

## A magnéziumtrágyázás hatása a füvek termésére és ásványianyag tartalmára

Loch Jakab

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,  
Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Mezőgazdasági Kémiai Tanszék, Debrecen



### ÖSSZEFOGLALÁS

A füvek jól reagálnak a tápanyag-ellátásra, a fűhozam és ásványianyag tartalom jelentősen növelhető trágyázással. A növények Mg-tartalmát elsősorban a talaj Mg-tartalma határozza meg. A füvek Mg tartalma 0,1-0,3% között változik, esetenként ennél nagyobb is lehet. Az állatok ásványianyag-ellátása szempontjából 0,20-0,25% Mg tekinthető kritikus értéknek. Amennyiben a szárazanyag Mg-tartalma 0,2%-nál kisebb, a legelőn tartott teheneknél fűtetápia léphet fel.

Tenyészedény-kísérleteink alapján megállapítható, hogy magnéziumszegény, savanyú homoktalajokon a szálkásperje, az angolperje hozama és Mg-tartalma egyaránt növelhető megfelelő NPK- és Mg-trágyázással. A nagyobb hozam és a jó minőség elérésére a K-, Ca- és Mg-ellátást össze kell hangolni, az egyoldalú beavatkozások torzulásokhoz vezetnek a talajoldat összetételében, melyek a termés mennyiségét és minőségét is kedvezőtlenül befolyásolhatják.

A Box-Wilson módszerrel tervezett többtényezős kísérletek alkalmasak a magnézium érvényesülését befolyásoló tényezők vizsgálatára. A tényezők együttes változtatásával sokkal kevesebb kezeléskombinációval határozható meg a közvetlen hatások és kölcsönhatások, mint a hagyományos kísérletezési módszerekkel.

Kísérleteink igazolták, hogy Biczok és Tolner-Kafarov munkáján alapuló - számítógépes programjai alkalmasak a többtényezős kísérletek tervezésére és értékelésére. A regressziós egyenlet tünteti fel a mért paraméter és a kezelések kapcsolatát. A felület egyes szegmensei síkban ábrázolhatók.

Az értékelés módszerét kiegészítettük a hatásfelületek térbeli ábrázolásával, a maximum-számítással, továbbá az optimális adagok és arányok számításával. A továbbfejlesztett értékelési módszerrel megállapítottuk, hogy a K-, Ca- és Mg-ionok antagonizmusa a termésképzésben csak szélsőséges esetekben érvényesül. A vizsgált elemek bizonyos határok között segítik egymás hatását.

### SUMMARY

Grass species respond to nutrient supplementation with a significant increase in green mass yield and in mineral matter content. The Mg content of plants is primarily determined by the availability of Mg in the soil. The Mg content of grasses varies from 0.1-0.3%, but occasionally it may exceed this range. In animal nutrition, the range between 0.20 and 0.25% is considered to be critical, i.e. if the Mg content of the DM drops below this, the grazing animals may encounter hypomagnesemia.

Results gained in pot experiments show that in acid soils both the yield and the Mg content of the Italian ryegrass and English ryegrass increase if NPK and Mg treatments are applied. If higher yields and better quality standards are to be ensured, the K, Ca and Mg applications have to be properly coordinated, since unilateral treatments will upset the balance of the soil solution, which, in turn, will reduce the quality and the quantity of the yield.

The multifactorial experiments of the BOX-WILSON method are suitable for the examination of the factors effecting Mg efficiency. By the coordinated modification of the factors, a considerably fewer than usual number of treatment combinations are enough to determine the direct effects and the interrelationships.

Our experiments prove that the computer software programs based on the Biczok and Tolner-Kafarov method are suitable for the design and evaluation of multifactorial experiments. The regression equation provides a reliable description of the relationship between the measured parameters and the treatments. The sections of the surface can be described by 2D figures.

We improved the method of the evaluation by adding a 3D demonstration of the action surfaces, by adding the maximum-calculation and the calculation of optimum doses and ratios. With the improved evaluation method we found that the antagonism of K, Ca and Mg ions in yield formation comes into effect only in extreme cases. Within certain boundaries, the examined elements act synergistically.

