

A NYÍRLUGOSI TARTAMKÍSÉRLET 30 ÉVE

Összeállította

Dr. KÁDÁR IMRE és DR. SZEMES IMRE

**Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete**

Budapest, 1994.

A NYÍRLUGOSI TARTAMKÍSÉRLET 30 ÉVE

DR. KÁDÁR IMRE és DR. SZEMES IMRE

Technikai szerkesztő: Dr. Pintér Nándorné

**Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest, 1994.**

Dr. Kádár Imre és Dr. Szemes Imre
A NYÍRLUGOSI TARTAMKÍSÉRLET 30 ÉVE

Önköltségi ár: 1.500.- Ft

Lektorok:

Dr. Balla Alajosné, tud. kandidátusa

Dr. Láng István, MTA rendes tagja

Dr. Sarkadi János, tud. doktora

KÁDÁR IMRE, 1994.

Megjelent 1000 példányban

ISBN 963 04 4350 3

Hozott anyagból sokszorosítva
9421549 AKAPRINT Nyomdaipari kft. Budapest

F.v. Dr. Héczey Lászlóné

Tartalomjegyzék

I. Előszó.....	7
II. A Nyírség természeti földrajza	9
1. A Nyírség geológiája, szerkezete	9
2. A Nyírség talajviszonyai	10
3. A Nyírség vízrajza	13
4. A Nyírség természetes növénytakarója.....	15
5. A Nyírség éghajlata.....	16
III. A termőhely talajviszonyai (STEFANOVITS PÁL és LÁNG ISTVÁN nyomán) ...	18
IV. Meteorológiai viszonyok, csapadék adatok	26
V. A kisparcellás kísérlet ismertetése	33
1. Kitézött feladatok	33
2. A kísérlet módszere	35
3. Kísérleti eredmények 1963-1972. között (LÁNG ISTVÁN adatai)	37
3.1. Szántás mélységének hatása a burgonya termésére	37
3.2. Fajta hatása a gumótermésre	37
3.3. Műtrágyázás hatása a gumótermésre.....	40
3.4. Éghajlati tényezők és a gumótermés összefüggése	43
3.5. Műtrágyázás hatása a gumótermés minőségére	44
3.6. Műtrágyázás hatása a rozs szemtermésére	47
3.7. Éghajlati tényezők és a rozs szemtermés összefüggése	52
3.8. Műtrágyázás hatása a rozs ásványi összetételére	53
3.9. Műtrágyázás hatása a talaj kémiai tulajdonságaira.....	54
3.10 Főbb tanulságok áttekintése, összefoglalás	55
4. Kísérleti eredmények 1973-1980. között (SZEMES IMRE adatai)	55
4.1. Műtrágyázás hatása a burgonya gumótermésére	56
4.2. Műtrágyázás hatása a búza szemtermésére	57
4.3. Éves csapadékadatok, valamint a búza és a burgonya termése	58
4.4. Műtrágyázás hatása a búza ásványi összetételére.....	59
4.5. Műtrágyázás hatása a burgonyagumó ásványi össze-tételére	62
5. Kísérleti eredmények 1981-82. között (KOZÁK MÁTYÁS adatai)	65
5.1. Műtrágyázás és meszezés hatása a csillagfürtre.....	66
5.2. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára	68
6. A második évtized főbb tanulságainak áttekintése.....	71
7. Kísérleti eredmények 1983-84. között (KÁDÁR IMRE, VASS EULÁLIA, CSENGERI PÉTERNÉ adatai).....	73
7.1. Műtrágyázás és meszezés hatása a talajtulajdonságokra	73
7.2. Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra 1983-ban	75
7.3. Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra 1984-ben	79
7.4. Napraforgó kísérletek főbb tanulságainak áttekintése.....	86
8. Kísérleti eredmények 1985-86. között (KÁDÁR IMRE és VASS EULÁLIA adatai)	87
8.1. Műtrágyázás hatása a gyepre és a csillagfürtre	87
9. Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpára 1987-ben (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai).....	90
10. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohányra 1988-ban (KÁDÁR IMRE, VASS EULÁLIA és GONDOLA ISTVÁN adatai).....	100
10.1. A kísérlet módszere, mintavételek	100

10.2. A dohány termesztésének és ökológiai igényének sajátosságai	102
10.3. A dohánylevél minősége és az ásványi táplálás	105
10.4. Műtrágyázás és meszezés hatása a talajtulajdonságokra	109
10.5. Az eredéskori palánták tömege és tápelemkészlete	113
10.6. Műtrágyázás és meszezés hatása a 30-50 cm magas dohányra	115
10.7. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohányra bimbós állapotban	116
10.8. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány termésére és minőségére	125
10.9. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohánykóróra betakarításkor	130
11. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1989-90. között (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai)	132
11.1. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1989-ben.....	132
11.2. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1990-ben.....	137
11.3. Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére	145
11.4. A búzakísérletek tanulságainak összefoglalása.....	150
12. Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalera 1991-92. között (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai)	152
12.1. Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalera 1991-ben	152
12.2. Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalera 1992-ben	158
12.3. Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére.....	165
12.4. A triticales kísérletek tanulságainak összefoglalása	172
VI. A műtrágyázás környezetvédelmi vonatkozásai savanyú homokon (KÁDÁR IMRE és KONCZ JÓZSEF adatai)	174
1. A talaj aciditásvizonyainak változása	174
2. A talaj tápanyagállapotának változása	175
3. Talaj és talajvizek szennyeződése, tápanyagok bemosódása	176
4. Káros elemek és toxikus nehézfémek akkumulációja talajban és növényben	188
4.1. Talajvizsgálatok eredményei.....	188
4.2. A dohány ásványi összetétele és nehézfém-tartalma	192
4.3. A triticales ásványi összetétele és nehézfém-tartalma	197
VII. Egyéb kiegészítő alap- és módszertani vizsgálatok	203
1. Alap- és módszertani talajvizsgálatok 1976-ban (SZEMES IMRE adatai)	203
2. A kezelések P és K mérlege, valamint az AL-PK összefüggése 1976-ban, 14 év után (SZEMES IMRE adatai)	206
3. A kezelések N mérlege és az 1 m talajszevény N készletének összefüggése 1977-ben, 15 év után (LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai).....	209
4. A nyírlugosi talaj NO ₃ -N és kicserélhető NH ₄ -N tartalmának vizsgálata érleléses kísérletben (LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai)	212
5. A burgonya növényképek egyedi variabilitásának vizsgálata 1979-ben [KÁDÁR IMRE adatai].....	214
6. A nyírlugosi talajszevények leírása, alapvizsgálati eredményei és talajfizikai jellemzői (VÁRALLYAY GYÖRGY adatai)	216
VIII. Fenntartó tápanyaggazdálkodás homokon. A műtrágyázás és a meszezés alapelveinek összefoglalása a gyakorlat számára	227
IX. Felhasznált és a kísérlet eredményeiből készült publikációk	231
X. Increasing importance of long-term field experiments in sustainable agriculture.....	236
Contents	246

I. Előszó

Magyarország felszínének jelentős részét, mintegy negyedét könnyű mechanikai összetételű homoktalajok borítják. Mint ismeretes, a fizikai talajféleségeket tekintve az ország területének 16 %-a homok, több mint 9 %-a pedig vályogos homok. E talajokon termelt gyümölcs, zöldség és egyéb szántóföldi növények mennyisége jelentős és nagy mértékben befolyásolhatja a nemzeti jövedelem alakulását is. A homoktalajok termékenységével kapcsolatos kutatások tehát hazánkban különös fontossággal bírnak.

Világszerte az agrokémiai vizsgálatok egyik alapvető feladatát jelentette az elmúlt évtizedekben, hogy a Föld mezőgazdasági művelésbe vont felszínét mintegy feltérképezzék és megállapítsák a legfontosabb tápanyagok iránti igényt. Mindez nagyszámú műtrágyázási szabadföldi kísérlet beállítását jelentette. Kétségtelen, hogy ez a tevékenység nem volt olyan látványos, mint a rakéatechnika és a kozmikus mechanika fejlődése, vagy mint a sebészeti technika legújabb eredménye. Nem is említve a híradástechnika csodáit. Az emberiség mindennapi létéhez, életszínvonalának növeléséhez azonban igen nagy és pótolhatatlan hozzájárulást adott.

A tudományos igényű kísérletezés nehézségei nem elhanyagolhatók homoki területeinken. A kísérletezés egyre nehezebbé válik. A metodikai színvonal iránti követelmények ugrásszerűen megnövekedtek. A korszerűség fogalma sokszor azt jelenti, hogy a kísérletek bonyolultabbakká lesznek és ezzel együtt nő a kezelések és ismétlések száma, valamint meghosszabbodik a kísérlet időtartama. A kutató kénytelen igen hosszú kísérletezési periódusra berendezkedni. Egy-egy váratlan, de a természetben közönséges esemény (szélvihar, jégeső stb.) ugyanakkor pillanatok alatt tönkretelheti egy vagy több év szorgos munkáját.

A nyírlugosi tartamkísérletek első 30 éve lezárult, szükségessé vált összefoglalni és közzétenni eredményeit és tanulságait egy monográfiában. A kutatások sok millió forint felhasználását jelentették az elmúlt 3 évtizedben és felbecsülhetetlen értéket jelentenek a kutatás, oktatás, szaktanácsadás, valamint a nyírségi gazdálkodás jövője szempontjából.

Az eredmények egy része korábban már beépült a szaktanácsadásba és a környék üzemi gyakorlatába. Számos közlemény és tanulmány taglalta a kísérletek részeredményeit, szabadföldi bemutatókon pedig a szakemberek széles köre láthatta és megvitathatta a kísérletek tanulságait. Mindez azonban nem pótolhatja a teljeskörű szintézist, a részeredmények és az utóbbi évek új adatainak bemutatását. A könyv új és igen figyelemre méltó fejezete a homoki gazdálkodás, a műtrágyázás környezetvédelmi vonatkozásait elemzi. Minden bizonnyal hasznos útmutatásul szolgál majd a Nyírség új gazdálkodói számára azon összefoglaló, mely a savanyú nyírségi homoktalajok termékenységének megőrzésével és növelésével, a meszezéssel és műtrágyázással kapcsolatos.

Köszönet illeti a monográfia összeállítóit, akik a kísérletet tovább vitték. Szemes Imre a második, Kádár Imre a harmadik évtizedben vezette a munkákat. A Nyírlugosi Állami Gazdaság vezető szakemberei aktívan támogatták a kutatásokat. Puskás Béla, Szabó József, Balázs Ernő és Dorka Kálmán mindig pontosan és lelkiismeretesen biztosították a kísérletezés feltételeit. Az utóbbi másfél évtized folyamán Mazsolán István gondozta a kísérletet.

A jelen munka nem lett volna teljes Stefanovits Pál, Várallyay György, Latkovics Györgyné, Kozák Mátyás eredményeinek bemutatása nélkül. Meg kell említeni Koncz József, Sarkadi János, Balla Alajosné, Lásztity Borivoj nevét, akik értékes hozzájárulásukkal segítettek a

kiadást. A hatalmas tömegű kísérleti adatot Lakatos Mária rendszerezte és értékelte statisztikailag. A gépelés és a szerkesztés nem kevésbé fáradságos munkáját Pintér Nándorné végezte. Köszönet illeti az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Agrokémiai és Növény táplálási Osztályának laboratóriumi dolgozóit, akik három évtizeden át végezték áldozatos tevékenységüket.

Amint látjuk, a tartamkísérlet szisztematikus csoportmunkát takar. Immár két generáció egymásra épülő tevékenységének eredményei jelennek meg e kötetben. Bizakodjunk, hogy újabb generációk is osztozhatnak majd a kísérletezés élményében.

Budapest, 1994. május

Láng István

II. A Nyírség természeti földrajza

A homoktalajok térbeli eloszlása az ország területén nem egyenletes. A kisebb-nagyobb homoki területek az ösfolyók medrét kísérik, melyek közül a három legnagyobb önálló tájat alkot: Duna-Tisza közti Homokhát, Nyírség, valamint a Somogyi Homokhát. E három nagy táj közül a következőkben rövid áttekintést adunk a Nyírség geológiai kialakulásáról, talajviszonyairól, vízrajzáról és éghajlatáról BORSY (1961), KÁDÁR L. (1951), PÉCSI (1969), RÓNAI (1956), UDVARHELYI (1968), KLÉH és SZÚCS (1954) és STEFANOVITS (1966) munkái nyomán.

1. A Nyírség geológiája, szerkezete

A Nyírség az Ős-Tisza és mellékfolyóinak jégkorszaki hordalékkúpja. Régebbi nézetekkel ellentétben nem a szél által ideszállított, hanem közvetlenül lerakott folyami hordalék. Annak a hatalmas hordalékkúpnak a maradványa, melyet a pleisztocén korban az ÉK-i Kárpátokból és Erdély É-i részéből lefutó folyók építettek az Alföld ÉK-i részén. Ebben a korban még hordalékgyűjtő terület, melyen a szállított anyagok akkumulációját a Kárpátok egyidejű emelkedése is elősegítette.

A nyírségi hordalékkúp épülése a pleisztocén végéig tartott. Ekkor tektonikus mozgások következtében a Nyírséget övező kis medencék felszíne (Bodrogköz, Rétköz, Bereg-Szatmári síkság) süllyedésnek indult és ezzel együtt a Nyírség enyhén megemelkedett. A megemelt hordalékkúp előtt a folyók megtorpantak, É felé fordultak, egyesültek a Bodroggal és attól kezdve a Tokaj-Rakamaz kapun léptek ki. A hordalék-akkumuláció folyamatát a hordalékkúp eróziós-deflációs pusztulási folyamata váltotta fel. Ezzel a táj életében új korszak kezdődött: legfontosabb felszínalakító tényező már nem a folyóvíz, hanem a szél lett (BORSY 1961, PÉCSI 1969, RÓNAI 1956).

Megjegyezzük, hogy a futóhomok ideszállítását és felhasználását Cholnoky még a szélnek tulajdonította. Csak a későbbi vizsgálatok igazolták a Nyírség hordalékkúp voltát, amelyben a futóhomok alatt nem lösztábla, hanem durva homok és kavics rétegződik. Azon É-ről jövő folyók töltötték meg 120-300 m vastagon kavicsos és homokkal, melyek a mai Sárrét felé igyekeztek, hogy ott a Tiszával egyesüljenek. (UDVARHELYI 1968).

A hordalékkúp anyagában kvarckavicsot, vulkáni kőzetekből származó kavicsot, folyóvízi homokot és iszapos-agyagos rétegeket különböztethetünk meg. A hordalék finomodása É-ről D-re az egykori folyók folyási irányát igazolja. A jelen levő lösz egy része eolikus eredetű, más része a folyók által osztályozott legfinomabb anyagból származik és közvetlenül a vízből

rakódott le. De mindkét esetben helyi eredetű. A lösz a homokra telepedett vagy beépült. A két anyag keveredése következtében a típusos lösz sok helyen a homokos lösz vagy löszös homok váltja fel. A felszínen a lösz főként a Nyírség ÉNY-i peremét takarja a jégkor-végi uralkodó É-i szelek munkájának eredményeképpen, míg az elterjedtebb futóhomok D-DK-en uralkodó, ahol vastagsága a 25-30 métert is eléri.

Mint arra utaltunk, a pleisztocén folyóvízi üledék felsőbb rétegei a homok mellett sok finom alkotórészt is tartalmaztak. Amikor a szél az ilyen felszínt megtámadta, a finom anyagokat magával ragadta és csak a durvább szemeket görgette tovább.

Utóbbiból képződtek a különböző futóhomok-formák, míg a levegőbe emelt majd lerakódott finom porból a lösz. A Nyírség mindkét eolikus üledékének alapanyaga tehát a hordalékkúpból származik és képződésük egy időben történt. A táj völgyei általában É-D irányúak, a régi folyók útvonalát követik és hosszabb egyenes szakaszok után villásan elágaznak. Ez a jelenség is a folyók hordalékszállító mechanizmusával függ össze (KÁDÁR L. 1951, RÓNAI 1956).

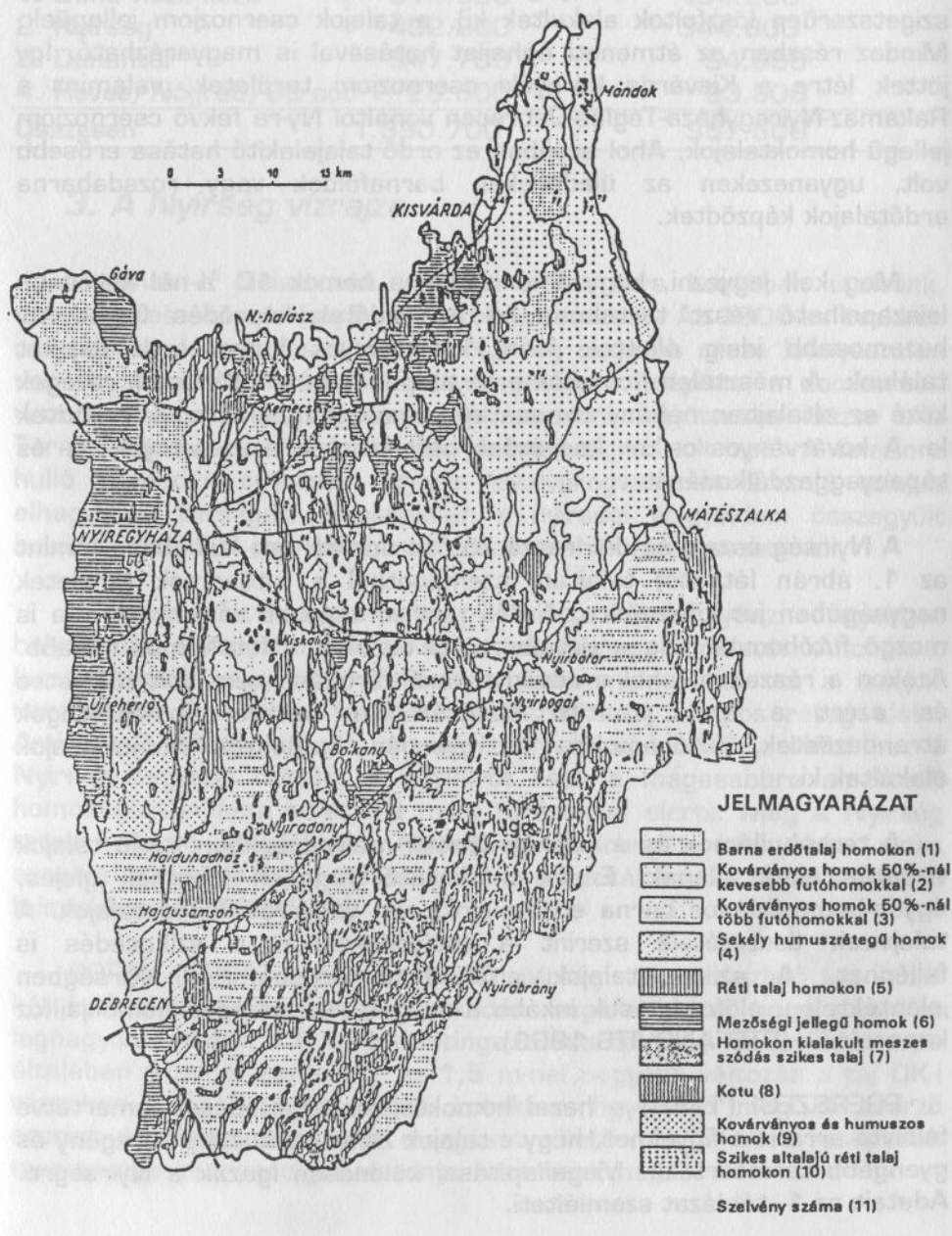
2. A Nyírség talajviszonyai

A Nyírség felszíne napjainkban rendkívül változatos képet mutat, bár a magasságkülönbségek mindössze 10-20 métert tesznek ki. A domborzati formák a tájat két eltérő részre osztják. A homokvonulatok északon ÉNY-DK irányúak, míg délen ÉK-DNY irányt mutatnak. A két terület között a KÁDÁR L. (1951) által leírt Mátészalka-Debrecen vízválasztó képez határt. A homokvonulatok között húzódó kisebb-nagyobb lapos területek szolgálnak ma is a felületi vizek elvezetésére. Nagy általánosságban azonban a táj K-ről NY felé enyhén lejtő sík területnek tekinthető, melyből ÉNY-DK irányú keskeny buckasorok emelkednek ki. Mindez hatással van a talajok kialakulására.

A táj talajtakaróját KLÉH és SZŰCS (1954), valamint STEFANOVITS (1966) munkái nyomán ismerhetjük. A Nyírség talajainak előfordulását az 1. ábrán bemutatott talajtérkép szemlélteti.

1. ábra

Nyírség talajainak vázlata
(Szerk.: Kléh Gy. és Szűcs L. 1953.)



Talajképző kőzet uralkodóan a homok, a lápos területeken az iszapos vagy kissé agyagos homok. Az altalaj minden esetben durvább szemcseösszetételű.

Ott, ahol több löszanyag keveredett a homok közé (vagy szigetszerűen löszfoltok alakultak ki), a talajok csernozjom jellegűek. Mindez részben az átmeneti éghajlat hatásával is magyarázható. Így jöttek létre a Kisvárdai környéki csernozjom területek, valamint a Rakamaz-

Nyíregyháza-Téglás-Debrecen vonaltól Ny-ra fekvő csernozjom jellegű homoktalajok. Ahol azonban az erdő talajalakító hatása erősebb volt, ugyanezekben az üledékeken barnaföldek vagy rozsdabarna erdőtalajok képződtek.

Meg kell jegyezni, hogy amennyiben a homok 10 %-nál kevesebb leiszapolható részt tartalmaz és az erdőtalaj-képződés folyamatai huzamosabb ideig állottak fenn, kovárványos barna erdőtalajokat találunk. A mésztelen homokok eme altípusában a futóhomok rétegek közé az altalajban néhány cm vastag vasas-agyagos rétegek rakódtak le. A kovárványos csíkok kedvezően befolyásolják a szelvények víz- és tápanyaggazdálkodását.

A Nyírség északi és déli része közötti domborzati különbség (amint az 1. ábrán látható) talajtani szempontból a futóhomok területek nagyságában jut kifejezésre. A déli terület nagyobb része még ma is mozgó futóhomok, míg a vízválasztótól északra a futóhomok ritkább. Azokon a részeken, ahol a növénytakaró záródása nem volt tökéletes és ezért a szél pusztító hatására a felszíni homokrétegek átrendeződtek, futóhomokos és gyengén humuszos homoktalajok alakultak ki.

A terephullámok és a buckák közötti mélyedésekben fekvő talajok vízhatás alatt állanak. Ennek mértékétől függően lehetnek glejes, agyag-bemosódásos barna erdőtalajok, réti vagy réti lápos talajok. A talajvizek összetétele szerint a mélyedésekben a szikesedés is felléphet. A szikes talajok elterjedése azonban a Nyírségben jelentéktelen, előfordulásuk inkább a nyugati rész iszapos homokjaihoz kapcsolódik (STEFANOVITS 1966).

EGERSZEGI (1960) a hazai homoktalajok elterjedését ismertette felhívta arra is a figyelmet, hogy e talajok zöme humuszban szegény és gyengébb termőértékű. Megállapításai különösen igazak a Nyírségre. Adatait az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: Homoktalajok területi megoszlása Magyarországon (ha)

Homok-tájak	Területe összesen	Ebből gyengébb értékű, humuszzzegény
1. Duna-Tisza köze	614.900	494.200
2. Nyírség	402.300	344.800
3. Dunántúl	347.700	94.800
4. Heves/Nógrád/Borsod	25.800	23.800
Összesen	1.390.700	957.600

3. A Nyírség vízrajza

A tájnak a pleisztocén végétől, amint arra korábban utaltunk, természetes állapotú folyója ill. vízfolyása nincsen. Az 1800-as években megkezdett lecsapolások előtt a Nyírség nagyobb része lefolyástalan volt. A lefolyástalanságot a sajátos geológiai felépítés, a domborzati viszonyok és a relatíve mérsékelt csapadék együttesen idézte elő. Természetesen csak felszíni lefolyástalanságról volt szó. A felszínre hulló csapadék egyrésze ugyanis leszivárogha mint áramló talajvíz elhagyta a térséget. Napjainkban a nyírségi völgyekben összegyűlt belvizet közel 3,5 ezer km hosszú csatornahálózaton vezetik el.

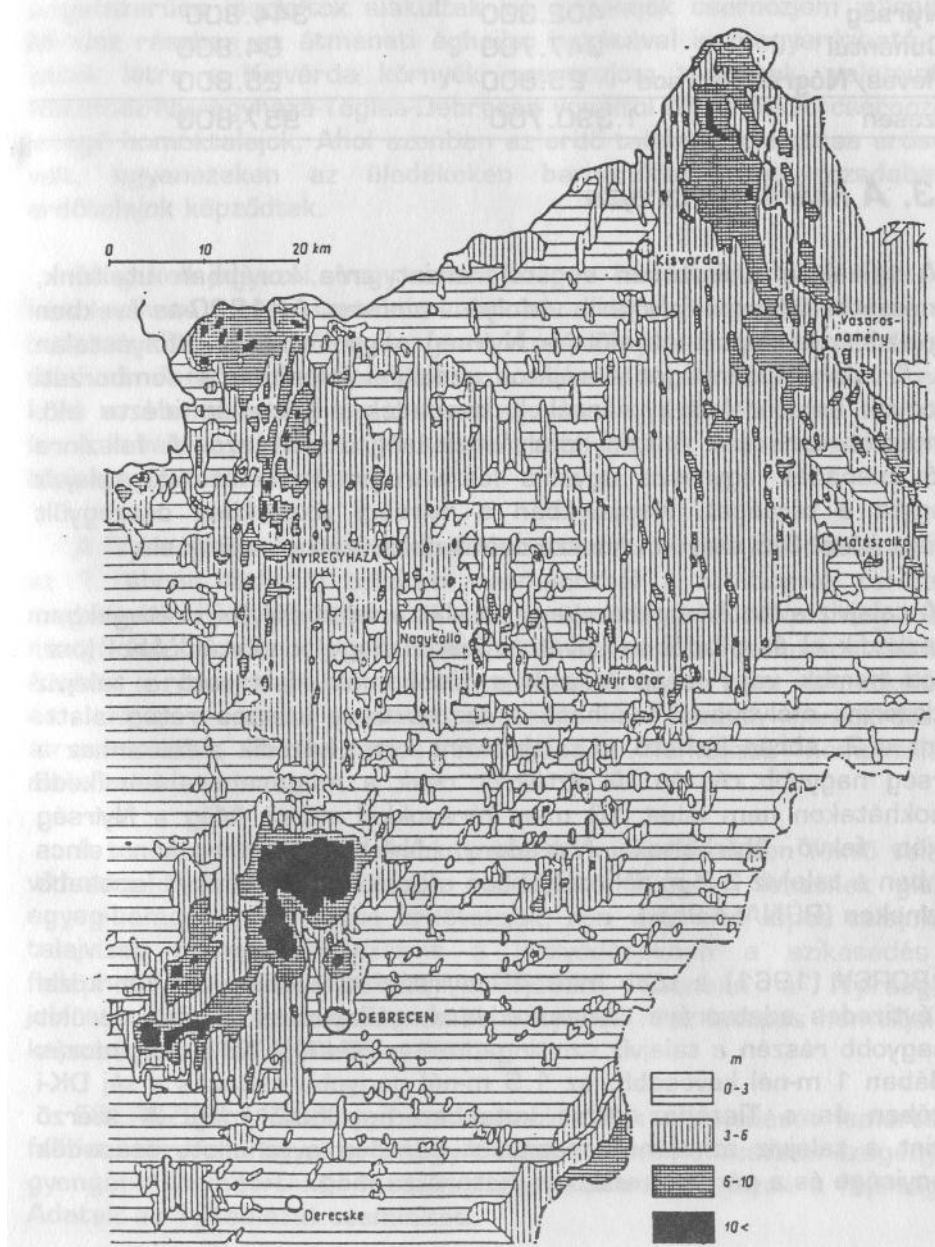
A talajvíz a futóhomokban vagy az alatta fekvő folyóvízi rétegekben helyezkedik el és általában követi a felszín nagy vonulatát. Ahol lösz, löszös homok vagy iszap fekszik a futóhomok alatt, ott a talajvíz rendszerint mélyebben található a löszös vagy iszapos réteg alatt. Amint a 2. ábrán látható, a talajvízszint közel húzódik a felszínhez a Nyírség nagyobb

részén. A víztükröt csak a magasabbra emelkedő homokháton nem lehet 10 m-es fúrásokkal elérni. Még a Nyírség tetején fekvő Nyírbéltek, Nyíradony, Nyírbogát környékén sincs azonban a talajvíz 2-3 m-nél mélyebben a buckák között fekvő laposabb felszíneken (RÓNAI 1956).

BORSY (1961) a több mint 40 nyírségi talajvíz-észlelő kút közel két évtizedes adatsorára támaszkodva megállapította, hogy a terület legnagyobb részén a talajvíz szintingadozása csekély. Az évi ingadozás általában 1 m-nél kevesebb, az 1,5 m-nél nagyobb változás a táj DK-i részében és a Tiszához közeli kutakban figyelhető meg. A szerző szerint a talajvíz szintjének mozgását döntően a lehullott csapadék mennyisége és a párolgás viszonya határozza meg.

2. ábra

A talajvíztükör mélysége a felszín alatt
a Nyírségben
(Rónai A. 1956)



A talajvizek kémiai összetételéről KLÉH és SZŰCS (1954) adataiból tájékozódhatunk. A Nyírség talajfelvételezésekor begyűjtött vízminták elemzésének eredményeit összegezve a szerzők megállapítják, hogy a talajvizek átlagosan közepes keménységűek és túlnyomórészt alkáli-földfém hidrokarbonátot tartalmaznak. A vizek összetételében nagyobb különbségeket nem észleltek. Szerintük ez a talajvizek közös eredetére utal és alátámasztja azt a feltételezésüket, hogy a talajvizek a lehulló csapadékvizekből táplálóznak.

4. A Nyírség természetes növénytakarója

Növényföldrajzi szempontból hazánk egyik legjobban feldolgozott területe a Nyírség, jegyzi meg BORSY (1961), mivel Soó Rezső és munkatársai közel három évtizeden keresztül végeztek itt részletes feltárásokat. Az általános vélemény szerint, amennyiben emberi beavatkozás nem állna fenn, a táj természetes fejlődése tölgyesek kialakulásához vezetne. A Nyírség területének nagyobb része napjainkban művelés alatt áll, hagyományos növényei az alma, burgonya, rozs, dohány.

A tölgyerdők valamikor nagy területet borítottak, az egykori erdőségekből még a XVIII. században is sok megvolt. A Nyíregyháza-Debrecen vonaltól K-re legalább 30 %-os volt az erdősültség. Ugyanakkor a Ny-i részeken ritkább volt az erdő és a XVIII. században már erdőt nem találunk. Itt az erdőirtás erőteljesebb volt, mivel a táj legjobb termőföldjei itt helyezkednek el. Mindezek ellenére a Nyírség tájképe változatos maradt, az erdősültség a 4-5 % alföldi átlaggal szemben eléri a 12 %-ot. A déli részeken az erdő (homokvédő erdősávokkal is gazdagodva) a 25 %-ot is meghaladja.

Az állományok felét a homok megkötésére alkalmas akác képviseli. Ezt követi a kocsányos tölgy gazdag aljnövényzettel, majd a szárazabb homokra jellemző pusztai tölgyes. A nyíri tavak mellékét a vízi és mocsári növények sokasága takarja: nádasok, zombékosok, mocsári rétek. Amint BORSY (1961) megjegyzi: "A benyomuló ekevas a korábbi növényzetet sok helyen teljesen eltüntette. Ennek ellenére Alföldünk erősen pusztuló vizenövényeiből a Nyírség őrzött meg legtöbbet, mert a táj természetéből eredően itt nem járhatott a lecsapolás olyan eredménnyel, mint az Alföld más területein."

