

PARABOLIKUS HATÁSFÜGGVÉNY ÉRTELMEZÉSE

Tolner László¹ – Kiss Szendille² – Czinkota Imre¹

¹Szent István Egyetem, MKK, Talajtani és Agrokémiai Tanszék
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1. E-mail: Tolner.Laszlo@mkk.szie.hu

²Debreceni Egyetem, AGTC, MÉK,
Agrokémiai és Talajtani Intézet

Összefoglalás

A növény táplálás szakirodalmából jól ismert, hogy a növényeknél egyes tápelemek módosíthatják, segíthetik, vagy gátolhatják más tápelemek felvételét és hasznosulását. Tipikus példa erre a kálium, kalcium és magnézium egymásra gyakorolt hatása.

A jelenség alaposabb tanulmányozására és a kezelések hatásának kvantitatív leírására háromtényezős tenyészedény-kísérleteket végeztünk. A kísérlet beállítását Box és Wilson vegyipari célokra kidolgozott kísérlettervezési módszerét alkalmaztuk. Ennek megfelelően a kezelésszinteket kvadratikus ortogonális faktortervnek megfelelően választottuk meg, ami lehetővé tette a paraméterek független becslését.

A kísérlet értékelése során 3 ismeretlenes teljes másodfokú polinomot kaptunk. Ebből Di Géria modellje alapján az optimális tápanyag-utánpótlás megtervezhető.

Bevezetés

A növény táplálás szakirodalmából jól ismert, hogy a növényeknél egyes tápelemek módosíthatják, elősegíthetik, vagy gátolhatják más tápelemek felvételét és hasznosulását (Bergmann és Neubert, 1976). Tipikus példa erre a

kálium, kalcium és magnézium egymásra gyakorolt hatása (Loch, 2000) melyet általában és többnyire csak kvalitatív módon ítélnék meg.

A jelenség tanulmányozása, a mérhető paraméterek ok-okozati összefüggéseinek kvantitatív feltárása csak akkor lehetséges korrekt módon, ha a vizsgálandó tényezők hatását és kölcsönhatását egy kísérletben vizsgáljuk.

Megoldásként Box és Wilson (1951) kísérlettervezési módszere kínálkozik, akik eredetileg a vegyipari folyamatok vizsgálatára dolgozták ki az eljárást. Ennek az a lényege, hogy a tényezők – szigorúan meghatározott rend szerinti – együttes változtatásával lehetőség nyílik a paraméterek független becslésére, és egyben a kezeléskombinációk számának jelentős csökkentésére.

A módszer mezőgazdasági alkalmazhatóságát Biczók és munkatársai elemezték (Biczók & al., 1994). Mezőgazdasági kísérletek már ezt megelőzően is folytak (Loch & al., 1987a; Loch & al., 1987b).

Tenyészedényekben szálkásperje (Loch & al., 1993) angolperje (Vágó & al., 1996), őszi búza (Loch, 1990; Loch & al., 1992a; Loch & al., 1992b; Györi & al., 1996; Loch & al., 1996; Vágó & al., 2011), lucerna, cékla és zeller (Vágó, 1994) jelzőnövényekkel állítottak be kísérleteket. Ezekben különböző tápelemek (N, P, K, Mg, B) illetve toxikus elemek (Cr, Ni) hatását tanulmányozták egymással, illetve meszezéssel és vízellátással kombinálva (Vágó & al., 2008). A tenyészedény-kísérletek kedvező tapasztalatai alapján a módszert szabadföldi kísérletekben is eredményesen alkalmazták.

Az értelmezést és az értelmezés során felmerülő problémákat egy álmosdi talajon végzett kálium, kalcium és magnézium ellátás hatáskísérlet (Loch & al., 2005) eredményének elemzésén keresztül mutatjuk be.

Anyag és módszer

Box és Wilson (1951) agrárkutatói célokra adaptált kísérlettervezési módszere alapján savanyú, magnéziumszegény homoktalajon K-Ca-Mg tenyészedényes kísérletet állítottunk be.