A füvek jól reagálnak a tápanyag-ellátásra, a fűhozam és ásványianyag tartalom jelentősen növelhető trágyázással. Számos tenyészedény-kísérletben vizsgáltuk az NPK-, valamint a Ca- és Mg-ellátás hatását a szálkásperje és olaszperje szárazanyag termelésére és tápelem-felvételére. Alapvető célunk a Mg-ellátás és a Mg-trágyázást befolyásoló tényezők tanulmányozása volt.

A Mg-trágyázás termésmenvelő hatása elsősorban savanyú Mg-szegény talajokon, megfelelő NPK ellátás mellett érvényesül. A savanyú talajokon a kémhatás-viszonyok és a Mg-ellátottság egyaránt befolyásolják a termésképzést, ezért ezeken a talajokon a kémhatás-viszonyok rendezése is szükséges. Jó hozam és megfelelő minőség csak kiegyensúlyozott, harmonikus tápelem-ellátással érhető el. Különösen fontos a K-, Ca- és Mg-ellátás összehangolása.

Saját vizsgálataink, valamint az országos talajvizsgálati eredmények elemzése alapján megállapítható, hogy a növények számára hozzáférhető, könnyen oldható és kicserélhető Mg-tartalom egyrészt a talajok kation-adszorpciós kapacitásával, másrészt azok képződési viszonyaival függ össze. Mennyisége a szerves és szervetlen kolloid-tartalommal növekszik, ennek következtében homoktalajaink kicserélhető Mg-tartalma a legkisebb. A könnyen oldható Mg-tartalom, a futóhomok, barna erdőtalajok, csernozjom, réti és láptalajokon a felsorolás sorrendjében növekszik.

Az Alföldön a Nyírség és a Duna-Tisza közti homokhát, a Dunántúlon pedig a somogyi homokhát talajai Mg-szegények.

Mozaikszerűen a Kemenesháton és a Marcal-medencében fordulnak elő kis Mg-tartalmú talajok. Mg-szegény talajok legnagyobb kiterjedésben a Nyírségben és belső Somogyban fordulnak elő.

A növények Mg-tartalmát elsősorban a talaj Mg-tartalma határozza meg. A fűvek Mg-tartalma 0,1-0,3% között változik, esetenként ennél nagyobb is lehet. Az állatok ásványianyag-ellátása szempontjából 0,20-0,25% Mg tekinthető kritikus értéknek. Amennyiben a szárazanyag Mg-tartalma 0,2%-nál kisebb, a legelő teheneknél fűtetánia léphet fel. A Mg felvételét a kémhatás-viszonyok és az egyéb ionok jelenléte befolyásolja. A savanyú kémhatás akadályozza a Mg felvehetőségét. Schreiber (1950), Scharrer és Jung (1955), továbbá számos más szerző szerint a Mg felvételét a K-Mg, Ca-Mg,  $\text{NH}_4$ -Mg antagonizmus is befolyásolja.

Kísérleteink csak részben igazolták a szakirodalomból ismert ionantagonizmus általános érvényesülését, tapasztalataink szerint az antagonizmus elsősorban szélsőséges esetekben, az egyik elem hiánya és a másik elem nagy feleslege esetén érvényesül (Loch, 1972, 1975). Ezért veszélyesek az egyoldalú beavatkozások, pl. Mg-szegény savanyú talajon a meszezés önmagában, a magnézium pótlása nélkül kedvezőtlen ionarányok kialakulásához vezethet a talajoldatban, melyek gátolják a Mg-felvételét.

Az említett megfigyelések takarmányozási szempontból is figyelemre méltóak. Ugyanis a Mg-szegény talajokon a fű Mg-tartalma általában kisebb az optimális értéknél és a meszezés illetve K-trágyázás hatására tovább csökken. Éppen ezért vezették be takarmányok ásványianyag-összetételének jellemzésére a K/Ca+Mg ekvivalensek hányadosát, melynek értéke Raymond (1969) szerint kisebbnek kell lennie 2,2-nél.

A savanyú Mg-szegény talajokon végzett kísérleteinkben a hányados a K-trágyázás hatására jelentősen növekedett, elérte az 5-6 értéket is, de a nem kívánt növekedés kísérleti tapasztalataink szerint meszezéssel, illetve Mg-trágyázással 2,0 alá csökkenthető. A Mg trágyaadagok hatása kisebb,

mint a nagyságrendileg nagyobb javítóanyag dózisoské (Loch, 1984, 1985).