5. A Nyírség éghajlata

A tájon nagyobb kiemelkedések nincsenek, ezért az éghajlatban nem mutatkozik olyan területi változatosság, mint a hegyvidéken. Északi fekvése miatt valamivel hűvösebb a Nyírség klímája, mint az alföldi. Az évi középhőmérséklet alacsonyabb, a tele zord, a nyár nem annyira forró. Magyarország legmagasabb hegységeit nem számítva, a tél a Nyírségben a leghidegebb.

A zord telek egyik okozója a csatornahatás révén erősödő É-ÉK irányú széljárás, mely a homok átrendeződésének, a deflációs formakincs létrehozásának is fő tényezője volt. A csatornahatás fordított irányban is érvényesül. A csapadékot szállító nyugati szél a Nyírségben torlódik, az Ukrán Kárpátokba emelkedik és ekkor csapadékot növelő hatású. A viszonylag nedvesebb éghajlata és az ezzel járó dúsabb vegetáció a Nyírséget megkülönbözteti a másik nagy homokos tájtól, a Kiskunságtól (UDVARHELYI 1968).

A főbb éghajlati elemek tér- és időbeli eloszlása röviden az alábbiak szerint jellemezhető:

1. A napsütés éves összege 1900-2000 óra átlagosan, csak a terület DNy-i részén haladja meg kevéssel a 2000 órát.

2. A tél hideg, a kitavaszkodás későn indul meg, a késő tavaszi fagyveszély nagy. A nyári meleg mérsékeltebb, a júliusi középhőmérséklet 20-21 °C és ÉK felé haladva csökken a Kárpátok közelségéből eredően. A nyári felmelegedés szélsőségei itt is kifejezettek, de az éjszakai lehűlés ekkor is jelentős.

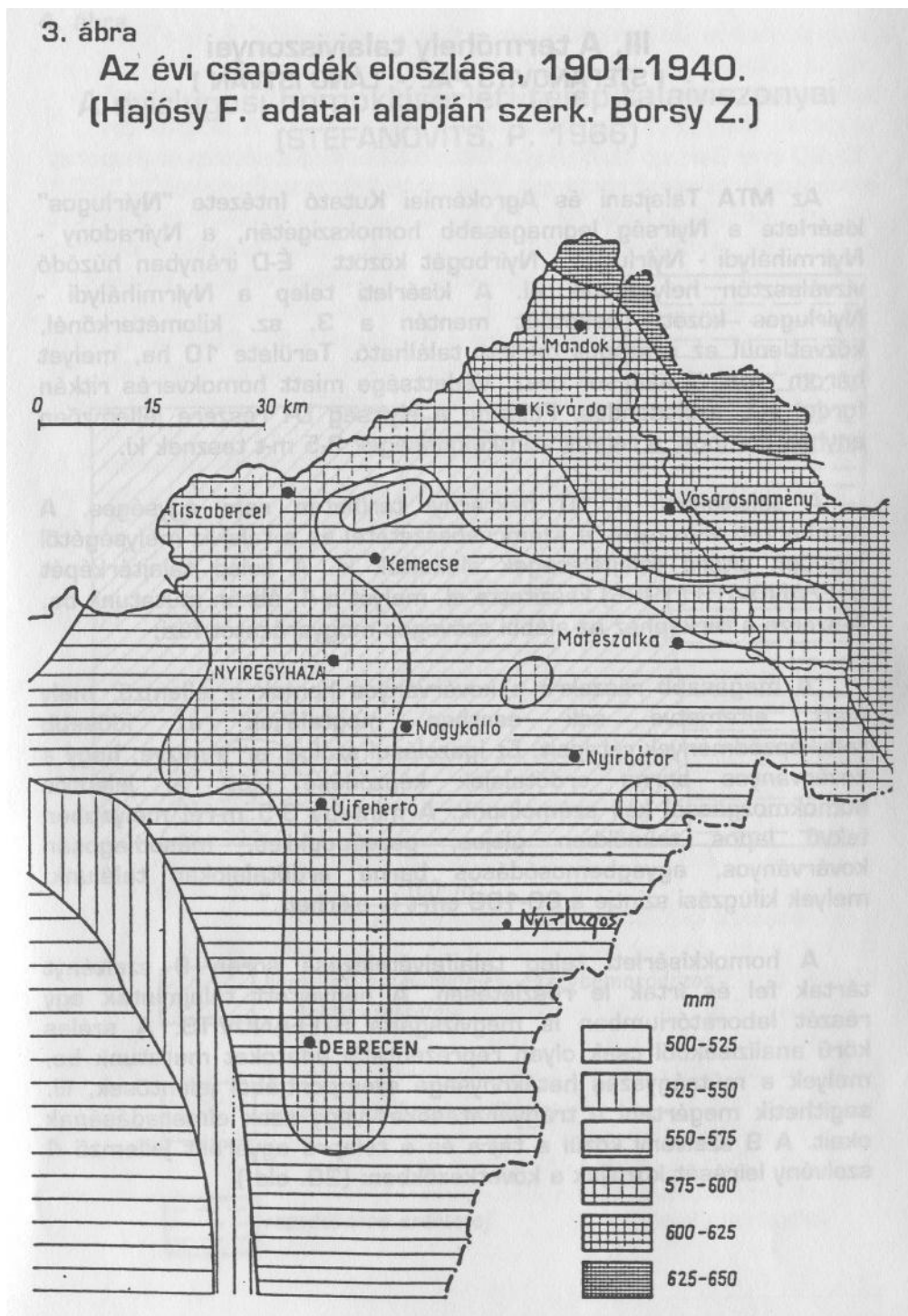
3. A DNy-i és ÉK-i irányú szelek uralkodnak. Mivel az ÉK-i hideg betörések fő útvonala a Nyírségen áthalad, a táj hazánk szeles körzeteihez tartozik.

4. Csapadék szempontjából kedvezőbb a Nyírség helyzete, mint az Alföld mélyebben fekvő szárazabb területeinek.

Az évi csapadékeloszlást a 3. ábra szemlélteti. Amint az ábrán látható, a csapadék sokévi átlaga néhány kisebb terület kivételével mindenütt meghaladja az 550 mm-t. Északon ez a mennyiség már 600-650 mm közötti. A csapadékjárásra erős júniusi maximum (65-77 mm) és januári minimum (28-35 mm) jellemző. Az őszi másodmaximum gyengén fejlett. A táj északi részén gyakoriak a pusztító felhőszakadások a Ny-i szelek csapadék-akkumulációjából eredően. A csapadékjárás egyik jellemzője a tavasz elejei szárazság. A Nyírség középső része márciusban hazánk legszárazabb területeihez tartozik.

3. ábra

**Az évi csapadék eloszlása, 1901-1940.
(Hajósy F. adatai alapján szerk. Borsy Z.)**



III. A termőhely talajviszonyai (STEFANOVITS PÁL - LÁNG ISTVÁN)

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete "Nyírlugos" kísérlete a Nyírség legmagasabb homokszigetén, a Nyíradony - Nyírmihálydi - Nyírlugos - Nyírbogát között É-D irányban húzódó vízválasztón helyezkedik el. A kísérleti telep a Nyírmihálydi - Nyírlugos közötti bekötőút mentén a 3. sz. kilométerkőnél, közvetlenül az országút mellett található. Területe 10 ha, melyet három oldalról akácsor övez. Védettsége miatt homokverés ritkán fordul elő, szélcsendes. Felszíne a Nyírség D-i részére jellemzően enyhén dombos, a relatív szintkülönbségek 3-5 m-t tesznek ki.

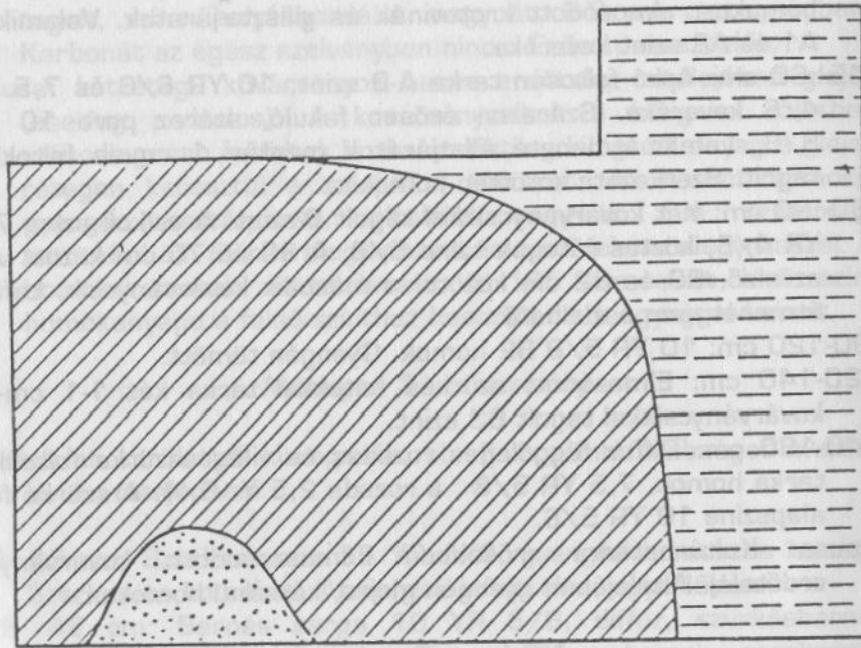
A talajtakaró a 10 hektárnyi területen sem egységes. A domborzati viszonyok, a szemcseösszetétel és a talajvíz mélységétől függően eltérő talajféleségek alakultak ki. A telep talajtérképét STEFANOVITS (1966) készítette el, melyet a 4. ábrán mutatunk be. A szerző a térképhez az alábbi szöveges magyarázatot fűzi:

"A magasabb részekre a kovárványos homok a jellemző, mely alatt eltemetve sok esetben megtaláljuk az idősebb talajképződmények rétegeit. Ez igazolásul szolgál arra nézve, hogy a kovárványos barna erdőtalajok képződése előtt is jelentős homokmozgással kell számolnunk. A mintegy 3-5 m-rel mélyebben fekvő lapos teknőkben glejes, pszeudoglejes, másodlagosan kovárványos, agyagbemosódásos barna erdőtalajokat találunk, melyek kilúgzási szintje a 80-100 cm-t is elérheti."

A homokkísérleti telep talajfelvételezése során 9 szelvényt tártak fel és írtak le részletesen. A begyűjtött talajminták egy részét laboratóriumban is megvizsgálta STEFANOVITS. A széles körű analízisekből csak olyan reprezentatív adatokat mutatunk be, melyek a műtrágyázás hatékonysága szempontjából jelentősek, ill. segíthetik megérteni a trágyahatásokat vagy azok elmaradásának okait. A 9 szelvény közül a tájra és a telepre egyaránt jellemző 4 szelvény leírását közöljük a következőkben: (20. old.)

4. ábra

A nyírlugosi homokkísérleti telep talajviszonyai (STEFANOVITS, P. 1966)



100 m



homokos, pszeudoglejes, agyagbemosódásos
barna erdőtalaj



kovárányos barna erdőtalaj



rozsdabarna erdőtalaj

Nyírlugos 1. sz. szelvény

A kísérleti terület kissé magasabb részén található.

- 0- 20 cm: Barna, 10 YR (a nemzetközi színskála alapján) 4/3 lazán tömött, lefelé éles átmenetet mutató humuszos homok. Szerkezete kötött homokos.
- 20- 45 cm: Erősen tarka, lefelé világosodó és fokozott átmenetet mutató, sötétbarna 10 YR 3/2 és 5/7 homok. Kötött homokos, elmosódott krotovinák és gilisztajaratok. Valamikori A1 és A2 szint keveréke.
- 45- 60 cm: Apró foltosan tarka A-B szint, 10 YR 6/6 és 7,5 YR 4/6 keveréke. Szárazon erősen fakuló, száraz pora 10 YR 6/6. Lefelé átmenete állatjاراتok mentén 1 cm-es foltokkal tagolt. Szerkezete kötött homokos.
- 60- 90 cm: Két kovárványcsíkkal tagolt B-szint. A csíkok színe 7,5 YR 4/6, köztes rétegek színe 5/8. A 60 és 70 cm között van az első, 80 és 82 cm között a második kovárványcsík. Lefelé átmenet nem észlelhető.
- 90-120 cm: 10 YR 5/8 B2 homok. Gyengén tömött.
- 120-140 cm: Elmosódott szürkés foltokkal tarka két 1-1 cm-es kovárványcsíkkal tagolt B3 szint.
- 140-180 cm: Diffúz függőleges rozsdás és világosszürke foltokkal tarka homok, 7,5 YR 5/8 , a rozsdá 2,5 Y 6/4. A szürke folt alapszíne 10 YR 5/6.

Típusa: Kultúrhatásra erősebben humuszosodott, kovárványos erdőtalaj. Altalajában gyengén glejes, kétszínű homokon.

Nyírlugos 2. sz. szelvény

A kísérleti terület mélyebb fekvésű részén.

- 0- 20 cm: Világosbarna tarka, 10 YR 5/3, lefelé éles szántott réteg. Finom homok, szerkezete homokos. A szántás keverő hatásán kívül kis állatjاراتok.
- 20- 65 cm: Világos sárgás barna, 10 YR 6/4. Szárazon 7,3, finom homok. pH 6,0. Az A2 szintben két 15 cm-re fekvő 3-5 mm vastag, igen hullámos lefutású kovárványcsík. Színe 7,5 YR 5/6. Szintek 45-60 cm között találhatóak. Az egész szintben 1 cm főjű szürkés barna állatjاراتok, 0,5-1 cm főjű diffúz világos foltok találhatóak.
- 65-105 cm: A felső átmenet fokozatos, lefelé éles, erősen tagolt. 20 cm vastagságban 10 YR 6/3, finom homok, diffúz, függőleges rozsdá glej foltokkal. A foltok belül glejesek, és kívül rozsdásak. A glej közepén gyökérjارات nyoma. Egy-két öklömnyi sarkos gócc, az alatta fekvő szint anyagából.
- 105-150 cm: Barna 10 YR 4/3 agyagos homok. Szerkezete tömött. Vízzintesen rétegezett, függőleges glej és rozsdá éekkel, nyelvekkel. A szint felső határa a homok felé erősen tagolt, színe ibolyásbarnába megy át, 2-3 cm vastagságban. Karbonát az egész szelvényben nincs. Erősen vasszeplős.
- Típusa: kétrétegű kovárványos barna erdőtalaj, altalajában glejes (esetleg podzolos). A kovárványcsíkok a kilúgzási szintben másodlagosan fejlődtek ki. Az eredetileg kilúgzott anyag a glejes rétegen keresztül a talajvízbe távozott. Az A-szint homokja gyengén osztályozott, általában egy-két mm szemcséjű homokból áll. Színes elegyrésszel és apró fekete elegyrésszel. A homokszemcsék mésztelenek. A 105 cm alatt lévő szint homokanyaga a felső szinthez hasonló, csak agyaggal kevert.

Nyírlugos 3. sz. szelvény

A kísérleti területből kimagaslik, kb. 3 m szintkülönbséget mutató bucka tetején van.

- 0- 25 cm: Szürkésbarna 10 YR 4/3, gyengén humuszos homok. Szerkezete homokos. Átmenete lefelé éles, egyenlőtlen.
- 25- 45 cm: Barnás sárga 10 YR 5/6, diffúz, szürkésbarna, kovárvány maradékokkal tarkítva. Finom homok, szerkezete homokos.
- 45-105 cm: 5-10 cm távolságban 0,5 cm vastag kovárványcsikkokkal tagolt réteg. A köztes homok színe 10 YR 5/6 barnás sárga, a kovárványcsík 7,5 YR 4/6. A csíkok nagyrésze zezugos lefutású, állatjáratok és gyökerek által áttört.
- 105-145 cm: 2-3 mm-es gyengén fejlett kovárványcsikkokkal tagolt homok. Színe, mint fent.

Nyírlugos 6. sz. szelvény

Mélyfekvésű sík terület közepén fekszik.

- 0- 20 cm: Szürkésbarna 10 YR 4/2. Iszapos, humuszos finom homok. Szántási szint mélyítése következtében tarka. Kevés apró rozsdafolttal. Szerkezete gyengén tömött.
- 20- 25 cm: Világosszürke 2,5 Y 6/3, 30-35 cm körül egymásba fonódó gyenge kovárványcsíkok. Szárazon kifehéredő. Gyengén iszapos finom homok. Függőleges, vékony gyökérjáratok mentén rozsdás.
- 55- 80 cm: Barnásárga alapon szürkésen márványozott 10 YR 5/8. A szürke 5/1 iszap erősen tömött. Felfelé éles határral, lefelé fokozatos, helyenként éles átmenettel.
- 80-150 cm. Rozsdásan márványozott, függőleges irányban koncentrikus foltokkal glejes, rozsdás kitöltésekkel, színe mint fent. Anyaga iszapos homok. 150-től lefelé a rozsdás szín csökken. 90 cm körül A2 szint anyagából kitöltések. pH 40 cm-ben 6, 8, 70 cm-ben 6, 6.
- Típusa: Másodlagos kovárványos, agyagbemosódásos, pszeudoglejes barna erdőtalaj.

A nyírlugosi telep homoktalajainak mechanikai összetételéről a kiválasztott 1., 2., 3. és 6. szelvény adatai alapján a 2. táblázatban tájékozódhatunk. A %-os adatok azt mutatják, hogy az uralkodó szemcsenagyság a Nyírség tájára jellemzően 0,1-0,2 mm. Megállapítható továbbá, hogy a vizsgált talajok mechanikai összetétele határozott összefüggést mutat a domborzattal, a talajok térszín szerinti elhelyezkedésével, még ezen a relatív kis területen is.

A terület legmagasabb pontján, a környezetéből kb. 3 m-rel kiemelkedő homokbucka felső 105 cm rétegében a homok sokkal durvább szemű. Finomabb port (0,05 - 0,02 mm) és iszapot (0,02 - 0,002 mm) nem is tartalmaz. Erre utalnak a 3.sz. szelvény adatai. Ezzel szemben a terület legmélyebb pontján, a sík terület közepén feltárt 6.sz. szelvény 0-150 cm rétegében jelentősen nagyobb a por és az iszap, ill. az agyag frakció aránya: por = 16-22 %, iszap = 6-11 %, agyag = 4-17 %.

Fontos kiemelni, hogy a talajok kolloidtartalma a 0-55 cm rétegekben mindössze 3 % körüli. Az alsóbb szintekben ugyanakkor a talaj termékenység (víz- és tápanyaggazdálkodása) szempontjából oly fontos kolloidális frakció mennyisége jelentősen feldúsul. A kolloid méretű szemcsék mennyisége, különösen a kovárványcsikkokkal tagolt B és C szintekben, eléri a 12-14 %-ot, esetenként a 17 %-ot is.

A talajok kémiai tulajdonságait részben a feltárt szelvények részletes elemzésével, részben a szántott réteg agrokémiai paramétereivel jellemezzük. A kicserélhető kationok mennyiségét, valamint az S és T értékeket a 3. táblázatban foglaltuk össze az említett 4 szelvény adatai alapján. A kicserélhető kationok között a Ca ion dominál a jelentős Mg-értékek mellett. Mindez igaz a talajprofil egészére és minden szelvényre. A Ca ion a

kicserélhető kationok 58-86 %-át, míg a Mg ion a 15-38 %-át képezi. A K és a Na részaránya mindössze néhány % körüli vagy alatti. A K a szántott rétegben akkumulálódott, míg a Na egyenletesen oszlik el a talajszelvényben a kicserélhető kationok között.

2. táblázat
Nyírlugosi homoktalajok mechanikai összetétele %-ban (in: Láng 1973)

Talaj- szint, cm.	>0,2	0,2- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,02	0,02- 0,01	0,01 0,005	0,005- 0,002	0,002>
1. sz. talajszelvény								
0-20	2,4	82,3	4,5	2,8	3,2	0,4	1,6	2,8
20-45	5,3	67,6	19,1	2,4	1,2	0,8	0,8	2,8
45-60	3,3	75,6	12,2	0,8	1,2	1,6	1,2	4,1
60-90	3,7	67,5	14,6	1,6	0,4	0,4	1,6	10,2
90-120	4,5	70,7	16,3	2,0	-	-	-	6,5
120-140	4,1	76,4	13,8	2,0	-	-	-	3,7
140-180	4,5	77,2	14,2	-	-	-	-	-
2. sz. talajszelvény								
0-20	6,1	73,6	12,2	1,2	2,4	0,4	0,4	3,7
20-65	6,5	76,9	11,4	2,4	1,2	-	1,2	0,4
65-105	6,5	70,0	17,9	2,0	1,6	0,8	0,8	0,4
105-150	2,0	58,5	22,0	4,9	-	-	-	12,6
3. sz. talajszelvény								
0-25	8,1	83,7	4,5	-	-	-	-	3,7
25-45	8,9	82,9	4,5	-	-	-	-	3,7
45-105	6,9	85,8	4,9	-	-	-	-	2,4
6. sz. talajszelvény								
0-20	6,5	41,4	21,5	15,5	4,5	3,7	2,4	4,5
20-55	2,4	47,1	22,8	17,1	2,4	1,6	3,7	2,9
55-80	2,4	31,7	18,3	21,6	4,9	2,4	1,6	17,1
80-150	4,1	40,8	16,3	18,8	3,3	2,4	0,4	13,9

3. táblázat.

Kicserélhető kationok mennyisége, valamint az S-és T-érték a nyírlugosi homoktalajokban LÁNG (1973) nyomán

Mélység cm	Kationok az S-érték %-ában				mgeé/100 g talaj	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S-érték	T-érték
1.sz. talajszelvény						
0-20	59	35	5	1	5,1	8,6
20-45	77	18	4	1	5,5	7,8
45-60	68	29	2	1	7,3	8,2
60-90	75	21	2	2	10,3	15,4
90-120	70	26	1	2	8,2	9,3
120-140	68	29	1	2	7,4	8,4
140-180	62	36	1	1	7,2	7,8
2.sz. talajszelvény						
0-20	74	18	5	2	3,4	6,9
20-65	78	15	5	2	4,2	3,9
65-100	78	20	1	1	5,1	4,8
105-150	67	29	2	2	11,5	18,2
3.sz. talajszelvény						
0-25	68	24	7	1	6,3	7,8
25-45	77	18	4	1	5,5	7,3
45-105	86	12	1	1	5,0	6,1
6.sz. talajszelvény						
0-20	81	15	3	1	8,5	12,1
20-55	71	28	-	1	4,6	5,2
55-80	62	34	2	2	12,6	20,8
80-150	58	38	3	2	13,3	19,2

A talajok adszorpciós kapacitása (T-érték) különösen a felsőbb talajrétegekben nagyobb, mint az S-érték, a bázistelítettség. A művelt talajsint viszonylagos telítetlensége jelentős (V=50-80 %). Az adszorpciós kapacitás a nyírségi kovárványos barna erdőtalajokra jellemzően általában kicsi, 4-9 mgeé/100 g talaj értékeket mutat. A kovárvánnyal csíkozott szintekben azonban a T-érték 15-21 mgeé/100 g tartományba emelkedik a magasabb agyagtartalom következtében.

Kozák et al. (1983) a Schachtschabel módszerrel meghatározott könnyen oldható Mg-tartalom eloszlását vizsgálták néhány talajszelvényben. Adataikat a 4. táblázat közli. Megállapítható, hogy a feltalaj felvehető Mg tartalma csekély értékeket mutat. A mélységgel általában nő a Mg-tartalom (kilúgzás) és látványosan feldúsul a kovárványcsíkokkal tarkított rétegekben (akkumuláció).

4. táblázat:

Könnyen oldható Mg-tartalom eloszlása a talajszelvényben KOZÁK et al. (1983) nyomán.
Kovárányos barna erdőtalaj, Nyírlugos, mg/kg

1. szelvényben		2. szelvényben		3. szelvényben	
cm	Mg	cm	Mg	cm	Mg
0-32	31	0-30	26	0-21	42
32-46	28	30-60	42	35-70	55
46-62	35	60-84	46	57-75K	158
62-102	34	84-86K	196	75-105	84
102-123	162	84-110	98	105-126	89
123-150	206	105-110K	294	126-175	106

K = kovárányos szint

A szántott réteg agrokémiai jellemzését LÁNG (1973) a 32 kontroll parcella elemzési adatára támaszkodva adja meg. Az 5. táblázat eredményeiből látható, hogy a kísérlet talaja eredetileg közepesen savanyú, humuszban szegény durva homok, mely felvehető foszforral és káliummal gyengén-közepesen ellátott. A CV értékek arról tanúskodnak, hogy a terület talajának heterogenitása főként az N, P, K tápanyagkészletet tekintve kifejezett, 30 % körüli.

5. táblázat

A nyírlugosi kísérleti terület talajának agrokémiai jellemzése LÁNG (1973) nyomán

Vizsgálat megnevezése	Min.	Max.	Átlag	CV
- pH(H ₂ O)	5,2	6,5	5,8	5,4
- pH(KCl)	4,4	4,9	4,6	2,9
- hidrolitos aciditás	5,9	10,8	8,1	19,0
- hy ₁	0,21	0,43	0,27	18,6
- AL-P ₂ O ₅ mg/kg talaj	20	66	43	27,7
- AL-K ₂ O mg/kg talaj	20	100	52	33,8
- Összes-N mg/100 g talaj	20,6	48,0	32,8	28,6
- Humusz %	0,41	0,87	0,58	15,2

IV. Meteorológiai viszonyok, csapadék-adatok

A közölt csapadék-adatokkal kapcsolatban megjegyezzük, hogy a kísérlet első 10 évében, 1963-1972. között a Nyírlugosi Állami Gazdaságban regisztrált csapadék mennyiségeket vettük alapul. A további években, saját adat híján, az Országos Meteorológiai Intézet Nyíregyháza állomásának adatait közöljük. Az állomás a kísérleti területtől légvonalban mindössze 35 km-re fekszik. A Nyíregyházán 1951-1980. között észlelt 30 éves átlag szerint a kísérleti terület térségében 551 mm volt a sokéves átlag. A Nyírlugoson mért 10 év átlaga 528 mm-nek adódott, nagy eltéréseket mutatva az egyes évek között. (6. táblázat)

A 7. és a 7a. táblázatban az OMI Nyíregyháza állomásán 1973-1992. között mért csapadék-adatokat mutatjuk be havi bontásban. Az eredményekből látható, hogy az utóbbi 10 év átlagos csapadékösszegei jelentősen elmaradnak a korábbi 30, ill. 40 éves 550 mm körüli átlagtól. A

kísérlet 30 éve alatt 3 kimondottan csapadékos évet tarthatunk számon. Az 1965, 1970 és 1980. években ugyanis több mint 700 mm csapadék hullott. Bő csapadékelátottságú éveknek mondhatók az 1966, 1974, 1978. esztendőök, amennyiben az évi csapadékösszegek a 600 mm-t meghaladták.

A 30 évből mintegy 10 évben hullott átlagos körüli csapadék 500-600 mm közötti évi csapadékösszeggel. Az évek többsége csapadékhiányt mutatott, 13 évben volt a csapadékösszeg 500 mm alatt. A kimondottan száraz, aszályos évek 400 mm alatti csapadékösszeggel jellemezhetők: 1967, 1986, 1990. Ezekben az években az átlagos éves csapadékhiány már 200 mm körüli értéket tett ki, a Nyíregyházán észlelt 30-40 éves átlaghoz viszonyítva.

6. táblázat

Havi csapadékadatok és évi csapadékösszegek (mm)
Nyírlugos 1963-1972.

Időszak, évek	Hónapok												Éves összeg
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
30 éves átlag *	30	31	28	36	50	83	67	62	39	37	45	43	551
1963	66	48	50	21	39	58	19	25	40	57	13	45	480
1964	5	27	45	39	15	37	5	67	58	81	18	92	489
1965	43	15	26	56	79	74	77	97	34	1	112	91	705
1966	28	29	19	15	62	91	87	77	55	76	60	72	671
1967	41	22	22	43	22	47	26	29	34	21	18	51	376
1968	26	42	14	27	40	24	43	72	84	15	55	41	483
1969	4	70	16	42	28	38	49	53	41	15	42	41	439
1970	45	31	47	76	88	156	86	54	46	19	38	83	769
1971	40	8	15	43	133	33	58	22	14	28	25	24	443
1972	22	22	18	26	93	35	49	40	46	26	44	0	421
Átlag	32	31	27	39	60	59	50	54	45	34	43	53	528

*Nyíregyháza, 1951-1980. közötti 30 év átlagos adatai

7. táblázat

Havi csapadékatatok és évi csapadékösszegek (mm)
Nyírlugos 1973-1982.

Időszak, évek	Hónapok												Éves összeg
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
30 éves átlag*	30	31	28	36	50	83	67	62	39	37	45	43	551
1973	4	38	3	40	55	119	88	13	11	32	16	9	428
1974	25	21	0	5	75	176	59	53	33	156	18	20	641
1975	9	12	29	27	43	95	59	80	33	45	6	46	484
1976	22	0	39	28	42	42	26	10	93	45	37	61	445
1977	56	69	58	52	21	52	94	48	42	16	49	29	586
1978	17	31	15	51	105	87	147	34	24	16	28	54	609
1979	83	30	50	29	38	49	114	61	4	15	38	25	536
1980	22	17	45	48	80	125	170	85	26	78	96	20	812
1981	20	7	42	24	28	38	106	40	82	42	17	93	539
1982	23	5	20	37	23	97	58	59	31	25	12	25	415
Átlag	28	23	30	34	51	88	92	48	38	47	32	38	550

*Nyíregyháza, 1951-1980. közötti 30 év átlagos adatai

7a. táblázat

Havi csapadékatatok és évi csapadékösszegek
(mm)
Nyírlugos 1983-1992.

Időszak, évek	H ó n a p o k												Éves összeg
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
30 éves átlag*	30	31	28	36	50	83	67	62	39	37	45	43	551

1983	28	27	29	51	43	43	38	24	42	23	50	5	403
1984	36	15	37	16	82	86	59	43	80	26	44	30	554
1985	26	13	31	40	94	62	68	99	13	7	93	32	578
1986	47	29	10	30	30	34	49	74	0	17	5	28	353
1987	37	18	57	31	66	40	26	55	25	18	48	46	467
1988	46	47	48	45	40	50	66	76	69	11	13	47	558
1989	12	19	21	87	83	93	105	34	17	13	37	6	527
1990	13	24	3	50	56	29	33	17	41	49	35	42	392
1991	6	47	7	54	101	47	69	45	32	94	39	37	578
1992	10	9	11	18	21	96	36	6	80	72	60	20	439
Átlag	26	25	25	42	62	58	55	47	40	33	42	29	485

* Nyíregyháza, 1951-1980. közötti 30 év átlagos adatai

A csapadék megoszlását feltüntettük negyedévenkénti bontásban, valamint az őszi és a tavaszi vetésű növények tenyészideje alatt hullott csapadék mennyisége szerint is. Amint a 8. táblázatban látható, elsősorban a tavaszi vetések biztonságát veszélyezteti az aszály. Aszályos években a tenyészidő alatt lehulló 200 mm körüli csapadékelátás nem teszi lehetővé a biztonságos növénytermesztést. A homoktalaj felső rétege gyorsan elveszti vízkészletét, a fiatal vetések nem képesek a mélyebben fekvő talajvizet elérni és hasznosítani. Általában elmondható, hogy a legszárazabb az első negyedév (tél-kora tavasz), legcsapadékosabb pedig a 3. negyedév (nyár-kora ősz).

A műtrágyák érvényesülését a csapadék és hőmérsékleti viszonyok döntően meghatározzák. A gazdaság nemcsak a lehullott légköri csapadék mennyiségét regisztrálta a kísérlet első 10 évében, hanem rendszeresen mérte a napi maximális és minimális hőmérsékleti adatokat is. Öntözés nélküli termesztésnél a talaj és a növény vízgazdálkodása kritikus tényezővé válik homoktalajon. Fontos azonban a hőmérsékleti maximumok és minimumok ismerete is a termesztett növény egyedfejlődésének kritikus szakaszaiban.

