

## VITARÓVAT

### **Diagnózis és Szaktanácsadás Egységes Rendszere (DRIS): új értékelési lehetőség a növénytermesztésben**

KÁDÁR IMRE, PUSZTAI ANTAL, LÁSZTITY BORIVÓJ, SARKADI JÁNOS  
és WELISCH PÉTER

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest  
és MÉM Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet, Budapest

Ma még nem ismerjük eléggé kultúrnövényeink optimális tápanyag-ellátottságának határértékeit, az optimális tápelemarányokat, az egyes elemek közötti kölcsönhatásokat és többszörös kölcsönhatásokat a felvétel során, valamint a fejlődés és a növekedés különböző szakaszaiban. Nem könnyű a minimum-sorrend meghatározása, különösen nem lesz az a jövőben, amikor majd egyre több elem hatását vizsgáljuk. Ki kell dolgoznunk a számítógépes programot, hogy az adatok értelmezését egyszerűsíteni és gépesíteni tudjuk. Az ehhez szükséges paraméterekkel azonban nem rendelkezünk. Az ismertetésre kerülő DRIS módszer talán lehetőséget kínál arra, hogy ezeknek a feladatoknak eleget tehesünk és a növekvő, a növényanalízissel szemben támasztott igényeket kielégíthessük.

#### **DRIS módszer ismertetése**

A DRIS kifejezés rövidítést takar: a Diagnózis és Szaktanácsadás Egységes Rendszere — Diagnosis and Recommendation Integrated System. Szerzője az 1950-es években fejlesztette ki módszerét a gumifára (BEAUFILS [1]), és később a kukoricára is adaptálta Dél-Afrikában (BEAUFILS [2, 3]). A szerző egyik követője, SUMNER [16] szerint: „Minthogy ez a rendszer átfogó és forradalmi, feltétlenül jelentős idő szükséges ahhoz, hogy általánosan megértsék és elfogadják. E rendszer egyik fő előnye az, hogy ha már egyszer egy adott növényre standard normákat állapítottak meg a levélösszetétel alapján, azok arra a növényre alkalmazhatók lesznek bárhol fejlődjön is és bármilyen szakaszában legyen a fejlődésnek”.

A DRIS módszer egyik összetevőjének, az arányosságnak kritikai elemzésére korábbi munkánkban már kitértünk az őszi búza tápelemarányainak vizsgálata kapcsán (KÁDÁR és LÁSZTITY [7]). A módszert átfogóan azonban még a hazai irodalomban nem írták le, adaptációjára kísérlet nem történt, ezért a következőkben részletesen ismertetjük az elvi alapokat és a technikai végrehajtást is.

### 1. Elvi megfontolások

A növényanalízis célja a diagnózis felállítása, majd azt követően a terápia kidolgozása. A diagnózis az a tudományos eljárás, melynek során valamely állapot okát vagy természetét vizsgálják. A diagnózis tehát oknyomozás. A növénytermesztésben ennek igen nagy jelentősége lehet. Időnként és helyenként igen nagy terméseket érhetünk el, míg más helyen és időben a termések alacsonyak maradnak. A diagnózis, a nagy terméseket létrehozó tényezők elemzése, optimumok megállapítása a növényre (optimális hő-, fény-, tápláltsági viszonyok, talajtulajdonságok) lehetőséget ad a megalapozott beavatkozásra. Ehhez először meg kell ismernünk az optimumokat, a „normákat”, legyenek azok klimatikus, talajtani vagy agrotechnikai természetűek.

Az említett tényezők közvetetten vagy közvetlenül befolyásolják a növény fejlődését, termését és minőségét, valamint egymással is kölcsönhatásban állanak. Szabadföldi viszonyok között egyes tényezők nem szabályozhatók, pl. a fény és a hőmérséklet. Azt kell elfogadnunk, ami az adott tenyészidő alatt a növény rendelkezésére áll. Ezeket a tényezőket is fel kell azonban jegyeznünk a környezet számbavételekor, egy adott helyen fenntartható vagy elérhető terméshozam kiszámításakor. Bizonyos körülmények között ugyanis ezek a tényezők is korlátozók lehetnek. Más tényezőket, pl. az agrotechnikát jelentős mértékben befolyásolni tudjuk. Utóbbi tényezőket ugyanúgy számszerűen nyomon kell követni, mint a nem szabályozhatókat vagy csak részben szabályozhatókat. Lényeges, hogy e tényezőket minél pontosabban és több paraméterrel jellemezzük.

A termés nagysága a minimumban levő termésbefolyásoló tényezők szintjéhez igazodik. A DRIS rendszerben felvett paramétereket kalibrálni kell, megismerni az optimumokat vagy „normákat”. A megismert normák vagy optimumok tehát a szerzők szerint általános érvényűek, extrapolálhatók, függetlenek a helytől és időtől, adott növényfajra igazak. Így felhasználhatók a diagnózis (egy adott helyen és növényen mért paramétereket összevetik, tesztelik az elvi normákkal) és az azt követő szaktanácsadás céljaira. A DRIS kalibrációs rendszer a termésbefolyásoló tényezőket index-értékekben fejezi ki. Az indexek az egyes tényezőket korlátozó jelentőségük sorrendjében (minimum-sorrend) adják meg, így magukban foglalják a kiegyensúlyozottság fogalmát is. A növényi indexek pl., melyek tájékoztatnak a tápelemek egyensúlyának helyzetéről a növényben, utalnak a relatív tápelemhiányra, de közvetlenül trágyaadagot nem határoznak meg, hasonlóan a klasszikus határértékes módszerhez. A hozam ugyanis számos egyéb tényező függvénye lehet, más ökológiai tényezők is befolyásolják a trágyahatásokat.

A DRIS rendszer általános kísérleti alapelv (SUMNER [13]), mely segítségével nagy mennyiségű adatot lehet kezelni és a fent említett hatótényezők közötti összefüggéseket tanulmányozni. Ez a rendszer a növény, a talaj és a környezet számszerű jellemzésének módja, amely annyi, a terméshozamot és a minőséget befolyásoló tényezőt vehet figyelembe, amennyi a kvantitatív és kvalitatív kifejezéshez rendelkezésre áll. Módot nyújt a szükséges adatok összegyűjtésére, kezelésére és tárolására, diagnózis készítésére.

Az eddig megjelent közleményekből kitűnik, hogy a normákat és az optimumokat a három fő tápelemre állapították meg, néhány fontosabb növény — kukorica, búza, szója stb. — esetében [2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Megkísérelték felhasználni a módszert a klímátényezők szerepének a tisztá-

zására is, a szárazság negatív hatásának megállapítása és csökkentése céljából, az elért eredmények azonban a szerző szerint szabadalom tárgyát képezik, ezért nem kerültek közlésre [2].

Úgy véljük, hogy a módszer hazai adaptálása és ellenőrzése érdekében az a leghelyesebb, ha először a növénytaplálás, műtrágyázás területén kísérjük meg a bemutatását, mégpedig a kukoricán és három fő tápelemén keresztül, mivel ezekről áll a rendelkezésünkre a legtöbb hazai adat és tapasztalat. A továbbiakban, amikor a DRIS módszerről beszélünk, erre szűkítjük le fogalmát.

## 2. A módszer elemei, végrehajtása

A módszer az alábbi láncszemekből tevődik össze: adatgyűjtés, az adatokból normák megállapítása, indexek számítása és végül a diagnózis felállítása. BEAUFILS [2] Dél-Afrikában öt éven át végzett vizsgálatai alapján állított fel normákat kukoricára, NPK-elemekre, majd a világ különböző tájain végzett kísérletek eredményeit összegyűjtve mintegy 21 500 adat felhasználásával vizsgálta a virágzás kori levelek tápelemtartalma és tápelemaránya, valamint a szemtermés összefüggését. Megállapította, hogy a terméshozam és a növényi összetétel kapcsolatában a minimum törvénye érvényesül.

Később SUMNER [16] a kukorica virágzás kori, csó alatti levelének tápelemtartalma és a szemtermés összefüggését elemezte ilyen módon, mintegy 6 ezer adat felhasználásával. Ezek az adatok részben közölt, részben még nem publikált munkákból származtak, az USA több államát, Franciaországot, Nigériát, Egyiptomot és Dél-Afrikát reprezentálva.

Egy másik munkájában SUMNER [14] USA és Kanada kutatói által közölt mintegy 1100 irodalmi adatra támaszkodva megkísérelte az őszi búzára adaptálni a DRIS módszert, burkológörbével jellemezni a tápelemarányok és a szemtermés összefüggését, normákat megállapítani. A szerző megjegyezte, hogy búzára meglehetősen kevés adat állt rendelkezésére az optimumok kialakítására. Nem derül ki a közleményből azonban a mintavétel módja, mely növényi részre vonatkozott a mintavétel (levél vagy az egész föld feletti növény), eltekintett-e a mintavétel idejétől a normák megállapításánál stb.?

A kukoricalevél mintavételezésekor BEAUFILS [2] kitér arra, hogy csak egészséges, élettanilag aktív leveleket mintáznak adatgyűjtés céljaira, azonban a mintavétel részleteit ő sem közli. Mintavételkor az alábbi információk megszerzését tartja fontosnak:

— Növényállomány állapota (szín, habitus stb.), levélminta helye a növényen, a növény kora, mintavétel ideje és órája, esetleges hiánytünetek észlelése, fertőzöttség;

— Időjárási viszonyok: csapadék, szél, hőmérséklet, fényerősség;

— Agrotechnika: fajta, vetésidő, tenyészterület, trágyázás, növényvédelem;

— Talajvizsgálati eredmények: kémiai és fizikai paraméterek;

— Betakarításkor vett mintáknál a szemtermés elemzési adatai.

Az adatgyűjtés céljaira nagyüzemi táblák és kísérleti parcellák adatai egyaránt megfelelnek. Követelmény az adatok lehetőleg nagy száma. A termés és a növényelemzés eredményeinek összefüggését koordináta-rendszerben ábrázolják, ahol a gúla csúcsa képezi a nagy terméshozamú növények „kívánatos” összetételét, a normát. A burkológörbéket mint határértéksávokat is felfoghat-

juk, melyek a tápelemellátottság kritikus értékeit jelölik a vonatkozó termés-szintekre, melyek a várható terméslehetőségeket limitálják, behatárolják. Igen nagy termésekhez csak egy szűk optimum (gúla csúcsa) tartozhat, míg alacsony termésekhez bármilyen tápelemarány vagy tápelemtartalom (gúla kiszélesedő talpazati része).