Az elmondottakból következik, hogy savanyú Mg-szegény homoktalajokon a nagyobb hozam és a jó minőség elérésére a K-, Ca- és Mg-ellátást össze kell hangolni, az egyoldalú beavatkozások torzulásokhoz vezetnek a talajoldat összetételében, melyek a termés mennyiségét és minőségét is kedvezőtlenül befolyásolhatják.

### TÁPANYAGHATÁSOK VIZSGÁLATA TÖBBTÉNYEZŐS KÍSÉRLETEKBEN

Az egyes tápelemek hatása a szárazanyag-termelésre és az ásványi anyag összetételre közvetlen hatásokból és az elemek kölcsönhatásából tevődik össze. A kutatásban, széles körben elterjedt egy-egy elem növekvő adagjának vizsgálata a többi tényező optimális feltételei mellett. Az ilyen kísérletekben csak a kiválasztott elem közvetlen hatása észlelhető, míg a vizsgált elem és a többi tényező kölcsönhatása nem állapítható meg. A kölcsönhatások ismerete nélkül pedig az optimális értékek megválasztása is nehézségekbe ütközik.

Az optimális adagok és arányok megállapítására többtényezős kísérleteket állítottunk be. A többtényezős kísérletek beállításának – a hagyományos kísérlettervezési és kivitelezési módok mellett – határt szab a kezeléskombinációk száma. A kezeléskombinációk (k) a vizsgált tényezők számának (n) arányában hatványozódnak ( $k^n$ ).

Ezért a K-, Ca-, Mg kölcsönhatások tanulmányozásához Box és Wilson (1951) kísérlettervezési módszerét választottuk, mivel – a tényezők együttes változtatása révén – lehetővé teszi a kezeléskombinációk számának lényeges csökkentését, illetve azonos kezeléskombináció mellett a tényezők számának növelését.

A kísérletek tervezéséhez és értékeléséhez Biczók és Tolner számítógépes programját használtuk, mely Kafarov (1976) munkáján alapszik. Az összefüggések leírására az alábbi három független változós másodfokú polinomot választottuk:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot [K] + b_2 \cdot [Ca] + b_3 \cdot [Mg] + b_{21} \cdot [Ca] \cdot [K] + b_{31} \cdot [Mg] \cdot [K] + b_{32} \cdot [Mg] \cdot [Ca] + b_{11} \cdot [K]^2 + b_{22} \cdot [Ca]^2 + b_{33} \cdot [Mg]^2$$

ahol: Y = a mért függő változó, pl. szárazanyag-hozam,

[K], [Ca], és [Mg] a tápelemek dózisa, indexeik rendre 1,2,3

$b_0$  = állandó, a közepes adagú kezelés-kombináció ismétléseiben mért szárazanyag-hozamok számtani középértéke

$b_i$  = a tényezők lineáris;  $b_{ij}$  = a kvadratikus hatások együtthatói

$b_{ij}$  = a kölcsönhatások együtthatói

Fenti függvény paramétereit a mért értékek (hozam, elemtartalom, stb.) alapján meghatározhatók, így a függvény segítségével leírható a termés vagy az elemtartalom kapcsolata a kezelésekkel. A módszer használhatóságát számos kísérletben kipróbáltuk. Példaként két savanyú, Mg-szegény talajon beállított kísérlet eredményeit mutatjuk be Loch és mtsai (1986) publikációja alapján.

A talajok jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

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

1. táblázat:

## A vizsgált talajok jellemzői

Termőhely(1)	pH-KCl	Kötöttség (2)	Humusz (%) (3)	Mg-CaCl <sub>2</sub> mg/kg
Álmosd	4,5	26	0,4	25
Tornyospálca	4,2	28	0,7	40

Table 1: Parameters of the examined soils  
Place(1), Plasticity(2), Humus %(3)

A növényeket naponta öntöztük, a vízellátottságot a talaj maximális vízkapacitásának 75%-ra egészítettük ki súlymérés alapján. A K-, Ca-, Mg-kezeléseket a választott modellnek megfelelő másodrendű, ortogonális, teljes faktorterv szerint állítottuk be.