LÁNG (1973) szerint a május-júniusi csapadék mennyisége igen lényeges az őszi rozs termésképzésében, Nyírlugos viszonyai között. A június 20 - július 5. közötti maximális hőmérséklet szintén alapvetően befolyásolhatja a rozs fejlődését. A korai burgonyánál (Gülbaba) a VIVII. havi csapadékösszeg, valamint a VII. 15 - VIII. 15. közötti maximális hőmérséklet döntheti el jórészt a gumótermés mennyiségét és a gumók nagyság szerinti megoszlását. A szerző szerint: "a késői burgonya fajtánál (Aranyalma) a július - augusztusi csapadékösszeg és az VIII. 15 - IX. 15. közötti időszak maximális hőmérséklete jelentheti a kritikus tényezőt."

A kísérlet első 10 évében mért napi maximális hőmérsékleti adatok átlagértékeit a 9. táblázatban, a légköri csapadék átlagértékeit a 10. táblázatban mutatjuk be LÁNG (1973) nyomán a rozs és a burgonya kritikus növekedési időszakaiban. Az eredmények szerint jelentős ingadozások fordulhatnak elő a hőviszonyokban. Kérdés, milyen hatással van mindez a gumó- és szemtermésre? A csapadékátlagok esetenként 3-4-szeres szórását mutatnak az évek között.

Vajon milyen az összefüggés a kritikusnak ítélt periódus csapadékellátottsága és a burgonya, ill. a rozs termése között? Erre is keressünk majd választ a terméseredmények értékelésekor.

8. táblázat

Csapadék megoszlása negyedévenként és a tenyészidő alatt, mm

Időszak, évek	Negyedévi összegek*				Tenyészidő alatt	
	1.	2.	3.	4.	IV-IX. hó	X-VI. hó
30 éves átlag	89	169	168	125	337	383
Nyírlugosi Állami Gazdaság						
1963	164	118	84	114	202	407
1964	77	91	130	191	221	282
1965	84	209	208	204	417	484
1966	76	168	219	208	387	448
1967	85	112	89	90	201	405
1968	82	91	199	111	290	263
1969	90	108	143	98	251	309
1970	123	320	186	140	506	541
1971	63	209	94	77	303	412
1972	62	154	135	70	289	293
Átlag 10 év	91	158	149	130	307	384
Nyíregyháza						
1973	45	214	112	57	326	329
1974	46	256	145	194	401	359
1975	50	165	172	97	337	409
1976	61	112	129	143	241	270
1977	183	125	184	94	309	451
1978	63	243	205	98	448	400
1979	163	116	179	78	295	377
1980	84	253	281	194	534	415
1981	69	90	228	152	318	353
1982	48	157	148	62	305	357
Átlag 10 év	81	173	178	117	351	372
1983	84	137	104	78	241	283
1984	88	184	182	100	366	350
1985	70	196	180	132	376	366
1986	86	94	123	50	217	312
1987	112	137	106	112	243	299
1988	141	135	211	71	346	388
1989	52	263	156	56	419	386
1990	40	135	91	126	226	246
1991	60	202	146	170	348	388
1992	30	135	122	152	257	335
Átlag 10 év	76	162	142	105	304	335

* Naptári hónapok: 1. negyedév I. + II. + III. hó összege
 2. negyedév IV. + V. + VI. hó összege
 3. negyedév VII. + VIII. + IX. hó összege
 4. negyedév X. + XI. + XII. hó összege

9. táblázat

Napi maximális hőmérsékleti adatok átlagértékei Nyírlugoson a rozs és a burgonya kritikus időszakában (LÁNG 1973)

Kisvárdai őszi rozs: VI. 20 - VII. 5 között, °C					
Évek	1964	1966	1968	1970	1972
°C	26,4	22,8	27,0	25,8	23,5

Gülbaba korai burgonya: VII. 15 - VIII. 15 között, °C					
Évek	1963	1965	1967	1969	1971
°C	30,4	25,0	27,8	23,8	24,0

Aranyalma késői burgonya: VIII. 15 - IX. 15 között, °C					
Évek	1963	1965	1967	1969	1971
°C	26,1	22,6	29,1	26,9	27,8

10. táblázat

A légköri csapadék összege Nyírlugoson a rozs és a burgonya kritikus időszakaiban (LÁNG 1973)

Kisvárdai őszi rozs: május - június hónapokban, mm					
Évek	1964	1966	1968	1970	1972
mm	53	154	64	244	127

Gülbaba korai burgonya: június - július hónapokban, mm					
Évek	1963	1965	1967	1969	1971
mm	77	151	73	87	90

Aranyalma késői burgonya: július - augusztus hónapokban, mm					
Évek	1963	1965	1967	1969	1971
mm	44	174	54	102	80

V. A kisparcellás kísérlet ismertetése

1. Kitzűzött feladatok

A kísérlet 10 évének eredményeit összegezve LÁNG (1973) a kitűzött feladatok kapcsán az alábbiakat emelte ki:

"Ma már nem kell propagálni, hogy hasznos és gazdaságos a műtrágyázás, hanem az elsődleges cél a megfelelő alkalmazás ismertetése és elterjesztése. Nyilvánvaló, hogy a növekedés jelenlegi üteme fokozatosan lelassul és kb. további 15-20 év múlva kialakul az a szint, amely megfelel klimatikai adottságainknak, termesztési körülményeinknek, társadalmi

igényeinknek és lehetőségeinknek...

Mezőgazdasági és erdőszült területeinknek kerekén 20 %-a homok. Figyelembe véve népsűrűségünket, a mezőgazdasági termékek iránt egyre növekvő igényt és azt a tényt, hogy termőtalaj tartalékunk évente mintegy 10 ezer hektárral csökken az urbanizáció, az iparosítás, a közlekedés fejlesztése és a természeti környezetet károsító egyéb tevékenység miatt, nagyon lényeges, hogy az ország egész területén törekedjünk a nagyobb termésátlagokat biztosító eljárások bevezetésére...

Homoktalajainkon hosszú évtizedek óta egybekapcsolták a termékenység fokozhatóságát a szerves trágyák alkalmazásával. Ez történelmi szükségszerűség volt. Abban az időszakban, amikor műtrágya még nem volt, természetes, hogy az istállótrágyázás, a zöldtrágyázás jelentős termésfokozó hatással járt. Nem is volt más lehetőség, hogy növeljék a természetett növények termését és ezzel javítsák a helyi lakosság jövedelmi szintjét. A műtrágyák alkalmazása ugrásszerű változást hozott. Hektáronként 50-60 kg nitrogén hatóanyag sok esetben igen jelentős termésmnövekedést hozott, főleg akkor, ha az adott évben a csapadékeloszlás is szerencsés volt.

Hazánkban az ötvenes évek végétől jelentek meg az első közlemények a homoktalajok intenzív műtrágyázásáról. Ezek gyakran egy-két éves kísérletek voltak. Nyitott kérdés maradt azonban, hogy a hosszú ideig tartó egyoldalú vagy kiegyensúlyozott műtrágyázás hatása miként változik az idő függvényében? Fenntartható-e a homoktalaj termékenysége pusztán műtrágyákkal? Ezekre a kérdésekre csak szabadföldi tartamkísérletek adhatnak választ.

Homoktalajaink fizikai és kémiai tulajdonságai közismerten igen sajátosak. Leginkább jellemző, hogy a kolloidális méretű frakció mennyisége 3-6 % körül mozog, dominál a finom homokfrakció mennyisége és a humusztartalom a hazai homoktalajok zömében 0,7-1,2 %, a futóhomokon pedig ritkán éri el a 0,4-0,5 %-ot. Mindez azt eredményezi, hogy igen intenzív a talaj szellőzöttsége, viszonylag jó a vízáteresztő képessége, de csekély a vízmegkötő képessége, kicsi a tápanyagmegkötő kapacitása, általában kedvezőtlen a pufferoló tulajdonsága.

A talaj kémhatását befolyásolja a talajképző kőzet eredeti összetétele. Hazánkban egyaránt előfordulnak kalcium vegyületekben szegény és gazdag homoktalajok. Mindez nyilvánvalóan befolyásolhatja a talajba mesterségesen bevitt ásványi anyagok dinamikáját. Nagyon lényeges a talajszelvény genetikai felépítése is. A felhalmozási szint jelenléte, vagy az ásványi kolloidokban gazdag kovárványos szint előfordulása nemcsak a vízháztartást, hanem a tápanyagok érvényesülését is meghatározhatja...

A nitrogén, foszfor és a kálium kölcsönhatása sajátos dinamikát mutat a homoktalajok trágyázásánál. Leginkább a nitrogén hiánya érezhető. A talajok eredeti foszfor és kálium készlete valamivel jobb (a gazdasági növények táplálkozási igényeiből kiindulva), mint a nitrogén tartalma. Magyarországon a homokot csaknem teljesen a folyóvizek terítették le. Lényeges annak a ténynek kiemelése, hogy hazánkban a homok a lösszel egyidőben keletkezett képződmény. Ezért sok esetben löszfrakciót és a vulkánikus tevékenységből származóan, e területek közelében, mállásra képes anyagokat is tartalmaz."

A kutatási feladatok az utóbbi két évtized folyamán tovább bővültek. Újabb szántóföldi növények ásványi táplálásának vizsgálatára került sor (búza, csillagfürt, tavaszi árpa, dohány, triticale) és felvetődött a meszezés kérdése. A környezetvédelmi megfontolások szükségessé tették olyan időszzerű problémák kísérletes vizsgálatát, mint a talaj és talajvizek szennyeződése,

vagy a toxikus nehézfémek felhalmozódása a talaj-növény rendszerben. Az említett kérdések megválaszolására szintén a szabadföldi tartamkísérlet nyújthat lehetőséget.

A kutatási feladatok módosulása, valamint a szűkösebbé váló anyagi lehetőségek kikényszerítették az eredeti kísérleti terv átalakítását, majd a parcellák számának radikális csökkentését. A változásokat a kísérletfelelősök személye is jelzi. Az eredmények közlésénél ismertetnünk kell tehát az egyes években, ill. periódusokban ezeket az átalakításokat.

2. A kísérlet módszere

A kísérletet 1962. őszén állította be LÁNG ISTVÁN azzal a céllal, hogy a különböző agrotechnikai beavatkozások (műtrágyázás, fajta, szántási mélység, elővetemény) hatását vizsgálja a nyírségi homoktalaj termékenységére, ill. a két alapvető szántóföldi növény, a burgonya és a rozs termésére. Valójában tehát nem egyszerű kísérletről volt szó, hanem a kísérletek rendszeréről 512 parcella felhasználásával abból a célból, hogy a fontosabb kölcsönhatások szabatos mérése is lehetővé váljon. Méreteit és tartamát tekintve, a maga nemében, e kísérlet egyedülállónak minősülhet a hazai szántóföldi kísérletezésben.

A területen szerves trágyát utoljára 1960. őszén alkalmaztak 31 t/ha mennyiségben. Vetésváltás a burgonya-rozs évenkénti cseréjét jelentette. Burgonya-években az alábbi adatokkal jellemezhető a kísérlet:

Fajta: Gülbaba és Aranyalma (2 főparcella)
Szántás: 20 cm és 40 cm mélységben (2 alparcella)
Műtrágyázás: 16 műtrágyázási kezelés (16 al-parcella)
Ismétlések száma: 8

Összes parcellaszám: $2 \times 2 \times 16 = 64$ kezelés \times 8 ismétlés = 512 Elrendezés: split-split-plot (többszörösen osztott parcellák) Parcellaméret: $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$ (nettó parcella = $35,5 \text{ m}^2$)

Műtrágyázási kezelések a következők voltak: trágyázatlan kontroll és

N1	N2	N3
N1 P	N2P	N3P
N1 K	N2K	N3K
N1PK	N2PK	N3PK
N1PKMg	N2PKMg	N3PKMg

Évenkénti műtrágyázás:

N1 = 50 kg N/ha	P = 48 kg P_2O_5 /ha
N2 = 100 kg N/ha	K = 150 kg K_2O /ha
N3 = 150 kg N/ha	Mg = 30 kg MgO/ha

A műtrágyákat 25 %-os pétisó, 18 %-os szuperfoszfát, 40 %-os kálisó, valamint technikai minőségű magnéziumsulfát (keserűsítő) alakjában adagolták. A PK trágyákat ősszel szántás előtt, a N és Mg sókat pedig tavasszal juttatták ki. Burgonya-években az N1 és N2 adagokat és az N3 adagok 2/3 részét (vagyis N2 mennyiségben) ültetés előtt szórták ki a talaj felszínére, így azokat az ültetéssel járó talajmozgatás keverte el a feltalajjal. A Mg sókat és a fennmaradt nitrogént a burgonya sorolása idején használták fel fejtrágyaként.

A tenyészterület 70×40 cm volt, a vetőgumó minden évben szuperelit minőséget jelentett.

Beszerezése a Nyírségi Agrotechnikai Kutató Intézetből történt. Az ültetést kézzel végezték, ezt követte általában két sorközi kapálás (kézzel) és három alkalommal töltögetés lófogattal. A burgonyabogár ellen rendszeresen védekeztek permetezéssel, kezdetben Dieltrin, majd Ultracid 40 WP oldattal. A Gűlbaba szedésére rendszerint augusztusban, az Aranyalma betakarítására pedig szeptember végén került sor.

A páros években vetett rozs-kísérlet paraméterei az alábbiak:

Elővetemény: Gűlbaba és Aranyalma

Szántás: 20 cm egységesen

Műtrágyázás: I. A 16 eredeti kezelés

II. Ugyanaz PKMg-nélkül (PKMg-utóhatás)

III. Ugyanaz N nélkül (N-utóhatás)

IV. Ugyanaz trágyázás nélkül (tisztá utóhatások)

A 4 műtrágyázási csoportot megfelelő randomizálással helyezték el a főparcellákon, ennek megfelelően az:

Ismétlések száma: 4

Összes parcellaszám: $2 \times 16 \times 4 = 128$ kezelés $\times 4$ ismétlés = 512 Elrendezés: split-split-plot (többszörösen osztott parcella) Parcellaméret: $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$ (nettó parcella = 30 m^2)

Évenkénti műtrágyázás: N1 = 30 kg N/ha,

N2 = 60 kg N/ha

N3 = 90 kg N/ha

P = 48 kg P_2O_5 /ha

K = 80 kg K_2O /ha

Mg = 15 kg MgO/ha

A műtrágyaformák nem változtak. A PK trágyákat szántás előtt, a N és Mg sókat pedig kora tavasszal a hóolvadást követően szórták ki. A vetőmag elit minőséget jelentett 190 kg/ha mennyiségben. A vetés IX. vége - X. eleje között történt az elővetemény (Aranyalma)

betakarításától függően. A tavaszi műtrágyaszórásra III. 15-30. között került sor. Az aratást az első évben kézzel, majd a későbbi években parcellakombájnnal (Fergusson) hajtották végre.

3. Kísérleti eredmények 1963-1972. között (Láng István adatai)

Őszi rozsnál a szemtermést, burgonyánál a gumótermést állapították meg az első 10 év során. FILEP GYÖRGY, az OMMI debreceni talajtani osztályán részletes beltartalmi analíziseket végzett az 1969. évi burgonyatermés mintáin. SZEMES IMRE az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében megvizsgálta a parcellák szántott rétegének felvehető tápelemtartalmát a kísérlet 10. éve után, 1972ben.

3.1 A szántás mélységének hatása a burgonya termésére

Az előzetes feltevésekkel ellentétben a 40 cm-es szántás nem bizonyult jobbnak, mint a sekélyebb 20 cm-es szántás. A burgonya gumótermése egyik fajtánál sem, egyik évben sem, a műtrágyázás függvényében sem változott érdemben és szignifikánsan a szántási mélység eredményeképpen. A szántás mélysége tehát nem minősült termésbefolyásoló tényezőnek, az

adatok és a nagyméretű táblázatok bemutatásától ezért eltekintünk. LÁNG (1973) ezzel kapcsolatos eredményeit értékelve az alábbiakat jegyzi meg:

"A nyírlugosi talaj genetikai felépítése megfelelő a burgonya termesztéséhez. A finom homokfrakció a 40-45 cm-es rétegben is 7080 % között van. Nincsen olyan tömött réteg ebben a mélységben, amit a gyökérrendszer nehezen törne át és ami gátolná a gyökerek mélységi irányú elterjedését. A kovárványos csíkok ugyanakkor kedvezően befolyásolják a talajszelvény vízgazdálkodását. Mindez azt eredményezi, hogy a szántás mélységének változtatása közömbös hatású. Ily módon nyilvánvaló, hogy a gazdaságosabb 20 cm-es szántás előnyben részesíthető."

3.2 Fajta hatása a gumótermésre

Mint ismeretes, a hosszabb tenyészidejű fajták általában nagyobb termést adnak, mert a termésképzéshez hosszabb idő áll rendelkezésre. A piac ugyanakkor előnyben részesíti a korai fajtákat, értékük a vásárlók szemében 30-50 %-kal magasabb. A késői Aranyalma 3 esetben adott több termést, egy évben a korai Gülbaba termett többet, egy esetben pedig azonos volt a gumótermés a vizsgált 5 év alatt. Az adatokat a 11. és 12. táblázatban mutatjuk be. A fajtakérdés kapcsán LÁNG (1973) az alábbi megállapításra jutott:

"Nincs szükség különösebb közgazdasági számításra annak eldöntéséhez, hogy a korai fajták termesztését bátran lehet szorgalmazni. Öntözés nélküli termesztés esetén a késői fajták csak kivételes csapadékeloszlású évben realizálják a genetikai potenciális termőképességüket. Ilyen évek azonban elég ritkák. A nyírlugosi kísérletünk eredménye azt mutatja, hogy a Gülbaba (megfelelő minőségű vetőgumóval való ellátás esetén) biztonságos termést ad, jól reagál a műtrágyázásra és a gumótermés szintje mintegy 20 %-kal marad csak el a késői Aranyalmától."

11. táblázat

Műtrágyázás hatása a Gülbaba korai burgonyafajta gumótermésére
Nyírlugoson. Gumó t/ha, 16 ismétlés átlagában

Kezelés	1963	1965	1967	1969	1971	Átlag
Kontroll	9,2	4,8	8,0	10,4	10,9	8,6
N1	12,0	7,9	11,5	12,8	14,3	11,7
N1P	12,0	8,7	11,8	13,1	14,6	12,0
N1K	12,4	7,9	11,0	13,1	14,6	11,8
N1PK	13,4	8,9	12,4	13,7	15,9	12,8
N1PKMg	14,3	8,9	12,4	14,1	16,7	13,3
N2	12,6	8,5	11,6	13,5	14,9	12,2
N2P	14,0	11,2	12,6	14,9	15,8	13,7
N2K	14,3	10,3	12,7	14,9	17,2	13,9
N2PK	15,1	11,4	13,6	15,8	18,4	14,8
N2PKMg	13,8	11,0	13,3	15,9	18,2	14,5
N3	14,4	10,8	11,7	14,1	15,3	13,2
N3P	14,6	13,6	13,7	15,9	17,5	15,0
N3K	15,2	12,2	12,8	15,2	17,0	14,5
N3PK	15,2	14,6	13,7	17,0	18,8	15,9
N3PKMg	15,2	14,7	14,0	18,4	19,4	16,3
SzD5%	1,1	1,3	1,5	1,2	1,2	0,6

Átlag	13,6	10,3	12,3	14,5	16,2	13,4
-------	------	------	------	------	------	------

12. táblázat

Műtrágyázás hatása az Aranyalma késői burgonyafajta gumó termésére Nyírlugoson. Gumó t/ha, 16 ismétlés átlagában

Kezelés	1963	1965	1967	1969	1971	Átlag
Kontroll	7,8	8,8	8,7	11,1	9,3	9,1
N1	11,2	13,7	14,6	15,2	14,9	13,9
N1P	10,4	15,1	15,5	16,8	16,2	14,8
N1K	10,6	13,2	14,5	15,8	15,0	13,8
N1PK	11,3	13,8	16,8	18,4	17,6	15,6
N1PKMg	11,0	14,0	17,1	18,8	17,2	15,6
N2	10,9	16,0	15,6	15,6	14,7	14,6
N2P	11,1	19,7	17,3	17,5	18,4	16,8
N2K	11,4	16,1	18,7	18,4	15,7	16,0
N2PK	12,1	19,2	20,6	21,0	19,0	18,4
N2PKMg	12,7	20,6	20,7	22,1	19,4	19,1
N3	11,2	19,4	15,0	14,7	13,6	14,8
N3P	12,4	23,5	16,7	18,5	17,3	17,6
N3K	11,7	21,2	18,2	18,8	15,7	17,1
N3PK	12,1	23,9	18,8	21,0	18,0	18,8
N3PKMg	11,9	24,0	19,8	22,4	19,2	19,5
SzD5%	1,3	1,8	1,7	2,4	1,5	0,8
Átlag	11,2	17,6	16,8	17,9	16,3	16,0

A 11. és 12. táblázat terméseredményeit vizsgálva még egy fontos szempont emelhetünk ki. A trágyázatlan kontroll parcellák termése megközelítően követte az országos átlagot és a két fajta termésszintje közötti különbség nem volt szignifikáns. Az 5 év átlagában a különbség 0,5 t/ha a késői fajta javára, míg az SzD_{5%} értéke 0,9 t/ha. A trágyázott kezelések azonban megbízhatóan jelzik a késői fajta előnyét a koraival szemben. LÁNG (1973) szerint: "Mindez közvetve azt is bizonyítja, hogy az Aranyalma kereken 20 %-kal több termése elsősorban annak köszönhető, hogy körülbelül ugyanilyen mértékben hatékonyabban reagál a műtrágya alkalmazására."

3.3 Műtrágyázás hatása a gumótermésre

Az N-műtrágyázás már az első évektől kezdődően nagyfokú hatékonyságot mutatott. LÁNG (1973) ezzel kapcsolatban megállapítja: "Közismert és régi tény, hogy a homoktalaj legfontosabb műtrágyája a nitrogén, amely az egyedüli alapot jelenti, mert a nitrogén nélkül sem

a foszfor, sem a kálium nem érvényesül. A nyírlugosi kísérletekben is a nitrogén játszotta a vezető szerepet." A könnyebb áttekinthetőség érdekében a szerző bemutatta az önmagában alkalmazott nitrogén műtrágyák relatív termésmnövelő hatásának dinamikáját is, melyet a 13. táblázatban foglaltunk össze.

13. táblázat

N-trágyázás hatása a burgonya gumótermésére Nyírlugoson.
A N termésmnöbbletei a kontroll %-ában, 1963-1971.

Kezelés	1963	1965	1967	1969	1971
Gülbaba korai fajta					
N1	30	63	43	23	31
N2	38	79	45	30	37
N3	57	127	45	35	40
Aranyalma késői fajta					
N1	42	55	68	38	61
N2	39	81	80	41	58
N3	42	120	73	33	47

A közölt táblázat adatai szerint valamennyi N-szint esetében jelentős termésmnövekedést regisztráltak. A maximális N-hatás mindkét fajtánál 1965-ben jelentkezett, amikor a burgonya kritikus időszakában csapadékbőség és kedvezőbb hűvösebb időjárás uralkodott. Ezt követő években a relatív N-hatások mérséklődtek, különösen a nagyobb N-szintek esetében. A relatív trágyahatások számításánál a trágyázatlan kontroll termését vették 100 %-nak és ennek %-ában kifejezett termésmnöbbletek szerepelnek %-os termésmnöbbletként, ill. trágyahatásként.

A P-műtrágya mérsékeltebb hatásokat mutatott. A relatív P-hatások számításánál összevonták az N+NK kezelések termésadatait és 100-nak véve, ennek %-ában fejezték ki az NP+NPK kezelések összegét. A relatív P-hatásokat a 14. táblázat tünteti fel a három N-szint függvényében. Megállapítható a táblázat adataiból, hogy

- Az Aranyalma trágyareakciója általában kifejezettebb
- Maximális termésmnöbbletek szintén 1965-ben jelentkeztek
- Nagyobb N-szinteken, bár nem lineárisan, de több esetben nő a termésmnöbblet
- Az évek múlásával a hatások gyakorisága nő.

14. táblázat

P-trágyázás hatása a burgonya gumótermésére Nyírlugoson
Az NP + NPK termésmnöbbletei az N + NK %-ában, 1963-1971.

Kezelés	1963	1965	1967	1969	1971
Gülbaba korai fajta					
N1	4	11	7	3	5
N2	8	21	8	8	6
N3	1	23	12	12	12
Aranyalma késői fajta					
N1	0	8	11	13	13
N2	4	21	11	13	23

N3 7 17 7 18 21

A relatív K-hatásokat a 15. táblázatban tanulmányozhatjuk. Az N+NP összegeit száznak véve %osan fejezték ki az NK+NPK terméstöbbleteket minden nitrogén-szinten. Az adatokból megállapítható, hogy:

- Az Aranyalma trágyareakciója általában kifejezettebb Maximális terméstöbbletek 1967. és 1969-ben jelentkeztek Nagyobb N-ellátottságon, nem lineárisan, a terméstöbbletek emelkednek
- Az évek múlásával a hatások gyakorisága nő.

15. táblázat

K-trágyázás hatása a burgonya gumótermésére Nyírlugoson. Az NK+NPK terméstöbbletei az N + NP %-ában, 1963-1971.

Kezelés	1963	1965	1967	1969	1971
Gülbaba korai fajta					
N1	8	1	0	3	5
N2	10	9	8	8	16
N3	5	10	4	7	9
Aranyalma késői fajta					
N1	1	0	4	7	4
N2	7	0	19	18	5
N3	1	5	16	20	9

A várakozással ellentétben nem jelentkezett egyértelmű Mg-hatás a kísérletben. A burgonya közismerten nemcsak K-igényes, hanem a külföldi adatok szerint pozitívan reagál a magnézium trágyázásra savanyú talajokon, különösen a nagyobb adagú és hosszabb idejű műtrágyázás (NPK) esetén. Mivel sem a fajták, sem a művelés hatása nem jelentkezett, a 16. táblázatban a 32 ismétlés átlagában mutatjuk be a gumótermés alakulását a műtrágyázás függvényében. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy bár az első években a Mg trágyázás teljesen hatástalannak bizonyult, a legnagyobb N-ellátás és az évek fokozatosan Mg-hiányt indukálhatnak. A két fajtánál a Mg-hatás a szignifikancia határán volt, vagy el is érte azt az utóbbi 3 évben.

A mérsékelt foszfor, kálium és magnézium hatások magyarázata abban rejlik, hogy a nyírlugosi talaj genetikailag gazdagabb, felvehető PKMg tápelemekben a készlete közepesnek volt tekinthető az akkori viszonyok között. A Schachtschabel módszerével meghatározott Mg tartalom pl. elérte a 80-100 mg/kg értéket a kovárányos mélyebb rétegekben. (Lásd: 4. táblázat)

16. táblázat

Műtrágyázás hatása a burgonya termésére a két fajta és a két talajművelési mélység átlagában. Gumó t/ha, 1963-1971.

Kezelés 1963 1965 1967 1969 1971 Átlag %

Kontroll	8,5	6,8	8,4	10,7	10,1	8,9	100
N1	11,6	10,8	13,0	14,0	14,6	12,8	144
N1P	11,2	11,9	13,6	14,9	15,4	13,4	151
N1K	11,5	10,5	12,7	14,4	14,8	12,8	144
N1PK	12,3	11,4	14,6	16,0	16,7	14,2	160
N1PKMg	12,6	11,4	14,8	16,4	17,0	14,4	162
N2	11,8	12,2	13,6	14,6	14,8	13,4	151
N2P	12,6	15,5	15,0	16,2	17,1	15,3	172
N2K	12,9	13,2	15,7	16,6	16,4	15,0	168
N2PK	13,6	15,3	17,1	18,4	18,7	16,6	187
N2PKMg	13,2	15,8	17,0	19,0	18,8	16,8	189
N3	12,8	15,1	13,3	14,4	14,5	14,0	158
N3P	13,5	18,5	15,2	17,2	17,4	16,4	184
N3K	13,4	16,7	15,4	17,0	16,4	15,8	178
N3PK	13,7	19,3	16,3	19,0	18,4	17,3	195
N3PKMg	13,6	19,4	16,9	20,4	19,3	17,9	201
SzD5%	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	0,5	5
Átlag	12,4	14,0	14,5	16,2	16,3	14,7	165

3.4. Éghajlati tényezők és a gumótermések összefüggése

Amint a 11. táblázatban láttuk, a legnagyobb gumóterméseket a korai Gülbaba fajta 1971-ben adta, míg a legkisebb terméseket 1965-ben. E két évben a napi maximális hőmérsékleti adatok átlagértékei között (24 ill. 25 °C) nincs érdemi különbség a burgonya kritikus időszakában. A légköri csapadékösszegek kritikusnak tekintett június+július havi adatai szerint éppen 1971. évben volt a viszonylag alacsony (90 mm), és 1965-ben a magasabb, sőt maximális (151 mm) érték. A maximális gumóterméseket tehát a száraz 1971. évben kapták.

A késői Aranyalma fajta ezzel szemben pozitív összefüggést mutatott a kritikusnak ítélt hónapok csapadékösszegeivel, amennyiben a nagy gumóterméseket az 1969. ill. 1965. évek szolgáltatták, míg a minimális gumótermést a száraz nyarú 1963. év. A napi maximális hőmérsékleti adatok VIII. 15 - IX. 15. közötti átlagai nem mutattak ilyen egyértelmű összefüggést a hozamokkal, bár kétségtelen, hogy a bőtermő 1965. év egyben a legalacsonyabb napi maximumokat jelezte a vizsgált kritikus hónapban (9. táblázat).

3.5 Műtrágyázás hatása a gumótermés minőségére

FILEP GYÖRGY által 1969-ben végzett beltartalmi vizsgálatok eredményeit a 17. és 18. táblázatban mutatjuk be. Az adatok részletes közlését indokolhatja, hogy hasonló átfogó gumóelemzésekben a hazai szakirodalom egyáltalán nem bővelkedik. A főbb tanulságokat az alábbiakban kíséreljük meg összefoglalni:

1. A két burgonyafajta keményítő tartalma lényeges eltérést nem mutatott. A műtrágyázás érdemben szintén nem módosította e minőségi mutatót.
2. Az összes nitrogén mennyisége a korai Gülbaba gumójában volt a nagyobb.
3. A nem fehérje N-tartalom szintén a korai fajtában nagyobb és itt kifejezettebben nő a N-ellátás javulásával.

4. A fehérjékbe épült nitrogén mennyisége valamelyest többnek mutatkozott a késői fajtában. A N-trágyázás fehérje-N növelő hatása is itt volt a kifejezettebb.
5. A szabad aminosavak mennyisége érdemben, ill. egyértelműen nem változott sem a fajták, sem a nitrogén-kezelések függvényében.
6. Az összes oldható cukor átlagos tartalma nagyobb a késői Aranyalma gumójában. E szénhidrát frakció %-a általában az NP kezelésekben emelkedik, ill. az NPK(Mg) kezelésekben lecsökken, összességében nagy szórásokat mutatva. A N-ellátás érdemben nem befolyásolta e mutató változását.

17. táblázat

Mútrágyázás hatása a burgonya (Gülbaba) gumótermésének minőségére, %, Nyírlugos, 1969.

Kezelés	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kontroll	16,8	0,35	0,19	0,16	0,08	0,53
N1	16,7	0,41	0,24	0,17	0,08	0,46
N1P	18,0	0,40	0,26	0,14	0,10	0,58
N1K	17,9	0,40	0,23	0,16	0,08	0,58
N1PK	18,1	0,40	0,23	0,17	0,05	0,48
N1 PKMg	18,0	0,36	0,22	0,15	0,07	0,42
N1 átlaga	17,7	0,39	0,24	0,16	0,08	0,50
N2	18,1	0,44	0,26	0,18	0,09	0,58
N2P	17,5	0,44	0,29	0,15	0,09	0,60
N2K	17,4	0,43	0,28	0,15	0,07	0,50
N2PK	17,4	0,43	0,26	0,17	0,09	0,48
N2PKMg	16,7	0,42	0,24	0,18	0,09	0,52
N2 átlaga	17,4	0,43	0,27	0,17	0,09	0,54
N3	18,0	0,46	0,28	0,18	0,10	0,62
N3P	16,2	0,43	0,27	0,18	0,11	0,67
N3K	17,5	0,45	0,28	0,16	0,07	0,49
N3PK	17,1	0,46	0,28	0,17	0,09	0,52
N3PKMg	17,1	0,44	0,30	0,14	0,08	0,38
N3 átlaga	17,2	0,45	0,28	0,17	0,09	0,54
SzD5%	1,6	0,03	0,04	0,04	0,04	0,16

1. Keményítő; 2. Össz-N; 3. Nercfehérje-N; 4. Fehérje-N; 5. Szabad aminosav; 6. Összes oldható cukor

18. táblázat

Mútrágyázás hatása a burgonya (Aranyalma) gumótermésének minőségére, %. Nyírlugos, 1969.