Az optimumtól, a normától való távolságot fejezi ki a DRIS index az alábbi függvény szerint:

$$N_{\text{index}} = + \frac{f(N/P) + f(N/K)}{2}$$

$$P_{\text{index}} = - \frac{f(N/P) + f(K/P)}{2}$$

$$K_{\text{index}} = + \frac{f(K/P) - f(N/K)}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{ahol } f(N/P) &= \left( \frac{N/P}{n/p} - 1 \right) \frac{10}{CV}, \text{ ha } N/P \geq n/p \\ &= \left( 1 - \frac{np}{N/P} \right) \frac{10}{CV}, \text{ ha } N/P < n/p \end{aligned}$$

$N/P$  = a vizsgált mintában talált érték

$n/p$  =  $N/P$  elvi optimális értéke

$CV$  = nagy termésekhez tartozó tápanyagarányok variációs koefficiense.

Az  $f(N/K)$  és az  $f(K/P)$  hasonló módon számítható. Az indexeknek pozitív és negatív értékei vannak, összegük azonban mindig nulla. Ugyanis a  $N$ ,  $P$ ,  $K$  elemek közötti relatív egyensúlyt méri. A legnegatívabb index jelöli a leginkább hiányzó tápelem mértékét, míg a legpozitívabb azt az elemet mutatja, amire a növénynek a legkevésbé van szüksége. A tápelemhiány sorrendje, rangsora pl.  $N_i = -13$ ,  $P_i = -31$ ,  $K_i = 44$  esetén:  $P > N > K$ .

Az indexek számítása technikailag egyszerű. Elvi problémaként merül fel, hogy a DRIS indexek mennyiben adhatnak információt a fejlődés különböző szakaszaiban. Az említett szerzők (BEAUFILS [2, 3], SUMNER [13, 14]) szerint a növény korával változik ugyan a tápelemek koncentrációja, általában hígul, az arányokban ez azonban csak kevésbé jelentkezik. Ha a vizsgálat valóban csak a fiziológiailag aktív levélre és nem más növényi részre vonatkozik, valamint csak a három fő tápelemet érinti a fejlődés egy viszonylagos nyugalmi időszakában, pl. a virágzás előtti hetekben, ez a feltételezés elfogadhatónak tűnik.

Amint azt saját vizsgálataink is igazolták, nem áll fenn ez az állapot az egész föld feletti növényben egy hosszabb fejlődési szakasz alatt. A növény korával nemcsak a tápelemtartalom, hanem a tápelemarányok is erősen változnak mind a kukoricában (LÁSZTITY és KÁDÁR [10] ELEK et al. [4]), mind az őszi búzában (KÁDÁR és LÁSZTITY [6, 7], LÁSZTITY és KÁDÁR [10]). Az őszi búza tavaszi N-fejtrágya-szükségletének megállapítását célzó levélanalízis során az április eleje és május eleje közötti növénymintavételi idő alatt pl. azt találtuk, hogy a N-ellátottság megítélésében, de a P- és K-tápláltsági állapotot tekintve is, előnyösebb az arányokra épített diagnózis, mert így a mintavétel idejének el-

1. táblázat

Kialakított normák a kukoricalevél tápelem-egyensúlyának értékelésére  
(BEAUFILS [2])

| Jel      | Értékelési osztály | Tápelemek aránya |               |               |
|----------|--------------------|------------------|---------------|---------------|
|          |                    | N/K              | N/P           | K/P           |
| ↓ ↓<br>↘ | erős hiány         | < 0,49           | < 4,05        | < 3,43        |
|          | hiány              | 0,49 - 0,97      | 4,05 - 8,08   | 3,43 - 6,85   |
|          | gyenge hiány       | 0,98 - 1,08      | 8,09 - 8,98   | 6,86 - 7,61   |
| →        | normális           | 1,09 - 1,38      | 8,99 - 11,37  | 7,62 - 9,64   |
| ↗<br>↑   | enyhe többlet      | 1,39 - 1,54      | 11,38 - 12,64 | 9,65 - 10,71  |
|          | többlet            | 1,55 - 3,08      | 12,65 - 25,28 | 10,72 - 21,42 |
|          | erős többlet       | 3,08 <           | 25,29 <       | 21,42 <       |
|          | normális átlaga    | 1,23             | 10,11         | 8,57          |

húzódása a növényanalízis-adatok értelmezését lényegében nem, vagy alig befolyásolta. Ugyanezen idő alatt a növényben fellépő hígulás nyomán pl. az április elejei optimális ellátottsági kategóriából a közepesen, esetenként a gyengén ellátott kategóriába került a későbbi mintavételt reprezentáló növény (KÁDÁR és LÁSZTITY [7]). A DRIS szerzőinek állításával tehát annyiban egyetérthetünk, hogy egy szűkebb intervallumban és viszonylagos nyugalmi állapotban (virágzás kezdete, bokrosodás vége — szárbaindulás eleje) a gyakorlatban néhány hétre széthúzható a mintavétel anélkül, hogy az arányokra épülő diagnózist kérdésessé tenné. A tápelemarányosság problémájának részletes taglalásától ezúttal eltekintünk, korábbi munkánkban erre már módunk nyílt (KÁDÁR és LÁSZTITY [7]).

A tápelemarányoknak az ellátottságot jellemző értékeit a kukorica virágzáskori levelére vonatkoztatva az 1. táblázatban szemléltetjük BEAUFILS [2] nyomán. A táblázat adatai arról tanúskodnak, hogy az arányok széles határok között változhatnak, érzékenyek, míg az optimumok szűkek és így pontosabb diagnózist tesznek lehetővé, mint a %-os határértékek. Korábbi irodalmi összeállításunkból (KÁDÁR et al. [8]), amelyben a virágzás elejei kukoricalevél optimális tápelemtartalmát vizsgáltuk, kitént, hogy pl. a „kielégítőnek” tekintett ellátottság szélső értékei között az egyes elemekben az alábbi eltérések voltak: a Mn 10-; Fe 5-; Zn és Cu 4-; Ca és Mg 3-; K 1,7-; míg a N és P esetében 1,4-szerese volt a kielégítő ellátottság felső határértéke az alsónak.

Anyag és módszer

A módszer ellenőrzésére első lépésben olyan tenyészedény-kísérletet folytattunk, ahol a három fő tápelem 4-4 ellátottsági szintje és az összes lehetséges kombinációja be volt állítva 4<sup>3</sup> típusú kísérletben. Így a 64 kezelésben a 2 ismétléssel, összesen 128 edényben vizsgálhattuk a 6 leveles korrig nevelt kukorica hozama és tápelemtartalma közötti összefüggéseket. A növények levágása után a kukoricavetést megismételtük. A P- és K-szinteket egyszeri feltöltéssel állítottuk be, míg a N-szinteket kéthetenkénti trágyázással alakítottuk ki.

2. táblázat  
Napi középhőmérséklet és napfénytartam a kísérletek folyamán

| Kísérlet száma             | Napok száma | Sokéves átlagok | Különbség | 1978         |         | Eltérés a sok éves átlagtól | Különbség |
|----------------------------|-------------|-----------------|-----------|--------------|---------|-----------------------------|-----------|
|                            |             |                 |           | átlag-összeg | eltérés |                             |           |
| Napi középhőmérséklet (°C) |             |                 |           |              |         |                             |           |
| I.                         | 49          | 17,7            |           | 15,4         |         | -2,3                        |           |
| II.                        | 43          | 21,8            | 4,1       | 19,1         | 3,4     | -2,7                        | 0,4       |
| Hőösszeg (°C)              |             |                 |           |              |         |                             |           |
| I.                         | 49          | 868,4           |           | 754,5        |         | -113,9                      |           |
| II.                        | 43          | 938,5           | 70,1      | 819,8        | 65,3    | -118,7                      | 4,8       |
| Napfénytartam (óra)        |             |                 |           |              |         |                             |           |
| I.                         | 49          | 405,2           |           | 301,9        |         | -103,3                      |           |
| II.                        | 43          | 414,7           | 9,5       | 391,7        | 89,8    | -23,0                       | 80,3      |

Az említett kísérleti tervvel sikerült olyan többtényezős modellkísérletet nyernünk, melyben a finomabb kölcsönhatások is megbízhatóan vizsgálhatókká váltak. Így a 64—64 kezelés is olyan információt nyújtott, amely bizonyos mértékig pótolhatta a DRIS normák kialakításánál felhasznált (BEAUFILS [2, 3], SUMNER [13, 14, 15, 16]) sokezes adattömeg diagnosztikai erejét és a módszer lehetőségeit érzékeltethette.

A kísérlet részletes leírásától és a talajvizsgálati adatok közlésétől ezúttal eltekintünk, részben mert a DRIS módszerben a talaj típusának, tápanyagellátottságának stb. nincs különösebb jelentősége. Ugyanis az alapösszefüggés vizsgálata, az optimumok keresése leszűkítve, a levél vagy növény ásványi összetétele és a hozam kapcsolatának vizsgálatára épül. Az indexeket a tápelemtartalomtól, illetve az arányokból számolják. Másrészt e kísérletünk célját, módszerét és a két vetés összevont termés- és tápelemfelvételi eredményeit korábban már közöltük (PUSZTAI és KÁDÁR [11], PUSZTAI et al. [12]).

1978-ban kísérleteinket a sokéves hőmérsékleti (1911—1980) és napfénytartam (1925—1975) adatokhoz képest hőhiányos és főleg az első vetemény esetében több mint 25%-os napfényhiányos viszonyok között végeztük. A hőmérséklet és napfénytartam adatai szerint a II. vetés viszonyai voltak a kedvezőbbek a fény- és hőigényes kukorica számára. A 2. táblázat adatai szerint a II. kukorica a rövidebb vegetációs időszak ellenére 65,3 °C-szal (napi átlagban 3,4 °C) több hőt kapott és 89,8 órával több napfényt élvezett. Tehát az eltérések igen nagyok voltak, ami felér sok száz kilométerre észak-délre fekvő geográfiai helyek jellemző adatai közti különbségekkel.

A növényanalízis-határértékek stabilitásának, illetve a DRIS módszer diagnosztikai megbízhatóságának vizsgálata céljából ez utóbbi körülmény arra is lehetőséget kínált, hogy az eltérő ökológiai viszonyok hatását megkísérreljük figyelembe venni. A klimatikus tényezők ugyanis, mint a hő- és fényviszonyok, nemcsak a növény növekedésére, hanem a tápanyagok felvételére is közvetetten vagy közvetlenül hatással lehetnek. Munkánkban törekszünk számszerűen is bemutatni az eltérő hozamú, kedvező és kedvezőtlen klimatikus tényezők között termelt növény ásványi tápelemtartalmát, tápelemarányait és a stabil optimumokra épülő diagnózis megbízhatóságát.