1. táblázat A vizsgált talaj jellemzői

Termőhely	pH _{KCl}	K _A	Hu %	Mg-CaCl ₂ [mg/kg]
Álmosd	4,5	26	0,4	25

Jelzőnövényként szálkásperjét (*Lolium multiflorum L.*) használtunk. A kísérletet edényenként 2,5 kg légszáraz talajjal állítottuk be. A nitrogén, illetve foszfor ellátás valamennyi kezelésben egységes volt (250 mg N, 250 mg P/edény). A termett füvet háromhetenként vágtuk, az egyes vágások után további 100 mg N-t adtunk az alapkezelés kiegészítésére.

A növényeket naponta öntöttük, a vízellátottságot a talaj maximális vízkapacitásának 75 %-ára egészítettük ki tömegmérés alapján. A kálium-, kalcium- és magnéziumkezeléseket a választott modellnek megfelelő másodrendű, ortogonális, teljes faktorterv szerint állítottuk be. A tervben minden változó öt szinten szerepelt:

$$K = 0 - 73 - 250 - 427 - 500 \text{ mg/kg,}$$

$$Ca = 0 - 176 - 600 - 1024 - 1200 \text{ mg/kg,}$$

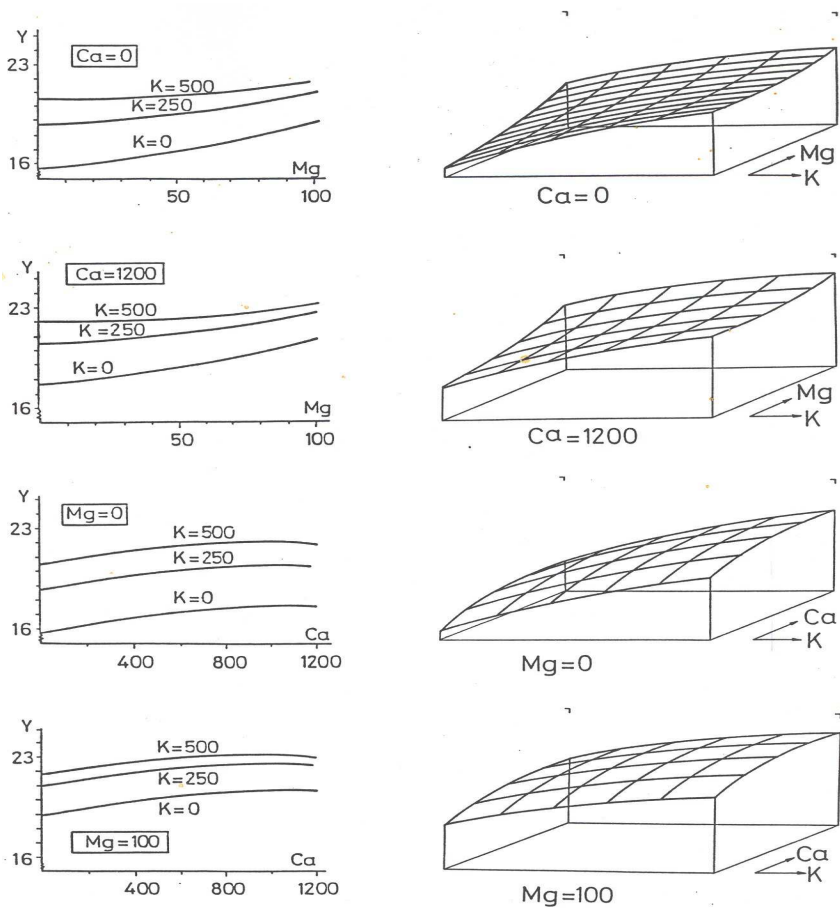
$$Mg = 0 - 15 - 50 - 85 - 100 \text{ mg/kg.}$$

Eredmények

A kísérlet értékelése során az összes fűhozam alakulását az alábbi egyenlet írja le a vizsgált tényezők normált alakjainak függvényében:

$$Y = 21,02 + 1,29 * K + 0,59 * Ca + 0,77 * Mg + 0,06 * Ca * K - 0,24 * Mg * K \\ - 0,02 * Mg * Ca - 0,31 * K^2 - 0,30 * Ca^2 + 0,14 * Mg^2$$