Kezelés	1.	2.	3.	4.	5.	6.
---------	----	----	----	----	----	----

Kontroll	18,1	0,30	0,15	0,14	0,07	0,66
N1	17,5	0,37	0,19	0,17	0,07	0,61
N1P	18,4	0,31	0,18	0,14	0,06	0,89
N1K	17,7	0,34	0,18	0,16	0,05	0,52
N1PK	17,7	0,34	0,18	0,16	0,06	0,76
N1PKMg	18,5	0,38	0,16	0,22	0,06	0,78
N1 átlaga	18,0	0,35	0,18	0,17	0,06	0,71
N2	17,4	0,38	0,21	0,18	0,07	0,83
N2P	18,7	0,40	0,23	0,17	0,08	0,91
N2K	17,1	0,37	0,16	0,21	0,06	0,62
N2PK	17,2	0,37	0,20	0,17	0,08	0,67
N2PKMg	17,2	0,39	0,19	0,20	0,07	0,56
N2 átlaga	17,5	0,38	0,20	0,19	0,07	0,72
N3	17,6	0,41	0,22	0,20	0,10	0,97
N3P	18,8	0,41	0,22	0,18	0,09	1,11
N3K	17,2	0,39	0,20	0,19	0,08	0,63
N3PK	18,3	0,40	0,21	0,19	0,08	0,62
N3PKMg	17,1	0,40	0,20	0,20	0,06	0,62
N3 átlaga	17,8	0,40	0,21	0,19	0,08	0,79
SzD5%	1,5	0,02	0,04	0,05	0,04	0,32

1. Keményítő; 2. Össz-N; 3. Nemfehérje-N; 4. Fehérje-N; 5. Szabad aminosav; 6. Összes oldható cukor

Összefoglalóan megállapítható, hogy a trágyázás jelentősen növelte mindkét fajta gumótermését anélkül, hogy a minőségi mutatókat rontotta volna. A keményítőhozam arányosan nőtt a terméssel. A két fajta abban különbözött egymástól, hogy a korai Gülbaba magasabb N-frakciókat (össz-N, nemfehérje-N), míg a késői Aranyalma magasabb szénhidrát (részben keményítő, kifejezettebben oldható cukor) %-okat mutatott. A hosszabb tenyészidőt hasznosítva a késői fajta képes tehát a minőségét jelző szénhidrátok frakcióit erőteljesebben növelni a fehérje-szintézis rovására.

3.6 Műtrágyázás hatása a rozs szemtermésére

A burgonyát minden évben a rozs követte. Az őszi rozs terméseredményeit a két elővetemény burgonyafajta (Gülbaba és Aranyalma) átlagában közöljük, mert az elővetemények között sem évenként, sem az évek átlagában nem voltak kimutatható szignifikáns különbségek. Az I. műtrágyázási csoportban, mint már a 2. pontban említettük, az NPKMg műtrágyákat évenként adták. A rozs szemtermésének adatait a 19. táblázat tünteti fel. A táblázatból látható, hogy jelentős N-hatások mutatkoztak. Az önmagában alkalmazott N hatására a termésnövekedés az alábbi volt a kontroll ában:

N-szint	1964	1966	1968	1970	1972
N1	28	67	43	43	66
N2	49	81	88	53	109

N3	33	96	109	57	130
SzD _{5%}	22	22	18	20	22

A kisadagú 30 kg/ha N műtrágyázás minden évben megbízhatóan és jelentősen növelte a termés tömegét. Az adagok növelésével a termés 5 év közül 3 évben tovább nőtt, 2 évben viszont a közepes adagokkal elérhetőnek bizonyult a termésmaximum. A kontroll termését az önmagában adott N is képes volt megduplázni az évek többségében.

A foszfor termésmenővelő hatása, az első év kivételével, 9-19 között változott. Szignifikáns K és Mg hatásokat a kísérlet első 5 éve alatt nem kaptak. A II. műtrágyázási csoportban csak N-trágyázás folyt, a PKMg trágyákat a burgonya alá (tehát két évente) juttatták ki. A rozs termései lényegében nem tértek el az I. csoport 19. táblázatban bemutatott adataitól, így részletes taglalásuktól eltekintünk. Említésre méltó azonban, hogy az 5 év átlagában a P-hatások igazolhatók, a burgonya alá adagolt P akkumulálódott e kezelésekben.

19. táblázat

Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésére a két elővetemény (Gülbaba és Aranyalma burgonyafajták) átlagában, t/ha
Nyírlugos

I. műtrágyázási csoport *

Kezelések	1964	1966	1968	1970	1972	5 év átl.
∅	1,67	1,63	1,43	1,47	1,43	1,53
N1	2,14	2,73	2,05	2,11	2,38	2,28
N1P	2,20	3,04	2,24	2,52	2,86	2,57
N1K	2,30	2,46	2,14	2,12	2,41	2,29
N1PK	2,45	2,93	2,36	2,34	2,78	2,57
N1PKMg	2,01	2,71	2,28	2,64	2,70	2,47
N2	2,49	2,95	2,69	2,25	2,99	2,67
N2P	2,55	3,33	2,94	2,76	3,42	3,00
N2K	2,40	3,18	2,81'	2,54	3,07	2,80
N2PK	2,30	3,62	3,07	2,69	3,33	3,00
N2PKMg	2,55	3,09	2,90	2,79	3,52	2,97
N3	2,23	3,21	3,00	2,32	3,29	2,81
N3P	2,29	3,83	3,58	2,43	3,83	3,19
N3K	2,30	3,60	3,05	2,51	3,40	2,97
N3PK	2,22	3,83	3,50	2,58	4,00	3,23
N3PKMg	2,35	3,73	3,64	2,71	4,05	3,30
SzD _{5%}	0,36	0,36	0,26	0,30	0,31	0,16
Átlag	2,28	3,12	2,73	2,42	3,09	2,73

* évenkénti műtrágyázás

Mivel a trágyahatásokat a N határozta meg, értelemszerűen hasonlóképpen alakultak a

rozs szemtermések a III. és a IV. műtrágyázási csoportban, ahol N-utóhatásokat regisztráltak. A kétvétenként adott N az alábbi terméstöbbleteket eredményezte a kontroll %-ában (N-utóhatások):

N-szint	1964	1966	1968	1970	1972
III. műtrágyázási csoport					
N1	20	16	37	28	30
N2	30	42	72	43	34
N3	42	41	105	75	87
SzD5%	24	23	23	24	23
IV. műtrágyázási csoport					
N1	14	20	24	35	58
N2	22	20	51	50	55
N3	37	54	87	91	81
SzD5%	21	23	21	26	24

Látható, hogy a burgonya alá adott N utóhatásának eredményeképpen jelentősen nőtt a rozs szemtermése. A maximális termést a legnagyobb, 150 kg/ha N utóhatása biztosította mind az öt évben. Mivel a PKMg utóhatások elhanyagolhatóak voltak, a III. és IV. csoport terméseredményei szinte teljesen megegyeztek egymással. A 20. táblázatban a IV. csoport terméseredményeinek bemutatására szorítkozunk, míg a 21. táblázatban a műtrágyázási csoportok összevont terméseit tüntettük fel az öt év és a két burgonyafajta elővetemény átlagában.

LÁNG (1973) Szabolcs-Szatmár megye átlagos rozstermésének trendjét elemezve a 60-as években megjegyzi: "A kísérlet valamennyi trágyázatlan parcellájának átlagtermése a megyei átlagtermést meghaladta, vagy nagyon közel járt ahhoz. Az intenzív műtrágyázás a terméseredményeket megkettőzte. Ez is mutatja, hogy igen messze vagyunk még a köztermesztésben a Kisvárdai rozs genetikailag determinált termőképességének kihasználásától."

20. táblázat

Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésére a két elővetemény (Gülbaba és Aranyalma burgonyafajták) átlagában, t/ha
Nyírlugos

Kezelések	IV. műtrágyázási csoport *					
	1964	1966	1968	1970	1972	5 év átl
∅	1,69	1,58	1,23	1,16	1,29	1,39
N1	1,92	1,90	1,53	1,57	2,04	1,79
N1P	1,77	2,19	1,79	1,87	1,81	1,89
N1 K	2,23	1,83	1,56	1,64	1,48	1,74

N1PK	1,86	1,84	1,75	1,79	1,76	1,80
N1PKMg	1,93	2,09	1,65	1,82	1,81	1,86
N2	2,07	1,88	1,86	1,74	2,00	1,91
N2P	2,14	2,37	2,07	2,11	2,00	2,13
N2K	1,89	2,21	1,96	1,94	1,96	1,99
N2PK	1,87	2,08	1,83	2,01	2,03	1,96
N2PKMg	1,67	2,07	1,85	1,96	1,84	1,88
N3	2,31	2,43	2,30	2,32	2,33	2,33
N3P	2,28	2,40	2,20	2,21	2,64	2,34
N3K	2,17	2,45	2,05	1,98	2,35	2,20
N3PK	2,42	2,36	2,46	2,36	2,34	2,39
N3PKMg	1,96	2,30	2,43	2,32	2,70	2,34
SzD5%	0,36	0,36	0,26	0,30	0,31	0,16
Átlag	2,01	2,12	1,91	1,93	2,02	2,00

* Minden második évben NPK utóhatás

21. táblázat

Az őszi rozs szemtermése a négy műtrágyázási csoportban az öt év és a két elővetemény átlagában, t/ha
Nyírlugos

Kezelések	Műtrágyázási csoportok			
	I.	II.	III.	IV.
Ø	1,53	1,51	1,35	1,39
N1	2,28	2,34	1,69	1,79
N1P	2,57	2,31	1,75	1,89
N1K	2,29	2,26	1,67	1,74
N1PK	2,57	2,42	1,77	1,80
N1PKMg	2,47	2,38	1,78	1,86
N2	2,67	2,64	1,93	1,91
N2P	3,00	2,89	1,99	2,13
N2K	2,80	2,79	2,03	1,99
N2PK	3,00	2,97	2,18	1,96
N2PKMg	2,97	2,89	2,19	1,88
N3	2,81	2,74	2,26	2,33
N3P	3,19	2,97	2,42	2,34
N3K	2,97	2,73	2,18	2,20
N3PK	3,23	2,98	2,38	2,39
N3PKMg	3,30	3,13	2,34	2,34
SzD5%	0,16	0,16	0,16	0,16

Kezelés jele	Szemben			Szalmában			
	N	P	K	N	P	K	Ca
Kontroll	1,51	0,25	0,45	0,34	0,09	0,88	0,14
N1	1,44	0,26	0,45	0,30	0,04	0,82	0,18
N1P	1,42	0,24	0,44	0,27	0,07	0,78	0,16
N1K	1,37	0,24	0,42	0,25	0,04	0,94	0,13
N1PK	1,43	0,25	0,43	0,28	0,06	0,98	0,12
N1PKMg	1,37	0,26	0,45	0,28	0,05	0,88	0,14
N2	1,54	0,23	0,43	0,34	0,04	0,83	0,18
N2P	1,46	0,24	0,44	0,34	0,04	0,74	0,22
N2K	1,69	0,22	0,41	0,33	0,04	1,09	0,17
N2PK	1,48	0,24	0,42	0,33	0,05	1,02	0,14
N2PKMg	1,44	0,23	0,43	0,33	0,05	1,10	0,15
N3	1,71	0,21	0,41	0,50	0,04	0,85	0,25
N3P	1,68	0,23	0,44	0,41	0,04	0,78	0,20
N3K	1,67	0,22	0,41	0,42	0,04	1,15	0,19
N3PK	1,71	0,23	0,43	0,43	0,04	1,16	0,20
N3PKMg	1,63	0,23	0,42	0,36	0,04	1,11	0,17
SzD5%	0,18	0,03	0,04	0,06	0,02	0,17	0,04
Átlag	1,53	0,24	0,43	0,34	0,05	0,95	0,17
Örbottyán *	1,73	0,36	0,51	0,50	0,07	0,59	0,32

* Forrás: Szemes I. - Kádár I. - Lásztity B. (1982): Az őszi rozs tápanyagfelvételének vizsgálata szabadföldi tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 31. 5-16.

látható, hogy csak a legnagyobb N-szinteken nőtt meg igazolhatóan a szem N tartalma. A P %-ai sem változtak lényegesen, bár az N3 kezelésekben a csökkenés (hígulás) nyomon követhető. A K koncentrációja nem módosult trágyázással a szemben.

A vegetatív növényi részt jelentő szalma érzékenyebben reagál az eltérő tápelemkínálatra. A N-ellátás javulásával általában nő a N; valamint tendenciájában csökken a P koncentrációja. A K tartalom emelkedik látványosabban a szalmában, ahol a K trágyázás nagyobb N-ellátással párosul. Mindez arra utal, hogy N hiányában a k felvétel is gátolt lehet. A Ca szintén követi a N-kínálatot és együtt emelkedik a N %-kal. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a műtrágya nemcsak a termésképzésben játszott meghatározó szerepet, hanem a fontosabb tápelemek asszimilációjában is.

3.9 Műtrágyázás hatása a talaj kémiai tulajdonságaira

A kísérlet 10. éve után, 1972. őszén SZEMES IMRE talajmintákat gyűjtött a kontroll, N3 és N3PK kezelések szántott rétegéből. A mintavételek 2-2 átlagmintát jelentettek parcellánként 8-8 ismétlésben. A vizsgálatok eredményeit a 23. táblázat tekinti át. Az adatokból kitűnik, hogy a rendszeres műtrágyázás bizonyíthatóan csökkentette a pH értékeket, növelte az aciditást. A talajok felveheti P és K tartalma ugyanakkor jelentősen

megemelkedett az együttes PK trágyázás eredményeképpen. Nőtt az összes N tartalom is viszont az összes szén és a humusz mennyisége szignifikánsan nem változott.

23. táblázat

Talajvizsgálatok eredményei 10 éves műtrágyázás után
Nyírlugos, 1972.

Mért jellemzők	Kontroll	N3	N3PK	SzD5%
pH(H ₂ O)	5,9	5,7	5,6	0,2
pH(KCl)	4,6	4,5	4,4	0,1
Hydr.ac.	8,2	9,2	9,6	0,9
AL P ₂ O ₅ ppm	49	47	75	8
AL-K ₂ O ppm	56	50	74	9
Össz-N mg/100 g	34,4	37,9	42,9	6,4
Össz-C mg/100 g	0,32	0,34	0,35	0,03
Humusz %	0,56	0,59	0,60	0,05

3.10 Főbb tanulságok áttekintése, összefoglalás

A kísérlet első 10 évének tapasztalatait összegezve LÁNG (1973) az alábbiakat emeli ki:

1. A műtrágyázás gazdaságos eljárás, melynek segítségével a burgonya és a rozs termése megkétszerezhető még olyan termékenyebb homokon is, amelynek trágyázatlan parcelláin az átlagtermések a megyei átlagokkal egyenlőek.

2. A N-ellátás az első számú tényező, a nitrogén műtrágya jelenléte és adagja döntően befolyásolja a termesztés sikerét. A foszfor hatása a nagyobb N-ellátásnál és a későbbi években jelentkezett.

3. A kálium és a magnézium előnyös befolyása csak a burgonyánál igazolható, a rozsnál gyakorlatilag hatástalannak mutatkozott mindkét tápelem.

4. Mivel a 20 és 40 cm szántásmélység között szignifikáns különbség nem volt, előnyben kell részesíteni a gazdaságosabb sekélyművelést.

5. A késői Aranyalma fajta jobban hasznosíthatja a műtrágyákat, azonban a korai fajta burgonya előnyösebb árával kiegyenlíti a terméskülönbségeket.

6. A racionális műtrágyázás nemcsak a gazdaságos termesztést alapozhatja meg, hanem a talaj termékenységét, tápanyagtőkéjét is növelheti.

4. Kísérleti eredmények 1973-80. között (SZEMES IMRE adatai)

Az első 10 év után a fajta (2 burgonya fajta) és a szántás mélység (20-40 cm szántás) vizsgálatát lezárhattuk, további kísérletes vizsgálatuk nem látszott indokoltnak. Felmerült a kérdés, hogy a rozs helyett vajon az értékesebb búza termesztése mennyiben lehet sikeres? A tájon ekkor még hagyományosan a rozs uralkodott. A burgonya-rozs forgót burgonya-búza forgóvá alakítottuk át, az Mv-4 fajtát illesztve a burgonya-évek közé a következő 8 évben. A

burgonya fajtája is változott, a holland intenzív Desirée fajtát vontuk termesztésbe. Az ismétlések száma 8-ról 16-ra, majd 32-re emelkedett a 16 trágyázási alapkezelést tekintve.

4.1 Műtrágyázás hatása a burgonya gumótermésére

A 4 burgonyaév gumótermésének alakulását a 24. táblázatban tanulmányozhatjuk. Az adatokból megállapítható, hogy az újonnan kísérletbe vont Desirée fajtájú burgonya gumóhozama a trágyázatlan talajon erősen lecsökkent az évek többségében, a korábbi évekhez viszonyítva. Ez alól csak az igen jó 1977-es burgonyaév volt kivétel. Műtrágyázással ugyanakkor nemcsak fenntarthatók voltak a korábbi

24. táblázat

Műtrágyázás hatása a burgonya gumótermésére
Nyírlugos, Desirée fajta, 1973-1979. (t/ha)

Kezelés	1973	1975	1977	1979	Átlag	%
Kontroll	6,0	5,9	14,4	3,6	7,5	100
N1	11,4	11,7	15,6	9,0	11,9	160
N1 P	14,4	15,6	18,6	10,2	14,7	197
N1K	11,2	10,7	22,3	11,8	14,0	187
N1PK	16,6	14,3	23,7	11,3	16,5	220
N1PKMg	16,3	13,8	26,9	13,3	17,6	235
N2	11,6	12,7	16,0	8,5	12,2	163
N2P	15,3	16,7	19,4	10,9	15,6	208
N2K	14,6	12,0	22,4	10,8	15,0	200
N2PK	19,2	17,2	26,9	12,7	19,0	254
N2PKMg	18,2	16,2	28,1	12,6	18,8	251
N3	11,6	12,4	16,0	9,0	12,3	164
N3P	15,6	15,5	18,8	9,4	14,8	198
N31κ	14,8	12,5	21,9	10,1	14,8	198
N3PK	21,0	18,2	25,4	11,1	18,9	253
N3PKMg	19,1	17,0	29,1	12,2	19,4	259
SzD5%	0,9	1,0	2,6	2,4	2,0	27
Átlag	14,8	13,9	21,6	10,4	15,2	203

termésszintek, hanem akár az akkori országos átlag 1,5-2-szeresére is növelhetők. Különösen hatékonynak mutatkozott az N, NP és NPK műtrágyázás. A Mg pozitív hatása csak 1977-ben igazolható, a kedvező évben.

Az előző 10 évben megfigyelt trágyahatásokhoz viszonyítva azonban jelentős változások következtek be:

1. A N-ellátás ugyan továbbra is a legfontosabb termésbefolyásoló tényező, de már nem kizárólagosan. Az önmagában adott nitrogén 1977-ben, a kedvező évben, nem növelte a termést

szignifikánsan.

2. A N trágya növekvő adagja, tehát az N2 és az N3 adag önmagában már hatástalannak bizonyult az N1 adaghoz viszonyítva. Módosul a minimum tényezők súlya, a P és a PK kezelések előnye egyre kifejezettebbé válik.

3. Az évek előrehaladtával nőhet a pozitív Mg hatások gyakorisága, a talaj tehát Mg-ban is fokozatosan elszegényedhet. A kielégítő NPK ellátás nyomán a Mg is a minimum tényezők közé kerülhet a jövőben, melyre a kiváló termésű 1977. évterméseredményei utalnak.

4. Az intenzív holland fajta nagyon érzékeny a tápelemhiányokra, II. a harmonikus ellátást igényli. Megfelelő műtrágyázással azonban e talajokon is sikerrel és gazdaságosan termesztethető, a trágyázatlan kontroll termése a gyengébb években mintegy megháromszorozódott ez NPK kezelésekben.

4.2 Műtrágyázás hatása a búza szemtermésére

A 4 búzaév szemtermésének adatait a 25. táblázat foglalja össze. 4 búza terméseket szintén az N, P, NP és esetenként az NPK kezelések növelték megbízhatóan. A Mg kezelés pozitív hatása következetesen nem állapítható meg. Általánosítva levonható az a következtetés, hogy az értékesebb búza is sikerrel termesztendő e talajon az évek többségében. Megfelelő műtrágyázással termését közel megduplázhattuk és ezzel megközelítettük a 70-es évek elejének országos átlagait. A búza átlagtermések a rozshoz viszonyítva azonban jobban ingadoztak évenként (nagyobb volt az "évhatás"), valamint alacsonyabbak voltak.

25. táblázat

Műtrágyázás hatása a búza szemtermésére, Mv-4. fajta Nyírlugos, 1974-1980. (t/ha)

Kezelés	1974	1976	1978	1980	Átlag	%
Kontroll	1,66	1,64	1,16	0,29	1,19	100
N1	2,05	1,77	2,06	0,74	1,66	139
N1P	3,04	2,25	2,52	0,95	2,19	184
N1K	1,89	1,68	3,37	0,97	1,98	166
N1PK	3,09	2,29	2,92	1,12	2,36	198
N1PKMg	3,02	2,26	2,98	1,54	2,45	206
N2	2,39	1,71	1,24	0,90	1,56	131
N2P	2,98	2,41	2,44	1,10	2,23	188
N2K	2,21	1,67	2,57	0,77	1,80	152
N2PK	3,19	2,33	3,43	1,14	2,52	212
N2PKMg	3,36	2,28	3,30	1,06	2,50	210
N3	1,74	1,77	1,10	0,92	1,38	116
N3P	2,87	2,37	1,86	1,17	2,07	174
N3K	1,60	1,69	1,96	0,69	1,49	125
N3PK	3,26	2,49	3,12	1,32	2,55	214

N3PKMg	3,22	2,44	2,86	1,72	2,56	216
SzD5%	0,14	0,11	1,28	0,38	0,50	42
Átlag	2,60	2,07	2,43	1,02	2,03	166

4.3 Éves csapadékadatok, valamint a búza és a burgonya termése

Itt is megállapítható, hogy a csapadékösszegek és a termések között nincsen egyenes összefüggés. Mind a száraz, mind a csapadékosabb évek többségében átlagos a hozam. Az extrém nedves 1980. évben kiugróan alacsony volt a búza termése, mely főként a gabonabetegségek erős megjelenésével magyarázható.

A Desirée burgonya termése 1977-ben imponálón magas. A kontroll parcellák termése is meghaladja a 14 t/ha mennyiséget, a trágyahatások is kifejezettek. Az NPKMg kezelések gumóhozama eléri a 28-29 t/ha tömeget. Ezzel szemben 1979-ben a termések 4-13 t/ha között ingadoznak. Az éves csapadékösszeg mindkét évben átlag körüli, sőt a kritikusnak tekinthető június-augusztus hónapokban mért csapadék is az átlaghoz közelálló volt. Az "igen rossz" 1979-es burgonyaévben szemmel láthatóan leromlott, beteg állomány fejlődött. Összefoglalóan arra a következtetésre juthatunk, hogy az extrém száraz és az extrém nedves évek egyaránt termés kiesést okozhatnak. Ez mind a kalászosokra, mind a burgonyára valószínűsíthető.

4.4 Műtrágyázás hatása a búza ásványi összetételére

1974-ben és 1978-ban a búza szemtermésének elemzésére került sor, melynek eredményeit a 26. táblázat tartalmazza. Ebben a két vizsgált évben a termések viszonylag kielégítőek voltak, az NPK és NPKMg kezelésekben a 3 t/ha mennyiségeket meghaladva. A tenyészidő alatt lehullott csapadék jö közepesnek volt tekinthető. Amint a táblázat adataiból látható, 1974-ben inkább csak tendenciájában nőtt a szem N tartalma, míg 1978-ban az NPK trágyázás hatása már több esetben statisztikailag is igazolható az N3 szinteken.

A szemek P és K koncentrációja viszonylag állandó maradt mindkét évben, a kezelések hatása néhány kivételtől eltekintve nem szignifikáns. A Mg mennyisége általában alacsonyabb az NK kezelésekben, mely az ismert K/Mg ion-antagonizmust tükrözheti. A Mg kezelés Mg-koncentrációt növelő hatása az N3PK trágyázás mellett egy esetben igazolható statisztikailag is. A Mn tartalom enyhén emelkedett 1978-ban, elsősorban az NPK kezelésekben, ahol a lassú elsavanyodás a legkifejezettebb a talajban.

1980-ban a szem és a szalmatermés analízisét is elvégeztük. Ebben az igen csapadékos évben a termés drasztikusan lecsökkent, a növényzet kiritkult és heterogénné vált. A kísérleti hiba is megnőtt, a szemben gyakorlatilag nem igazolhatók koncentráció-változások a trágyázási kezelések függvényében. Nem változott érdemben a szalma nitrogén és foszfor tartalma sem a kontrollhoz viszonyítva. Ugyancsak hatástalannak bizonyult a trágyázás a kationok koncentrációira, mint a Ca, K, Mg, Mn elemek mennyiségére a szalmában. (27. táblázat)

26. táblázat

Műtrágyázás hatása a búza szemtermésének tápelemtartalmára 1974-ben és 1978-ban Nyírlugos,

Kezelés jele	1974-ben aratáskor			1978-ban aratáskor				
	N	P	K	N	P	K	Mg	Mn*
Kontroll	2,00	0,32	0,26	1,67	0,30	0,32	0,09	46
N1	1,98	0,34	0,27	1,77	0,31	0,37	0,10	48
N1P	1,99	0,33	0,27	1,78	0,35	0,34	0,09	45
N1K	1,95	0,33	0,28	1,71	0,29	0,34	0,08	46
N1PK	2,07	0,33	0,27	1,90	0,36	0,42	0,12	54
N1PKMg	2,07	0,36	0,28	1,84	0,34	0,37	0,10	51
N2	1,96	0,35	0,26	1,82	0,32	0,33	0,09	46
N2P	2,02	0,33	0,27	1,82	0,34	0,34	0,09	48
N2K	2,03	0,33	0,26	1,85	0,32	0,34	0,09	53
N2PK	2,19	0,32	0,28	1,84	0,34	0,36	0,10	50
N2PKMg	2,14	0,34	0,27	1,76	0,29	0,34	0,10	48
N3	2,12	0,33	0,26	1,92	0,29	0,32	0,09	45
N3P	2,17	0,33	0,27	1,87	0,30	0,33	0,10	49
N3K	2,12	0,33	0,30	2,04	0,31	0,34	0,08	52
N3PK	2,24	0,34	0,28	2,03	0,35	0,40	0,10	59
N3PKMg	2,21	0,36	0,28	1,93	0,33	0,38	0,12	55
SzD5%	0,21	0,03	0,03	0,19	0,06	0,06	0,02	11
Átlag	2,08	0,34	0,27	1,85	0,32	0,35	0,10	50

A Mn koncentrációja ppm-ben megadva

27. táblázat

Műtrágyázás hatása a búza szem és szalma termésének tápelemtartalmára. Nyírlugos, 1980.

Kezelés	Szemben			Szalmában					
	N	P	Mn Pp	N %	P %	K %	Ca %	Mg ppm	Mn ppm

Kontroll	2,00	0,26	44	0,37	0,05	0,66	0,21	245	94
N1	1,86	0,23	42	0,39	0,03	0,69	0,16	234	109
N1P	1,98	0,26	45	0,36	0,05	0,67	0,20	254	98
N1K	1,96	0,27	47	0,34	0,04	0,76	0,15	225	105
N1PK	1,97	0,26	46	0,33	0,04	0,75	0,16	232	104
N1PKMg	2,47	0,29	50	0,40	0,07	0,81	0,19	279	119
N2	2,06	0,28	47	0,36	0,04	0,70	0,18	268	101
N2P	1,97	0,29	48	0,40	0,06	0,82	0,20	269	94
N2K	2,06	0,26	50	0,34	0,03	0,85	0,15	253	116
N2PK	2,00	0,27	53	0,33	0,04	0,74	0,16	228	100
N2PKMg	2,21	0,27	49	0,39	0,05	0,93	0,16	242	117
N3	1,98	0,28	45	0,34	0,03	0,61	0,18	249	98
N3P	2,25	0,27	57	0,46	0,05	0,72	0,20	250	137
N3K	2,11	0,27	50	0,36	0,03	0,78	0,18	227	106
N3PK	1,98	0,25	45	0,38	0,04	0,83	0,18	240	104
N3PKMg	1,98	0,27	47	0,40	0,07	0,95	0,16	238	120
SzD5%	0,40	0,06	12	0,07	0,03	0,31	0,06	51	33
Átlag	2,05	0,27	48	0,37	0,05	0,77	0,18	246	108
Örbottyán *	2,31	0,32	42	0,82	0,09	1,29	0,71	2000	81
Szilvásv.**	2,80	0,37	35	0,97	0,09	1,29	0,32	2700	22

*Forrás: Kádár I. - Lásztity B. (1979): Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. Agrokémia és Talajtan. 28. 451-472.

* *Forrás: Lásztity B. - Kádár I. - Elek É. (1981): Műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemfelvételére barna erdőtalajon. Agrokémia és Talajtan. 30- 25-36.

Tanulságos lehet összevetni az extrém rossz "búzaév" elemzési adatait a kielégítően trágyázott és jobb termésű meszes homokon (Örbottyán), ill. a kötöttebb, enyhén savanyú barna erdőtalajon (Szilvásvár) termelt búza ásványi összetételével. A szemtermés N és P tartalma jóval magasabb az utóbbi termőhelyeken, míg a Mn koncentrációk közelállóak. Még szembetűnőbb különbségeket mutat a 3 termőhely szalmájának átlagos összetétele. A nyírlugosi szalma rendkívül szegény volt nitrogénben, foszforban, káliumban, kalciumban és magnéziumban egyaránt. Igaz, hogy Örbottyán és Szilvásvár szalmájának emelt N, P és K tartalma tükrözi a 200 kg/ha körüli N adagokat, valamint a feltöltő P és K szinteket is (KÁDÁR és LÁSZTITY 1979, LÁSZTITY et al. 1981).

Amint korábban a rozs elemzése kapcsán a 3.8 pontban utaltunk rá, Örbottyán talaja genetikailag szegényebb káliumban. Trágyázással azonban az eredetileg gyenge N, P, K ellátottságot közepes, kielégítő, sőt magas ellátottsággá változtattuk. Az átlagos tápelemtartalom összevetése termőhelyenként tükrözhet tehát más hatásokat is, úgymint az éghajlatban, fajtákban, agrotechnikában fennálló különbségeket. Az elmondottak ellenére, amennyiben az eltérő termesztési körülmények hatását megítélhetjük, hasznos információkat szolgáltat a növényelemzés. A növényi koncentrációk ugyan mindazon komplex hatásokat tükrözik, melyek a fejlődés során hatottak, de a fajra és növényi részekre jellemzően determináltak. A tápanyagfelvétel körülményeit a termőhely talajviszonyai, tápelemszolgáltatása alapvetően befolyásolja, így a növényi koncentrációk jói jellemezhetik azokat.

4.5 Műtrágyázás hatása a burgonyagumó ásványi összetételére

Csak a legjobb burgonyaévben, 1977-ben és a legrosszabb burgonyaévben, 1979-ben került sor gumóanalízisekre. A mintavétel, a minták szállítása, analízisre való előkészítése és vizsgálata rendkívül költséges és fáradtságos feladatnak bizonyult. Amint a 28. táblázatban megfigyelhető, 1977-ben a gumók N-tartalma megbízhatóan emelkedett elsősorban a N és NP kezelésekben, míg ugyanitt a K %-ok csökkentek. A P és a Mg koncentrációja érdemben nem változott. A kontrollhoz viszonyítva nagyobb Ca és Mn tartalmakat mutattak a gumók a növekvő N-ellátás nyomán. A Mn esetében itt is a lassú elsavanyodás és az ezzel összefüggő javuló Mn felvétel szerepére utalhatunk, míg a Ca koncentrációk növekedésében a magasabb N-ellátás és a csökkent K-tartalom (K - Ca antagonizmus mechanizmusán keresztül) egyaránt szerepet játszhatott.