3. táblázat

Az optimális tápelemarányok alakulása a vizsgált szabadföldi kukoricakísérletekben (Föld feletti növény, 4—6 leveles átlagok, 25—30 cm magasság)

| Kísérleti hely  | Kísérlet |         | Kezelés száma | A legnagyobb hozamokhoz tartozó optimumok |      |     |                    |      |     |           |      |     |
|-----------------|----------|---------|---------------|---|------|-----|--------------------|------|-----|-----------|------|-----|
|                 | jele     | éve     |               | 6 leveleskori mintasúly                   |      |     | Szemtermés szerint |      |     | Átlagosan |      |     |
|                 |          |         |               | N/P                                       | K/P  | N/K | N/P                | K/P  | N/K | N/P       | K/P  | N/K |
| Nagyhőrcsők     | 1,84     | 1976    | 64            | 7,7                                       | 7,5  | 0,9 | 8,7                | 8,5  | 1,0 | 8,2       | 8,0  | 1,0 |
| Nagyhőrcsők     | 1,84     | 1977    | 64            | 8,2                                       | 8,0  | 1,1 | 9,8                | 7,2  | 1,3 | 9,0       | 7,6  | 1,2 |
| Órbottyán       | 6,84     | 1978    | 9             | 8,0                                       | 5,9  | 1,4 | 8,7                | 6,2  | 1,4 | 8,4       | 6,1  | 1,4 |
| Nagyhőrcsők     | 1,40     | 1978    | 12            | 9,0                                       | 9,6  | 0,9 | 8,8                | 9,4  | 0,9 | 8,9       | 9,5  | 0,9 |
| Órbottyán       | 6,46     | 1976    | 20            | 8,5                                       | 9,6  | 0,9 | 9,0                | 10,9 | 0,8 | 8,7       | 10,2 | 0,9 |
| Tenyészedényben | 1,84     | 1978/I  | 64            | 9,2                                       | 10,9 | 0,9 |                    |      |     |           |      |     |
| Tenyészedényben | 1,84     | 1978/II | 64            | 9,4                                       | 10,6 | 0,9 |                    |      |     |           |      |     |

A szabadföldi kísérletek alapján becsült elvi optimum: N/P = 9,3; K/P = 8,5; N/K = 1,1

A 4—6 leveles, kb. 25—30 cm magas kukoricára megadható optimális arányokat, az elvi normákat, az általunk végzett NPK-műtrágyázási, szabadföldi tartamkísérletek adataiból alakítottuk ki a DRIS módszer elve alapján. Abból indultunk ki, hogy a legnagyobb terméseredményekhez a N/P, N/K, illetve K/P arányoknak csak egy viszonylag szűk intervallumba eső értékei tartozhatnak. Ezt az alapfelfogást az esetek túlnyomó többségében saját vizsgálataink is alátámasztották. A becslések adatai az egyes kísérletekben kezelésenként vett minták tápanyagarányai és a hozzájuk tartozó mintasúlyok, valamint a betakarításkori szemtermés-eredmények voltak. A normák számításához egyértelműen optimális matematikai statisztikai módszer nem ismeretes, ezért többféle közelítést alkalmaztunk.

A normák kialakításához bázisul összesen 5 kísérleti év, 2 kísérleti hely és 169 kezelés mintasúly-, szemtermés-, tápelemtartalom- és tápelemarány-adatai, — mintegy 1500 adat — szolgáltak. A kezelésenként kapott arányokat, a hozzájuk tartozó mintasúly és külön a szemtermés nagysága szerint, rangsorba állítottuk és így becsültük a legnagyobb hozamokhoz tartozó arányok átlagát. Az egyes kísérletekben, a kezeléseik számától függően, a rangsorban elől álló 4—8 legnagyobb hozamú kezelés adatait átlagoltuk, s ezek kísérletenként az optimális arányok egyféle közelítését adták (rangsorolós módszer).

Az egymáshoz tartozó adatpárokból pontdiagrammokat is készítettünk. A vízszintes tengelyre a tápanyagarány értékeit, a függőleges tengelyre a megfelelő mintasúly-, illetve termésadatokat vittük fel (lásd példaképpen az 1. és 2. ábrákat). E diagrammokról grafikusán meghatároztuk azokat az intervallumokat, amelyekben a nagy termésekhez, illetve mintasúlyokhoz tartozó arányok szóródtak. Az intervallumok középpontja az optimális arányok grafikus közelítését adta.

A rangsorolással és grafikus módszerrel kapott becslések egy-egy kísérleten belül általában jól egyeztek. Gyakorlatilag nem volt különbség a meghatározott arányokban, optimumokban a mintasúlyok és a szemtermés alapján végzett közelítések között sem. Így kísérletenként lehetőségünk volt egy-egy feltehetően pontosabb becslés megadására, majd az egységes elvi optimum kialakítására (3. táblázat).

Amint a 3. táblázatban megfigyelhető, a tenyészedény-kísérletben kapott optimális arányok megközelítően jól egyeztek a különböző években és kísérleti helyen végzett szabadföldi kísérletekben megállapított optimumokkal. A foszforhoz viszonyítva azonban a K túlsúlya bizonyos fokig fennállt a tenyészedényben. Amint arra korábban már utaltunk, e talajon a K-hatások mérsékeltek voltak, a P vagy a N hatásaihoz viszonyítva. A felvételben azonban a fiatal zöld növény erőteljesen reagált a K adagolására, a többi elemhez viszonyítva a luxusfelvétel kifejezett volt és a  $K_3$ -szinteken a K túlsúlya terméscsökkenéshez is vezetett (PUSZTAI és KÁDÁR [11]). Ebből adódóan a tenyészedényekben talált K/P és N/K optimumokat az elvi normák megállapításánál figyelmen kívül hagytuk. Kétségtelen ugyanakkor, hogy a közelítések becslésjellegét szem előtt tartva a tenyészedényben és a szabadföldön talált optimális arányok közelállóak voltak, így a tenyészedény-kísérletek eredményeinek szabad interpretálására, szaktanácsadási célokra való felhasználására a növényanalízis módszere eszközül szolgálhat.

Számos kultúrára a tápelem-ellátottsági határértékeket tenyészedény-kísérletekben alakították ki (KÁDÁR [5]). Véleményünk szerint azonban a tenyészedény-kísérletekben kapott tápelemtartalom adatai félre is vezethetnek, különösen az üvegházi vagy a fedett tenyészházi kísérlet viszonyai között. A tápelemarány optimumai ugyanakkor ilyen termesztési körülmények során is megbízható információt szolgáltathatnak (PUSZTAI és KÁDÁR [11]).

A szabadföldi kísérletek alapján becsült és elfogadott elvi optimumok (arányok) alapján számoltuk a DRIS indexek értékeit. A számítás módszere csak annyiban tért el az eredeti módszertől, hogy a CV-értékeket nem vettük figyelembe. Nyilvánvaló ugyanis, hogy az arányok átlagos CV-értékeit e kísérletekből nem lehet megfelelően becsülni. Megítélésünk szerint ez nem jelenthet lényeges eltérést, miután a három tápanyagarány CV-értékei az irodalomban közölt adatok szerint nem túlságosan eltérőek. Az indexeket meghatározó képletek az elmondottak szerint az alábbiak voltak:

$$\begin{aligned} N_{\text{index}} &= g(N/P) + g(N/K) \\ P_{\text{index}} &= -g(N/P) - g(K/P) \\ K_{\text{index}} &= g(K/P) - g(N/K) \end{aligned}$$

A  $g$  függvény definíciója a következő: Jelölje „ $x$ ” bármelyik tápelemarányt, és „ $o$ ” ennek optimális értékét, akkor

$$g(x) = \begin{cases} 50 \frac{x-o}{o}, & \text{ha } x \geq o \\ 50 \frac{x-o}{x}, & \text{ha } x \leq o \end{cases}$$

A fenti számítással az indexek értékét úgy normáltuk, hogy ha pl. N/P és N/K is kétszerese az optimálisnak, akkor  $N_{\text{index}} = 100$ , míg ha fele, akkor  $N_{\text{index}} = -100$ .

A három indexből minden esetben egy „D” mérőszámot (differencia vagy eltérés) is számoltunk. Ez nem más, mint az indexek négyzetösszegéből vont négyzetgyök és azt fejezi ki, hogy a három index által meghatározott pont a térben milyen távolságra van az origótól. Az origó itt az a pont, amelyben mindhárom arány optimális, így a „D” az optimumtól való távolság mérőszáma. A DRIS módszerben ez az elem, a „D” fogalma nem szerepel. A szakmai elem-



zés céljából az indexeket és a D-értékeket a trágyahatásokkal teszteltük a hozamok alapján, hogy az indexek diagnosztikai megbízhatóságát ellenőrizzük.

A következőkben az említett tenyészedény-kísérletekben mért adatok alapján mutatjuk be az indexek és az egyéb növényanalitikai mutatók diagnosztikai értékét.

### Az eredmények és megvitatásuk

A 4. táblázatban közölt variancia-analízisek MQ-értékei szerint a légszáraz súllyal mért  $N \times P$ ,  $N \times K$  és  $P \times K$  kölcsönhatások kisebb-nagyobb megbízhatósággal szignifikánsak voltak, ezért az 5—10. táblázatokban a vizsgált mutatókat 2—2 kezelés kombinációjában, a harmadik elem átlagában közöljük. A táblázatok utolsó oszlopaiban a diagnosztikai mutatókkal való összehasonlítás érdekében az egységnyi tápanyag hatására kapott súlytöbbleteket tüntetjük fel. Tehát pl. az 5. táblázatban az  $N_0P_0$  sorban az N-hatás =  $N_1P_0 - N_0P_0$ , a P-hatás =  $N_0P_1 - N_0P_0$  stb. (A  $N_3$ , ill.  $P_3$ -szinteken a további hatásokat e kísérletben természetesen nem ismerjük.)