2. táblázat:

## K-Ca-Mg kezelések (mg/edény)

Kezelés száma(1)	K	Ca	Mg
1.	427	1024	85
2.	73	1024	85
3.	427	176	85
4.	73	176	85
5.	427	1024	15
6.	73	1024	15
7.	427	176	15
8.	73	176	15
9.	500	600	50
10.	0	600	50
11.	250	1200	50
12.	250	0	50
13.	250	600	100
14.	250	600	0
15.	250	600	50

Table 2: K-C-Mg treatments (mg/pot)  
Number of treatment(1)

A táblázatból kitűnik, hogy minden változó öt szinten szerepel (2. táblázat).

Az összes fűhozam és a K-, Ca-, Mg-kezelések kapcsolata az alábbi egyenletekkel írható le:

Álmosd

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

Tornyospálca

$$Y = 20,99 + 1,33K + 0,50Ca + 0,48Mg + 0,40Ca.K + 0,04Mg.K - 0,48Mg.Ca + 0,11 K^2 - 0,23Ca^2 + 0,22Mg^2$$

Az egyenlet alapján nem könnyű áttekinteni az egyik vagy másik tényező változtatásának hatását, ami megnehezíti az eredmények interpretálását.

Biczók és Tolner számítógépes programjai lehetővé teszik a többtényezős hatásfüggvény hiperfelületének tanulmányozását, az eredmények grafikus ábrázolásával (görbeseregek, illetve izovonalak előállításával síkban).

Az összefüggések szemléletesebb bemutatására Zilinyi programjának felhasználásával bevezettük a térbeli ábrázolást.

Az optimális adagok és arányok meghatározására módszert dolgoztunk ki (Zilinyi és Loch, 1988).

A sík- és térbeli ábrázolás lehetőségei egyaránt korlátozottak. A görbeseregek síkbeli ábrázolása csak két kiválasztott tényező függvényében teszi lehetővé a számított függvényértékek változásának bemutatását.

Három vagy ennél több tényezős kísérletek esetében egy vagy több tényezőt állandó értéken kell tartani.

A térbeli ábrázolásnál ugyanez a probléma fennáll, azonban szemléletesebb, az optimális kezeléskombinációk könnyebben felismerhetők.

## IRODALOM

- Box, G.E.P.-Wilson, K.B. (1951): On the experimental attainment of optimum conditions. *J. R. Stat. Soc. Series B.* 13. 1.
- Kafarov, V.V. (1976): *Cybernetic methods in chemistry and chemical engineering.* Moscow, Mir Publisher.
- Loch J. (1972): Összefüggés a talaj Mg-tartalma és a növények által felvett Mg között. *MTA Agrártudományok Osztálya Közleményei* 31. 495-507.
- Loch J. (1975): Untersuchung der Magnesiumaufnahme in Gefäßversuchen. A termesztett növények táplálkozásának mediterrán kollokviuma, Budapest 1972. Le controle de l'alimentation des plantes cultivées. *Akad. Kiad. Bp.* 125-135.
- Loch J. (1984): A kalcium- és magnéziumellátás hatása savanyú homoktalajon. *Tessedik S. Túli Mg. Tud. Nap Szarvas* 57-59.
- Loch J. (1985): A szárazanyag-termelés és az ásványianyag-összetétel alakulása változó K-, Mg-, Ca-ellátás hatására. *II. Országos Magnézium Szimpózium, Szombathely.*
- Loch J.-Biczók Gy.-Tolner L. (1986): A Mg-trágyázás és a K-, Ca-Mg antagonizmus. *NEVIKI Konferencia, Keszthely. A mezőgazdaság komizálása* 1. 62-67.
- Raymond, W.F. (1969): The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy* 21. 1.
- Scharer, K.-Jung, J. (1955): Der Einfluß der Ernährung auf das Verhältnis von Kationen zu Anionen in der Pflanze. *Z. Pfl.-ernähr. Düng. Bodenk.* 71. 97-113.
- Schreiber, R. (1950): Über die Wirkung des Magnesiums auf den Ertrag und die Nährstoffaufnahme von K<sub>2</sub>O und MgO bei den Getreidearten. *Z. Pfl.-ernähr. Düng. Bodenk.* 48. 37-64.
- Zilinyi V.-Loch J. (1988): Többtényezős kísérletek értékelésének újabb lehetősége, a hatásfelületek ábrázolása. *Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. III. Országos Tudományos Konferencia előadásai, Debrecen.* 178-179.