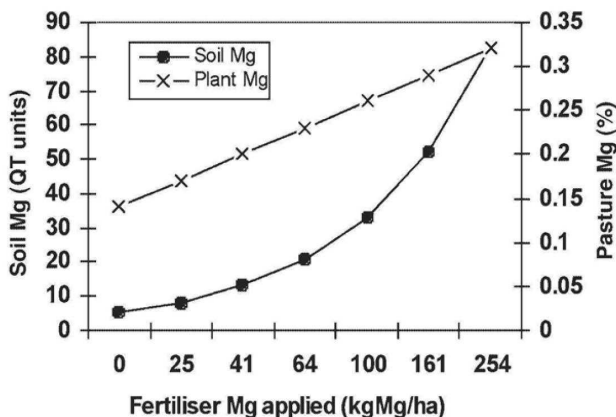
Az 1. ábrán a kezeléshatásokat görbeseregekkel síkban és a részfelületek térbeli megjelenítésével szemléltetjük.



1. ábra. A K-Ca-Mg ellátás hatása a fűhozamra, síkban és térben ábrázolva (Álmosd)

Mitscherlich (1909) és di Gléria (1959) modelljeiből egyaránt az következik, hogy a hatásfüggvények maximummal rendelkeznek és alulról konvex lefutásúak. Másodfokú polinomok esetén ennek szükséges feltétele, hogy az adott tényezőre vonatkozó másodfokú tag előjele negatív legyen. Ez a feltétel esetünkben a Mg tényezőre nem teljesül. Ez a következő okokkal

magyarázható. Az egyik ok mérési hibából eredhet, a másik abból, hogy az adott tényező nem közvetlenül a kijuttatott adag arányában fejt ki a hatását. Erre mutat példát Edmades (2004) 2. ábra.

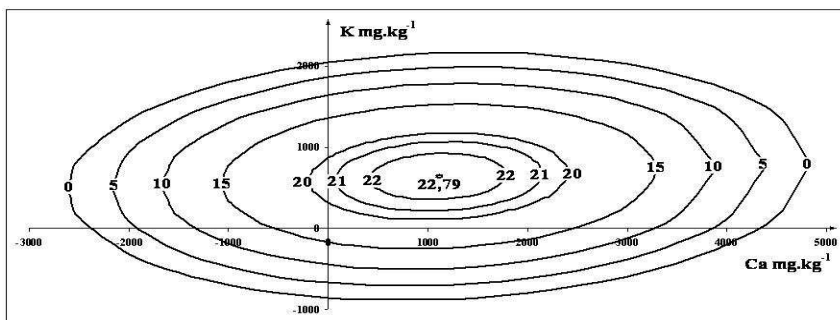


2 ábra. A műtrágya-Mg adag és a felvehető talaj-Mg összefüggése (Edmades (2004))

Az ábrán látható, hogy a felvehető Mg a műtrágyaadag függvényében növekvő meredekségű. Ez magyarázhatja azt, hogy a termés növekedése is hasonló tendenciájú. Ezért a Mg esetében a maximális termést adó műtrágyaadag ebből a kísérletből nem határozható meg. A másik két tényező (K, Ca) hatásának és kölcsönhatásának értékelését ezért konstans (Mg = 50 mg/kg) mellett értékeltük. Ezt az értékét az előbbi összefüggésbe behelyettesítve a változók eredeti értékeire vonatkoztatva a következő összefüggést kapjuk:

$$Y = 17,26 + 0,0118 \cdot K + 0,00319 \cdot Ca + 0,0000008 \cdot Ca \cdot K - 0,0000099 \cdot K^2 - 0,0000017 \cdot Ca^2$$

Az összefüggés szintvonalas ábrázolásán (3. ábra) az ellipszisek jobb és bal oldalán az adott szintvonalra jellemző növényi produkció értéke látszik.



3. ábra: A szárazanyag hozamok szintvonalas görbéi a K és a Ca adag függvényében

Az ábráról is leolvasható, ami a modellből számítható, hogy a szálkásperje maximális szárazanyag-hozamát 639 mg kg^{-1} K adag és 1110 mg kg^{-1} Ca adag kombinációja mellett nyerhetjük. A koordinátatengelyek negatív tartományában a 0 hozamhoz tartozó külső görbe metszéspontokhoz tartozó adagok a talaj felvehető K-, illetve Ca-készletére jellemzőek. Pozitív tartományban a maximális produkciót eredményező értéket meghaladó K és Ca adagok esetén ezek fokozódó toxicitását mutatja.