Az 5. és 6., a 7. és 8., valamint a 9. és 10. táblázat adatainak összehasonlításakor látható, hogy bár az I. kísérletben — a már említett időjárás okok miatt — a légszáraz súlyok és trágyahatások jóval kisebbek voltak, mint a II.-ban, a %-os tápelemtartalmak közel azonosan alakultak, mind az abszolút értékeket, mind a változások arányát és mértékét tekintve, és viszonylag jól tükrözték a talaj tápanyag-ellátottságát. A megfelelő trágyázás a tápelemek koncentrációját a kontrollhoz viszonyítva mintegy háromszorosára növelte. A már több ízben (PUSZTAI és KÁDÁR [11]) megfigyelt kölcsönhatások itt különösen a  $P\%$ -ban jelentkező  $N \times P$  negatív kölcsönhatásaiban nyilvánultak meg (5. és 6. táblázat). Mindkét növedékben a tápanyaggal jól ellátott növények többségükben 3% körüli N-t, 0,3—0,4% közötti P-t és 3,5% körüli K-t tartalmaztak.

A közölt adatok is igazolják, hogy önmagában egy-egy elem %-os tartalmából nem mindig lehet következtetni sem a termés nagyságára, sem a várható trágyahatásokra. Egy-egy tápelem hatását ugyanis, amint ez közismert, számos tényező, köztük az egyéb tápelemek mennyisége is befolyásolja. Így pl. a N-fejtrágyázás szükségességének megítélésére nem elegendő csak a növény N-tartalmának ismerete, mert hisz pl. az 5. és 6. táblázatban a 2%-nál kevesebb N-t tartalmazó növények nagy N-igényt jeleznek, de a  $P_0$ -szinten a foszforhiány miatt mégis hatástalan, vagy csak kis hatású a N-trágyázás. A már említett  $N \times P$  kölcsönhatások, valamint az időjárás tényezők főleg a  $P\%$  diagnosztikai értékét csökkenthetik. A 7. és 8., valamint a 9. és 10. táblázatok adatai szerint a  $K\%$ -ok jól jelzik a talaj K-ellátottságát, de a K-trágyahatásokat már kevésbé, aminek egyéb, itt nem vizsgált okai lehetnek.

A DRIS módszer alapelveinek ismertetésekor már említettük, hogy a tápelem-koncentrációk mellett a tápelemarányokat is célszerű figyelembe venni a minimumban levő tápelem, vagy tápelemek megítélésére.

Az 5—10. táblázatokban közölt tápelemarányokat az egyes kezelések növényeiben meghatározott tápelemtartalmakból számítottuk (így azok átlagai természetesen nem teljesen egyeznek azokkal az arányokkal, melyeket a táblázatokban közölt átlagos tápelem-koncentrációkból számítanánk).

Az adatokból kitűnik, hogy a tápelemarányok változása mindkét termésben az eltérő ökológiai feltételek ellenére hasonlóan alakult és a változások mértéke még nagyobb volt, mint a tápelemtartalmaké.

4. táblázat

## A tenyészedény-kísérletben mért mutatókból számított variancia-analízisek MQ-értékei

| Tényező             | FG | Légszűrőszűz súly, g/edény | Tüpelem, % |          |          | Tüpelemarányok |         |          |                | DRIS indexek   |                |         | D |
|---------------------|----|----------------------------|------------|----------|----------|----------------|---------|----------|----------------|----------------|----------------|---------|---|
|                     |    |                            | N          | P        | K        | N/P            | N/K     | K/P      | N <sub>1</sub> | T <sub>1</sub> | K <sub>1</sub> |         |   |
| <b>I. kísérlet</b>  |    |                            |            |          |          |                |         |          |                |                |                |         |   |
| N                   | 3  | 45,3***                    | 182,0***   | 36,4***  | 9,0***   | 148,8***       | 10,6*** | 30,5***  | 85,4***        | 30,2***        | 4,8**          | 8,0***  |   |
| P                   | 3  | 51,8***                    | 13,0***    | 179,7*** | 0,3      | 71,6***        | 2,7*    | 150,3*** | 1,2            | 50,8***        | 11,7***        | 0,3     |   |
| N×P                 | 9  | 3,6**                      | 1,6        | 4,6**    | 1,6      | 2,8*           | 1,1     | 3,5**    | 1,3            | 1,4            | 0,9            | 0,6     |   |
| K                   | 3  | 1,4                        | 0,5        | 35,3***  | 302,5*** | 0,9***         | 55,1*** | 188,1*** | 15,7***        | 44,5***        | 36,5***        | 2,1*    |   |
| N×K                 | 9  | 3,6**                      | 0,2        | 2,1*     | 5,7***   | 2,1*           | 3,7**   | 4,4**    | 0,6            | 2,4*           | 1,4            | 1,2     |   |
| P×K                 | 9  | 2,9**                      | 0,9        | 4,5**    | 1,3      | 0,5            | 2,0*    | 5,8***   | 0,7            | 1,4            | 1,0            | 3,8**   |   |
| N×P×K               | 27 | 1,3                        |            |          |          |                |         |          |                |                |                |         |   |
| CV %                |    | 19,5                       | 12,1       | 12,3     | 9,4      | 16,0           | 51,1    | 14,7     |                |                |                |         |   |
| <b>II. kísérlet</b> |    |                            |            |          |          |                |         |          |                |                |                |         |   |
| N                   | 3  | 95,2***                    | 192,7***   | 53,7***  | 1,3      | 205,8***       | 25,5*** | 9,4***   | 95,0***        | 76,6***        | 13,1***        | 7,56*** |   |
| P                   | 3  | 5,0**                      | 4,4*       | 235,8*** | 2,6*     | 246,3***       | 3,3*    | 151,9*** | 8,5***         | 230,9***       | 44,4***        | 6,66**  |   |
| N×P                 | 9  | 7,9**                      | 1,8        | 9,2***   | 1,0      | 16,3***        | 1,3     | 1,9*     | 2,4*           | 2,9*           | 1,2            | 2,01*   |   |
| K                   | 3  | 6,0**                      | 0,8        | 10,1***  | 150,7*** | 1,5            | 71,5*** | 76,8***  | 33,3***        | 98,4***        | 113,7***       | 6,40**  |   |
| N×K                 | 9  | 2,3*                       | 1,2        | 0,6      | 3,0*     | 2,6*           | 10,2*** | 3,2***   | 0,8***         | 4,3**          | 2,7*           | 4,66**  |   |
| P×K                 | 9  | 1,8*                       | 0,5        | 4,0**    | 1,0      | 2,0*           | 1,7     | 6,6***   | 0,8            | 1,9*           | 0,8            | 7,86*** |   |
| N×P×K               | 27 | 0,8                        |            |          |          |                |         |          |                |                |                |         |   |
| CV %                |    | 37,7                       | 12,1       | 10,3     | 15,0     | 14,4           | 43,9    | 22,3     |                |                |                |         |   |

\*\*\* = 0,01%; \*\* = 0,1%; \* = 5% valószínűségi szinten szignifikáns

5. táblázat

A tápelem-ellátottságot jelző mutatók az I. tenyészedeny-kísérlet növényeiben (NP-kezelések a K átlagában)

| Kezelés           | Légszáraz súly, g/edény |   | Tápelem, % |      |      | Arányok |     |      | DRIS indexek   |                |                |     | D     |       | Trágyahatás, g/edény |   |
|-------------------|-------------------------|---|------------|------|------|---------|-----|------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|----------------------|---|
|                   | N                       | P | N          | P    | K    | N/P     | N/K | K/P  | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | K <sub>i</sub> | D   | N     | P     | N                    | P |
| 0                 | 0                       | 0 | 0,59       | 0,16 | 3,00 | 5,5     | 0,4 | 18,7 | -170,0         | -26,2          | 196,2          | 269 | 0,53  | 0,41  |                      |   |
| 1                 | 0                       | 0 | 1,08       | 0,13 | 3,43 | 12,9    | 0,6 | 27,3 | -40,5          | -131,3         | 172,0          | 224 | -0,01 | 2,92  |                      |   |
| 2                 | 0                       | 0 | 2,24       | 0,13 | 3,60 | 17,6    | 0,8 | 29,0 | 6,2            | -165,8         | 159,8          | 245 | -0,52 | 2,48  |                      |   |
| 3                 | 0                       | 0 | 2,64       | 0,16 | 3,38 | 16,8    | 0,9 | 21,9 | 23,2           | -119,0         | 95,5           | 173 | -     | 2,33  |                      |   |
| 0                 | 1                       | 1 | 1,06       | 0,36 | 3,19 | 3,0     | 0,4 | 9,9  | -233,7         | 107,8          | 125,5          | 308 | 3,04  | 0,02  |                      |   |
| 1                 | 1                       | 1 | 1,99       | 0,25 | 3,30 | 8,2     | 1,2 | 14,0 | -33,8          | 1,5            | 32,5           | 190 | -0,45 | -0,24 |                      |   |
| 2                 | 1                       | 1 | 2,68       | 0,21 | 3,59 | 13,5    | 1,3 | 18,8 | 16,5           | -63,0          | 46,2           | 203 | -0,77 | 0,30  |                      |   |
| 3                 | 1                       | 1 | 2,85       | 0,21 | 3,29 | 14,1    | 1,5 | 16,8 | 35,5           | -62,0          | 26,5           | 178 | -     | 0,31  |                      |   |
| 0                 | 2                       | 2 | 2,74       | 0,44 | 2,80 | 2,2     | 0,4 | 7,6  | -283,7         | 193,0          | 90,7           | 383 | 2,78  | 0,63  |                      |   |
| 1                 | 2                       | 2 | 5,52       | 0,34 | 3,32 | 6,0     | 1,3 | 10,7 | 49,7           | 78,2           | -28,2          | 233 | 0,09  | -0,13 |                      |   |
| 2                 | 2                       | 2 | 5,61       | 0,30 | 3,46 | 10,6    | 1,8 | 13,0 | 27,5           | 15,2           | -42,2          | 202 | -0,76 | -0,45 |                      |   |
| 3                 | 2                       | 2 | 4,85       | 0,32 | 3,89 | 10,3    | 0,9 | 13,0 | -11,0          | -28,2          | 39,5           | 81  | -     | -1,49 |                      |   |
| 0                 | 3                       | 3 | 3,37       | 0,48 | 3,17 | 2,4     | 0,4 | 7,0  | -256,5         | 176,0          | 80,7           | 345 | 2,02  | -     |                      |   |
| 1                 | 3                       | 3 | 5,39       | 0,45 | 3,48 | 5,1     | 1,3 | 8,6  | -59,2          | 112,2          | -52,7          | 250 | -0,23 | -     |                      |   |
| 2                 | 3                       | 3 | 5,16       | 0,39 | 3,74 | 8,6     | 1,3 | 10,6 | 63,7           | 94,3           | -158,0         | 266 | -0,80 | -     |                      |   |
| 3                 | 3                       | 3 | 4,36       | 0,36 | 3,40 | 9,2     | 1,4 | 10,8 | 7,0            | 20,3           | -27,5          | 149 | -     | -     |                      |   |
| SzD <sub>5%</sub> |                         |   | 0,80       | 0,05 | 0,45 | 2,1     | 0,7 | 3,2  | 76,4           | 75,6           | 139,8          | 152 |       |       |                      |   |

