

Egyes talajtulajdonságok hatása a szikes és csernozjom főtípus talajain termelt őszi búza és kukorica termésére

TÓTH Tibor

*Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
tibor@rissac.hu*

Bevezetés

A vizsgálat indoklása

A talaj rendkívül fontos tényezője a növénytermesztésnek. Mind elméleti mind gyakorlati szempontból igen fontos számszerűsíteni a talaj és a növényi terméshozamok közötti kapcsolatot. Egyrészt ezt kívánja a növénytermesztés egyre növekedő jelentősége másrészt a – szerencsére – nagy mennyiségben rendelkezésre álló talajadatbázisok. Annak ellenére, hogy a talajtermékenység fogalmáról, valós tartalmáról egy évszázada folyik a tudományos vita (pl Bodenfruchtbarkeit kontra Ertragsfähigkeit, ld Scheffer et al., 1976) mégisincs megegyezés egy mindenki által elfogadott meghatározásról. Magyarországon napjainkban is eltérő álláspontok léteznek a talajnak a termést meghatározó szerepéről (Várallyay, 1999 kontra Tóth és Máté, 1999).

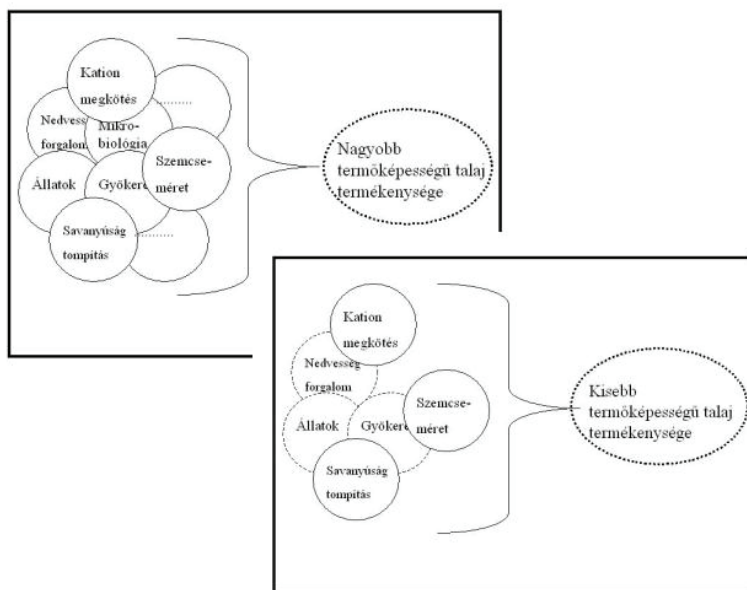
Vizsgálatunk során az alapvető kérdésünk az volt, hogy a „kisebb” termőképességű talajok (szikesek) esetében egyes tulajdonságok szélső értékei erősebben befolyásolják-e a haszonnövények termését, mint a „nagyobb” termőképességű talajok (csernozjomok) esetében.

A vizsgálati hipotézis ismertetése

A talajtermékenység a növényzet és talaj kölcsönhatásában hosszú idő alatt kialakuló tulajdonság. A nagyobb biomasszát előállító növényzet a termékenységet tekintve többnyire pozitívan hat a talajra (visszacsatolás), és a nagyobb biomassza-termelés még akkor is biztosított, amikor az egyes talajtulajdonságok értékei nem állandóak, hanem helyről-helyre változnak.

A haszonnövények szempontjából megfogalmazott „talajtermékenység” hátterében különböző egymással szorosan összefüggő fiziko-kémiai-biológiai (al)rendszerek állnak, úgy, mint a nedvesség-, levegő-, vagy tápanyag-szolgáltató, stb (al)rendszerek.