Irodalomjegyzék

- BERGMANN, W. – NEUBERT, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BICZÓK GY. – TOLNER L. – SIMÁN GY. (1994): Method for the determination of multivariate response functions. Bull. of the Univ. of Agric. Sci. 1993-1994. Gödöllő 5-16.
- BOX, G. E. P. – WILSON, K. B. (1951): On the experimental attainment of optimum condition. Journal of the Royal Statistical Society. Ser. B. 1.
- DI GLERIA J. (1959): Agricultural chemistry. Akadémia Kiadó Budapest.

- EDMADES D.C. (2004): The magnesium requirements of pastures in New Zealand: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **47**. 363-380.
- GYŐRI Z. – RUZSÁNYI L. – JÁSZBERÉNYI I. – VÁGÓ I. – LOCH J. (1996): The effect of N and P application on the Mn, Cu and Zn content of the winter wheat. VIII. Int. Symposium CIEC „Fertilizers and Environment” Salamanca 26-29. Sept. 1994. Rodriguez-Barrueco (ed.). *Fertilizer and Environment*, **66**. 499-502. Kluwer Academic Publisher.
- LOCH J. (2000): A hazai talajok magnézium-ellátottságának jellemzése és a magnézium trágyázás. Akadémiai doktori értekezés, Debrecen.
- LOCH J. – GYŐRI Z. – VÁGÓ I. (1993): Examining the Cr uptake of italian ryegrass from inorganic compounds and sewage-sludge in pot experiments. *The Science of Total Environment*, Suppl. I. 347-355. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam.
- LOCH J. – JÁSZBERÉNYI I. – VÁGÓ I. (1992a): Az NPK trágyázás hatása az őszi búza magnéziumfelvételére. 4. Magyar Magnézium Szimpózium, Balatonszéplak, június 15-17.
- LOCH J. – JÁSZBERÉNYI I. – VÁGÓ I. (1992b): The effect of NPK application on the magnesium uptake of winter wheat. *Magnesium Research*, Vol.5. Abstr. 238.
- LOCH J. – KISS SZ. – BICZÓK GY. – TOLNER L. – VÁGÓ I. (1987a): A N-, P-, K-, Ca-, Mg- és a vízellátás együttes hatása csernozjomon és homokon. I. Termés adatok. NEVIKI Konferencia, Keszthely. A mezőgazdaság kemizálása I. 53-59.
- LOCH J. – KISS SZ. – VÁGÓ I. (1996): Determining optimal nutrient doses in multifactorial experiments. IX. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. 8-15 September, Prague. 135-140.

- LOCH J. – KISS SZ. – VÁGÓ I. – BICZÓK GY. – TOLNER L. (1987b): A N-, P-, K-, Ca-, Mg- és a vízellátás együttes hatása csernozjomon és savanyú homokon. II. Növények tápelemtartalma. NEVIKI Konferencia, Keszthely. A mezőgazdaság kemizálása I. 71-77.
- LOCH J. – VÁGÓ I. – TOLNER L. – KISS SZ. (2005): Kálium, kalcium és magnézium ellátás hatásának és kölcsönhatásának vizsgálata tenyésztedény-kísérletekben. (Study of the effects and interactions of potassium, calcium and magnesium supply in pot experiments.) VIII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia, 2005. július 5-6., Budapest
- MITSCHERLICH, E. A. 1909. Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landw. Jb. 38: 537-552.
- VÁGÓ I. (1994): A talajok bórtartalmának és a növények bórfelvételének vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Debrecen.
- VÁGÓ I. – GYŐRI Z. – LOCH J. (1996): Comparison of chromium and nickel uptake of plant living in different soils. Fresenius Journal of Analytical Chemistry, **354**. 714-717.
- VÁGÓ I. – LOCH J. – BALLÁNÉ KOVÁCS A. – TOLNER L. (2011): Tápelem interakciók vizsgálata őszi búza jelzőnövényvel, tenyésztedény-kísérletekben. (.) IX. Magyar Biometriai, Biomatematikai és Bioinformatikai Konferencia, 2011. július 1., Budapest, Előadás és poszterkivonatok 73.
- VÁGÓ I. – TOLNER L. – LOCH J. (2008): Ortogonális faktortervezési és kiértékelési módszer alkalmazása növények nikkelfelvételének tanulmányozására, tenyésztedény-kísérletben. VIII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia, 2008. július 1-2., Budapest