## 6. táblázat

A tápelem-ellátottságot jelző mutatók a II. tenyészédeny-kísérlet növényeiben  
(NP-kezelések a K átlagában)

| Kezelés |   | Légszáraz<br>súly,<br>g/edény | Tápelem, % |      |      | Arányok |     |      | DRIS indexek   |                |                |     | D     |       | Trágyázhatóság,<br>g/edény |   |  |
|---------|---|-------------------------------|------------|------|------|---------|-----|------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|----------------------------|---|--|
| N       | P |                               | N          | P    | K    | N/P     | N/K | K/P  | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | K <sub>i</sub> | D   | N     | P     | N                          | P |  |
| 0       | 0 | 1,62                          | 0,89       | 0,14 | 3,65 | 6,5     | 0,3 | 25,5 | -190,0         | -74,2          | 264,5          | 335 | 4,87  | -0,19 |                            |   |  |
| 1       | 0 | 6,49                          | 1,84       | 0,12 | 3,26 | 15,4    | 0,8 | 26,9 | -16,7          | -142,0         | 158,7          | 237 | 0,12  | -4,28 |                            |   |  |
| 2       | 0 | 6,61                          | 2,77       | 0,12 | 4,00 | 24,3    | 1,0 | 34,5 | 55,0           | -233,2         | 178,3          | 325 | -1,78 | 1,83  |                            |   |  |
| 3       | 0 | 4,83                          | 3,17       | 0,15 | 4,10 | 20,9    | 1,1 | 27,7 | 47,7           | -174,8         | 127,0          | 248 | -     | 3,33  |                            |   |  |
| 0       | 1 | 1,43                          | 1,45       | 0,44 | 3,43 | 3,3     | 0,5 | 7,7  | -177,5         | 111,0          | 66,5           | 238 | 0,78  | -0,13 |                            |   |  |
| 1       | 1 | 2,21                          | 1,64       | 0,41 | 3,32 | 4,0     | 0,6 | 8,1  | -132,7         | 82,3           | 50,5           | 185 | 6,23  | 0,26  |                            |   |  |
| 2       | 1 | 8,44                          | 2,81       | 0,36 | 3,02 | 8,2     | 1,8 | 8,8  | 9,8            | 40,5           | -50,3          | 161 | -0,28 | 1,76  |                            |   |  |
| 3       | 1 | 8,16                          | 3,45       | 0,31 | 3,45 | 11,6    | 1,8 | 12,5 | 36,5           | -11,0          | -25,7          | 162 | -     | 1,29  |                            |   |  |
| 0       | 2 | 1,30                          | 1,22       | 0,48 | 3,17 | 2,6     | 0,5 | 7,0  | -228,0         | 159,2          | 69,0           | 309 | 1,17  | -0,37 |                            |   |  |
| 1       | 2 | 2,47                          | 1,32       | 0,46 | 3,54 | 2,9     | 0,4 | 8,0  | -215,3         | 122,0          | 93,3           | 275 | 7,73  | 0,59  |                            |   |  |
| 2       | 2 | 10,20                         | 2,60       | 0,33 | 3,10 | 7,8     | 1,2 | 9,6  | -16,5          | 22,3           | -5,5           | 104 | -0,75 | 0,34  |                            |   |  |
| 3       | 2 | 9,45                          | 3,31       | 0,30 | 3,53 | 11,2    | 1,7 | 12,7 | 30,5           | -5,7           | -24,8          | 164 | -     | 1,56  |                            |   |  |
| 0       | 3 | 1,67                          | 1,52       | 0,54 | 3,08 | 2,8     | 0,6 | 5,8  | -188,8         | 160,5          | 28,0           | 270 | 1,39  | -     |                            |   |  |
| 1       | 3 | 3,06                          | 1,93       | 0,47 | 3,53 | 4,2     | 0,8 | 7,8  | -112,3         | 91,7           | 20,8           | 195 | 7,48  | -     |                            |   |  |
| 2       | 3 | 10,54                         | 2,92       | 0,36 | 3,41 | 8,2     | 1,5 | 10,0 | 0,0            | 32,0           | -32,0          | 143 | 0,47  | -     |                            |   |  |
| 3       | 3 | 11,01                         | 3,31       | 0,29 | 3,56 | 11,4    | 2,1 | 13,4 | 44,7           | -1,0           | -44,0          | 207 | -     | -     |                            |   |  |
| SzD5%   |   | 2,08                          | 0,39       | 0,05 | 0,73 | 1,9     | 0,6 | 4,5  | 66,1           | 42,7           | 75,3           | 99  | -     | -     | 2,08                       |   |  |

7. táblázat

A tápelem-ellátottságot jelző mutatók az I. tenyészedeny-kísérlet növényeiben (NK-kezelések a P átlagában)

| Kezelés | Légszáraz súly, g/fejtény |   | Tápelem, % |      |      | Arányok |     |      | DRIS indexek   |                |                |     | D     |       | Trágyahatás, g/fejtény |  |
|---------|---------------------------|---|------------|------|------|---------|-----|------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|------------------------|--|
|         | N                         | K | N          | P    | K    | N/P     | N/K | K/P  | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | K <sub>i</sub> | D   | N     | K     |                        |  |
| 0       | 0                         | 0 | 1,11       | 0,46 | 1,54 | 2,9     | 0,7 | 4,1  | -104,5         | 214,0          | -49,7          | 279 | 2,32  | 0,60  |                        |  |
| 1       | 0                         | 0 | 2,01       | 0,36 | 0,75 | 6,4     | 3,0 | 3,2  | 57,5           | 217,5          | -275,0         | 358 | 0,23  | 0,37  |                        |  |
| 2       | 0                         | 0 | 2,76       | 0,34 | 0,99 | 9,8     | 3,2 | 4,3  | 93,0           | 120,5          | -213,5         | 285 | 0,07  | 0,47  |                        |  |
| 3       | 0                         | 0 | 2,97       | 0,30 | 1,29 | 11,1    | 2,8 | 4,8  | 84,7           | 59,2           | -143,7         | 192 | -     | -0,80 |                        |  |
| 0       | 1                         | 1 | 0,99       | 0,34 | 3,32 | 3,3     | 0,3 | 11,3 | -244,7         | 91,2           | 153,5          | 314 | 2,09  | 0,12  |                        |  |
| 1       | 1                         | 1 | 1,97       | 0,27 | 3,88 | 8,0     | 0,5 | 16,2 | -73,5          | -30,7          | 104,5          | 147 | 0,33  | 0,39  |                        |  |
| 2       | 1                         | 1 | 2,86       | 0,22 | 3,77 | 14,6    | 0,8 | 21,3 | 2,2            | -104,5         | 102,2          | 148 | -1,20 | -0,13 |                        |  |
| 3       | 1                         | 1 | 2,86       | 0,27 | 3,82 | 11,5    | 0,7 | 15,1 | -14,0          | -48,5          | 62,5           | 94  | -     | -0,40 |                        |  |
| 0       | 2                         | 2 | 1,00       | 0,36 | 3,55 | 3,2     | 0,3 | 11,8 | -264,7         | 97,5           | 167,5          | 346 | 2,36  | 0,30  |                        |  |
| 1       | 2                         | 2 | 2,05       | 0,30 | 4,42 | 8,4     | 0,5 | 18,3 | -82,5          | -44,0          | 127,0          | 176 | -0,19 | -0,42 |                        |  |
| 2       | 2                         | 2 | 2,82       | 0,24 | 4,84 | 12,4    | 0,6 | 21,6 | -29,0          | -94,0          | 123,0          | 159 | -1,47 | -1,24 |                        |  |
| 3       | 2                         | 2 | 3,01       | 0,23 | 4,38 | 13,6    | 0,7 | 20,1 | -7,5           | -91,0          | 98,2           | 135 | -     | -0,02 |                        |  |
| 0       | 3                         | 3 | 0,91       | 0,27 | 3,76 | 3,8     | 0,2 | 15,5 | -270,0         | 47,7           | 222,0          | 366 | 1,60  | -     |                        |  |
| 1       | 3                         | 3 | 1,88       | 0,23 | 4,46 | 9,5     | 0,4 | 23,0 | -84,7          | -82,0          | 167,0          | 217 | -0,97 | -     |                        |  |
| 2       | 3                         | 3 | 2,76       | 0,22 | 4,78 | 13,5    | 0,6 | 24,3 | 47,7           | -41,2          | -6,0           | 324 | -0,25 | -     |                        |  |
| 3       | 3                         | 3 | 2,92       | 0,21 | 4,47 | 14,3    | 0,6 | 22,5 | 8,5            | -108,7         | 117,0          | 160 | -     | -     |                        |  |
| SzD5%   |                           |   | 0,37       | 0,05 | 0,45 | 2,1     | 0,7 | 3,2  | 76,4           | 75,6           | 139,7          | 152 | -     | 0,80  |                        |  |