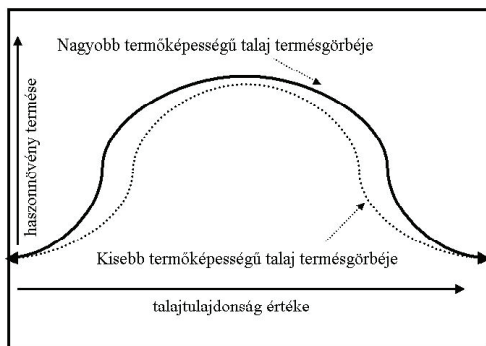
A kisebb termőképességű talajokon a szélsőséges viszonyok miatt (fizikai stressz [nagy szemcseméretű homokos talaj, sekély termőrétegű talaj, levegőtlen túlnedvesedett talaj stb], kémiai stressz [károsan nagy oldható sótartalom, nagy savanyúság, stb]) a rendszerek kevésbé bonyolultak (többnyire azért, mert kevesebb (al)rendszerük, illetve a rendszerekben kevesebb komponensük van jelen [például a kémiai stressz miatt kicsi, azaz kis fajszámú és biomasszájú a biológiai rendszer]) és emiatt a termőképesség értéke az egyes talajtulajdonságok értékeinek helyről-helyre történő változatosságát jobban követi (1.ábra).



1. ábra Nagyobb és kisebb termőképességű talaj termékenységet kialakító (al)rendszerek sematikus ábrázolása

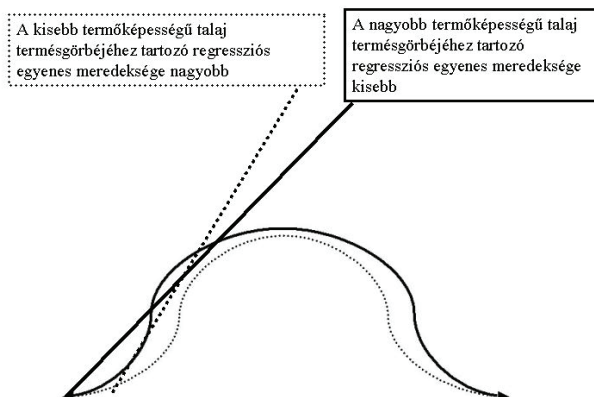
Következésképpen a kisebb átlagos termőképességű talajokon nem csupán a termés lesz kisebb, de az egyes tulajdonságoknak az (elsősorban szélső) értékei nagyobb mértékben befolyásolják a termőképességet, mint a nagyobb termőképességű talajokon.

Számos talajtulajdonság és a haszonnövények termésének az összefüggése, a termésgörbe harang alakú görbével írható le. Ha a haszonnövények termése és az egyes talajtulajdonságok közötti összefüggést vizsgáljuk, akkor eltérés várható a termésgörbe alakjában (2. ábra). Egyrészt a termésgörbe csúcsa kisebb, másrészt a „harang” alapja felé szűkebb a kisebb termőképességű talajokon, mint a nagyobb termőképességűeken.



2. ábra Nagyobb és kisebb termőképességű talajon termesztett növény termésgörbéje

A teljes (a talajtulajdonság minimum értékétől a maximum értékig tartó) termésgörbe statisztikai jellemzése nem egyszerű. Ha azonban csupán a termésgörbéknek a csökkenő vagy növekvő szakaszait (mintegy fél termésgörbe) vizsgáljuk, akkor az adatokra illesztett lineáris regressziós egyenlet meredeksége várakozásunk szerint eltérő lesz a kisebb és nagyobb termőképességű talajokon (3. ábra).



3. ábra Nagyobb és kisebb termőképességű talajon termesztett növény termésgörbéjének egyik feléhez illeszthető regressziós egyenes meredeksége

A talajok eltérő termőképességű kategóriát az egyszerűség érdekében talajfőtypusonként különítettük el. Szakmai körökben, de a gazdálkodók, sőt a laikusok között is közismert tény, hogy a hazai talajok között a legnagyobb termőképességet a csernozjom, avagy mezősi talajok képviselik, mivel:

- kedvező szemcseösszetételük, talajszerkezetük, valamint szervesanyagtartalmuk miatt optimális a talajnedvességtartalmuk, azaz a haszonnövények számára kedvező a talajok vízmegkötése és a talajokban a vízmozgás
- a lösz talajképző kőzetből és a természetes gyepes növénytakaróból átörökölt tápanyagtartalmuk kedvező feltételeket biztosít a haszonnövények növekedéséhez
- az alapkőzetből átörökölt és a sűrű gyökérszövet hatására kialakult porozitásuk kedvező levegőzöttséget biztosít a haszonnövények számára
- a csernozjomokra jellemző szénsavasmész-tartalom enyhén lúgos kémhatást biztosít, és ez kedvezően befolyásolja a tápanyagfelvételt

A szikes talajok ugyancsak ismertek úgy, mint a legkedvezőtlenebb adottsággal rendelkező termőföldek, mivel:

- szemcseösszetételük, és az annak hatását módosító nátriumosság (=szolonyecesség) kedvezőtlen nedvességforgalmat, úgy, mint szélsőséges vízmegkötést és lassú vízmozgást tesz lehetővé
- oldható sótartalmuk ozmotikus stressz hatást okoz, ami a növények vízfelvételét megnehezíti
- a szélsőséges vízháztartás miatt jellemzi őket a szárazságra és a belvízképződésre való hajlam is
- az oldható sók (nátrium-hidrogénkarbonát, nátrium-karbonát) a talaj pH értékét szélsőséges lúgos irányba eltolhatják és ekkor egyes tápanyagok felvehetősége lecsökken.

Anyag és Módszer

A hipotézist az Agroökológiai Integrált Információs Rendszer, röviden AIIR adatbázis (Geren-day et al., 1991) 1.0-s verziója alapján teszteltük. Az adatbázis 286.136 rekordot (adatsort tartal-maz) 1985-től 1989-ig, évente mintegy három millió hektár területről, azaz a szántók mintegy fe-lét lefedő parcellákról. A talajminták a feltalajból, 0-20 cm-es mélységből lettek begyűjtve és a vo-natkozó szabványok szerint lettek elemezve.

A csernozjom és szikes főtípusba tartozó talajok következő, számszerű tulajdonságait vizsgál-tuk:

- az Arany-féle kötöttségi szám
- a százalékos szénsavasmész-tartalom
- pH_KCl értéke
- a százalékos humusztartalom
- a százalékos sótartalom

A vizsgálati lépései a következők voltak:

1. A mintaállományt egytényezős variancia-analízis alkalmazásával előzetesen teszteltük arra nézve, hogy a csernozjomok és szikesek közötti Aranykorona értékek megfelelnek-e előze-tes várakozásunknak
2. A két talajfőtípuson belül őszi búzával és kukoricával vizsgáltuk az egyes tulajdonságok és a termés közötti összefüggést korrelációs elemzéssel
3. Megvizsgáltuk, hogy egyes termésgörbéknek a felére illesztett lineáris regressziós egyenlet meredeksége hogyan tér el a két haszonnövény és a két talajfőtípus esetén.

Eredmények

Amint az 1. táblázat mutatja a „Csernozjomok” átlag Aranykorona értéke 27 (n=69.462), a „Szikesek” átlag érték 17 (n=3.615) volt, és a különbség szignifikáns ($p<0.0001$) volt. Ezek alapján a mintát alkalmasnak tekintettük az alaphipotézis vizsgálatára.

1. táblázat. Az Aranykorona érték különbségei az AIIR adatbázis csernozjom és szikes talajfőti-pusai között

	N	Arany-korona átlaga	Szórás	Sztenderd Hiba	Az átlag 95%-os konfidencia intervalluma	
					Alsó határérték	Felső határérték
Csernozjom	69462	27,25	8,370	0.032	27,19	27,31
Szikes	3615	15,88	6,650	0.111	15,67	16,10
Összes	73077	26,69	8,655	0.032	26,63	26,75

