhez. Nem elég csak a mikroorganizmusokra

figyelni, olyan bioeffektív kezelést szükséges megvalósítani, ami képes a mikrobiális oltásokkal peszticid- és műtrágya-felhasználás kiváltására, de csakis a talajállapot egyidejű szükség szerinti kezelésével. A „biofaktor”® kezelés az élő és élettelen (biotikus és abiotikus) körülmények egy talajon belüli párhuzamos figyelembevételét jelenti (www.biofaktor.info) és ezt követően ad szakszerű(bb) kezelési javaslatokat. Hogy az élőlények tevékenységét a talajokban milyen módon mozdíthatjuk elő, illetve melyek azok a kezelések, adalékanyagok, amelyek vegyszerek nélkül is hatásosak lehetnek, azt egy további Piac-13 („Biochar és EM...”) projektben jelenleg is kutatjuk. Erre vonatkozóan közreműködésünkkel komplex talajfizikai-kémiai és biológiai vizsgálatokat ajánlunk, egyféle teljes értékű állapotfelmérést és az erre épülő baktériumtrágya alkalmazási segítséget, vagy hatásvizsgálatot is. Példaként erre az 1. ábra szolgál. Összhangban a talaj-növény rendszer teljes körű értékelésével meghatározható az, hogy milyen beavatkozásra, tápanyag- vagy direkt mikrobiális kezelés(ek)re van-e szükség?

1. ábra: A bab gyökerének növekedése és a talajállapot



Felül: a talaj kötött és tápanyagszegény, a gyökér foszfort a felső 10 cm-ben talál, N₂-kötő baktériumot ott sem. Tápanyag és megfelelő Rhizobium oltás segíthet.

Alul: a talaj szerkezete jó, a lefelé irányuló növekedés támogatja a növény szárazságtűrését. Vannak N₂-kötő gyökérgümők. (Forrás: BB képgyűjtemény)

A fentiek összefoglalásaként a baktériumtrágyák alkalmazásához a legfontosabb, precíziós szemléletű ajánlásokat is megfogalmaztuk.

A precíziós biotrágya alkalmazási 10-parancsolat:

1. A baktériumtrágyákkal együtt szerves növényi anyagokat is adj a talajba.
2. A talajállapot, talajminőség javítását is valósítsd meg, ha arra szükség van.
3. A baktériumtrágyát rögtön bedolgozva véd a kiszáradástól, pusztulástól.
4. Az összetett, többféle mikrobát is tartalmazó készítményeket részesítsd előnyben.
5. Az alkalmazás idejét, módját a növény élettani igényeihez is igazítsd.
6. A talaj felesleges bolygatását lehetőség szerint kerülj, mérsékelj.
7. A talaj kedvező víztartalmának megóvására törekedj.
8. A talaj levegőzöttségére figyelj, a legtöbb talajélőlény oxigént igényel.
9. Az anaerob típusú mikrobás készítményeket csak célzott esetekben használd.
10. A teljes talajÉLET-táplálék-hálót is támogató bioeffektív technológiákat alkalmazd!

Prof. Dr. Biró Borbála
Az MTA doktora, egyetemi tanár
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék,
Budapest
E-mail: biro.borbala@gmail.com;
Tel.: +361-3057-465