8. táblázat  
A tápelem-ellátottságot jelző mutatók a II. tenyészedeny-kísérlet növényeiben  
(NK-kezelések a P átlagában)

| Kezelés           |   | Légszáraz súly, g/edeny |      | Tápelem, % |      |      | Arányok |      |      | DRIS indexek   |                |                |     | D     |       |       | Trágyahatás, g/edeny |  |  |
|-------------------|---|-------------------------|------|------------|------|------|---------|------|------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|-------|----------------------|--|--|
| N                 | K | N                       | K    | N          | P    | K    | N/P     | N/K  | K/P  | N <sub>t</sub> | P <sub>t</sub> | K <sub>t</sub> | D   | N     | K     | N     | K                    |  |  |
| 0                 | 0 | 1,30                    | 1,27 | 0,43       | 1,43 | 3,9  | 0,9     | 5,0  | 5,0  | -110,0         | 105,7          | -55,2          | 223 | 2,36  | -0,04 | 2,36  | -0,04                |  |  |
| 1                 | 0 | 3,66                    | 1,81 | 0,44       | 1,54 | 7,3  | 1,3     | 5,1  | 5,1  | -44,5          | 111,7          | -67,2          | 190 | 3,61  | 0,16  | 3,61  | 0,16                 |  |  |
| 2                 | 0 | 7,27                    | 2,90 | 0,30       | 0,95 | 12,9 | 3,3     | 4,8  | 4,8  | 115,2          | 85,7           | -201,2         | 291 | -1,55 | 1,42  | -1,55 | 1,42                 |  |  |
| 3                 | 0 | 5,72                    | 3,39 | 0,30       | 0,89 | 12,2 | 4,3     | 3,6  | 3,6  | 161,0          | 106,2          | -267,5         | 343 | -     | 1,35  | -     | 1,35                 |  |  |
| 0                 | 1 | 1,26                    | 1,28 | 0,39       | 3,53 | 3,7  | 0,4     | 11,2 | 11,2 | -196,7         | 74,5           | 122,0          | 261 | 2,56  | 0,63  | 2,56  | 0,63                 |  |  |
| 1                 | 1 | 3,82                    | 1,79 | 0,36       | 3,54 | 6,8  | 0,5     | 12,7 | 12,7 | -104,5         | 20,0           | 84,7           | 177 | 4,87  | -0,41 | 4,87  | -0,41                |  |  |
| 2                 | 1 | 8,69                    | 2,48 | 0,31       | 3,27 | 10,2 | 0,8     | 15,2 | 15,2 | -25,0          | -36,7          | 61,7           | 117 | -1,62 | 1,43  | -1,62 | 1,43                 |  |  |
| 3                 | 1 | 7,07                    | 3,40 | 0,27       | 3,57 | 13,8 | 1,0     | 15,7 | 15,7 | 16,5           | -66,0          | 49,7           | 92  | -     | 3,89  | -     | 3,89                 |  |  |
| 0                 | 2 | 1,89                    | 1,31 | 0,41       | 4,47 | 3,8  | 0,3     | 16,6 | 16,6 | -247,5         | 48,7           | 198,7          | 359 | 1,52  | -0,39 | 1,52  | -0,39                |  |  |
| 1                 | 2 | 3,41                    | 1,55 | 0,38       | 4,28 | 6,0  | 0,4     | 15,4 | 15,4 | -172,7         | 26,7           | 145,7          | 269 | 6,71  | -0,07 | 6,71  | -0,07                |  |  |
| 2                 | 2 | 10,12                   | 2,91 | 0,29       | 4,17 | 12,9 | 0,7     | 19,5 | 19,5 | -9,7           | -83,2          | 93,2           | 143 | 0,84  | -0,41 | 0,84  | -0,41                |  |  |
| 3                 | 2 | 10,96                   | 3,35 | 0,27       | 4,89 | 13,6 | 0,7     | 20,0 | 20,0 | -7,2           | -90,5          | 97,2           | 136 | -     | 1,87  | -     | 1,87                 |  |  |
| 0                 | 3 | 1,50                    | 1,23 | 0,37       | 3,90 | 3,8  | 0,3     | 13,2 | 13,2 | -230,0         | 67,5           | 162,5          | 310 | 1,84  | -     | 1,84  | -                    |  |  |
| 1                 | 3 | 3,34                    | 1,59 | 0,33       | 4,29 | 6,5  | 0,4     | 17,5 | 17,5 | -155,2         | -4,5           | 160,0          | 256 | 6,37  | -     | 6,37  | -                    |  |  |
| 2                 | 3 | 9,71                    | 2,84 | 0,26       | 5,14 | 12,5 | 0,6     | 23,4 | 23,4 | 32,5           | -104,2         | 136,7          | 182 | -0,62 | -     | -0,62 | -                    |  |  |
| 3                 | 3 | 9,09                    | 3,11 | 0,21       | 5,30 | 15,6 | 0,6     | 26,9 | 26,9 | 10,7           | -142,2         | 153,0          | 210 | -     | -     | -     | -                    |  |  |
| SzD <sub>5%</sub> |   | 2,08                    | 0,39 | 0,05       | 0,73 | 1,0  | 0,6     | 4,5  | 4,5  | 66,1           | 42,7           | 75,3           | 99  |       |       |       | 2,08                 |  |  |



9. táblázat

A tápelem-ellátottságot jelző mutatók az I. tenyészedény-kísérlet növényeiben (PK-kezelések a N átlagában)

| Kezelés           |   | Légszáraz súly, g/edény) |      | Tápelem, % |      |     | Arányok |                |                | DIRIS indexek  |     |       |       | D |   | Trágyahatás, g/edény |  |
|-------------------|---|--------------------------|------|------------|------|-----|---------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|---|---|----------------------|--|
| P                 | K | N                        | P    | K          | N/P  | N/K | K/P     | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | K <sub>i</sub> | D   | P     | K     | P | K |                      |  |
| 0                 | 0 | 1,82                     | 0,16 | 1,36       | 11,8 | 1,3 | 8,7     | 15,7           | -10,0          | -5,5           | 67  | 2,64  | 0,75  |   |   |                      |  |
| 1                 | 0 | 2,15                     | 0,31 | 0,97       | 7,9  | 2,8 | 3,0     | 45,5           | 127,7          | -173,5         | 266 | 0,73  | -0,14 |   |   |                      |  |
| 2                 | 0 | 2,26                     | 0,46 | 1,18       | 5,3  | 2,7 | 2,7     | -1,5           | 240,5          | -239,0         | 379 | -1,41 | -0,75 |   |   |                      |  |
| 3                 | 0 | 2,63                     | 0,54 | 1,06       | 5,1  | 2,9 | 2,0     | 11,0           | 253,0          | -264,0         | 402 | -     | 0,78  |   |   |                      |  |
| 0                 | 1 | 1,88                     | 0,15 | 3,75       | 13,4 | 0,5 | 26,8    | -61,0          | -125,7         | 186,5          | 256 | 1,75  | -0,19 |   |   |                      |  |
| 1                 | 1 | 2,17                     | 0,24 | 3,60       | 10,6 | 0,6 | 16,4    | -65,2          | -35,0          | 100,5          | 168 | 0,12  | 0,42  |   |   |                      |  |
| 2                 | 1 | 2,45                     | 0,34 | 3,78       | 7,5  | 0,7 | 11,3    | -97,7          | 23,0           | 75,0           | 145 | 0,12  | -0,05 |   |   |                      |  |
| 3                 | 1 | 2,17                     | 0,39 | 3,64       | 5,8  | 0,6 | 9,4     | -106,0         | 45,2           | 60,7           | 135 | -     | -0,20 |   |   |                      |  |
| 0                 | 2 | 1,96                     | 0,15 | 4,20       | 13,7 | 0,5 | 28,9    | -64,5          | -141,7         | 206,0          | 276 | 2,36  | 0,11  |   |   |                      |  |
| 1                 | 2 | 2,17                     | 0,27 | 4,38       | 9,1  | 0,5 | 17,2    | -109,7         | -24,2          | 134,0          | 211 | -0,35 | -0,97 |   |   |                      |  |
| 2                 | 2 | 2,30                     | 0,33 | 4,10       | 7,7  | 0,6 | 13,3    | -101,5         | 13,5           | 88,5           | 166 | -0,03 | -0,74 |   |   |                      |  |
| 3                 | 2 | 2,44                     | 0,39 | 4,61       | 7,0  | 0,5 | 12,3    | -108,0         | 21,0           | 87,2           | 164 | -     | 0,17  |   |   |                      |  |
| 0                 | 3 | 1,77                     | 0,19 | 4,09       | 14,0 | 0,4 | 32,4    | -71,2          | -104,7         | 236,5          | 312 | 1,28  | -     |   |   |                      |  |
| 1                 | 3 | 2,08                     | 0,20 | 4,44       | 11,2 | 0,5 | 22,0    | -86,0          | -84,2          | 169,7          | 234 | -0,12 | -     |   |   |                      |  |
| 2                 | 3 | 2,18                     | 0,27 | 4,38       | 8,7  | 0,5 | 16,7    | -116,2         | -18,7          | 135,2          | 210 | 0,88  | -     |   |   |                      |  |
| 3                 | 3 | 2,45                     | 0,35 | 4,50       | 7,3  | 0,6 | 13,2    | -42,0          | 83,5           | -41,5          | 310 | -     | -     |   |   |                      |  |
| SzD <sub>5%</sub> |   | 0,37                     | 0,05 | 0,45       | 2,1  | 0,7 | 3,2     | 76,4           | 75,6           | 139,7          | 152 | -     | -     |   |   | 0,80                 |  |

## 10. táblázat

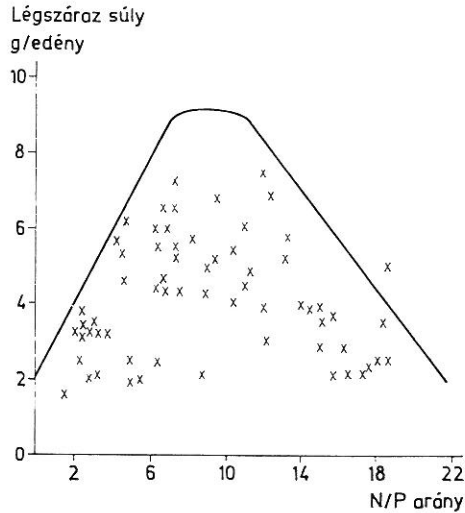
A tápelem-ellátottságot jelző mutatók a II. tenyészedény-kísérlet növényeiben  
(PK-kezelések a N átlagában)