Amint a 2. táblázat mutatja, nem tapasztaltuk, hogy a termés és talajtulajdonságok között a korrelációs koefficienssel számszerűsített összefüggések szorosabbak lettek volna a kisebb termő-képességű szikes talajokon. Ennek oka részben az, hogy az összefüggések nem lineárisak, mert pl. mind kis mind nagy pH érték esetén terméscsökkenés következik be (ld 2., 4., 5. ábra). Mindezek ellenére a lineáris korrelációs koefficiens értékét napjainkban is használják a talajtulajdonságok és a termés közötti összefüggés jellemzésére (Kravchenko és Bullock, 2000). A 2. táblázatból kitű-nik, hogy a talajok humusztartalma és pH-ja a legfontosabb termést meghatározó tényezők a vizs-

gált tényezők között. Ugyancsak különbség mutatkozik a két haszonnövény között. Az őszi búza esetén a sótartalom hatása kisebb, mint a kukorica esetén.

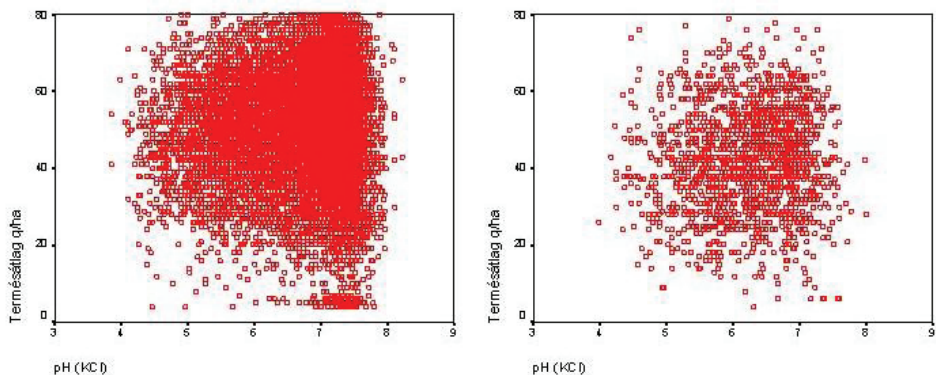
2. táblázat. Összefüggés az őszi búza és kukorica termése és egyes talajtulajdonságok között mindegyik talajfőttípus, a csernozjom és a szikes főttípus esetén külön-külön. A táblázatban **vastag betűvel** tüntettük fel azokat az eseteket, amikor a korrelációs koefficiens értéke 99%-nál nagyobb és *dőlt betűvel*, amikor annál kisebb, de 95%-nál nagyobb valószínűséggel szignifikáns. Az aláhúzott változók esetén a szignifikancia szint nem érte el a 95%-ot

Haszonnövény	Őszi búza	Kukorica
Talajfőttípusok	Változók a korrelációs koefficiens csökkenő abszolút értéke szerinti sorrendben	
Mindegyik talajfőttípus	pH_KCl	pH_KCl
N=92.303 őszi búza	Humusztartalom	Humusztartalom
N=58.590 kukorica	CaCO₃	Sótartalom
	Kötöttségi szám	<i>CaCO₃</i>
	Sótartalom	Kötöttségi szám
Csernozjom	Humusztartalom	CaCO₃
N=23.237 őszi búza	Kötöttségi szám	pH_KCl
N=19.523 kukorica	pH_KCl	Sótartalom
	Sótartalom	Humus
	<i>CaCO₃</i>	Kötöttségi szám
Szikes	Humusztartalom	Humusztartalom
N=1.737 őszi búza	pH_KCl	<i>pH_KCl</i>
N=350 kukorica	Kötöttségi szám	<i>Kötöttségi szám</i>
	Sótartalom	CaCO ₃
	CaCO ₃	Sótartalom