28. táblázat

Műtrágyázás hatása a burgonyagumó tápelemtartalmára
Desirée, Nyírlugos, 1977.

Kezelés jele	%			ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	Mn
Kontroll	0,31	0,07	0,40	15	299	3,4
N1	0,38	0,06	0,33	28	249	3,6
N1P	0,36	0,07	0,31	30	254	3,5
N1K	0,35	0,06	0,41	21	287	3,4
N1PK	0,33	0,06	0,41	26	304	3,7
N1PKMg	0,34	0,06	0,41	33	295	3,7
N2	0,36	0,06	0,31	25	262	4,0
N2P	0,39	0,06	0,30	25	255	4,1
N2K	0,36	0,05	0,39	26	268	3,9
N2PK	0,35	0,06	0,41	30	286	4,0
N2PKMg	0,36	0,06	0,38	17	298	4,0
N3	0,42	0,05	0,29	30	249	4,6
N3P	0,41	0,06	0,33	34	261	4,4
N3K	0,39	0,05	0,37	37	269	4,9
N3PK	0,38	0,06	0,39	37	267	4,4
N3PKMg	0,40	0,06	0,38	25	272	4,4
SzD5%	0,05	0,02	0,04	16	41	0,6
Átlag	0,37	0,06	0,36	27	269	4,0

Az 1979-ben mért tápelemkoncentrációk, a 29. táblázat eredményei szerint, igen közelállóak az 1977-ben mért kiváló burgonyaév koncentrációihoz. Csak a Mg és Mn tartalom tér el jelentősen, melyek 1979-ben 30-50 %-kal kisebbek. A gumók betakarításkori szárazanyag tartalma átlagosan 20 % körüli volt és rendre nagyobbak mutatkoztak az NP kezelésekben. Mint ismeretes, a P sietteti az érést, az előregedést, ezzel összefüggésben a vízvesztést. 1979-ben is megfigyelhető a gumók N tartalmának emelkedése és a K tartalmának csökkenése a N-ellátás javulásával. A P és a Mg koncentrációja érdemben ez évben sem változott. A kontrollhoz viszonyítva nagyobb Ca és Mn tartalom szintén jelentkezett a növekvő N és NP kínálattal.

29. táblázat

Műtrágyázás hatása a burgonyagumó szárazanyag és tápelemtartalmára. Nyírlugos, Desirée fajta, 1979.

Kezelés jele	% ppm						
	Sz.a.	N	P	K	Ca	Mg	Mn
Kontroll	19,8	0,29	0,06	0,35	23	165	1,9
N1	19,4	0,33	0,06	0,32	21	155	1,8
N1P	20,0	0,32	0,06	0,28	33	175	2,0
N1K	18,7	0,30	0,06	0,40	27	177	2,3
N1PK	18,8	0,28	0,07	0,41	24	176	2,1
N1PKMg	18,4	0,26	0,07	0,40	29	169	2,2
N2	19,9	0,34	0,06	0,32	23	160	2,6
N2P	20,8	0,33	0,06	0,30	26	170	2,1
N2K	19,3	0,34	0,05	0,39	23	184	2,4
N2PK	19,7	0,31	0,06	0,37	23	180	2,0
N2PKMg	19,5	0,30	0,06	0,39	23	158	2,0
N3	19,6	0,38	0,05	0,28	35	135	2,4
N3P	20,2	0,35	0,06	0,27	30	151	2,3
N3K	18,9	0,36	0,05	0,35	31	171	2,0
N3PK	19,1	0,35	0,05	0,37	32	169	2,0
N3PKMg	19,5	0,35	0,05	0,37	35	187	2,0
SzD5%	1,0	0,04	0,01	0,04	10	30	1,1
Átlag	19,5	0,32	0,05	0,35	27	168	2,1
Nyírlugos *	-	1,60	0,30	1,80	1100	770	-
BERGMANN **	-	1,80	0,29	2,54	?	?	?

* Forrás: Szemes I. - Lásztity B. - Mazsolán I. (1984): Adatok a feltöltő műtrágyázás vizsgálatához rozsdabarna erdőtalajon. Növénytermelés. 3,3- 351-356.

**Forrás: Bergmann, W. - Neubert, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena

Ugyanebben az 1979. évben, szintén Desirée fajtával, feltöltő PK trágyázási kísérletet is beállítottunk a telep legjobb minőségű, humuszos talaján. A termések 20 t/ha körül adódtak, tehát megkétszereződtek a gyengén humuszos tartamkísérleti átlagokhoz viszonyítva. A gumók átlagos tápelemtartalma is többszörösére nőtt a termékeny talajon és elérte vagy megközelítette a BERGMANN és NEUBERT (1976) által javasolt irodalmi optimumokat.

Az 1980-as évek elejével egyre inkább megoldhatatlan feladatnak bizonyult az 512 parcellás, több mint 3 hektáros kísérlet fenntartása. Az ismétlések száma idővel 4-re csökkent, az összes parcellák száma pedig 128-ra, tehát negyedére. A kombájn betakarítást felváltotta a mintakévék alapján történő termésbecslés, mely nagyságrenddel olcsóbb és hasonló

tartamkísérletben kielégítheti mind a statisztikai, mind a laboratóriumi igényeket. A megmaradt kísérleti terület ma 1 hektárt tesz ki az országúthoz közelebb fekvő, gyengén humuszos területen.

Mivel az eltérő N-szintek között érdemi különbség nem jelentkezett a trágyahatásokban, azokat a továbbiakban összevontan értékeljük és közöljük. Ezzel a belső ismétlések száma is nő és javulhat a mintakévék alapján történő termésbecslés meggyőző ereje. Megemlítjük, hogy az átlagos N, P₂O₅ és K₂O adag 120 kg/ha/év trágyázást jelentett. A Mg 40-80, míg a Ca általában 100-200 kg/ha/év között ingadozott. A Ca kezelés, azaz a meszezés kísérletes vizsgálatát egyre inkább indokolta a talaj pH süllyedése, az elsavanyodás. A kalciumot 40 %-os őrölt mészkőpor, a magnéziumot általában dolomit por (esetenként magnézium szulfát) alakjában alkalmaztuk. A N, P és K műtrágya-formák a 80-as években sem változtak.

5. Kísérleti eredmények 1981-82. között (KOZÁK MÁTYÁS adatai)

1981-ben egy tipikus homoki növény, a fehérvirágú csillagfürt került a kísérletbe. Az év első felének szárazsága nem kedvezett a csillagfürt fejlődésének és így csupán tájékozódó jellegű mintavételek történtek ebben az évben. A virágzást követően, július 15-én 5-5 átlagos növényt vettek parcellánként és meghatározták az egyes terméselemek tömegét, valamint azok kémiai összetételét. Külön mintázták a kísérlet gyengén humuszos területeit, valamint a termékenyebb, humuszosabb, tápanyagokban gazdagabb belső ismétléseit. A humuszos talajon a termés tömege átlagosan mintegy 40-60 %-kal magasabbnak adódott, de a trágyahatások iránya és mértéke nem változott, így közlésüktől eltekintünk.

5.1 Műtrágyázás és meszezés hatása a csillagfürtre

A fehér csillagfürt terméselemeinek alakulásáról, műtrágyázás és meszezés hatására, a 30. táblázat nyújt áttekintést. A virágzás után mért eredmények arra utalnak, hogy az önmagában adott N nem vezetett látványos termésmenöveléshez. Ez annyiban érthető, hogy a pillangós növények (köztük a csillagfürt) képesek N szükségletüket döntően a levegőből is fedezni. A trendek különösebb statisztikai bizonyítás nélkül is meggyőzőek a tekintetben, hogy az együttes NP trágyázás hatékonynak bizonyult. A hüvelyek súlya és száma egyaránt megduplázódott.

30. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a fehér csillagfürt (*Lupinus alba*) fejlődésére virágzás után.
Nyírlugos, 1981. VII. 15.

Kezelés jele	Levél Szár Hüvely			Összes	Hüvely db/5 növény		
	g/5 növény				Össz.	Kifejlett	%
Kontroll	7	13	20	40	40	23	58
N	10	19	35	64	55	47	85
NP	14	29	55	98	80	59	74
NK	15	22	38	75	50	36	45
NPK	24	52	54	130	83	64	77
NPKCa	20	46	67	133	85	68	80
NPKMg	24	54	92	170	78	60	77

NPKCaMg	18	42	58	118	74	59	80
Átlag	16	35	52	104	68	52	76

A kiegészítő K trágyázás elsősorban a vegetatív részek, a levél és a szár tömegét növelte az NPK kezelésekben. A Mg trágyázással tovább emelkedett a föld feletti növények tömege, különösen a hüvely részaránya és mérete. A hüvelyek száma azonban nem változott. A meszezés, a Ca trágyázás nem mutatott pozitív eredményt sem a vegetatív, sem a generatív szervek növekedésében. Utóbbi szintén természetes jelenség, hiszen e növény kimondottan a savanyú talajokat kedveli és mészigénye minimális.

Sor került a minták kémiai elemzésére is. A 31. táblázat adatai szerint a szárban tendenciájában nőtt a N %-a a N trágyázás nyomán, valamint a K koncentrációja a K trágyázás hatására. A levél összetételében ugyanezen változások szintén megfigyelhetők és mindez kiegészíthető azzal, hogy a N-ellátás javulásával a Ca és a Mg felvétel is javul. Az NP kezelésekben a Ca %-a megduplázódott, míg az NPKMg kezelésekben a Mg %-a háromszorosára emelkedett a

31. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a csillagfürt ásványi összetételére virágzás után. Nyírlugos, 1981. VII. 15. (%)

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Mn
			Szárban			
Kontroll	0,99	0,43	0,66	0,49	0,14	0,20
N	1,11	0,22	0,78	0,48	0,15	0,25
NP	1,02	0,56	0,70	0,55	0,16	0,22
NK	1,20	0,30	1,08	0,47	0,14	0,27
NPK	1,11	0,50	1,36	0,54	0,15	0,24
NPKCa	1,07	0,53	1,07	0,56	0,13	0,19
NPKMg	1,23	0,41	1,15	0,52	0,17	0,20
NPKCaMg	1,05	0,56	1,14	0,54	0,17	0,20
Átlag	1,12	0,37	0,99	0,52	0,15	0,22
			Levélben			
Kontroll	1,32	0,35	0,62	0,78	0,10	1,32
N	1,82	0,45	0,73	1,32	0,20	1,37
NP	1,62	0,51	0,76	1,58	0,21	1,41
NK	1,86	0,39	1,39	1,20	0,18	1,73
NPK	1,92	0,53	1,78	1,34	0,15	1,08
NPKCa	1,60	0,50	1,39	1,42	0,16	0,91
NPKMg	1,60	0,49	1,73	1,42	0,30	1,01
NPKCaMg	1,86	0,44	1,46	1,41	0,26	1,30
Átlag	1,70	0,46	1,23	1,31	0,20	1,27
Hüvely átl.	1,46	0,37	2,07	0,38	0,12	0,18
Szem átl.	5,22	1,22	1,49	0,25	0,11	0,27

kontrollhoz viszonyítva. A N-ellátás, úgy tűnik, elsősorban nem a termés tömegére, hanem a Ca és Mg felvételére hatott. A Mn-tartalom egyértelműen nem módosult a műtrágyázás hatására.

A hüvely és a szem összetételében szintén nem nyilvánult meg egyértelmű változás a kezelések függvényében, ezért csak azok átlagos elemtartalmát közöljük. A pillangósokra jellemzően a szem a leggazdagabb N-ben és P-ban, tükrözve a csillagfürt magtermésének magasabb fehérjetartalmát a kalászosokhoz viszonyítva. A K koncentrációja is jelentős, bár maximumát a hüvelyben érte el. A levél halmozta fel a legtöbb kalciumot, magnéziumot és mangánt. A szár volt relatíve a legszegényebb ásványi elemekben.

5.2 Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára

Amint a 32. táblázatban látható, a humuszos talajon átlagosan mintegy 50 %-kal nagyobb szemterméseket kaptak 1982-ben. A trágyahatások iránya ugyan mindkét talajon azonos, de a humuszos homokon kifejezettebb. A trágyázás tehát a termékenyebb talajon gazdaságosabbnak mutatkozott. A terméseket, ill. a trágyahatásokat elsősorban a gyengén humuszos talajon befolyásolta negatívan a kedvezőtlen, száraz tavasz. Az első negyedévben mindössze 48 mm csapadék hullott, de az április és május hónapok is csapadékban szegények voltak.

Az ekkor még fenntartott 16 ill. 32 ismétlés lehetővé tette, hogy a kísérleten belül külön mérjük a humuszos és humuszban szegény parcellák termését. Az eltérő termékenységű talajok nemcsak a humusz mennyiségében és a humuszos szint vastagságában, hanem a kovárványrétegek fejlettségében is különböztek. A felvehető P-tartalom a kísérletben általában alacsony, 40-50 ppm AL-P₂O₅, így a P-hatások mindkét talajfélésegen jelentkeztek. Káliumhatásokat nem regisztráltunk.

A kalciumtrágyázás tendenciájában növelte a búza termését mindkét talajon. Hasonlóképpen a Mg trágyázás is 10-15 terméstöbbletet eredményezett átlagosan. Az együttes Ca, Mg adagolás kedvező hatása ugyan statisztikailag nem bizonyítható, de tendenciájában szintén megnyilvánul. A Ca és Mg adagolás szükségesnek látszik nemcsak a savanyú homoktalaj Ca és Mg ellátottságának megőrzése és az elsavanyodás meggátlása miatt, hanem a kifizetődő és biztonságos búzatermesztés érdekében is.

32. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza szemtermésére humuszos és gyengén humuszos talajon Nyírlugos, 1982. (t/ha)

Kezelés	Humuszos	Gyengén humuszos	Átlag
Kontroll	1,57	1,05	1,31
N	2,73	1,47	2,10
NP	3,54	2,16	2,85
NK	2,56	1,55	2,06
NPK	3,51	2,52	3,02
NPKCa	3,91	2,68	3,30
NPKMg	3,90	2,79	3,35
NPKCaMg	4,21	2,88	3,54
SzD5%	1,00	0,82	0,70

Átlag 3,32 2,22 2,77

A szemtermés tápelemtartalmának alakulását a 33. táblázatban tanulmányozhatjuk. Az elemzések adatai szerint nőtt a N tartalom a N kezelésekben, valamint lecsökkent a P %a az egyoldalú N és NK parcellákon. A többi vizsgált elem koncentrációja bizonyíthatóan nem változott. A szalmában a trágyázás hatása jobban nyomon követhető. A N trágyázás eredményeképpen általában nemcsak a N felvétele javult, hanem a Ca és Mg koncentrációja is emelkedett. A P trágyázással magasabb P, a K trágyázással általában magasabb K tartalom járt együtt. (34. táblázat)

Összességében az is megállapítható, hogy az 1982. évi búza szem és szalma átlagos összetétele jelentősen meghaladta a korábbi években mért értékeket. A tápelemfelvétel javulása részben a talajban akkumulálódó tápelemtökének, részben pedig annak is tulajdonítható, hogy a száraz tavaszt követően június folyamán kielégítő mennyiségű csapadék (97 mm) hullott. Mint ismeretes, a meleg és nedves talajban a foszfor és a kálium oldhatósági viszonyai javulnak, nőhet a talaj tápelemszolgáltatása.

33. táblázat

Műtrágyázás és a meszezés hatása a búza szemtermésének tápelemtartalmára. Nyírlugos, 1982.

Kezelés jele	N	P	K %	Mg	Mn ppm
Kontroll	1,88	0,50	0,42	0,13	64
N	2,46	0,39	0,41	0,11	72
Np	2,41	0,48	0,45	0,13	77
NK	2,55	0,39	0,43	0,11	82
NPK	2,47	0,45	0,42	0,12	75
NPkCa	2,50	0,42	0,42	0,12	80
NPkMg	2,61	0,48	0,43	0,13	81
NPkCaMg	2,41	0,46	0,45	0,13	73
SzD5%	0,34	0,11	0,07	0,03	23
Átlag	2,41	0,45	0,44	0,12	76

34. táblázat.

Műtrágyázás és a meszezés hatása a búza szalma tápelemtartalmára. Nyírlugos, 1982.

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg	Mn ppm
Kontroll	0,32	0,06	1,25	0,19	667	109
N	0,47	0,04	1,27	0,26	754	158
NP	0,54	0,11	1,24	0,29	723	161
NK	0,46	0,05	1,58	0,22	642	178

NPK	0,56	0,11	1,39	0,24	695	167
NPKCa	0,50	0,13	1,38	0,23	668	151
NPKMg	0,65	0,13	1,43	0,24	794	145
NPKCaMg	0,55	0,10	1,37	0,25	769	166
SzD5%	0,16	0,05	0,31	0,06	192	80
Átlag	0,51	0,09	1,36	0,24	714	154

6. A második évtized főbb tanulságainak áttekintése

A második 10 évben kapott eredmények alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. A N-ellátás ugyan továbbra is a legfontosabb termésbefolyásoló tényező, de már nem kizárólagosan. Módosul lassan a minimum tényezők súlya, az NP és az NPK kezelések előnye egyre kifejezettebbé válik, hiszen a talaj mind P-ban, mind K-ban gyengén ellátott.
2. Az évek előrehaladtával nő a pozitív Mg-hatások gyakorisága, a talaj fokozatosan szegényedik Mg-ban. A kielégítő NPK ellátás nyomán a Mg is a minimum tényezők közé kerülhet nemcsak a burgonya, hanem a búza termesztése során is.
3. A talaj mélyebb rétege is elsavanyodik a rendszeres műtrágyázás hatására. Tovább csökkent a pH a 0-20 és 20-40 cm mélységben, valamint nőtt a hidrolitos aciditás és az oldható Mn tartalom. Az NPK, ill. NPKMg kezelésekben 1976 óta bevezetett évi 200 kg/ha körüli átlagos Ca adagolás nyomán azonban a pH értékek e kezelésekben megemelkedtek, ill. az elsavanyodás megállt. A talaj oldható Mn tartalmában azonban a műtrágyázás hatását nem tudták regisztrálni, a Mn koncentrációja nem csökkent (KOZÁK et al. 1983):

Kezelés átlagok	pH(KCl)		Hidrolitos aciditás		Felvehető Mn ppm	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Kontroll	4,1	4,3	6,7	5,2	7	16
NPK	3,9	4,1	8,8	6,6	35	29
NPKCa	4,4	4,9	7,3	5,6	34	29

4. Tendenciájában a Ca trágyázás is növelte a 20. évben termesztett búza termését. Az együttes Ca és Mg adagolás szükségesnek látszik nemcsak a savanyú homoktalaj Ca és Mg ellátottságának (ezzel termékenységének) megőrzése és az elsavanyodás meggátlása miatt, hanem a kifizetődő és biztonságos búzatermesztés érdekében is.
5. Az értékesebb búza is termesztendő e talajokon a rozs helyett, bár termése alacsonyabb és jobban ingadozhat az évek között. A búzát célszerű a humuszosabb, termékenyebb, jobb vízgazdálkodású területeken elhelyezni, mert érzékenyebb az aszályra, tápelemhiányra, összességében a környezeti stresszre.
6. A belterjesebb burgonya fajta is sikerrel és gazdaságosan termesztendő a körzetben, bár érzékenyebb a tápelemhiányokra, ill. igényli a harmonikus ellátást. A kontroll termését műtrágyázással 2-3-szorosára lehetett növelni és így az országos átlagot jelentősen meghaladó gumóterméseket elérni.

7. A savanyú homoktalaj tápelemhiányát jól tükrözte az 1980. évi búza szalma átlagos ásványi összetétele is, mely a más termőhelyeken kapott szalmatermással összevetve rendkívül szegénynek mutatkozott nitrogénben, foszforban, káliumban, kalciumban és magnéziumban egyaránt.
8. A növények ásványi összetételének változását döntően szintén a N-ellátás befolyásolta, hasonlóan mint a termését. A javuló N és NP-ellátással nemcsak a N %-ok nőttek általában, hanem a kationok (Ca, Mg, Mn) felvétele is, a K kivételével. A K tartalom gyakran csökkent a kezelésekből. Az évek előrehaladtával viszont egyre pregnánsabban jelentkeznek a P és K pozitív befolyása a növényi részek P és K koncentrációira.
9. A talaj minősége meghatározó a termésre, a tápanyagok felvételére és az aszálytűrésre egyaránt. A jobb vízgazdálkodású, humuszosabb, termékenyebb területen 1979-ben a gumótermés megduplázódott, míg a gumók átlagos elemtartalma többszörösére nőtt a gyengén humuszos területekhez viszonyítva. Hasonlóképpen átlagosan mintegy 50 %-kal nagyobb csillagfürt és búza terméseket regisztráltunk a humuszos parcellákon más években. A termékenyebb talajon termelt növényi részek általában (bár nem minden évben) tápelemekben is gazdagabbnak minősültek.
10. Az első 10 év eredményeihez hasonlóan megállapítható, hogy a lehullott csapadék mennyisége, valamint a termesztett növények termése között nincs egyenes összefüggés. Mind a túl nedves, mind a túl száraz évek termés kieséssel járhatnak.

7. Kísérleti eredmények 1983-84. között

(KÁDÁR IMRE, VASS EULÁLIA, CSENGERI PÉTERNÉ adatai)

7.1 Műtrágyázás és meszezés hatása a talajtulajdonságokra

A kísérlet 20. éve után részletes talajvizsgálatokra került sor, miután VASS EULÁLIA, az akkor MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Állomása (Nyíregyháza) munkatársa bekapcsolódott a vizsgálatokba. A szántott réteg pH, humusz % és az AL-oldható elemkoncentrációinak alakulását a 35. táblázat tekinti át. Megállapítható, hogy a kontroll talajon mért pH értéke műtrágyázás hatására 4 alá süllyedt, míg a meszezés ellensúlyozta a talaj elsavanyodását. A meszezés és az együttes magnézium trágyázás hatására a pH szignifikánsan megemelkedett és elérte a 6 körüli értéket. A humuszszegény talaj humusztartalma megbízhatóan nem változott a kezeléseik eredményeképpen.

35. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a talajra. Szántott réteg, Nyírlugos, 1983. Nyíregyházi NAÁ vizsgálata

Kezelés módja	pH (KCl)	Humusz %	AL-oldható, ppm			
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Na
Kontroll	4,6	0,52	66	70	222	14
N	3,9	0,40	78	100	159	17
NP	3,9	0,51	140	110	215	17
NK	3,8	0,50	80	130	182	15
NPK	3,9	0,51	142	132	210	16

NPKCa	4,8	0,50	160	150	230	17
NPKMg	4,6	0,45	140	140	251	16
NPKCaMg	5,9	0,50	170	132	258	17
SzD5%	0,8	0,15	35	32	66	4
Átlag	4,4	0,49	122	120	216	16

Az ammónium-laktát módszerrel meghatározott felvehető P és K tartalom átlagosan megduplázódott a megfelelő kezelésekben. Látható, hogy az eredetileg gyengén ellátottnak minősülő talaj a megfelelő vagy kielégítő ellátottsági kategóriába jutott mind a P, mind a K tekintetében. Tendenciájában, ill. az egyoldalú N és NK kezelésekhez viszonyítva bizonyíthatóan nőtt a felvehető Ca koncentrációja a Mg, CaMg adagolás nyomán. Úgy tűnik, hogy a szuperfoszfát Ca tartalma szintén pozitív változást okozott. A Na változása nem igazolható.

A KCl-oldható NO₃-N következetesen jelzi a N trágyák jelenlétét, míg az oldható vagy kicserélhető Mg tartalma a megfelelő Mg és CaMg adagolás hatását tükrözi szignifikáns módon. A szulfát koncentrációja látványosan emelkedett az együttes NPK + CaMg kezelésekben. A KCl-EDTA-oldható mikroelemek közül igazolhatóan csak a Mn mennyisége változott, az egyoldalú nitrogén trágyázás nyomán oldhatósága kifejezettebbé vált. Utóbbi a nitrogén savanyító hatásával hozható összefüggésbe. (36. táblázat)

36. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a talajra. Szántott réteg Nyírlugos, 1983. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	KCl-oldható, ppm			EDTA-oldható, ppm		
	NO ₃ -N	Mg	SO ₄	Mn	Zn	Cu
Kontroll	12	28	0,1	46	2,2	6,5
N	28	22	0,1	69	2,2	6,2
NP	22	26	0,4	48	1,7	6,2
NK	26	26	0,2	56	1,6	5,5
NPK	24	24	0,8	46	1,8	5,8
NPKCa	23	30	3,1	63	1,6	6,5
NPKMg	26	60	3,0	49	1,9	6,5
NPKCaMg	28	54	4,9	54	1,8	5,8
SzD5%	12	10	4,0	20	0,8	1,9
Átlag	24	34	1,6	54	1,8	6,1

Összefoglalóan arra a következtetésre juthatunk, hogy a tartós, két évtizedes műtrágyázás, ill. 8 éves mérsékelt mésztrágyázás nyomán a nyírlugosi homoktalaj szántott rétegében

minőségi változások jöttek létre. A talaj eredeti szegénysége nitrogén, foszfor, kálium, kalcium és magnézium tápelemekben megfelelő műtrágyákkal megszüntethető, a talaj elsavanyodása mérsékelt mésztrágyázással meggátolható. Az is látható, hogy a gyengén pufferolt homokon a pH ugyan gyorsan csökkenhet, de könnyen megfordítható ez a folyamat kisadagú meszezéssel. Hasonló homoktalaj valójában nem a melioratív nagyadagú meszezést igényli, hanem a folytonos kis adaggal végzett mésztrágyázást.

A gyengén humuszos homoktalaj humusz készletét azonban nem sikerült érdemben megnövelni az együttes műtrágyázás és meszezés eredményeképpen. A növényi maradványok gyorsan elbomlanak és nem a humuszt növelik. Úgy tűnik, hogy e talajok humuszának mennyisége ilyen beavatkozással nem változtatható meg. A humusz ott nő meg, ahol nagyobb agyagfrakciót találunk, tehát az ásványi kolloidtartalom függvénye. Mindez azonban nem akadálya annak, hogy amennyiben a vízellátás is megfelelő, kielégítő terméseket kapjunk a racionális műtrágyázás segítségével.

7.2 Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra 1983-ban

A kísérletbe 1983-ban került először napraforgó, miután sikerült a Növényolajipari Laboratóriumban LUKÁCS DÁNIELNÉ laboratóriumvezetővel és munkatársával, CSENGERI PÉTERNÉ-vel együttműködést kialakítani. A csapadékszegény évben a napraforgó rosszul fejlődött és gazdaságilag értékelhető termést nem adott. A kísérletet 1984ben megismételtük a HNK-81 hibriddel.

A vetés mindkét évben 70x30 sortő távolságra történt. Növénymintavételre 4-6 leveles állapotban (teljes föld feletti rész), virágzás elején (levél) és betakarításkor (kaszat, tányér) került sor, parcellánként 20-20 növény felhasználásával. Bonitálással megbecsültük több ízben a növényállomány állapotát, mértük a magasságát és virágzási %-át, valamint a tányérátmérőt. A betakarítás 1984-ben kézzel történt a parcellák belső 3-3 sorának lefejezésével. A légszáraz és tisztított kaszattermésből határoztuk meg az olajtartalmat.

Bár az első napraforgó évben a kaszattermést nem állapítottuk meg, a kiterjedt növényanalízisek eredményeit tanulságos értékelni. Annál is inkább, hiszen ezek az adatok bepillantást engednek a trágyahatások kialakulására a tenyészidő folyamán. A 37. táblázatban a 6-8 leveles napraforgó föld feletti hajtásának friss és légszáraz tömegét, valamint makroelem tartalmát mutatjuk be. Az adatokból látható, hogy az önmagában adott N az előző évektől eltérően már nem növelte a zöldtermést. Az NP trágyázás ugyanakkor több mint 60, az NPK 110, NPKCa 124, NPKMg 151 és az NPKCaMg kezelés 153 % zöldtermés többletet eredményezett. Nemcsak a zöldtermés nőtt, hanem általában a tápelemek koncentrációja is a hajtásban, amennyiben a főbb makroelemeket együttesen adagoltuk. A talaj fokozódó elszegényedésére utalhat, hogy az egyoldalú N hatására csökkent a P és a kationok felvétele.

37. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a 6-8 leveles napraforgóra
Föld feletti hajtás, Nyírlugos, 1983. 06. 21.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés	g/20 növény	%
---------	-------------	---

jele	Zöld	Légsz.	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	324	88	3,08	0,37	3,29	1,77	0,86
N	323	84	3,51	0,25	3,27	0,85	0,44
NP	534	144	4,02	0,38	2,92	0,86	0,56
NK	527	140	3,39	0,33	3,82	0,78	0,55
NPK	680	185	3,88	0,49	5,21	1,29	0,53
NPKCa	725	199	3,29	0,41	4,81	1,58	0,42
NPKMg	814	233	4,02	0,50	5,04	1,31	0,74
NPKCaMg	821	222	3,27	0,47	3,68	1,49	0,70
SzD5%	210	54	0,82	0,14	1,82	0,45	0,20
Átlag	594	162	3,56	0,40	4,00	1,24	0,60

Virágzás elején hasonló tendenciák figyelhetők meg, de kevésbé egyöntetűen. A növényállomány heterogénné vált, megnőtt a kísérlet hibája. A szárazság hatása abban is tükröződik, hogy a szárazanyag hozama mindössze megduplázódott virágzás idejére. Így nem következett be a N, P és K elemek szokásos koncentráció csökkenése, hígulása az előregedő növényi szövetekben. A tápelemek felvétele követni tudta a lassú szárazanyag-gyarapodást. Látványosan emelkedett a Ca koncentrációja, a 6-8 leveles korban mért 1,24-ről 2,33 %-ra átlagosan virágzaskor. Mint ismeretes, a Ca az előregedés eleme, az öregedő szövetekben akkumulálódik. (38. táblázat)

38. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra virágzás elején
Föld feletti növény. Nyírlugos, 1983. 07. 27.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálata

Kezelés	g/20 növény		%				
jele	Zöld	Légsz.	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	591	159	3,43	0,29	4,44	2,51	0,75
N	515	139	3,60	0,28	2,66	2,03	0,50
NP	1592	435	3,88	0,49	3,56	2,22	0,92
NK	656	173	4,60	0,38	4,74	1,84	0,52
NPK	1560	435	4,19	0,34	4,54	2,32	0,54
NPKCa	1622	440	4,60	0,33	4,85	2,60	0,55
NPKMg	1769	481	3,39	0,31	3,40	2,27	0,75
NPKCaMg	1646	442	3,10	0,43	3,37	2,06	0,80
SzD5%	442	130	0,72	0,12	1,36	0,75	0,25

Átlag 1244 338 3,85 0,36 3,94 2,23 0,67

A 39. táblázatban a fontosabb esszenciális mikroelemek tartalmát kísérhetjük nyomon az 1983. évi napraforgó föld feletti hajtásában. Az elemzések adatai szerint az átlagos Fe koncentráció kevesebb, mint felére csökkent virágzás elejére. Ezzel szemben tovább emelkedett a Mn, Zn és Cu tartalom. E savanyú talajon a mikroelemek többségének felvehetősége kifejezettebb, a növények luxusfelvételt mutatnak. A talajbani mobilitás, ill. az így létrejött luxusfelvétel nyomán a mikroelemek tovább akkumulálódnak a növényben a tenyészidő folyamán.

39. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgó mikroelem tartalmára. Föld feletti növény, Nyírlugos, 1983. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatait

Kezelés jele	6-8 leveles korban				Virágzás elején			
	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	515	149	67	12	112	302	64	27
N	430	169	66	17	151	316	132	27
NP	310	170	64	10	106	366	63	11
NK	440	168	63	14	200	309	62	18
NPK	277	174	66	15	109	376	84	26
NPKCa	250	77	56	10	153	341	66	18
NPKMg	135	121	58	7	123	222	55	12
NPKCaMg	215	62	55	11	124	66	52	12
SzD5%	224	84	12	5	177	142	64	9
Átlag	322	140	62	12	135	287	72	19

A kezelések hatását vizsgálva konstatálható, hogy az erősen savanyító N trágyázás általában növeli a mikroelemek koncentrációját, míg az együttes NPKCaMg trágyázás jelentősen csökkenti. A talaj pH értékének emelése hatékony védelmet nyújthat tehát az esetleges nehézfém toxicitás ellen. A Fe meghatározása során fokozottabban fennáll a szennyeződés veszélye a mintavétel, a szárítás, a darálás folyamán egyaránt. A Fe koncentrációit célszerű tájékoztató jellegűnek tekinteni, amelyre a nagy SzD értékek is utalnak. (39. táblázat)

7.3 Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra 1984-ben

Amint említettük, 1984-ben a napraforgó kísérletet megismételtük. A föld feletti hajtást 20-30 cm magasságban, 3-4 leveles korban mintáztuk május végén. A 40. táblázatban látható, hogy az egyoldalú N trágyázás tendenciájában nemcsak a termést, hanem a N kivételével a

makroelemek %-át is csökkentette. Amennyiben a főbb makroelemeket együtt adagoltuk, általában javult a hozam és a tápelemek felvétele is a megfelelő kezelésekben. Kétségtelen, hogy az NPKMg kezelésben jelentkezett mind a termés, mind a tápelem-koncentrációk maximuma.

40. táblázat

Meszezés és műtrágyázás hatása a 20-30 cm magas napraforgó hajtására. Nyírlugos, 1984. 05. 31.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	g/20 növény		%				
	Zöld	Légsz.	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	210	20	2,94	0,27	4,56	1,24	0,40
N	160	16	3,16	0,20	3,68	0,74	0,34
NP	262	26	3,31	0,29	3,64	1,13	0,42
NK	220	22	2,78	0,23	3,78	0,98	0,36
NPK	252	24	3,09	0,27	4,83	1,11	0,38
NPKCa	226	22	2,52	0,26	3,96	1,11	0,33
NPKMg	288	28	5,22	0,35	5,21	1,31	0,50
NPKCaMg	250	24	2,95	0,30	4,67	1,21	0,48
SzD5%	78	8	0,62	0,08	1,20	0,30	0,15
Átlag	234	24	3,25	0,27	4,29	1,10	0,40
Nagyhörcsök			3,34	0,52	5,00	3,58	0,75

Meszes csernozjom talajon az Intézet Nagyhörcsöki Kísérleti Telepén 1982-ben termesztettünk napraforgót, melynek átlagos összetételét szintén közöljük összehasonlítás céljából. A mintavételt mindkét helyen megközelítően azonos fenofázisban és azonos metodikával végeztük. A két termőhelyen fejlődött növények összetétele eltérő, vályog csernozjom talajon a napraforgó hajtása több mint 3-szor annyi Ca-ot, valamint közel 2-szer annyi P-t akkumulált. Kifejezetten nagyobb a Mg és K koncentrációja is. A 41. táblázat adatai szerint virágzás idejére ezek a koncentráció különbségek mérséklődtek a napraforgó levelében. A meszes vályog csernozjomon azonban továbbra is nagyobb elsősorban a P és a K tartalom, valamint 10-20 %-kal a Ca és a N átlagos koncentrációja.

A virágzáskori levélsúlyok is tükrözik a meszezés és műtrágyázás hatását. Megerősítik az előző évben nyert információkat, melyek szerint az önmagában adott N már inkább termés-csökkentő tényező. Hatékonyak csak az együttes NP, NPK, ill. NPK+Ca, Mg trágyázás minősül. Az egyoldalú N trágyázás rendkívül hatékonyak bizonyult az első 20 évben, amikor a N volt minimumban. Ezen a szegény talajon érvényesült azonban a N régről ismert "hajtó" hatása: "N mobilizálja a talaj tápanyagait és fokozottabban elszegényíti más tápelemekben." Hasonló hatást tulajdonít az egyoldalú meszezésnek is a klasszikus irodalom.

A 41. táblázat adataiból látható, hogy a N parcellákon lecsökkent a levelek P, K, Ca tartalma. A talaj nemcsak elsavanyodott, hanem mérhetően elszegényedett a kontrollhoz viszonyítva. Az is igazolható, hogy a főbb makro tápelemek együttes adagolásával mind a

szárazanyag tömege, mind az elemek felvétele kifejezetten javult és a legtöbb elem koncentrációja megközelíti a tápanyagokban gazdagabb csernozjomon termett napraforgó levelének összetételét. A nagytestű napraforgó tápelemszükségletének kielégítése ezen a talajon, úgy tűnik, csak megfelelő trágyázással képzelhető el.

A fiatal hajtás és a virágzaskori levelek fontosabb mikroelemeinek változását a 42. táblázatban kísérhetjük nyomon. Az adatokból levonható főbb következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Itt is jelentkezik a Mn, Zn, Cu nagyobb koncentrációja az N parcellákon mindkét mintavétel idején. Az említett elemek legalacsonyabb tartalma ezzel szemben a teljes műtrágyázás + meszezés kombinációiban figyelhető meg.
2. A két mintavétel idejét összevetve szembetűnő, hogy csak az átlagos Fe tartalom "hígul", míg a Zn és Cu nem változik, sőt a Mn koncentrációja egyes esetekben még emelkedik is a virágzaskori levélben. Mindez utal a savanyodó talaj túlkínálatára.

41. táblázat

Meszezés és műtrágyázás hatása a napraforgó virágzaskori levelére Nyírlugos, 1984. 07. 17.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	g/20levél		N	P	K %	Ca	Mg
	Zöld	Légsz.					
Kontroll	73	15	2,46	0,28	2,45	2,22	0,53
N	58	12	2,56	0,25	2,18	1,54	0,57
NP	103	21	2,26	0,24	1,98	2,08	0,59
NK	92	19	3,19	0,27	2,92	1,62	0,50
NPK	111	23	2,67	0,27	2,76	2,07	0,50
NPKCa	129	26	2,75	0,27	3,06	2,41	0,44
NPKMg	119	24	2,92	0,32	2,62	2,26	0,62
NPKCaMg	128	26	2,13	0,24	2,26	2,32	0,57
SzD5%	17	7	0,40	0,07	0,82	0,45	0,16
Átlag	102	21	2,62	0,27	2,53	2,07	0,54
Nagyhőrcsök			2,98	0,42	3,15	2,46	0,54

3. A meszes csernozjomon termett napraforgó átlagos mikroelem összetételével szembeállítva kitűnik a savanyú homok erőteljesebb Mn, Zn, Cu szolgáltatása. Irodalmi adatok szerint (BERGMANN és NEUBERT 1976) a 320 ppm feletti Mn, ill. 80 ppm feletti Zn tartalom már nemkívánatosan magasnak minősíthető a virágzás elejei levélben. Úgy tűnik, hogy érzékeny növényeknél felléphet a Mn, esetleg a Zn toxicitás veszélye, amennyiben a talajtani és éghajlati tényezők ilyen irányú hatása egymást erősíti.

A műtrágyázás és a meszezés meghatározó módon befolyásolta a napraforgó fejlődését. A tápelemszegény kontroll, és különösen az N parcellákon a növények rosszul, egyenletlenül és

hiányosan keltek. Míg az aratáskori tőszám az NPKCaMg kezelésben 42 ezer, a kontrollon 32, az N parcellákon 28 ezer volt. Hasonlóképpen alakult a növények magassága is a kezelések függvényében. Az öt makroelem

42. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgó mikroelem-tartalmára.
Nyírlugos, 1983. Nyíregyházi NAA vizsgálata

Kezelés jele	20-30 cm magasságban, hajtás				Virágzás elején, levél			
	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	1200	321	74	9	165	366	74	9
N	1090	542	96	18	140	382	96	18
NP	1176	548	76	11	149	439	76	11
NK	1348	535	77	10	145	421	77	10
NPK	1147	502	73	10	145	423	73	10
NPKCa	1174	313	71	11	182	391	71	11
NPKMg	1119	363	61	10	150	389	61	10
NPKCaMg	1336	306	66	9	162	362	66	9
SzD5%	340	100	18	4	35	120	18	4
Átlag	1199	429	74	11	155	397	74	11
Nagyhörcsök	1500	163	28	8	260	71	24	12

43. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra betakarításkor,
1984. 09. 12-13.

Kezelés jele	Tőszám 1000 db/ha	Magasság cm	Tányér átm. cm	Kaszat db/cm ²	1000 kaszat tömeg, g	Sclerotinia %
Kontroll	32	92	11	2,6	65	45
N	28	60	11	2,7	68	24
NP	32	75	11	2,9	70	32
NK	32	74	11	2,3	74	30

NPK	34	110	13	3,8	67	30
NPKCa	35	141	15	5,3	69	38
NPKMg	38	140	15	5,0	68	28
NPKCaMg	42	157	16	5,1	68	27
SzD5%	4	35	3	1,2	7	15
Átlag	34	106	13	3,7	69	32

együttes pótlásával szignifikánsan nőtt a tányérok átmérője és a kaszatok száma cm²-enként. Az 1000-kaszat tömege lényegesen nem módosult. A betakarításkori sclerotiniával fertőzött tövek száma a kontrollon bizonyult a legmagasabbnak és a N, ill. az NPKCaMg kezelésekben a legalacsonyabbnak (43. táblázat).

A virágzás előbb következett be a teljes műtrágyázásban és meszezésben részesült parcellákon. Az egyoldalú N trágyázás nem növelte a kaszattermést, sőt a legalacsonyabb hozamokat eredményezte, mint korábban is láttuk, az egész tenyészidő folyamán. Az együttes NPK, ill. NPK+Ca,Mg kezelés előnye lassan, de fokozatosan javult aratásig. A kaszattermést az NPK trágyázás csaknem megduplázta. A Ca hozzáadásával 2,5-szeresére, míg a Mg pótlásával 3-szorosára nőtt a hozam. Az öt hiányzó elemet együtt adagolva mind a kaszattermést, mind az olajhozamot 3,5-szeresére lehetett emelni. (44. táblázat)

44. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a napraforgóra, 1984.

Kezelés jele	Virágzás* %-ban	Kaszattermés		Olajtart. %	Olajhozam	
		t/ha	%		t/ha	%
Kontroll	0	0,75	100	45	0,34	100
N	0	0,64	85	42	0,27	80
NP	4	0,95	126	42	0,40	120
NK	0	0,76	102	41	0,31	93
NPK	7	1,43	191	44	0,63	186
NPKCa	7	1,85	246	45	0,83	246
NPKMg	19	2,27	303	45	1,03	306
NPKCaMg	16	2,64	353	46	1,21	359
SzD5%	8	0,54	72	2	0,22	65
Átlag	7	1,41	188	44	0,63	186

* Virágzás kezdetén, 1984. 07.24-én

Meg kell említeni, hogy csak az egyoldalú N, NP, NK kezelésekben csökkent az olajtartalom. Az együttes NPK műtrágyázás, különösen a meszezéssel kombinálva, nem rontotta a kaszat minőségét a kontrollhoz viszonyítva. Ez arra utal, hogy nem alakult ki kedvezőtlen N-túlsúly a generatív szakaszban, mely a fehérjék szintézisét serkentve az

olajszintézist gátolta volna. Az Országos Trágyázási Kísérletek adatai szerint ez a minőségromlás minden esetben megfigyelhető volt N hatására az olajtartalomban, nem homok talajokon (KÁDÁR 1989, LUKÁCSNE 1988).

Sor került a kaszat laboratóriumi elemzésére is. A 45. táblázat eredményei szerint az N és NK kezelésben nőtt meg a N %-a, ahol az olajtartalom a legalacsonyabb volt. Mindez fordítva is fennáll, a legmagasabb olaj %-ot adó NPKCaMg kezelésben a N 3 % alá süllyedt. A P és a kationok mennyisége lényegesen nem változott, viszonylagos stabilitást mutat e tekintetben a szemtermés. A meszes csernozjonnal összehasonlítva szembetűnő a nyírségi napraforgó kaszat alacsony foszfor, kalcium és magnézium tartalma.

45. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a kaszat tápelemtartalmára

1984.(%)

Kezelés jele	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	2,49	0,46	0,90	0,11	0,26
N	3,34	0,44	0,84	0,11	0,25
NP	3,12	0,43	0,83	0,12	0,25
NK	3,67	0,46	0,87	0,12	0,27
NPK	3,18	0,40	0,86	0,10	0,24
NPKCa	3,05	0,49	0,94	0,10	0,25
NPKMg	3,00	0,45	0,88	0,10	0,25
NPKCaMg	2,88	0,47	0,90	0,11	0,27
SzD5%	0,45	0,10	0,11	0,02	0,03
Átlag	3,09	0,45	0,88	0,11	0,26
Nagyhörcsök	2,82	0,63	0,92	0,21	0,31

7.4 Napraforgó kísérletek főbb tanulságainak áttekintése

Összefoglalva a napraforgó kísérlet eredményeit, az alábbi főbb következtetések levonására nyílik módunk:

1. A tápanyagszegény savanyú homoktalajon a napraforgó átlagos ásványi összetétele tükrözte a termőhely talajviszonyait. A meszes vályog csernozjomon fejlődött növényekkel összevetve lényegesen kisebb makroelem koncentrációkat (P, K, Ca, Mg), valamint nagyobb mikroelem tartalmakat (Mn, Zn, Cu) mutatott a tenyésztő folyamán.
2. Az erősen savanyító egyoldalú N adagolás általában termés-csökkenéshez vezetett. Ez a kezelés indukálta a minimális makroelem, valamint a már nemkívánatosnak minősülő mikroelem koncentrációkat.

3. A teljes műtrágyázás + meszezés hatására javult a makroelemek felvétele és ezzel párhuzamosan visszaszorult a mikroelemek túlsúlya, kiegyensúlyozottabbá vált a növény táplálása. A talaj pH értékének emelése védelmet nyújthat az esetleges nehézfém toxicitás ellen. Az 1984. évi virágzás elejei levélanalízis adatai szerint a legtöbb makrotápelem koncentrációja elérte vagy megközelítette a tápanyagokban gazdagabb csernozjomon termelt növények összetételét, valamint termését is e kezelésekből.
4. A növényelemezés adatai iránymutatóul szolgálhatnak a napraforgó tápláltsági állapotának megítélésében, a termesztés, ill. a szaktanácsadás során. A kielégítő ellátottságot az alábbi tápelem %-ok jellemezhetik:

Fenofázis	N	P	K	Ca	Mg
4-6 leveles hajtás	3-5	0,3-0,5	4-5	1-2	0,4-0,8
Virágzás elején levél	2-3	0,2-0,3	2-3	2-3	0,4-0,6

5. A meszezett és kiegyensúlyozottan trágyázott termékeny parcellákon a napraforgó jobban kelt, nagyobb tőszámot mutatott, előbb virágzott, nőtt a növények magassága, a tányérok átmérője, és a tányérfelület, valamint a tányérokban a kaszatsűrűség. A tápanyagszegény kontroll talajon kevés és kicsi tányér fejlődött, sok volt az üres, léha kaszat és a Sclerotiniával fertőzött növény is.
6. A napraforgó kevésbé reagál a trágyázásra kötöttebb talajokon, mert hasznosítani képes agresszív gyökérrendszere a talajok eredeti, részben nyers tápelemkészletét. A homokon ez a növény rendkívül trágyaigényessé válik és termesztése csak intenzív trágyázással tehető gazdaságossá. Amennyiben a csapadékviszonyok is megfelelőek, e talajokon az országos átlagokat meghaladó termékek érhetők el, amennyiben biztosítjuk a talaj kielégítő N, P, K, Mg ellátottságát, valamint meszezéssel a 6 körüli pH(KCl) fenntartását.

8. Kísérleti eredmények 1985-86. között

(KÁDÁR IMRE és VASS EULÁLIA adatai)

8.1 Műtrágyázás hatása a gyeprre és a csillagfürtre

1985. tavaszán a kísérlet egyik felében kékvirágú keserű csillagfürtöt vetettünk, míg a másik felébe gypet telepítettünk angol perje, vörös csenkesz és réti perje összetételben. Mindkét növény rosszul fejlődött és elgyomosodott részben agrotechnikai hibákból eredően. A csillagfürt értékelhető szemtermést nem adott. Az első gyomirtó kaszálások után a gyp elszáradt, ill. agronómiailag elfogadható szénatermést nem hozott. A következő évben is csak reprezentatív mintavételekre szorítkoztunk, hogy a műtrágyázásnak főként a növény ásványi összetételére gyakorolt hatását figyelemmel kísérjük.

A gyp kísérletet kb. 30-40 cm magasságban, zöld kalász fejlettségi stádiumban mintáztuk 1986. június 10-én két ismétlésben, parcellánként 0,5 m² föld feletti növényi anyag felhasználásával. A csillagfürt kísérletben 20-20 föld feletti növényt vettünk parcellánként kb. 30 cm magasságban, valamint 40-50 cm magasságban bimbózásakor. Vizsgálataink főbb eredményeit a 46. és 47. táblázatban foglaltuk össze. A mintavételek 4-4 kezelésre terjedtek ki.

Amint a 46. táblázatban látható, a zöldségek érdemi különbségeket nem mutattak, mert a vízhiány egyaránt limitálta a hozamokat minden kezelésben. A tendenciák azonban itt is arra utalnak, hogy az egyoldalú N trágyázás inkább termés-csökkentő tényező volt. Az ásványi összetételt tekintve bizonyos változások jobban nyomon követhetők. Az egyoldalú N túlsúly hatására mindkét mintavétel idején jelentősen és igazolhatóan megnőtt a csillagfürt N %-a, valamint módosult a kationok aránya a hajtásokban. A K tartalom süllyedésével emelkedett az antagonisztikus Ca és Mg koncentrációja.

46. táblázat

Műtrágyázás hatása a kékvirágú keserű csillagfürtre és a telepített gyep átlagos összetétele, 1986.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	g/20 növény		N	P	K	Ca	Mg
	zöld	légsz.			%		
Csillagfürt kb. 30 cm magasságban, június 10-én							
Kontroll	171	41	1,76	0,37	2,70	0,39	0,16
N	118	34	2,47	0,38	1,32	0,57	0,22
NPK	190	47	2,07	0,40	2,44	0,45	0,25
NPKMg	192	50	2,89	0,36	2,36	0,48	0,24
SzD5%	55	14	0,53	0,07	0,47	0,08	0,22
Átlag	168	43	2,30	0,38	2,20	0,47	0,22
Csillagfürt bimbózáskor, június 27-én (kb. 40-50 cm magas)							
Kontroll	385	124	2,50	0,33	1,88	0,42	0,16
N	309	104	3,91	0,38	1,59	0,56	0,37
NPK	410	116	2,89	0,38	2,37	0,50	0,30
NPKMg	368	134	3,08	0,33	2,49	0,50	0,27
SzD5%	75	44	0,47	0,06	0,51	0,07	0,05
Átlag	368	120	3,10	0,36	2,08	0,50	0,28
Telepített gyep kb. 30-40 cm magasságban június 10-én:							
Átlagosan	237*	129*	0,86	0,22	1,25	0,23	0,18

* Mintavétel: 0,5 m² föld feletti anyag parcellánként

47. táblázat

Műtrágyázás hatása a kékvirágú keserű csillagfürtre és a telepített gyep átlagos összetétele, 1986.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	Légsz.a. %	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
		ppm				

Csillagfűrt kb. 30 cm magasságban, június 10-én

Kontroll	24	286	704	35	5,8	0,14
N	29	307	674	39	6,1	0,12
NPK	25	295	668	39	5,2	0,13
NPKMg	26	338	682	43	6,4	0,10
Sz135%		137	96	11	1,8	0,11
Átlag	26	306	682	39	5,9	0,12

Csillagfűrt bimbózásakor, június 27-én (kb. 40-50 cm magas)

Kontroll	32	394	805	43	14	0,10
N	34	476	743	41	15	0,10
NPK	28	421	807	41	13	0,10
NPKMg	36	434	786	42	14	0,10
SzD5%	8	141	160	4	4	0,10
Átlag	32	431	785	42	14	0,10

Telepített gyepek kb. 30-40 cm magasságban június 10-én:

Átlagosan	55	112	274	23	2,4	0,11
-----------	----	-----	-----	----	-----	------

Június 10. és június 27. között mérsékelt átlagos szárazanyaggyarapodás figyelhető meg. A szárazság miatt nem következett be érdemi tápelemhígulás az előregedő növényben, sőt a N betöményedett, jelentősen emelkedett átlagos koncentrációja. A többi makroelem tartalma többé-kevésbé állandó maradt. A gyepek szénája szegényebb ásványi elemekben. Amennyiben a június 10-én vett csillagfűrt hajtásának átlagos összetételéhez hasonlítjuk, a gyepek szénája 37 % N, 58 % P, 57 % K, 49 % Ca és 82 % Mg relatív elemtartalmat mutatott. Legszegényebbnek tehát N-ben, míg a csillagfűrthöz leginkább közelállónak Mg-ban tekinthető (46. táblázat).

A 47. táblázatban feltüntettük a növények légszáraz anyag %át, valamint a mikroelemek és a Na koncentrációját. A trágyázás egyértelműen nem módosította sem a tápelem, sem a szárazanyag tartalmakat. Az átlagos légszáraz anyag % a gyepekben már június elején 50 % feletti. A fűfélék gyökerei a talaj felső rétegében helyezkednek el döntően, míg a csillagfűrt közismerten mélyen gyökerező és így kevésbé érzékeny a kisebb szárazságra.

Ami az átlagos elemtartalmakat illeti megállapítható, hogy a Fe, Mn, Zn koncentrációi közelállók június 10-én és 27-én, bár minden esetben nagyobb tartalmakat mértünk a későbbi mintavételkor. Ugrásszerűen megnőtt viszont a Cu mennyisége június végére, míg a Na %-ok valamelyest csökkentek. A gyepek mikroelemekben is szegényebb. A június 10-i csillagfűrt hajtásának átlagos összetételéhez hasonlítva a fűvek szénája csak 37 % Fe, 40 % Mn, 59 % Zn, 41 % Cu tartalommal rendelkezik. (47. táblázat)

Összefoglalva arra a következtetésre juthatunk, hogy ezen a rossz vízgazdálkodású

homokon a gyepterelítése és a széna termelése öntözés nélkül bizonytalan és nem ajánlható. A csillagfürt ugyanakkor mint zöldtrágya növény koncentrált tápelemforrást jelenthet és megfelelő agrotechnikai fegyelem esetén termesztése biztonságos lehet. A talaj tápanyagait kiválóan hasznosítani képes, ezért trágyaigénye minimális: nitrogén igényét döntően a levegőből fedezi, feltárja a nehezebben felvehető foszfor és kálium formákat, meszeztést nem igényel. Mint pillangós, savanyú talajt kedvelő növény a nyírségi homokok termékenységének megőrzésében fontos szerepet játszhat.

9. Mútrágyázás és meszeztés hatása a tavaszi árpára 1987-ben (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai)

Ebben az évben tavaszi árpával folytattunk kísérletet. Mintavételre bokrosodás végén, május 27-én és aratáskor, július 9-én került sor 8-8 fm, azaz 1 m² föld feletti anyag felhasználásával. A növények az egész tenyészidő folyamán rosszul fejlődtek, a száraz tavaszra alig bokrosodtak. Mint ismert, a tavaszi árpa gyökérzete gyengébben fejlett a többi tavaszi gabonaféléhez viszonyítva, ezért érzékeny mind a víz, mind a tápelemek hiányára.

A bokrosodás végén elvégzett mintavétel adatai szerint (48. tábl.) a hajtás légszáraz súlya általában csekély volt, még a legjobb kezelésben sem érte el a 0,6 t/ha szárazanyag tömeget. Ami a kezeléseket illeti látható, hogy a termést szignifikánsan csak az NPK + Ca, Mg együttes trágyázás és meszeztés növelte. A hajtások NPK %-ai már a trágyázatlan talajon is nagyok és tovább nőnek a megfelelő tápelemek adagolásával. Mivel a szárazanyag gyarapodása limitált vízhiány miatt, a főbb tápelemek feldúsulnak a növényi szövetekben.

48. táblázat

Mútrágyázás és meszeztés hatása a tavaszi árpára bokrosodás végén Föld feletti hajtás, 1987. május 27.

Kezelés jele	Légsz.súly g/m ²	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	12	3,49	0,48	3,50	0,27	0,14
N	11	4,90	0,37	3,46	0,22	0,16
NP	27	4,61	0,52	3,87	0,37	0,17
NK	28	4,49	0,48	4,00	0,29	0,16
NPK	28	5,36	0,56	4,52	0,46	0,18
NPKCa	43	5,17	0,53	4,31	0,51	0,16
NPKMg	48	4,70	0,55	4,30	0,38	0,18
NPKCaMg	57	4,97	0,57	4,39	0,40	0,18
SzD5%	30	1,09	0,10	0,71	0,20	0,05
Átlag	32	4,71	0,51	4,04	0,36	0,17
Nagyhörcsök	140	2,60	0,32	3,65	0,62	0,19

Mindez különösen szembeűnő, ha az átlagos tápelem koncentrációkat összevetjük a meszes csernozjom talajon fejlődött egészséges, normális összetétellel. Nagyhörcsöki telepünkön 1986ban termesztettünk tavaszi árpát hasonló trágyázási kísérletben, 4-6 t/ha

szemtermést elérve. A bokrosodás végén kapott hajtás tömege a meszes csernozjomon néhányszorosa a Nyírlugoson termettnek. A N és a P %-ok ugyanakkor lényegesen alacsonyabbak, míg a Ca és a Mg koncentrációi a meszes csernozjomon meghaladják a Ca és Mg elemekben szegény termőhelyen kapottakat. (48. táblázat)

A trágyázatlan kontroll és különösen az egyoldalú N túlsúly eredményeképpen nemcsak a hozam volt igen alacsony, hanem megnőtt a szárazanyag százaléka is. Más szóval csökkent az élettani aktivitásra utaló víztartalom, a növények e parcellákon gyorsabban előregedtek, szárazabbá váltak. A mintavétel idején végzett bonitálások szintén alátámasztották, hogy a legdúsabb állomány a teljes műtrágyázás és meszezés együttes hatására alakulhat ki. A mikroelem tartalmakat vizsgálva megállapítható, hogy az egyoldalú N túlsúlya nagy Mn koncentrációt eredményezhet, mely a felére csökkenthető Ca, Mg trágyázással. (49. táblázat)

49. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpára bokrosodás végén Föld feletti hajtás, 1987. május 27.

Kezelés jele	Száraza. %	Bonitálás 1-5-ig	Fe	Mn ppm	Zn	Cu
Kontroll	19	2,0	398	68	24	8,2
N	22	1,5	684	182	39	7,2
NP	16	2,9	546	142	38	7,8
NK	18	2,7	576	134	38	7,9
NPK	16	3,0	454	162	48	9,7
NPkCa	16	4,6	460	87	38	8,3
NPkMg	16	4,8	556	79	39	8,6
NPkCaMg	15	5,0	568	64	38	8,4
SzDS%	5	1,5	386	45	20	1,6
Átlag	17	3,3	530	115	38	8,3

Bonitálás: 1 = igen gyenge; 5 = relatíve a legjobb állomány

Aratáskor bonitálást végeztünk állományfedettségre. Az 50. táblázat adatai arról tanúskodnak, hogy a kontroll és az egyoldalúan (N, NP, NK) trágyázott parcellákon az árpa állománya rendkívül ritka és részben gyomos volt. A kultúrnövénnyel való fedettség általában 30 % alatt maradt. Itt még a gyomok is vontatottan fejlődtek, satnyán és ritkán, a talajfelszín átütött a sorközökben. A növények általában alacsonyak maradtak, bár a kezelések hatása jelentkezett e mutatóban is. A teljes műtrágyázás meszezéssel kombinálva 20-25 cm-rel magasabb állományt eredményezett.

50. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpára aratáskor, 1987. július 9.

Kezelés jele	Bonitálás 1-5	Magasság cm	Szem	Szalma t/ha	Pelyva
--------------	---------------	-------------	------	-------------	--------

Kontroll	1,6	46	0,72	0,72	0,32
N	1,4	51	0,42	0,98	0,26
NP	2,2	57	0,76	1,46	0,38
NK	2,0	58	0,46	0,92	0,24
NPK	3,8	63	0,88	1,44	0,34
NPKCa	4,5	65	0,88	1,98	0,38
NPKMg	4,5	58	0,90	1,56	0,28
NPKCaMg	4,9	70	0,96	2,20	0,44
SzD5%	1,4	14	0,36	0,54	0,12
Átlag	3,1	58	0,74	1,40	0,36

Bonitálás: 1 = 10-20, 2 = 20-30, 3 = 30-40, 4 = 40-50, 5 = 50-70 % állományfedettség

A szemtermés még a legjobb parcellákon sem érte el az 1 t/ha tömeget. A trágyahatások összezsugorodtak, hiszen a terméskilátásokat más tényező, a vízhiány limitálta. A szalma és a pelyva hozam is alacsony maradt. A kontrollhoz viszonyítva statisztikailag igazolható termésemelkedéseket az NPK, ill. NPK + Ca és Mg együttes trágyázás mutatott. A maximális szalmatermés meghaladta a 2 t/ha, a maximális pelyvatermés pedig megközelítette a 0,5 t/ha mennyiséget. (50. táblázat)

Hogyan alakult ki ez a termés? Milyen a föld feletti biomassza megoszlása fő- és melléktermésre? Tanulságos tovább folytatni vizsgálatainkat. A szalma/szem aránya 1 körüli a kontroll parcellán, mely a N túlsúlya nyomán átlagosan megduplázódik a kísérletben. A N elsősorban tehát a vegetatív részek tömegét növelte. A pelyva átmenetet képez a szem és a szalma között, a pelyva/szem arányokban ilyen egyértelmű eltolódás nem jelentkezett. (51. táblázat)

51. táblázat

Mútrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpára aratáskor, 1987.

	Szalma/ szem	Pelyva/ szem	Kalász db/m ²	Kalász t/ha	Össz.termés t/ha
Kontroll	1,0	0,44	212	0,98	1,76
N	2,4	0,62	144	0,66	1,66
NP	1,9	0,50	248	1,10	2,60
NK	2,0	0,52	136	0,68	1,62
NPK	2,0	0,39	262	1,26	2,66
NPKCa	2,2	0,43	274	1,20	3,24
NPKMg	1,7	0,31	312	1,28	2,74
NPKCaMg	2,3	0,46	338	1,42	3,68
SzD5%	0,8	0,18	110	0,44	1,24

Átlag	2,0	0,46	240	1,08	2,50
Nagyhörcsök	0,9	0,25	490	5,17	8,92

A megfelelő termés létrejöttéhez elégséges kalászszerkezet/m², szemszám és ezerszem tömeg szükséges. Utóbbi két termésem alakulására sajnos nem rendelkezünk adatokkal, de a kalászok száma m²-enkénti mutató megvilágítja a trágyahatások okát. A kontroll és az egyoldalú N, NK kezelésekben a kalászok száma a 150 db/m² alá csökken, ezt tükrözi a kalász, valamint az összes föld feletti termés is. Mint tudjuk, a kielégítő termés feltétele a 400-600 termő kalász/m². Ez a feltétel a legjobb kezelésekben sem valósult meg. Az elmondottakat alátámasztja a csernozjomon termett tavaszi árpa termésének és terméselemeinek mutatója. (51. táblázat)

Az aratás kori szem és szalma termésének makroelem összetételét az 52., a fontosabb mikroelem tartalmakat pedig az 53. táblázat mutatja be. A szem makroelemei kevésbé változtak trágyázás hatására, csupán a N %-ok emelkedtek a N kezelésekben. A szalmában ezek a módosulások már kifejezettebbek, különösen a depressziót produkáló N kezelésben nőtt ugrásszerűen a N, K, Ca és Mg koncentrációja. A meszes csernozjommal összehasonlítva megállapítható, hogy a nyírlugosi árpa szemtermése N-ben különösen gazdag. A szalma összetétele tükrözi a N, P és K luxusfelvétel körülményeit, átlagosan kétszer annyi NPK elemet tartalmaz, mint a nagyobb hozamú nagyhörcsöki. (52. táblázat)

Mennyiségi viszonyai alapján a mikroelemek között tüntettük fel a nátriumot is, mely nem egyértelműen tápelem. Az átlagos Na tartalom a K trágyázással tendenciájában nő mind a szemben, mind a szalmában. Alapvetően a szalma akkumulálta. Szalmában halmozódott fel a Fe és Mn nagyobb része is. A Mn koncentrációja felére-harmadára csökkent a Ca, Mg parcellákon, csökkent ugyanitt a Zn mennyisége is a szalmában. A nyírlugosi növények általában szegényebbek Na és Fe elemekben, viszont gazdagabbak a Mn és Zn tartalmukat tekintve (53. táblázat), összehasonlítva a meszes csernozjomon termettel.