| Kezelés | Légszáraz súly, g/edény |   | Tápelem, % |      |      | Arányok |     |      | DRIS indexek   |                |                |     | D     |       | Trágyabalás, g/edény |  |
|---------|-------------------------|---|------------|------|------|---------|-----|------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|----------------------|--|
|         | P                       | K | N          | P    | K    | N/P     | N/K | K/P  | N <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | K <sub>i</sub> | D   | P     | K     |                      |  |
| 0       | 0                       | 0 | 2,28       | 0,13 | 1,30 | 18,1    | 1,7 | 10,7 | 71,7           | -59,2          | -12,2          | 124 | 1,04  | 1,64  |                      |  |
| 1       | 0                       | 0 | 2,44       | 0,37 | 1,09 | 7,0     | 2,8 | 2,9  | 43,0           | 143,2          | -186,2         | 278 | -0,44 | 8,60  |                      |  |
| 2       | 0                       | 0 | 2,17       | 0,48 | 1,43 | 5,2     | 2,1 | 2,9  | -35,7          | 181,2          | -145,2         | 291 | 1,36  | 1,11  |                      |  |
| 3       | 0                       | 0 | 2,46       | 0,46 | 0,99 | 6,0     | 3,1 | 2,1  | 42,7           | 204,2          | -247,5         | 355 | -     | -0,46 |                      |  |
| 0       | 1                       | 1 | 2,18       | 0,14 | 4,08 | 16,0    | 0,5 | 29,6 | -39,5          | -156,2         | 195,7          | 279 | 0,00  | 0,56  |                      |  |
| 1       | 1                       | 1 | 2,21       | 0,40 | 3,28 | 6,0     | 0,8 | 8,3  | -88,5          | 45,2           | 43,0           | 124 | 0,07  | 0,14  |                      |  |
| 2       | 1                       | 1 | 2,07       | 0,37 | 3,17 | 6,0     | 0,6 | 8,7  | -93,7          | 47,0           | 47,0           | 122 | -0,21 | 0,96  |                      |  |
| 3       | 1                       | 1 | 2,47       | 0,43 | 3,33 | 6,4     | 0,7 | 8,2  | -88,0          | 55,7           | 32,5           | 121 | -     | 3,86  |                      |  |
| 0       | 2                       | 2 | 2,21       | 0,13 | 4,98 | 17,1    | 0,5 | 37,9 | -71,2          | -212,0         | 283,2          | 389 | -0,42 | -1,52 |                      |  |
| 1       | 2                       | 2 | 2,45       | 0,42 | 4,12 | 6,2     | 0,6 | 10,1 | -99,2          | 35,2           | 64,0           | 136 | 0,89  | -0,35 |                      |  |
| 2       | 2                       | 2 | 2,18       | 0,38 | 4,29 | 6,6     | 0,5 | 12,1 | -136,0         | 37,5           | 98,2           | 198 | 2,69  | 1,41  |                      |  |
| 3       | 2                       | 2 | 2,29       | 0,41 | 4,42 | 6,4     | 0,5 | 11,4 | -130,7         | 41,0           | 89,5           | 184 | -     | -2,27 |                      |  |
| 0       | 3                       | 3 | 2,01       | 0,13 | 4,66 | 15,7    | 0,4 | 36,4 | -65,0          | -196,7         | 261,7          | 353 | 0,75  | -     |                      |  |
| 1       | 3                       | 3 | 2,26       | 0,34 | 4,73 | 7,9     | 0,5 | 15,7 | -119,2         | -1,0           | 120,2          | 208 | 2,65  | -     |                      |  |
| 2       | 3                       | 3 | 2,04       | 0,34 | 4,45 | 6,8     | 0,5 | 13,7 | -163,7         | 32,0           | 132,0          | 242 | -0,99 | -     |                      |  |
| 3       | 3                       | 3 | 2,46       | 0,36 | 4,78 | 7,9     | 0,5 | 15,3 | -80,5          | -17,7          | 98,2           | 155 | -     | -     |                      |  |
| SzD5%   |                         |   | 0,39       | 0,05 | 0,73 | 1,9     | 0,6 | 4,5  | 66,1           | 42,7           | 75,3           | 99  |       |       | 2,08                 |  |

11. táblázat  
A tápelem-ellátottságot jelző mutatók a tenyészedény-kísérlet néhány kezelésében

| Kezelés                    |   |   | Légszénáz<br>súly,<br>g/edény |      | Tápelem, % |      |     | Arányok |                |                | DRIS indexek   |     |       |       | D     |   |   | Trágyahatás,<br>g/edény |  |  |
|----------------------------|---|---|-------------------------------|------|------------|------|-----|---------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-------|-------|---|---|-------------------------|--|--|
| N                          | P | K | N                             | P    | K          | N/P  | N/K | P/K     | N <sub>t</sub> | P <sub>t</sub> | K <sub>t</sub> | D   | N     | P     | K     | N | P | K                       |  |  |
| <b>I. vetésű növények</b>  |   |   |                               |      |            |      |     |         |                |                |                |     |       |       |       |   |   |                         |  |  |
| 0                          | 0 | 0 | 0,88                          | 0,17 | 1,30       | 5,2  | 0,7 | 7,6     | -70            | 45             | 25             | 87  | 0,21  | 0,15  | 0,62  |   |   |                         |  |  |
| 1                          | 1 | 1 | 1,81                          | 0,24 | 3,72       | 7,5  | 0,5 | 15,5    | -74            | -28            | 102            | 129 | -0,34 | -0,14 | 1,05  |   |   |                         |  |  |
| 2                          | 2 | 2 | 3,10                          | 0,28 | 4,63       | 11,1 | 0,7 | 16,5    | -22            | -57            | 80             | 100 | -2,11 | -0,81 | -2,20 |   |   |                         |  |  |
| 3                          | 3 | 3 | 3,40                          | 0,30 | 4,71       | 11,3 | 0,7 | 15,7    | -16            | -53            | 69             | 88  | -     | -     | -     |   |   |                         |  |  |
| SzD <sub>5%</sub>          |   |   | 0,74                          | 0,10 | 0,90       | 4,2  | 1,5 | 6,3     | 153            | 151            | 280            | 303 | -     | 1,59  | -     |   |   |                         |  |  |
| <b>II. vetésű növények</b> |   |   |                               |      |            |      |     |         |                |                |                |     |       |       |       |   |   |                         |  |  |
| 0                          | 0 | 0 | 0,81                          | 0,11 | 1,25       | 7,4  | 0,6 | 11,4    | -47            | -4             | 52             | 70  | 4,67  | 0,02  | 0,21  |   |   |                         |  |  |
| 1                          | 1 | 1 | 1,80                          | 0,41 | 3,85       | 4,4  | 0,5 | 9,4     | -123           | 51             | 72             | 151 | 7,69  | 0,61  | -0,33 |   |   |                         |  |  |
| 2                          | 2 | 2 | 2,82                          | 0,33 | 4,37       | 8,5  | 0,6 | 13,2    | -39            | -22            | 62             | 76  | 1,38  | 2,73  | 4,38  |   |   |                         |  |  |
| 3                          | 3 | 3 | 2,79                          | 0,21 | 5,56       | 13,3 | 0,5 | 26,5    | -38            | -128           | 166            | 213 | -     | -     | -     |   |   |                         |  |  |
| SzD <sub>5%</sub>          |   |   | 0,78                          | 0,10 | 1,46       | 3,8  | 1,3 | 3,7     | 132            | 85             | 150            | 198 | -     | 4,17  | -     |   |   |                         |  |  |

Az 5. és 6. táblázat szerint a N/P arányban 14—15-szörös, és a K/P arányban (9., 10. táblázat) 16—17-szeres különbségek is előfordulnak a szélső értékek között. Igaz, hogy a N/K arányok viszonylag nagy szórása csökkenti a mutató diagnosztikai értékét, de az kétségtelen, hogy a N/P és K/P arányok érzékenyebben jelzik az eltérő tápelem-ellátottságot, mint a tápelem-koncentrációk.



1. ábra

A 6 leveles kukorica légszáraz súlyának, valamint a N/P arálynak összefüggése. Tenyészedény-kísérlet, I. termés

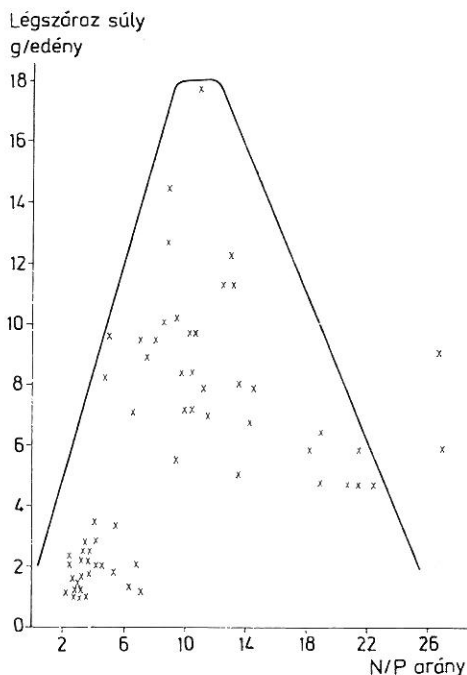
Az 5. és 6. táblázatból, valamint a N/P arányok és a hozamok összefüggését példaképpen bemutató 1. és 2. ábráról látható, hogy a nagy szárazanyaghozamokhoz viszonylag szűk optimum, míg a kis termésekhez szinte bármilyen tápelemarány tartozhat. Az optimumok a „gúla” csúcsán leolvashatók és becsülhetőek. Különösen a 2. ábra jól szemlélteti a közelítően normál eloszlását a populációnak, amikor már jobban sikerült mindhárom tápelemnél a gyenge, közepes, jó és túljó ellátottsági viszonyokat létrehozni a talajban. Szabadföldi viszonyok között, részben az első kísérletben is, a normál eloszlás csak ritkán érhető el, mert amennyiben a talaj eredeti ellátottsága egy vagy több tápelemben közepes vagy kielégítő, nem tudjuk rövid idő alatt gyenge ellátottságvá tenni. Így az eloszlás gyakran jobbra csúszó, csak a tápelem túlsúlya hozható létre trágyázással.

Két-két elem arányának diagnosztikai értékéről azonban ugyanaz mondható, mint a tápanyag-koncentrációkról: csak akkor lehet a tápelem-ellátottságot több-kevesebb megbízhatósággal megítélni, ha egyik elem minimumban, vagy túlsúlyban van. Ezért elvileg az összes lehetséges tápelemarányt is figyelembe kellene venni.

Ez 3 elem esetében még könnyen megtehető egyszerű rátekintéssel. De ha már több elem hiányával, vagy túlsúlyával is számolnunk kell, úgy a lehetséges arányok száma erősen megnő s az adatok nehezen áttekinthetőkké válnak. Elvi-

leg ezen segíthet a DRIS módszer, mely a fentiek szerint főleg több elem vizsgálatakor lehet hatékony. Mivel egyelőre a rendelkezésünkre álló adatokból csak a N/P, N/K és K/P arányok optimumait tudtuk becsülni, csak a primer elemekre számítottuk ki a DRIS indexeket.

Az 5-10. táblázatokból látható, hogy a DRIS indexek is általában elég jól tükrözik a talaj tápanyag-ellátottságát. A N-nélküli kezelések minden esetben szignifikánsan nagy negatív értéket mutatnak. A N-adagolással a negatív



2. ábra  
A 6 leveles kukorica légszáraz súlyának, valamint a N/P aránynak összefüggése. Tenyészedény-kísérlet, II. termés

N-indexek fokozatosan csökkennek, illetve pozitívvá válnak, a kielégítő N-ellátottságra vagy enyhe N-túlsúlyra utalva. Hasonló a helyzet a P és a K esetében is.