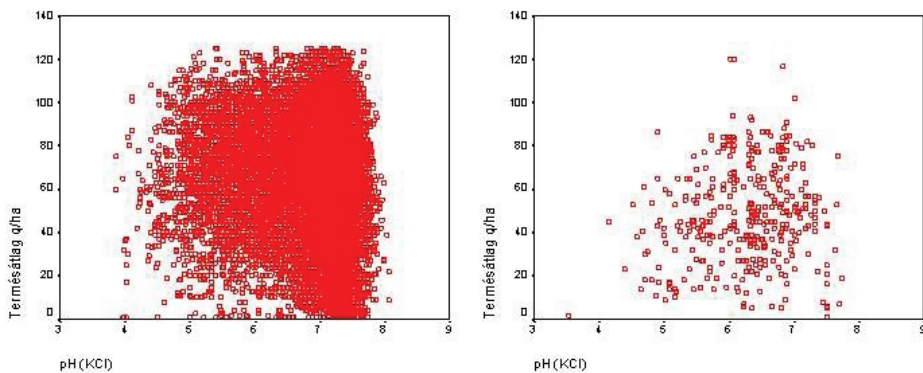
A talajtulajdonságok szélső értékeinek hatását úgy tudtuk lineáris regressziós egyenlettel vizsgálni, hogy a tartományokat kettőbe vágtuk és az optimumtól való távolodás függvényében vizsgáltuk a termést. A pH esetén a vágáspont a semlegességi érték, pH=7 volt, és a lúgos tartományt vizsgáltuk. A 3. táblázat mutatja, hogy az előzetes hipotézisnek megfelelően mindkét haszonnövény esetében a regressziós koefficiens értéke abszolút értékében a kisebb termőképességű szikes talajoknál nagyobb volt, mint a csernozjom talajoknál. A 4. ábra mutatja be a búza, az 5. ábra pedig a kukorica termésgörbét. A két ábra részben alátámasztja a vizsgálati hipotézist, ugyanakkor mutatja, hogy az ábrán vizsgált tényezőkön kívül számos egyéb talajtulajdonság és egyéb körülmény (időjárás [Máthé és Kovács, 2003], tápanyagellátás [Debreceni és mtsai, 2003a és b], agro-technika [Hermann et al., 2006] stb stb) befolyása következtében az adatok az elméleti termésgörbétől eltérő eloszlást mutatnak. Megfigyelhető, hogy mindkét haszonnövény esetében a savas pH esetén kevésbé hirtelen a termés-csökkenő hatás, mint a lúgos pH értékek esetén (szinte éles vonal), ami nyilvánvalóan a toxikus nátrium-karbonát terméscsökkenő hatását mutatja.

3. táblázat. Az őszi búza és kukorica termése (q/ha) [Y] valamint a talajok pH_{KCl} értéke [X] közötti lineáris regressziós egyenlet regressziós koefficiense (B az $Y=A+B \cdot X$ összefüggésből) a lúgos tartományon belül

Talajfőtypusok	Őszi búza	Kukorica
Csernozjom N=13985 őszi búza N=12273 kukorica	-9.7	-5.6
Szikes N=235 őszi búza N=54 kukorica	-13.9	-52.2



4. ábra. A búza termésének és a talaj pH_{KCl} értékének az összefüggése. Baloldalon a csernozjom, jobboldalon a szikes főtypus talajai láthatók.



5. ábra A kukorica termésének és a talaj pH_{KCl} értékének az összefüggése. Baloldalon a csernozjom, jobboldalon a szikes főtypus talajai láthatók.

Az Arany-féle kötöttségi szám esetén a vályogok jellemző értéke, 38 volt (Stefanovits és mtsai, 1999, 139.o.) a vágáspont és a durvább szecsetartományt vizsgáltuk (4. táblázat). Mivel a szikes talajok esetén nem volt elegendő adatkár, a kapott regressziós koefficiensek alapján megalapozott következtetést nem vonhatunk le.