Ami a pelyva összetételét illeti, a következőket állapíthatjuk meg. Egyértelműen nyomon követhető az egyoldalú N hatása a nagyobb N, Ca és Mg koncentrációkban. Nőtt ugyanitt a Fe, Mn, Zn mikroelemek tartalma is a pelyvában, a Mn és Zn mennyisége csaknem megduplázódott. A szalmánál megfigyeltékhez hasonlóan itt is lecsökken látványosan a Mn, ill. kevésbé látványosan a Zn tartalom a Ca és Mg kezelésekben. (54. táblázat)

Összefoglalva az 1987-ben tavaszi árpával kapott eredményeinket, főbb megállapításainkat az alábbiakban fogalmazzuk meg:

1. A termőhely tavaszi árpa termesztésére kevésbé alkalmas. Ez a növény túlságosan igényes és kényes, nem képes elviselni a humuszban szegény savanyú nyírségi homokon fellépő extremitásokat. Gyökérzete kevésbé fejlett, rosszul viseli a hirtelen fellépő vízhiányt, száraz, forró napokat. Biztonságosan az őszi kalászosok termesztethetők, melyek gyökérzete eléri a mélyebb talajrétegeket és jól bokrosodik, ill. megerősödik a száraz tavasz beköszöntére.

52. táblázat
Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpa ásványi összetételére
aratáskor, 1987. (%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
	Szemben				
Kontroll	2,16	0,50	0,72	0,04	0,16
N	3,28	0,50	0,54	0,06	0,16
NP	2,50	0,44	0,58	0,05	0,12
NK	2,96	0,50	0,76	0,06	0,16
NPK	2,98	0,46	0,61	0,04	0,12
NPKCa	2,79	0,47	0,65	0,08	0,13
NPKMg	2,60	0,42	0,59	0,05	0,13
NPKCaMg	2,86	0,51	0,72	0,07	0,16
SzD5%	0,55	0,12	0,20	0,03	0,04
Átlag	2,76	0,48	0,65	0,06	0,14
	Szalmában				
Kontroll	0,88	0,22	2,36	0,27	0,13
N	1,80	0,26	2,96	0,48	0,22
NP	1,34	0,26	2,68	0,58	0,13
NK	1,73	0,22	3,11	0,37	0,16
NPK	1,71	0,30	2,96	0,51	0,15
NPKCa	1,60	0,29	3,10	0,43	0,12
NPKMg	1,11	0,27	2,76	0,33	0,15
NPKCaMg	1,37	0,28	2,94	0,41	0,15
SzD5%	0,60	0,07	0,59	0,20	0,06
Átlag	1,44	0,26	2,86	0,42	0,15
Nagyhörcsök, meszes csernozjom, 1986:					
Szemben	1,91	0,42	0,60	0,06	0,14
Szalmában	0,83	0,11	0,91	0,38	0,13

53. táblázat
Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpa ásványi összetételére
aratáskor, 1987. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
---------	----	----	----	----	----

Szemben					
Kontroll	52	60	38	50	6,7
N	28	47	40	50	4,9
NP	43	53	46	42	5,2
NK	62	51	55	48	5,8
NPK	50	42	56	43	5,2
NPKCa	54	52	36	45	6,0
NPKMg	57	35	24	35	6,0
NPKCaMg	57	50	34	46	6,0
SzD5%	20	18	19	12	2,0
Átlag	50	49	41	45	5,7
Szalmában					
Kontroll	132	95	118	18	5,2
N	140	93	207	31	5,8
NP	164	89	306	23	5,3
NK	295	92	264	23	5,2
NPK	274	86	254	24	5,5
NPKCa	224	91	95	19	5,8
NPKMg	187	78	76	15	5,6
NPKCaMg	242	83	78	18	5,4
SzD5%	100	34	85	9	1,4
Átlag	207	88	175	21	5,5
Nagyhörcsök, meszes csernozjom, 1986:					
Szemben	82	81	24	26	5
Szalmában	499	188	72	9	4

54. táblázat
Műtrágyázás és meszezés hatása a tavaszi árpa ásványi összetételére aratáskor. Pelyva, 1987.

Kezelés jele	N	P	K	Ca	Mg
	%				
Kontroll	0,74	0,15	1,26	0,10	0,13
N	1,62	0,20	1,42	0,32	0,18
NP	1,14	0,16	1,24	0,30	0,15
NK	1,44	0,15	1,33	0,24	0,14
NPK	1,14	0,16	1,28	0,28	0,14
NPKCa	1,13	0,16	1,25	0,28	0,12
NPKMg	0,87	0,20	1,26	0,18	0,18
NPKCaMg	1,06	0,16	1,24	0,24	0,14
Sz135%	0,62	0,06	0,16	0,20	0,05
Átlag	1,14	0,17	1,28	0,24	0,15

Kezelés jele	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	ppm				
Kontroll	83	148	76	16	8,0
N	86	163	208	32	7,2
NP	88	98	216	16	6,0
NK	106	102	188	20	6,7
NPK	110	108	139	18	6,7
NPKCa	97	105	92	18	7,3
NPKMg	112	104	98	15	7,6
NPKCaMg	110	122	72	15	7,1
SzD5%	37	46	84	9	1,7
Átlag	99	119	136	19	7,1

2. A szárazanyag gyarapodás limitált volta luxusfelvételt eredményezett a főbb tápelemek felvételében. Mind a bokrosodás végén, mind az aratáskor mért NPK tartalmak arra utaltak, hogy a növényekben káros tápelemtúlsúly jött létre.
3. A trágyázatlan kontroll és különösen az egyoldalú N kezelésekből nemcsak a termés volt minimális, hanem csökkent az élettani aktivitásra utaló víztartalom. A növények e parcellákon gyorsabban előregedtek és elszáradtak.
4. A nem teljes műtrágyázás és a meszezés hiánya rendkívül ritka, alacsony és ezért részben elgyomosodott állományt eredményezett. A kultúrnövénnyel való fedettség itt általában 30 alatt maradt, a gyomokkal szembeni kompetíció nem alakulhatott ki. Igaz, hogy a savanyú tápanyagszegény homokon a gyomok is satnyán fejlődtek és e kezelésekből a sorközök részben fedetlenek maradtak.

5. Annak ellenére, hogy 1987 nem minősíthető extrém aszályosnak, a tavaszi árpa szemtermése 1 t/ha alatt maradt. Termesztése tehát nem javasolható hasonló talajokon, gazdasági szempontból. Amennyiben takarmányként a teljes föld feletti hozamot értékeljük, a kép kedvezőbbé válik. A teljes műtrágyázás + meszezés 3,7 t/ha összes termést adott.
6. A N trágyázás elsősorban nem a szem, hanem a szalma tömegét növelte. Az 1:1 körüli szalma/szem arány 2,4-re módosult. A trágyahatásokat, a szemtermés szinteket egyértelműen meghatározta a m²-re eső kalászosok száma. A kívánatos 400-500 körüli kalász/m² helyett ez a mutató 150 alatt maradt az N, NK kezelésekben, melyek kitűntek alacsony szemtermésükkel.
7. A kis termés igen gazdag volt ásványi elemekben, a szárazanyag gyarapodásának gátlása az elemek dúsulását eredményezte. Különösen a szalma tükrözta a N, P és K luxusfelvétel körülményeit, mely átlagosan kétszer annyi elemet tartalmazott, mint a nagyobb hozamú meszes csernozjomon termett.
8. Alapvetően a szalma halmozta fel a Na, Fe, Mn döntő hányadát. A Mn koncentrációja felére-harmadára csökkent a meszezett parcellákon, alacsonyabbá vált a Zn tartalma is e kezelésekben. Utóbbi változásokat jól jelezte a pelyva összetétele is.
9. A bokrosodás végi növényelemzés adatai iránymutatóul szolgálhatnak a növény tápláltsági állapotának kontrolljában és jól képesek előrejelezni a trágyahatásokat, tehát felhasználhatók a szaktanácsadásban. Irodalmi adatokkal összehangban kielégítő ellátottságnak minősíthetjük az alábbi koncentrációkat: N=3-4 %, P=0,3-0,4 %, K=3-4 %, Ca=0,3-0,6 %, Mg=0,2 körül, Fe=20-200, Mn=20-100, Zn=20-60, Cu=5-20 ppm között.

10. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohányra 1988-ban

(KÁDÁR IMRE, VASS EULÁLIA és GONDOLA ISTVÁN adatai)

10.1. A kísérlet módszere, mintavételek

A kísérlet 26. évében a táj egyik fontos ipari növényével, a dohányjal foglalkoztunk. Vizsgáltuk a meszezés és a műtrágyázás hatását a termésre, küllemi minőségre, ásványi összetételre, valamint a tápelemek dinamikájára egyaránt. Különös gondot fordítottunk a N túlsúly káros hatásainak elemzésére. A kiterjedt kutatásokban továbbra is részt vett a Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás munkatársa, VASS EULÁLIA talaj- és növényvizsgálatokkal, valamint bekapcsolódott GONDOLA ISTVÁN, a Debreceni Dohánykutató Intézet osztályvezetője. Közösén terveztük meg a mintavételeket, kísérleti technikát, és egyfajta munkamegosztást valósítottunk meg.

A Virginia dohány fajtája a középérésű Hevesi 11 volt, a palántázás május 27-én történt. A palántákat a Nyírlugosi Állami Gazdaság szolgáltatta és az ültetést is a Gazdaság végezte géppel, az üzemi termesztésben szokásos módon. A 25.000 tő/ha állományt az ültetési 100x40 cm tenyészterület biztosította. Kora tavasszal a terület 35 t/ha középérett istállótrágyázásban részesült. A növényápolás és növényvédelem szintén az üzemi gyakorlatot követte, melyet a Gazdaság dohánytermesztő brigádja végzett DEMENDI ANDRÁS ágazatvezető irányításával. A parcellák talaját igyekeztünk gyommentesen tartani az egész

tenyészidő alatt.

A tetejezésre 16-18 leveles bimbós állapotban a virágzás kezdetén került sor több részletben, mivel a parcellák állománya nem egyszerre érte el ezt a fejlettségi stádiumot. A tetejezést kacsmentesítés követte (kontakt kacsfgátlószerral és kézzel folyamatosan). Betakarításkor csak az érett leveleket törtük le és minden egyes törés alkalmával a letört levelek súlyát a helyszínen feljegyeztük. A szárítás mesterséges szárítókamrában parcellánként elkülönítve történt, majd meghatároztuk a válogatási osztályokat. Az első törésre 07. 26-án, a másodikra 08. 22-én, a harmadikra 09. 10-én került sor üzemszerűen a kísérletben, melyet a Gazdaság dohánytermesztő brigádja végzett.

A parcellánkénti 4-4 belső sor 40 m², tehát 100 tövet biztosított. A mintavételek más-más ismétléseket érintettek a tenyészidő során és csak 10-10 növényre terjedtek ki parcellánként, hogy a kísérletet ne károsítsuk. A növények kiválasztása véletlenszerűen történt ügyelve arra, hogy azok a parcella állományát jól reprezentálják. A 10-10 föld feletti teljes növényből vagy levélből képzett átlagmintákat ismétlésenként külön analizáltuk és mértük tömegüket. Az alábbi mintavételekre került sor:

1. Megeredéskor a kiültetést követő héten, 06. 03-án 10-10 gyökeres növényt vettünk a kísérlet szegélyéből, hogy a palánták induló tápelemkészletét megismerjük.
2. Az intenzív növekedés előtti stádiumban 07. 15-én, amikor az állomány 30-50 cm magasságot ért el a kiültetés után 1,5 hónappal. Mintázásra az I. és II. ismétléseket jelöltük ki.
3. Bimbós állapotban 08. 11-én, amikor az állomány elérte teljes magasságát a kiültetés után kb. 2,5 hónap múlva. Mintázásra a III. és IV. ismétléseket jelöltük ki. Külön letörtük az alj-, derék és hegyleveleket a 10-10 növényről és azokat átlagmintaként kezeltük (tömegmérés, szárítás, darálás, analízis stb.)
4. Minden töréskor az érett levelekből szintén 10-10 db/parcella mintát képeztünk.
5. A törések után, a megmaradt kórókból 10-10 db/parcella mintát képeztünk 10. 11-én.

A harmadik mintavétel idején talajmintákat is gyűjtöttünk parcellánként a szántott rétegből, 20-20 pontminta egyesítésével a szokásos agrokémiai paraméterek meghatározása céljából. Megemlíjtjük, hogy az ültetés előtt mélyfúrásokat is végeztünk a kísérlet szegélyében, valamint néhány kiemelt kezelésben 3-4 m mélységig. Ahol a talajvizet elértük, ott talajvíz analízisére is sor került.

A kísérleti eredmények megfelelő értelmezése céljából a következőkben áttekintjük a dohány termesztésének és ökológiai igényének sajátosságait, valamint a dohánylevél minősége és az ásványi táplálás közötti kapcsolatokat. Erre annál is inkább szükség lehet, mert az újabbkori agrokémiai irodalom hazánkban szinte alig taglalja e kérdéseket.

10.2. A dohány termesztésének és ökológiai igényének sajátosságai

A homoki területek legértékesebb és leginkább belterjes növénye a szántóföldi kultúrák közül a dohány. Kézimunka szükséglete nagy, ezért döntően kisüzemi jelleggel termesztik. Szinte az egész évben elfoglaltságot ad. Kora tavasszal kezdődik a palántanevelés, majd követi a kiültetés, a többszöri kapálás, nyáron a tetejezés, kacsozás, az ősze áthúzódó többszöri

törés, a levelek szárítása, télen a válogatás, csomózás stb. Művelése speciális ismereteket igényel, termesztésével üzemekben állandó brigádok foglalkoznak.

A *Nicotiana* nemzetségnek két faja jelentős gazdaságilag: az élvezeti célra termelt dohány (*Nicotiana tabacum* L.) és a kapadohány (*Nicotiana rustica* L.).

A Magyarországon jelenleg termesztett Virginia dohányok a *N. tabacum* faj virginia varietást képviselik. E változat őshazája a trópusi D-Amerika, innen került az USA keleti partjaira Virginiaiába, ahonnan világszerte elterjedt. Származása meghatározza ökológiai igényeit, bár a termőhelyek függvényében különböző típusai alakultak ki. Utóbbi utal a dohány kifejezett ökológiai érzékenységére is. Magyarországon a 30-as évek óta termesztik. A száraz levéltermés 1,5-2,0 t/ha, ami elmarad a nálunk kedvezőbb ökológiai adottságú országokétól.

A hazai nyersanyagszükséglet mintegy 25 %-át teszik ki a Virginia dohányok. Szántóterületi részarányuk ugyanakkor 50 körüli, viszonylag alacsony potenciális termőképességük miatt. Megjegyezzük, hogy a dohány az összes szántó 0,06 %-át foglalja el a világon, míg Magyarországon 0,2 %-ot évi 10 ezer ha körüli területtel. Jelentősége azonban szinte nagyságrenddel nagyobb területi részarányánál a gazdaságban. Erre utal a hektáronkénti termelési értéke, valamint állami monopólium jellege, a dohánytermékek forgalmazásából nem elhanyagolható adóbevételek származnak (GONDOLA 1990).

A Virginia (flue-cured, mesterségesen szárított) típus a többi nagylevelű cigarettadohánytól tulajdonságaiban és biológiai igényeiben eltér. Magassága általában 140-160 cm körüli, lándzsás alakú levelekkel. A deréklevelek hossza átlagosan 45-55 cm, a hasznosítható levelek száma 16-20 db. Kezdeti fejlődése lassú, a tenyészidő hossza 110-130 nap, azaz a kiültetéstől számítva mintegy 4 hónap. A palántázás májusban történik, majd 60-70 nap múlva jelentkezik a virágzat (július végén, ill. augusztus elején), amikor is az aljlevelek technikai érése következik be.

A virágzat eltávolítása (tetejezés vagy bugázás) idején sor kerülhet az aljlevelek törésére, majd 7-10 naponként 4-5 menetben a további levélszintek betakarítására. A betakarítás így szeptember végéig, egyes évjáratokban október elejéig is elhúzódhat. Csak az érett leveleket törik le, válogatottan. Az egyéves dohány 6-8 hetet palántaágyban tölt, így a teljes tenyészidő hossza hazánkban a 7 hónapot is elérheti.

A trópusi származású dohány hőigényére jellemző, hogy a csíranövény fejlődése 16 °C alatt leáll. Jó minőségű dohány ott és azokban az években terem az általános tapasztalat szerint, ahol a tenyészidő 3 havában (június, július, augusztus) a középhőmérséklet a 20 °C-t meghaladja. Vízigénye nagy és maximuma szintén a virágzásig, tehát a hőigénnyel együttesen jelentkezik. A Virginia dohány 1 kg légszáraz, 20 % körüli víztartalmú levél előállításához 1600-1800 liter vizet fogyaszthat. Különösen fontos a vízigény kielégítése ültetéskor, valamint az intenzív megnyúlás időszakában. Utóbbi 40-50 cm magasságtól a virágzásig tartó szakaszt jelenti, amikor a növény kifejleszti gyökérrendszerét és a szárazanyag gyarapodás üteme a leggyorsabb.

A virágzást követően (augusztus, szeptember) a növények jobban elviselik a szárazságot. A júniusi és júliusi szárazság azonban nemcsak kis termést, hanem rossz minőséget is eredményez, mert nő a levelek nikotin és nyers fehérje tartalma, valamint csökken a redukáló cukor mennyisége. Mindez persze összefügg a dohány ásványi táplálásával. Mint ismert, a nedves években nagyobb zöld tömeg fejlődhet alacsonyabb N tartalommal. Egyrészt a N jobban kimosódik a gyökérszónából, másrészt a képződött nagyobb zöld tömegben a N %-a

lecsökken, hígul.

Az egyes dohánytípusok eltérő igényt támasztanak a talajtulajdonságokkal szemben. A kötött talajokon általában durva szövetű, vastag levelű rossz minőségű levél terem. A homokokon, homokos vályogon viszont finom, vékony levelű. Cigarettdohány termesztésére az utóbbi talajok felelnek meg. A Virginia dohány a 2030 % leiszapolható részt meg nem haladó, 28-37 KA, 1-2 hy, 5-7 pH(KCl) értékekkel jellemzett talajon díszlik megfelelően. Az erősen lúgos vagy erősen savanyú talaj nem alkalmas minőségi dohánytermesztésre. Hasonlóképpen nemkívánatos a 0,02 % feletti összes sótartalommal rendelkező termőhely, vagy szikes-szódás talaj. Meszezést ott javasolnak, ahol a hidrolitos aciditás 4 fölé emelkedik. (BORSOS 1976)

A Nyírség a dohány igazi hazája Magyarországon, a dohánytermő terület kétharmada itt található. A Virginia dohányok zöme a Nyírségben terem. A leveleket mesterséges szárítókamrában szárítják. Nikotintartalma a kívánalmaknak megfelelően 1,0-2,5 közötti, a redukáló cukortartalom pedig kedvezően magas, 12 feletti. A szárított levél N tartalma 2-3 % körüli, füstjének kémhatása savas. A Nyírség nagy területi részaránya utal arra, hogy a táj kedvező ökológiai adottságú a dohány termesztésére.

A dohány művelése nemcsak munkaalkalmat és megélhetést biztosít a lakosság egy részének, éppen az ország legszegényebb vidékén, hanem kultúrát is teremt. Történetileg szemlélve, benyomulva a külterjes gazdálkodás keretei közé, hatással volt az egész mezőgazdaságunk belterjesebbé tételében. A tájon az egyik legfontosabb ipari árunövény. Ebbeli szerepe a jövőben is megmaradhat. Elővetemény értéke kitűnő, hiszen gondos ápolást és trágyázást igényel, így a talaj kultúrállapotát, ill. termékenységét növelheti. A dohány ilyen sokoldalú pozitív hatását az egész gazdálkodásra már a klasszikus irodalom is kiemeli (DITZ 1867, CSERHÁTI 1900, GRÁBNER 1956 stb.)

10.3. A dohánylevél minősége és az ásványi táplálás

A dohánylevél minősége viszonylagos fogalmat takar, hiszen a felhasználás céljától függ. A minőség tehát a termék tulajdonságainak olyan együttesét jelentheti, mely adott helyen és időben megfelel a felhasználók igényeinek. Ebből adódóan a minőség megítélése térben és időben változik ill. változhat, ahogyan az igények módosulnak. A felhasználásra való alkalmasságot jelentő minőség természetesen mást jelenthet a fogyasztónak és mást a feldolgozóiparnak.

A fogyasztó a megfelelő íz, illat, éghetőség, valamint a minimális egészségkárosító hatásban érdekelt. Az ipar ugyan alárendeli érdekeit a piacnak, de számára a feldolgozás hatékonysága is alapvető szempont. A szabványban megadott minőségi osztályok a hozzájuk rendelt átvételi árakkal közvetítik az ipar, ill. a piac kívánalmait a termelő felé. A Virginia száraz dohány minőségi osztályai között 500 %-os árkülönbség volt 1989-ben.

A minőség és a mennyiség azonos súllyal alakítja a jövedelmezőséget. A fogyasztás várható hazai csökkenése miatt a termesztés és gyártás szinten tartása vagy növelése biztosítható azonban az exportérdekeknek megfelelő minőséggel, ill. minőségjavítással. A jövő e téren is egyet jelenthet tehát a minőséggel, mely a finomabb dohányfajták további térhódításán túl elsősorban a gondos kezelést, szakszerűbb trágyázást feltételezi, ahogyan erre DITZ (1867) már a múlt században utalt:

"A magyar dohány általában közönséges, gyenge minőségű. Ennek oka kevésbé a klíma,

mint inkább a gondos kezelés hiánya. Amennyiben a finomabb dohányt előnyben részesítő képzett kereskedő az árakat a minőség szerint emeli, a termelő magától is hajlandóságot mutat majd a dohány jobb kezelésére, ill. a fajtaváltásra."

A minőség tükröződik a levél kémiai és fizikai tulajdonságaiban és összefügg az éréssel. Az érés folyamán alakulhat ki a minőséget javító szénhidrátok és az azt rontó nitrogénvegyületek közötti optimális, kiegyensúlyozott arány. A levelek érését és minőségét hazánkban elsősorban a nyári csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a N-ellátás mértéke szabályozza. A bő N-ellátás azon túl, hogy a nemkívánatos N-vegyületek (nikotin, fehérjék, nitrát stb.) felszaporodásához vezet, késlelteti az érést és gondot okoz a betakarításban.

A minőség és a mennyiség tápanyagellátottsági optimumai nem esnek egybe. A humuszos termékeny talajokon kapott nagyobb levéltömeg minőségileg nem mindig megfelelő. A homoktalajokon növelhető a termés N trágyázással jelentősen, de fennáll a veszélye a minőségromlásnak. A termés és a minőség összhangját a tudományosan megalapozott szaktanácsadás teremtheti meg, melyet az adott termőhelyre dolgoznak ki. Így eltűnhet az a gyakorlat, mely trágyázási normákra, általánosított helyi tapasztalatokból leszárt irányszámokra épül és nélkülözi a talaj, valamint a termesztett növény analízisét.

A minőség és a terméshozam egyaránt erősen ingadozik évenként és termőhelyenként. Az ökológiai érzékenység okai az alábbiak lehetnek (GONDOLA 1990):

1. A hasznos termést a vegetatív növényi rész, a környezeti tényezők hatását jól tükrözni képes levél szolgáltatja.
2. A dohány sekélyen gyökerezik. A kétszikű növény kiültetésekor a főgyökér elszakad és az egyszikűekhez hasonló bojtos gyökérzet fejlődik a talaj felső rétegeiben. A talaj nedvesség és hőmérséklet viszonyai e felső rétegben erősen kitéttek az időjárási ingadozásoknak. Tápanyagszegény homokokon felléphetnek a tápelemkészlet korlátai, ill. a felvehető tápelemek közötti aránytalanságok gyorsan kialakulhatnak.
3. A növény nagy tömegű szárazanyagot és tápanyagot halmoz fel az aktív tenyészidő 2-3 hónapja alatt (június, július, részben augusztus). A termés mennyisége eldőlhet a virágzásig, míg a minőséget a tenyészidő további időjárása és a N-kínálat lényegesen befolyásolhatja az érés folyamán.

A Virginia dohány termésstabilitása hazánkban igen alacsony, talán a burgonyához hasonlítható kifejezett évhatásokkal. Azzal az eltéréssel, hogy a száraz-meleg, valamint a hűvös-csapadékos években egyaránt alacsony a Virginia termése. Ez a növény ugyanis együtt igényli a meleget és a csapadékot. Nyíregyháza körzetében 30 éves adatsort vizsgálva MÓGER (1983) kimutatta, hogy a jó termésű évek 1 körüli hidrotermikus együttthatóval jellemezhetők. Ez akkor valószínűsíthető, ha a június, július, augusztus hónapok középhőmérséklete meghaladja a 20 °C-t, a csapadék 3 havi összege pedig a 200 mm-t.

A talaj tápanyagszolgáltatásával összefüggő táplálkozási zavarok gyakrabban előfordulhatnak a dohányhoz hasonló rövid aktív tenyészidejű, gyors növekedésű kultúrákban. A tenyészidő 40-70. napja közötti intenzív megnyúlás szakaszában a Hevesi 5 fajta napi száraztömeg gyarapodása rövid időszakban elérheti a 0,36 t/ha, N-felvétele a 4,8 kg/ha, a K felvétel pedig a 8 kg/ha napi értéket. A makrotápelemek látható hiánytünetei a nagylevelű dohányok fejlődő leveleiben több szerző szerint az alábbi koncentráció alatt várhatók: N=1,5-2,0; P=0,15; Mg=0,2; K=2,5; Ca=1 %. (GONDOLA 1990).

A dohány kitűnik nagy hamuanyag, ill. tápelem tartalmával. A levélben a hamu 7-23 % között ingadozhat. Hazai elemzések szerint a Virginia dohányok összetétele az alábbiak szerint változott az 1990. évi felmérések szerint: N=1,7-5,0 %; P=0,10-0,34 %; K=1,2-6,2 %; Ca=0,8-4,6 %; Mg=0,2-1,4 %. A kationok magas koncentrációja előnyös az éghetőségre, különösen ha karbonát formában található, mert fehér hamut adnak. A kloridok, különösen a CaCl₂ és a MgCl₂, valamint a tiszta foszfátok nehezítik az égést és fekete hamut adnak. Egyes adatok szerint az 5 feletti K/Cl arány biztosíthatja a jó éghetőséget (PRJANISNYIKOV 1965).

A dohány tápanyagfelvételével behatóan foglalkozott már KOSUTÁNY (1887) és SIGMOND (1900). E növény táplálásának sajátosságait elemezve 'SIGMOND (1904) az alábbiakat emeli ki:

1. A szárazanyag gyarapodásának és a tápelemek akkumulációjának üteme párhuzamosan halad. Viszonylagos nyugalmi periódus a kiültetést követő kb. 1 hónap, valamint a virágzás eleje. Intenzív akkumuláció szakasza a megnyúlási időszak (54 % felhalmozás), valamint az elvirágzás utáni szakasz (39 % felhalmozás).
2. Ahol a foszfortrágyák a termést növelik, ott az egyoldalú N nem tud érvényesülni. A P-szükséglet fiatal korban jelentkezik, csak ez után lép fel a N-szükséglet. Hazai talajokon a K szerepe alárendelt.

A nyugat-európai szakirodalomban a K meghatározó szerepét hangsúlyozzák mind a megfelelő termés, mind a jó minőség létrehozásában (BECKER - DILLINGEN 1934, GETHING 1990). A tengeri vagy jégkori üledékeken képződött nyugat-európai homokos talajok gyakran K-ban igen szegények. Mint PRJANISNYIKOV (1965) megjegyzi, Kelet-Európa és Oroszország talajain a K a legkritikábban minimum tényező, Ny-Európa tapasztalataival ellentétben. Gyakori viszont a P hiánya és a N túlsúlya a dohánytermesztésben. A különböző minőségű dohánylevél kémiai összetételére az alábbi adatokat közli PRJANISNYIKOV (1965), %:

Minőség	Össz-N	Nikotin	Össz.szénhidrát
Kiváló	1,88	1,59	23,9
Megfelelő	1,82	1,61	21,9
Közepes	2,30	2,23	15,4
Gyenge	2,41	2,49	12,1

A jó minőségű dohány tehát 2 % alatti N és nikotin tartalmat mutatott, 20 % feletti szénhidráttal. Ugyanazon fajta összetétele lényegesen változhat a termőhely talajtani és klimatikus viszonyai függvényében. D-ről ÉK-re haladva a szárazabb, gazdagabb talajú vidékek felé a Djubek típusú dohány kémiai összetétele az alábbiak szerint alakult (SZPRAVOCSNIK 1960), %:

Termőhely	Össz-N	Nikotin	Szénhidrát	Hamu	Illóolaj
Jalta	2,2	1,1	17,6	17,1	1,4
Krasznodar	3,0	2,9	9,2	18,0	0,1
Novoszibirszk	3,7	3,8	4,9	18,9	0,2

Hangsúlyozni kell azonban, hogy csak a N-túlsúly nemkívánatos, különösen a tenyészidő második felében. A növény testének létrehozása igényli a normális N-táplálást, mely nem szükségszerűen vezet a minőség romlásához, egy szintig. Az alábbiakban a Krasznodári Dohánykutató Intézetben végzett tenyészedeény kísérlet eredményeit mutatjuk be, mely a cigarettadohány termésének és minőségi jellemzőinek változását ismerteti a N-ellátás függvényében (In: PRJANISNYIKOV 1965):

Kezelés N g/edény	Száraz levélsúly g/db	Nikotin	Összes szénhidrát
Kontroll	2,9	0,31	24,7
0,1	9,9	0,55	22,1
0,5	12,0	0,53	25,8
1,0	17,4	0,77	24,1
2,0	27,1	3,60	8,6
3,0	30,2	2,48	5,5
5,0	31,7	2,34	5,0

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Virginia dohány gyors növekedése és tápelemfelvétele egyaránt feltételezi a bőséges hő, víz és tápanyag kínálatot a nyári hónapokban. Homoktalajon a tápanyagok kevésbé kötődtek, a gyökerek fejlődése nem akadályozott és bőséges az oxigénellátás. Utóbbi a tápanyagfelvételt segíti, mely energiaigényes folyamat intenzív gyökérbérbéssel párosulva. A ritka térállás és a gyommentesség hivatott biztosítani a növények nagy élettér (levegő, fény, hő, víz, tápanyag) igényét. Ugyanakkor homokokon gyorsan kialakulhatnak a tápanyag-anomáliák, melyek a vegetatív termés mennyiségének és minőségének nagymérvű ingadozásához vezethetnek. Az ásványi táplálás irányítása a minőségi és stabil dohánytermesztés egyik meghatározó tényezője.

10.4 Műtrágyázás és meszezés hatása a talajtulajdonságokra

Az 55. táblázat adatai arra utalnak, hogy a 26 éves műtrágyázás nyomán 4,0 körüli értékre csökkent a műtrágyázott parcellák pH(KCl) értéke. A mérsékelt 100-200 kg/ha/év mésztrágyázással azonban a folyamat visszafordítható, míg az együttes Ca+Mg adagolással az ideálishoz közeli 5,5-6,0 pH(KCl) tartomány alakulhat ki. A humusztartalom nem változott bizonyíthatóan, a felvehető P koncentrációja csaknem megháromszorozódott azonban a P-kezelésekben. Emelkedett az ALoldható K és Ca készlete is a megfelelő trágyázás hatására.