Az is kétségtelen, hogy a maximális hozamú kezelésekben a legkisebbek az indexek abszolút értékei, ill. a tápanyag-kiegyensúlyozottságot jelző D-értékek. Amint azonban már a tápelemarányok elemzésekor említettük, a tápelem-harmónia csak szükséges, nem egyedüli feltétele a nagy terméseknek. A 11. táblázatból is jól látható, hogy mind a kis, mind a nagy terméseknek lehet közel azonos D-értéke, amint ez az 1. és 2. ábrából is következik. Tehát a tápelemarányokon, illetve a DRIS indexeken kívül az abszolút tápelemtartalmakat is figyelembe kell venni a tápelem-ellátottság, illetve a várható trágyahatások megítélésakor.

Természetesen még ekkor sem lehet 100%-os „találati megbízhatóságot” elérni, mert egyrészt a NPK-hatások nemcsak a talaj NPK-ellátottságától füg-

genek, másrészt a kísérletileg megállapított trágyahatások is kisebb-nagyobb hibával terheltek. Viszonylag jó egyezésnek kell tartani, hogy a szignifikáns trágyahatások 77%-ában egyezett a DRIS index által jelzett NPK-hatások sorrendje a kísérletileg mért NPK-hatásokéval. Megállapítható, hogy a hagyományos határértékes növény- vagy talajvizsgálati módszerekhez hasonlóan a DRIS módszer diagnosztikai megbízhatósága is elsősorban az igen szegény, vagy igen gazdag tápelem-ellátottsági esetekben jó. A közepes ellátottsági tartományban e módszer megbízhatósága is csekélyebb.

A DRIS módszeréhez hasonló megbízhatóság tehát a növényanalízis hagyományos, határértékes értékelési módszerével is elérhető, amennyiben a tápelemarányokra is gondot fordítunk és kellő szakértelemmel rendelkezünk. Sajnos a szaktanácsadási hálózat egyelőre szakemberhiánnyal küzd. A DRIS módszer a helyes diagnózist mechanikusabbá teszi és gépesíthetővé teheti a jövőben. Különösen előnyös a mechanikus számítás, ha a több tápelem egyidejű vizsgálatára épülő diagnózis kerül előtérbe. Ehhez azonban még további kutatásokra van szükség.

Eddigi ismereteink alapján a DRIS módszert ma még egyetlen ország szaktanácsadásába sem vezették be. Amint arra korábban utaltunk, BEAUFILS [2, 3] szerint Dél-Afrikában már jelentős területeken, üzemi viszonyok között is sikerrel alkalmazhatónak bizonyult. SUMNER [13, 14, 15, 16] több növényre adaptálni próbálta a rendszert, bemutatott példái alapján azonban a módszer megbízhatósága egyértelműen nem bírálható el. Mások, a növényanalízis terén elismert nemzetközi szaktekintélyek, pl. MELSTEAD és munkatársai, CHAPMANN, BERGMANN, NEUBERT, CERLING, BOLDÜREV, BAIER, MØLLER-NIELSEN stb. tehát a jelentősebb amerikai, NDK, szovjet, cseh, dán stb. szakemberek még nem foglaltak állást a DRIS-t illetően.

A fenti megfontolások alapján ma még nem javasolhatjuk minden további nélkül a DRIS módszer bevezetését a hazai műtrágyázási szaktanácsadásba.

### Összefoglalás, következtetések

Jelen munkánk célja volt beszámolni a BEAUFILS által kidolgozott DRIS növényanalitikai diagnosztikai módszer első hazai tapasztalatairól, a műtrágyázási szaktanácsadásban való felhasználásának lehetőségeiről.

Az agrokémia előtt álló fő problémát a növény- és talajvizsgálati adatok értelmezése és a számítógépes egységes szaktanácsadási rendszerbe való beépítése fogja jelenteni. Ezért tartottuk kívánatosnak a DRIS módszer ismeretetését.

A módszer ellenőrzésére első lépésben olyan tenyészedeny-kísérletet használtunk fel, ahol a 3 fő tápelem 4—4 szintje és az összes kombinációja be volt állítva 4<sup>3</sup> típusú kísérletben, 64 kezeléssel. A kísérletet megismételtük. A jelzőnövényünk MV-SC 580 fajtájú kukorica volt, melyet 6 leveles korig neveltünk. A 6 leveles kukoricára az optimális arányokat szabadföldi kísérletek alapján állapítottuk meg, összesen mintegy 1500 adat felhasználásával, rangsorolásos módszerrel (maximális hozamokhoz tartozó elemarányok átlagai), valamint a grafikus módszer szerint a burkológörbék csúcsain leolvasva. Az eredeti DRIS módszertől annyiban eltértünk, hogy az indexek számítása során a CV-értékeket nem vettük figyelembe. Az arányok átlagos CV-értékeit ilyen típusú kísérletekből, a gyakorlattól eltérő extrém arányú tápelemadagok miatt, ugyan-



is nem lehet megfelelően becsülni. Másrésztől elhanyagolhatónak ítéltük, mivel a három elem arányában az irodalom szerint az eltérések nem számottevők, így a számítást lényegesen nem befolyásolhatják. Bevezettük a „D” differencia mutatót, mint az optimumtól való távolság mérőszámát.

Az eddigi vizsgálataink alapján tapasztalatainkat a következőkben foglaljuk össze:

1. A tenyészedeny-kísérlet első termését kedvezőtlen, a másodikat kedvezőbb hő- és fényviszonyok között kaptuk, ennek megfelelően a hozamok szintje is eltérő volt. Mindkét kísérletben a talált optimális arányok ugyanakkor jól egyeztek egymással, valamint a szabadföldi kísérletekben korábban megállapított optimumokkal is. A tenyészedenyekben kapott optimális arányok tehát extrapolálhatók a szabadföldi viszonyokra és szaktanácsadási célokra, míg a tápelem-koncentráció adatai félrevezetőek lehetnek.

2. A DRIS indexek diagnosztikai megbízhatóságát a tenyészedeny-kísérlet körülményei között elemezve megállapítottuk, hogy a trágyahatások előrejelzésének megbízhatósága 75% körüli volt. Hasonlóan a hagyományos határértékes növényelemzés módszeréhez vagy más agrokémiai eljárásokhoz (pl. talajvizsgálat) e módszer megbízhatósága is akkor igazán kielégítő, ha extrém tápelemhiány vagy tápelemtúlsúly felderítéséről van szó. A közepes és kielégítő ellátottsági tartományban pontossága csekélyebb és esetleges, ezért mint önálló módszer nem helyettesítheti a műtrágyaigény becslése során alkalmazott egyéb megközelítési módokat és eszközöket.

3. A DRIS rendszer ugyanakkor a diagnózist mechanikusabbá és gépesíthetővé teszi. A mechanikus számítás előnye különösen fennáll a jövőben, ha több tápelem egyidejű és kiterjedtebb területen történő vizsgálata kerül előtérbe. A módszerrel kapott minimum sorrend jól orientálhatja a szaktanácsadót. Hasonló pontosság ugyan a hagyományos határértékes módszerrel is elérhető, amennyiben a tápelemarányokra is gondot fordítunk és kellő szakértelemmel rendelkezünk. Egyelőre azonban a szaktanácsadási hálózat szakemberhiánnyal küzd. Ezen segíthet a DRIS módszer.

4. Figyelembe kell venni, hogy a DRIS módszer, hasonlóan más agrokémiai eljárásokhoz, közvetlenül trágyaadagot nem határoz meg. A trágyaadag megállapítása, a diagnózist követő terápia az általános alapelvek és gyakorlat alapján történhet.

### Irodalom

- [1] BEAUFILS, E. R.: Mineral equilibrium in the foliage and latex of *Hevea brasiliensis*. *Ann. Agron.* **2**. 205. 1956.
- [2] BEAUFILS, E. R.: Physiological diagnosis. A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. *Fert. Soc. S. Afr. J.* **1**. 1—30. 1971.
- [3] BEAUFILS, E. R.: Diagnosis and recommendation integrated system. (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Univ. of Natal. Pietermaritzburg. South Africa, *Soil Sci. Bull.* **1**. 1—132. 1973.
- [4] ELEK, É., KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: A kukorica tápanyagfelvételének dinamikája és a műtrágyázás. *Magyar Mezőgazdaság.* **34**. (22) 12. 1979.
- [5] KÁDÁR, I.: Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan.* **29**. 323—344. 1980.
- [6] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **28**. 451—472. 1979.
- [7] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi búza tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan.* **30**. 291—306. 1981.

- [8] KÁDÁR, I., LÁSZTITY, B. & SIMON, L.: Az üzemi talaj- és növényvizsgálati eredmények értelmezése és felhasználása mezőföldi csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan.* **30.** 65—78. 1981.
- [9] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Az őszi búza szúrazanyag-felhalmozódásának, valamint tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 429—444. 1978.
- [10] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: A kukorica tápanyagfelvételi görbéjének kimérése kisparcellás szabadföldi kísérletben. *MÉM NAK. Kézirat.* Budapest. 1979.
- [11] PUSZTAI, A. & KÁDÁR, I.: Nitrogén-forgalmi vizsgálatok mészlepedékes csernozjom talajon, modellkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **29.** 251—272. 1980.
- [12] PUSZTAI, A., KÁDÁR, I. & BICZÓK, Gy.: Adatok a kiegyensúlyozatlan tápanyagellátás káros hatására kukoricán. A mezőgazdaság kemizálása. *Ankét. Keszthely.* 163—170. *NEVIKI. Veszprém.* 1979.
- [13] SUMNER, M. E.: Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **8.** 251—268. 1977.
- [14] SUMNER, M. E.: Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **8.** 149—167. 1977.
- [15] SUMNER, M. E.: Preliminary N, P and K foliar diagnostic norms for soybeans. *Agron. J.* **68.** 226.—230. 1977.
- [16] SUMNER, M. E.: Application of Beaufils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant and Soil.* **46.** 359—369. 1977.
- [17] SUMNER M. E.: Interpretation of nutrient ratios in plant tissue. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **9.** 335—345. 1978.
- [18] SUMNER, M. E.: Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agron. J.* **71.** 343—348. 1979.

*Érkezett: 1981. április 27.*