4. táblázat. Az őszi búza és kukorica termése (q/ha) [Y] valamint a talajok Arany féle kötött-

ségi száma [X] lineáris regressziós egyenlet regressziós koefficiense (B az $Y=A+B \cdot X$ összefüggésből) a vályog tartománynál nagyobb átlagos szemcseösszetételű (kötöttségi szám<38) tartományon belül

Talajfőtipusok	Őszi búza	Kukorica
Csernozjom N=5055 őszi búza N=4347 kukorica	1.116	1.378
Szikes N=102 őszi búza N=32 kukorica	0.662 nem szignifikáns	-0.264 nem szignifikáns

A humusztartalom esetén a vágáspont 3%-nál volt, ami átlagos humusztartalomnak tekinthető (Stefanovits és mtsai., 1999, 84.o.) és a kisebb humusztartalmú tartományt vizsgáltuk. Amint az 5. táblázat mutatja, a kukorica esetén a regressziós koefficiens a vártak megfelelően növekedett, a búza esetén azonban csökkent. A különbség rámutat, hogy a vizsgált két haszon nem egyezik meg a humusztartalom által befolyásolt talajtulajdonságokkal szembeni igényében.

5. táblázat. Az őszi búza és kukorica termése (q/ha) [Y] valamint a talajok humusztartalma (%) [X] közötti lineáris regressziós egyenlet regressziós koefficiense (B az $Y=A+B \cdot X$ összefüggésből) a kis humusztartalmú (<3%) tartományon belül

Talajfőtipusok	Őszi búza	Kukorica
Csernozjom N=14923 őszi búza N=12312 kukorica	6.28	4.069
Szikes N=1100 őszi búza N=199 kukorica	3.027	6.775

Összefoglalóan megállapítjuk, hogy a javasolt modell egyszerű fogalmi kereteket nyújt a talaj termőképességének értelmezéséhez. A kisebb és nagyobb termőképességű talajok termésgörbéjének összehasonlító elemzése közelebb vihet a talajnak a növénytermesztésben betöltött szerepe jobb megismeréséhez, és végső soron a növénytermelés optimalizálásához.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munka a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program OM-4/015/2004 NKFP valamint a GVOP (AKF) – 2004 – 3.1.1 kutatási programok támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

Debreczeni Bné, Kuti L., Makó A., Máté F., Szabóné Kele G., Tóth G., Várallyay Gy. 2003a. A D-e-Meter földminősítési viszonyszámok elméleti háttere és információtartalma In: Gaál Zoltán, Máté Ferenc és Tóth Gergely (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5 p23-37., 2003.

Debreczeni Bné, Németh T., Tóth G. 2003b. A földminőség tápanyag tényezője. In: Gaál Zoltán, Máté Ferenc és Tóth Gergely (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5 p39-48., 2003.

Gerenday, Á., Harnos, Zs., Racskó, P., Szalay, E., Szenteleky, K. 1991. Agroökológiai Integrált Információs Rendszer (AIIR), in Adaptív mezőgazdasági rendszerek; Módszertani kutatások (szerk: Harnos Zs.) KÉE, Budapest, pp. 42-51.

Hermann, T., A. Makó, F. Máté, G. Tóth, Z. Tóth. 2006. Soil fertility assessment in a case study in Hungary. V. Alps-Adria Scientific Workshop, Opatija, Croatia. 06-11 March 2006. Cereal Research Communications Vol. 34 No. 1 2006. p. 199-201.

Kravchenko, A, N. és D. G. Bullock. 2000. Correlation of corn and soybean yield with topography and soil properties. Agronomy Journal. 92:75-83.

Máthé-Gáspár, G. és Kovács, G.J. 2003. Use of simulation technique to distinguish between the effect of soil and weather on crop development and growth. Applied Ecology and Environmental Research. 1:87-92.

Scheffer, F. és P. Schachtschabel. 1976. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.

Stefanovits P., Filep Gy., Fülek Gy. 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó.

Tóth Gergely és Máté Ferenc. 1999. Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége. Agrokémia és Talajtan. 48.172-180.

Várallyay, Gy. 1999. Megjegyzések és gondolatok Tóth Gergely és Máté Ferenc: "Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége" című közleményéhez (Agrokémia és Talajtan. 48.(1-2) 172-180. 1999). Agrokémia és Talajtan. 48. 531-537.