A Na mennyiségét a kezelések nem módosították. Nyomon követhető viszont az 56. táblázatban a nitrát-N, a KCl-oldható Mg és SO₄ tartalom emelkedése a legtöbb esetben. Az EDTA-oldható mikroelemek szintén nem mutatnak érdemi változást. Hasonló mintavételekre 5 esztendővel korábban, 1983-ban került sor. Az eredmények annál is inkább összevethetők, mert a mintavételeket és az analíziseket ugyanazon laboratórium végezte Nyíregyháza Növényvédelmi és Agrokémiai Állomásán.

55. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a talajra. Szántott réteg, Nyírlugos 1988.VIII.11. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	pH(KCl) Humusz		AL-oldható, ppm			
		%	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Na
Kontroll	4,4	0,54	58	90	205	30
N	4,0	0,61	57	104	220	31
NP	4,1	0,72	146	90	230	31
NK	3,9	0,63	69	158	225	31
NPK	3,9	0,77	138	94	235	28
NPKCa	4,7	0,66	149	104	320	31
NPKMg	3,9	0,70	157	138	240	28
NPKCaMg	5,7	0,69	152	141	274	32
SzD5%	0,5	0,26	29	34	41	7
Átlag	4,3	0,66	116	115	244	30

A 35. és 36. táblázatban bemutatott 1983. évi adatokkal összevetve megállapítható, hogy az átlagos pH, P₂O₅, K₂O, Ca, NO₃-N, Mg, SO₄ és Zn értékek jó egyezést mutatnak 1988-ban az 5 évvel korábban kapottakkal. Az átlagos humusztartalom mérése ugyanakkor mintegy 1/3-ával, a Na átlag 90 %kal nagyobb tartalmat eredményezett 1988-ban. Az EDTA-oldható Mn ezzel szemben az 1983. évi 54 ppm átlagérték helyett 29, a 6 ppm körüli Cu 1,4 ppm 1988-ban. A két időpont eredményei közötti eltérés okát szabatosan nem állapíthatjuk meg. A mérések eredményeit egyaránt módosíthatta a mintavétel hibája, az elemzések szórása, valamint a talajbani oldhatósági viszonyok megváltozása. Mindez felhívja a figyelmet a talajvizsgálati adatok relatív voltára, melyet az értelmezésük, tehát a szaktanácsadás során is tekintetbe kell venni.

56. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a talajra. Szántott réteg Nyírlugos, 1988.VIII.11. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	KCl-oldható, ppm			EDTA-oldható, ppm		
	NO ₃ -N	Mg	SO ₄	Mn	Zn	Cu
Kontroll	10	29	0,5	24	1,2	1,6
N	19	29	0,7	28	1,5	1,4
NP	20	39	1,9	27	1,4	1,5
NK	24	29	2,0	27	1,2	1,3
NPK	16	28	2,5	29	1,4	1,4
NPKCa	24	28	2,4	32	1,4	1,5
NPKMg	22	60	1,8	31	1,7	1,5
NPKCaMg	26	50	2,0	33	1,4	1,2

SzD5%	10	14	1,3	19	0,6	0,3
Átlag	20	36	1,7	29	1,4	1,4

Országos üzemi és kísérleti adatokra támaszkodva korábban határértékeket is javasoltunk a szaktanácsadásnak (KÁDÁR 1992). Savanyú homoktalajon az alábbi határkoncentrációkat tekinthetjük irányadónak a talaj ellátottságának, ill. trágyaigényének becslésekor, ppm:

Ellátottsági tartomány	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
Gyenge	50 alatt	50 alatt
Közepes	51-80	51-100
Kielégítő	81-120	101-150
Magas v. igen jó	121-150	151-200
Káros ill. nemkívánatos	151 felett	201 felett

A fenti irányszámok alapján a P-ral nem trágyázott parcellák talaja gyenge-közepesen ellátottnak minősíthető, míg a P-trágyázott talajok ellátottsága magas vagy igen jó. A K-ellátottság a K-kontroll parcellákon közepesnek mondható, míg a trágyázottakon általában kielégítő, tehát trágyahatások nem várhatók. A talajok N-készlete sem elhanyagolható. Minden ppm NO₃-N mintegy 3 kg/ha műtrágya egyenértékű nitrogénnek felel meg a talaj 20 cm rétegében. Amennyiben az 56. táblázat NO₃-N ppm értékeit kg/ha-ban fejezzük ki, a kontroll talajon 30 kg/ha N-készletet találunk a felső 20 cm rétegben, míg a N-trágyázottakon 60-70 kg/ha mennyiségeket átlagosan.

Kiindulhatunk abból, hogy a gyökérjárta 60-80 cm réteg NO₃-N készlete legalábbis duplája lehet a szántott rétegének. Ezt a mélyfúrások adatai alátámasztják. A kontroll talaj N-készlete ekkor 60 kg, a trágyázottaké 120-150 kg/ha értékre emelkedik. GONDOLA (1990) hasonló nyírségi savanyú homokon 1988-ban nem kapott trágyahatást N-trágyázási kísérletében, amikor a talaj NO₃-N készlete az 50 kg/ha értéket meghaladta. A további N-adagolás már jelentős termelési értékcsökkenést okozott. A N-ellátottság tehát már a kontroll talajon is kielégítő volt, míg a többi parcellán határozottan érvényesült a káros N-túlsúly.

A fentiekén túlmenően tekintetbe kell venni az ültetés előtt kiszórt és az egész kísérletben egységesen leszántott kb. 35 t/ha istállótrágya tápanyagszolgáltatását. A dohánytermesztők homoktalajon az alábbi irányszámokkal dolgoznak (Szerk: BORSOS 1976), kg/ha:

Évek, ill. összesen	10 t/ha istállótrágyával			35 t/ha istállótrágyával		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	17	15	30	60	52	105
2.	10	8	17	35	28	60
3.	3	2	3	10	7	10
Összesen	30	25	50	105	87	175

A mélyen alászántott istállótrágya gyorsan elég a jól szellőzőt, nedves homoktalajban, gyorsabban mint a savanyú kötött agyagon. Mint látjuk, az első évben minden parcella 60 kg/ha

N-szolgáltatásban részesülhetett az istállótrágyázás eredményeképpen. A talaj NO₃-N készletében ez csak részben tükröződhetett 08.11-én, a mintavétel idején. A mélyfúrások tanúsága szerint az NH₄-N forma egy nagyságrenddel nőtt a talajban, elérve a 10-30 ppm értékeket, míg a korábbi években gyakran csak néhány vagy néhány tized ppm koncentrációkat mértünk. Emlékeztetőül, a mélyfúrások az istállótrágyázást követően májusban történtek közvetlenül a palántázás előtt.

A kísérlet megfelelt tehát annak a célnak, hogy az extrém N túlkínálat hatását vizsgáljuk. Még a kontroll parcella N-kínálata is kielégítőnek tekinthető a kis terméseket adó Virginia dohány számra. A Virginia fajlagos tápelemigénye (1 t száraz levéltermés a hozzá tartozó kóróval) nem haladja meg a 30-35 kg N, 6-7 kg P₂O₅, 50-60 kg K₂O mennyiséget. A termések 1-2 t/ha közöttiek, alacsonyak, így a trágyaigény is mérsékelt annak ellenére, hogy a fajlagos mutatók valójában nagy tápelemigényt jeleznek.

Az NH₄-N forma is nitrifikálódik a tenyészidő folyamán, ill. felvehető közvetlenül is a növény számára. A két forma együtt a dohány N-szükségletét jelentősen meghaladhatja még a kontroll parcellákon is. Kérdés, hogy a N-túlsúly negatív hatását mennyiben képes mérsékelni a talaj kielégítő foszfor, kálium, kalcium és magnézium ellátottsága.

10.5. Az eredéskori palánták tömege és tápelemkészlete

Az egyhetes eredéskori dohánypalánták vizsgálati eredményeit az 57. táblázatban foglaltuk össze. A hajtás 11, a gyökér 14 % légszáraz anyagot tartalmazott 06. 03-án. Amint az adatokból látható, az összes légszáraz tömeg 80 %-át a hajtás, 20 %-át a gyökér képezte. Ez a nem "természetes" arány abból adódik, hogy kiültetéskor a főgyökér, ill. a gyökerek egy része elvesz, amint arra már korábban utalás történt.

A gyökeres palánták zöld tömege 10-20 g/növény, légszáraz súlyuk 1-2 g között változhat. A hajtás N és P tápelemekben volt gazdagabb, míg a gyökérben a K és Na kationok túlsúlya uralkodott. Amennyiben a 25 ezres tőszámot vesszük alapul azt találjuk, hogy a kereken 350 kg/ha gyökeres zöld palánta mintegy 40 kg légszáraz anyagot tartalmazott, tehát elhanyagolható szárazanyag mennyiséget jelentett. A palánták 1-2 kg/ha N, ill. K készlete a talaj tápelemmértékét érdemben szintén nem módosítja.

57. táblázat

Az egyhetes eredéskori dohánypalánták átlagos tömeg és tápelemkészlete, 1988. 06. 03.
Nyíregyházi NAA vizsgálatai

Növ.rész	Zöld	Légsz.	N	P	K	Na
	g/10 növény		%			
Hajtás	118	13	2,74	0,30	3,92	0,25
Gyökér	23	3	1,68	0,18	5,19	0,28
	kg/ha *		kg/ha			
Hajtás	295	32	0,89	0,10	1,27	0,08
Gyökér	58	8	0,13	0,01	0,39	0,02

Összesen	353	40	1,02	0,1	1,66	0,10
----------	-----	----	------	-----	------	------

* 25.000 tő/ha állománysűrűséggel számolva

Megjegyzés: Hajtásban 0,58 % Ca; 0,30 % Mg; 521 ppm Fe; 888 ppm Mn; 34 ppm Zn és 4 ppm Cu volt átlagosan.

E növény a kiültetést követő 2-3 hónap intenzív fejlődése nyomán az eredeti szárazanyagának tömegét néhány százszorosára gyarapíthatja. GONDOLA (1990) vizsgálatai szerint a Virginia dohányok gyökeres tömege érésük idején a 6-8 t/ha mennyiséget is elérheti. Hasonló mértékben nőhet a felvett tápelemek mennyisége is. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a növény tápelemigényének kielégítésében, az ösztápelem-forgalomban, a palánták induló készlete mindössze néhány vagy néhány tized %ot képviselhet és így nem számottevő.

Bár a dohány alapvetően a talaj (trágya) tápanyagaira van utalva, a fiatal növények induló tömege, tápelemkészlete, edzettsége, egészségi állapota meghatározó a sikeres termesztés szempontjából. Az átültetést követő stressz hatását nehéz ellensúlyozni és új gyökérzetet fejleszteni olyan homoktalajon, mely a környezeti anomáliáknak (hőmérséklet, víz, tápanyag) a leginkább kitett. A palánták tápelemkészletét csak az ösztápelem-forgalom méreteihez viszonyítva minősíthetjük jelentéktelennek vagy nem számottevőnek.

10.6. Műtrágyázás és meszezés hatása a 30-50 cm magas dohányra

A mintavétel 07. 15-én történt a kiültetés után mintegy 7 héttel, az intenzív megnyúlás előtti stádiumban. Ez a fejlettségi állapot hasonlítható a kalászosok szárbaindulás elejei, valamint a kapások (kukorica, napraforgó) 4-6 leveleskori fejlettségi időszakához. A növények ekkor már kitűnnek nagy tápelemtartalommal és jól jelzik a talaj tápelemkínálatát, vagyis alkalmasak a trágyahatások előrejelzésére, ill. a diagnosztikai célú levélanalízis adatok értelmezésére, kalibrálására.

Az 58. táblázat eredményei szerint a 10-10 növény légszáraz súlya átlagosan 590 g volt, azaz az eredéskori hajtás tömege 45szörösére nőtt. A N túlsúly nyomán a N és NK parcellák hozama igazolhatóan és kifejezetten lecsökkent a kontrollhoz viszonyítva. A K tehát nem minősült minimum tényezőnek, viszont az NP és NPK kezelésben a termékek csaknem megduplázódnak. A fiatal dohány növény kifejezetten P-igényesnek mutatkozott e talajon.

58. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a 30-50 cm magas dohányra. Föld feletti hajtás, 1988. 07. 15. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	kg/10 növény		%			
	Zöld	Légsz.	N	P	K	Ca

Kontroll	2,63	0,44	2,58	0,26	3,20	0,71
N	1,63	0,25	2,90	0,24	3,10	0,72
NP	4,60	0,77	3,32	0,40	3,56	0,95
NK	1,96	0,32	3,42	0,27	4,55	0,61
NPK	4,80	0,60	3,71	0,39	5,54	0,81
NPKCa	4,96	0,63	3,62	0,39	5,37	1,28
NPKMg	4,63	0,77	3,20	0,49	5,41	0,77
NPKCaMg	5,34	0,90	3,20	0,36	3,86	1,10
SzD5%	0,55	0,08	0,42	0,11	0,49	0,23
Átlag	3,82	0,59	3,24	0,35	4,32	0,87
Irodalmi optimum (Beclsés)*			2-3	0,3-0,4	3-4	1-2,5

Az együttes NPKCaMg kezelésben a hozamok tovább nőnek, így a Virginia dohány meghalálta a talaj pH(KCl) 5,5-6,0 körüli értékre való emelését, a meszeztést.

A hajtások N tartalma már a kontroll talajon is meghaladta az irodalmi optimum alsó határát jelentő 2 %-ot. A N műtrágyázott kezelésekben a koncentráció általában a 3 % fölé emelkedik. A P trágyázás hatása is tükröződik a P-koncentrációkban. A P-hiányos kezelések P %a 0,3 alatt marad, míg a foszforral jól ellátott talajokon 0,4 körüli átlagosan. Hasonló tendencia figyelhető meg a K tartalomban azzal a különbséggel, hogy a K-hiányos kezelésekben fejlődött növények is kielégítő ellátottságot mutatnak 3,1-3,6 közötti koncentrációval. A K-mal műtrágyázott parcellákon a hajtások K-készlete a 4-5 %-ot meghaladhatja és az irodalmi optimum fölé emelkedik. Ezzel szemben a termőhely savanyú talaján a Ca tartalom csak a meszezett kezelésekben emelkedett 1 % fölé, megközelítve vagy elérve az irodalmi optimumot (58. táblázat).

A Mg tartalom az egész kísérletben alacsonynak mutatkozott 0,32 % átlagos értékkel és a Mg-trágyázás hatása sem jelentkezett a megfelelő kezelésekben. Az irodalmi optimumok alapján ítélve kiugróan magas volt a Fe és a Mn, valamint alacsony a Zn és a Cu koncentrációja. A trágyázás és a meszeztés általában nem okozott érdemi változást a vizsgált mikroelemek mennyiségében. A dohány föld feletti hajtásának légszáraz anyaga 17 %-ot tett ki a kísérlet átlagában (59. táblázat).

10.7. Műtrágyázás és meszeztés hatása a dohányra bimbós állapotban

A mintavétel 08. 11-én történt a kiültetés után kb. 2,5 hónappal, a virágzás időszakában. A 10-10 föld feletti növényi rész összes tömege meghaladta az 1500 g-ot a kísérlet átlagában, vagyis az eredéskori hajtás súlya kereken 117-szeresére emelkedett. A 25 ezer tő/ha állománnyal számolva ez 3,75 t/ha légszáraz hozamot jelent, a 20 % átlagos víztartalom figyelembevételével pedig mintegy 3,0 t/ha szárazanyagot. A teljes zöld termés súlya e módon becsülve 15 t/ha a kísérlet átlagában. (60. táblázat)

59. táblázat

Műtrágyázás és meszeztés hatása a 30-50 cm magas dohányra Föld feletti hajtás,

1988. 07. 15. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	Légsz. anyag %	Mg %	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	17	0,30	602	446	39	12
N	15	0,28	572	506	45	12
NP	17	0,36	720	531	50	11
NK	18	0,30	721	514	47	10
NPK	16	0,29	874	522	43	10
NPKCa	17	0,31	803	492	50	12
NPKMg	17	0,32	851	517	39	10
NPKCaMg	17	0,35	746	497	42	11
SzD5%	3	0,08	189	53	14	4
Átlag	17	0,32	736	503	44	11
Irodalmi optimum*		0,4-1,2	70-140	70-200	50-80	20-60

*BERGMANN és NEUBERT (1976), GONDOLA (1990), HALLIDAY (1992) és mások alapján becsülve.

A föld feletti termésben 28 %-kal az alsó, 21 %kal a középső és 13 %-kal a felső levelek vettek részt. Megközelítően a levéltermés adta a föld feletti tömeg 60 %-át, míg a kóró a 40 %-át. Legmagasabb víztartalommal szintén a kóró rendelkezett, a levelek légszáranyag %-a érdemben nem tért el egymástól. Ami a trágyahatásokat illeti megállapítható, hogy azok jelentősen mérséklődtek a fejlődés előrehaladtával. Míg 07. 15-én háromszoros különbségeket találunk az egyoldalú N és az NPKCaMg kezelések között, 08. 11-én csupán jó kétszeres az eltérés az összes légszáranyag tömegben. Az egyes növényi részek bizonyos fokig eltérnek e tekintetben. A szár, ill. kóró még az eredeti 3-szoros különbségeket tükrözi, míg a felső levelekben ez a kezelés-különbség nem éri el a kétszerest. A középső levél az átmenetet képviseli.

Fontos tehát az időtényező a növény trágyaigényének alakulásában. Amennyiben elegendő idő áll rendelkezésre a tenyészidő során, a növények képesek bizonyos fokig pótolni tápelemszükségletüket és mérsékelni termésvesztéseiket a P-ral nem trágyázott talajokon. Elsősorban az intenzív megnyúlás stádiumában levő dohány P-igényes, később ez az igény mérséklődik a teljes gyökérszét kifejlődésével. Ugyanez mondható el a Ca és Mg trágyázásról, melynek pozitív hatása a felső levelek termésében már nem is jelentkezett. (60. táblázat)

60. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohányra bimbós állapotban
Föld feletti növényi rész, 1988. 08. 11. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai
(Légszáranyag tömeg, g/10 növény)

Kezelés jele	Alsó levél	Középső levél	Felső levél	Szár, ill. kóró	Összes tömeg
Kontroll	390	326	195	396	1307

N	321	215	120	280	936
NP	405	310	168	540	1423
NK	282	250	132	448	1112
NPK	407	317	224	641	1589
NPKCa	596	399	224	942	2161
NPKMg	347	307	242	538	1434
NPKCaMg	679	426	217	849	2171
SzD5%	173	139	55	245	450
Átlag	428	319	190	579	1517
Megoszlási %	28	21	13	38	100
Légsz.a. %	20	21	21	18	20

Az alsó levelek makroelem tartalmáról a 61. táblázat adatai tájékoztatnak. A N %-ok az egész kísérletben nemkívánatosan nagyok és nincsen megbízható különbség az egyes kezelések között. A P koncentrációja mérsékelten de megbízhatóan emelkedik az NPK, NPKCaMg kezelésekben, elérve az optimum zóna felső határát. Nőtt a K %a is a megfelelően K-trágyázott parcellákon. A Ca és Mg tartalom statisztikailag igazolhatóan nem változott. A 07. 15-i állapothoz viszonyítva megállapítható, hogy míg az átlagos N és K koncentrációk lényegesen nem változtak a két időpont között, a P tartalma 75 %-ára süllyedt, ill. a Mg 34 és a Ca 111 %-kal nőtt 08. 11-ére.

61. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az alsó levelek összetételére bimbózáskor, 1988.
08. 11. Nyíregyházi NAA vizsgálati (%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	2,90	0,22	3,28	1,64	0,39
N	3,33	0,23	2,78	1,64	0,42
NP	3,28	0,22	3,11	2,24	0,46
NK	3,22	0,19	4,24	1,64	0,54
NPK	3,34	0,28	4,13	1,45	0,34
NPKCa	3,01	0,28	4,73	2,04	0,38
NPKMg	3,19	0,27	3,96	1,99	0,45
NPKCaMg	3,37	0,29	5,07	2,11	0,43
SzD5%	0,87	0,06	0,81	0,68	0,14
Átlag	3,20	0,25	3,91	1,84	0,43
Irodalmi optimum	1,7-2	0,2-0,3	2,5-3,5	1,5-2,5	0,4-1,2

Ismeretes, hogy a levelekben és zöld növényi részekben a N, P és K koncentrációja idővel

csökken, hígulás lép fel, míg a növény öregedő alsó leveleiben a Ca és részben a Mg felhalmozódik. A 61. táblázatban bemutatott adatok arra engednek következtetni, hogy az istállótrágyázás és az NK műtrágyázás eredményeképpen olyan mérvű nitrogén és kálium túlkínálat jött létre a talajban, mely az élettani hígulást ellensúlyozta, ill. luxusfelvételt eredményezett a levelekben. A Ca és a Mg koncentrációja általában alacsonynak minősíthető. A Mg tartalom alig éri el a kívánatos szint alsó határát. Hasonló a helyzet a Ca esetén, ahol csak az NP, valamint a CaMg kiegészítésben részesült parcellák mutatnak stabil optimumokat.

A 62. táblázat eredményei szerint a mikroelemek átlagos mennyisége szintén nem változott a korábbi időszakhoz viszonyítva. A meszezett parcellákon tendenciájában vagy igazolhatóan kisebb Fe, Mn és Zn tartalmakat mértünk. Az irodalmi optimumok alapján magas a Fe és Mn tartalom, átlagosnak mondható a Zn és alacsonynak a Cu koncentrációja. Mindez összefügg a talajtulajdonságokkal, elsősorban a csökkenő pH értékkel, ill. a növekvő savanyodással.

62. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az alsó levelek összetételére bimbózáskor, 1988. 08. 11.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	Légszár az anyag, %	Fe	Mn	Zn	Cu
			ppm		
Kontroll	20	681	520	48	12
N	21	717	538	51	11
NP	21	585	555	50	8
NK	21	617	529	47	10
NPK	20	643	563	49	8
NPKCa	20	383	351	40	9
NPKMg	20	502	555	32	10
NPKCaMg	21	422	391	37	9
SzD5%	1	125	114	14	3
Átlag	20	569	500	44	10
Irodalmi optimumok		70-140	70-200	18-80	10-60

A középső levelek a várakozásnak megfelelően valamivel nagyobb N és P, valamint mérsékeltebb Ca és Mg koncentrációkat jeleztek az alsó levelekhez viszonyítva. A kezeléshatások itt is gyengén kifejezettek és legtöbbször statisztikailag nem igazolhatók (63. tábl.). A vizsgált mikroelemek átlagos mennyisége alig tér el az alsó levelekben mért átlagoktól. A meszezett talajon ismét kifejezetten lecsökkent a Fe, Mn és Zn tartalom a kontroll, különösen pedig a N, NP, NPK kezelésekhez viszonyítva. (64. táblázat)

63. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a középső levelek összetételére bimbózáskor, 1988- 08. 11.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai (%)

Kezelés jele	N	P	K	Ca	Mg
--------------	---	---	---	----	----

Kontroll	3,25	0,24	3,36	1,16	0,29
N	3,44	0,23	3,04	1,12	0,36
NP	3,45	0,30	3,02	1,72	0,44
NK	3,48	0,25	4,28	1,34	0,46
NPK	4,04	0,31	4,09	1,29	0,33
NPKCa	3,32	0,27	3,57	1,79	0,29
NPKMg	4,20	0,27	3,75	1,18	0,48
NPKCaMg	3,58	0,26	4,22	1,79	0,46
SzD5%	0,72	0,09	1,52	0,63	0,19
Átlag	3,60	0,27	3,67	1,42	0,39

64. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a középső levelek összetételére bimbózáskor, 1988. 08. 11.

Nyíregyházi NAA vizsgálati

Kezelés jele	Légszár az anyag,	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	21	470	448	42	12
N	22	730	502	49	11
NP	20	504	556	50	10
NK	20	612	519	46	9
NPK	21	605	570	50	10
NPKCa	21	477	282	36	8
NPKMg	20	378	501	27	10
NPKCaMg	21	362	313	33	9
SzD5%	3	116	125	13	2
Átlag	21	517	461	42	10

A felső levelek összetételét vizsgálva és összehasonlítva az alsóbb levélemeletekkel konstatálható, hogy a felsőbb levelekben tovább nőtt az átlagos N, valamint csökkent a K, Ca, Mg mennyisége. A P %-okban nincsen érdemi különbség az egyes levélemeletek között. Ami a kezeléshatásokat illeti látható, hogy a tápelemkoncentrációkban a trágyahatások kevésbé kifejezettek és általában statisztikailag nem bizonyíthatók. (65. táblázat)

65. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a felső levelek összetételére bimbózáskor, 1988. 08.

11. Nyíregyházi NAA vizsgálati (%)

Kezelés jele	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	3,49	0,27	3,05	0,97	0,29
N	3,72	0,24	2,90	0,76	0,29
NP	3,96	0,22	3,14	1,12	0,34

NK	3,73	0,16	3,60	0,99	0,36
NPK	4,78	0,28	4,00	0,92	0,28
NPKCa	3,88	0,26	2,87	1,28	0,30
NPKMg	3,78	0,28	4,10	0,97	0,44
NPKCaMg	4,21	0,23	4,01	1,19	0,40
SzD5%	0,51	0,08	1,69	0,56	0,11
Átlag	3,94	0,24	3,46	1,02	0,34

A felső levelek mikroelem tartalma közelálló a korábban taglalt alsó és középső levelekéhez. Hasonlóképpen megnyilvánul az a tendencia, hogy a Ca és Mg kiegészítő trágyázással általában mérsékeltebb Fe, Mn és Zn koncentráció jelentkezik a levelekben. A 66. táblázat eredményei szerint a Cu mennyisége egyértelmű változást nem mutatott. Megemlíthető még, hogy a levelek 20% körüli légszáraz anyagot tartalmaztak és bizonyíthatóan ez az érték nem változott sem a kezelésekre hatására, sem az egyes levélemeletek között. Sőt, a várakozásokkal ellentétes tendenciára utalhat a korábban bemutatott 60. táblázat légszárazanyag %-a. Nem a fiatalabb növényi részek voltak nedvdúsak, hanem éppen fordítva. A kóró 18, az alsó levelek 20, a középső és felső levelek pedig 21% légszáraz anyagot mutattak átlagosan.

66. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a felső levelek összetételére bimbózáskor, 1988. 08. 11.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálata

Kezelés jele	Légszáraz anyag, %	Fe	Mn	Zn ppm	Cu
Kontroll	22	726	479	47	12
N	22	704	489	44	12
NP	20	513	521	45	11
NK	21	702	435	45	12
NPK	21	544	525	47	14
NPKCa	22	473	231	37	9
NPKMg	24	379	441	22	13
NPKCaMg	20	588	325	30	11
SzD5%	4	143	105	12	3
Átlag	22	579	431	40	12

A leveleitől megfosztott zöld dohánykóró tápelemekben gazdag. Nem hasonlítható az aratáskori kukorica szárához, vagy a kalászosok szalmájához. Összetételében a fiatal hajtáshoz áll közel, tehát pl. a bokrosodáskori kalászos vagy 6-8 leveles kukorica szárához, mely még betölti a levél funkcióját, nedvdús és fotoszintézisre képes zöld növényi részt képvisel. A kóró P készlete a levelekével azonos. A N és a K koncentrációja eléri az alsó levelek NK tartalmának 80 %-át, míg Ca és Mg tartalmában szegényebb és inkább a felső

levelek összetételéhez közelít. A kezeléshatások nem kifejezettek és általában nem is bizonyíthatók a makroelemek összetételében. (67. táblázat)

Ami a mikroelemeket illeti, a 68. táblázatban közölt adatok szerint a Fe, Mn és Zn átlagos mennyisége lényegesen (30-40 %-ban) kisebb, mint a levelekben. Az átlagos Cu koncentráció viszont nem tér el érdemben. Legmagasabb Fe, Mn és Zn tartalmakat az N parcellákon, míg legalacsonyabbakat a Ca és Mg trágyázott talajon kaptunk. Az adatok szórása, ill. a mintavétel hibája 10 növényből álló átlagminta esetén természetesen nem elhanyagolható. Ennek ellenére a pregnánsabb változások statisztikailag is bizonyíthatók.

67. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szár összetételére bimbózáskor, 1988. 08. 11. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai, (%)

Kezelés jele	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	2,06	0,22	2,95	0,82	0,18
N	2,72	0,22	2,56	0,69	0,24
NP	2,92	0,22	3,14	1,02	0,36
NK	2,94	0,24	3,08	0,88	0,28
NPK	2,11	0,30	2,73	0,67	0,22
NPKCa	2,50	0,25	3,44	0,71	0,28
NPKMg	2,54	0,26	3,09	0,77	0,30
NPKCaMg	2,65	0,29	3,80	0,81	0,33
SzD5%	0,81	0,09	1,34	0,54	0,17
Átlag	2,56	0,25	3,10	0,80	0,27

68. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szár összetételére bimbózáskor, 1988. 08. 11. Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	Légszáraz anyag, %	Fe	Mn	Zn ppm	Cu
Kontroll	16	329	240	33	13
N	18	526	424	35	12
NP	19	387	385	35	11
NK	19	322	314	34	11
NPK	18	265	439	28	13
NPKCa	18	174	174	23	11
NPKMg	19	335	232	20	13
NPKCaMg	17	224	197	23	12
SzD5%	3	128	101	10	3
Átlag	18	320	301	29	12

Összefoglalóan elmondható, hogy a virágzáskori Virginia dohány kórója volt relatíve a legszegényebb tápelemekben, míg az aljlevelek általában a legtöbb tápelemet tartalmazták szárazanyagaikban. Az alsó levelek kitűntek nagy K, Ca, Mg %okkal, tehát a kívánatos kationfelhalmozás figyelhető meg az érettebb levelekben. A N koncentráció maximumát a fiatal felsőbb levelek mutatták. A levelek összetétele tükrözi a tápláltság körülményeit, a talajviszonyokat, így előrejelezheti a hozam és a minőség alakulását.

10.8. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány termésére és minőségére

A törések idején, 08. 27-én megállapítottuk a növények átlagos magasságát parcellánként. Az egyoldalúan nitrogénnel trágyázott talajon a növények alacsonyok maradtak, kisebb leveleket neveltek és a mérgezésből adódóan az elszáradáshoz hasonló tüneteket, kényszerérést, zöldessárga elszíneződést mutattak. A meszezett és kiegyensúlyozottabban táplált növények magassága a 1,5 m-t is elérte vagy meghaladta és normál vagy haragos zöld színű levelekkel rendelkeztek. A ha-ra vetített tőszám nem változott a kezelések függvényében, a palántázás és a megeredés minden parcellán biztosította a megfelelő állományt. (69. táblázat)

Az 1988. év szélsőségektől mentes átlagos évnek tekinthető a dohány igényei alapján. A csapadék mennyisége $66+76+69=211$ mm a három kritikus hónap (június, július, augusztus) alatt és eloszlása is többé-kevésbé egyenletes. A környező üzemek termése ebben az évben jó átlagos, míg a dohány minősége inkább átlagon aluli volt. A kísérlet átlagában kapott 1,6 t/ha száraz levélsúly közepes termésnek minősül. Az összes száraz levéltermés alacsony maradt az N, NK, valamint a kontroll parcellákon. Az NP, NPK trágyázás nyomán a hozam 1,8 t/ha fölé emelkedik, míg a meszezett NPKCaMg kezelésben 2,2 t/ha körül alakult, mely hazai viszonyok között jónak mondható. (69. táblázat)

69. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány átlagos magasságára és a levelek elszíneződésére, 1988. 08. 27-én

Kezelés jele	Magasság cm	Bonitálás* színeződése	Tőszám 1000db/ha	Összes levél t/ha	
				Zöld	Száraz
Kontroll	127	3,10	24	6,9	1,23
N	82	2,73	23	5,2	0,92
NP	137	3,48	24	10,1	1,82
NK	111	3,50	20	5,5	0,99
NPK	144	3,72	23	10,4	1,85
NPKCa	155	3,52	22	10,7	1,92
NPKMg	148	3,60	23	10,4	1,88
NPKCaMg	155	3,85	21	12,1	2,18
SzD5%	35	0,70	5	2,4	0,42
Átlag	132	3,44	23	8,91	1,60

* Színeződés: 2,0-2,5=zöldes sárga; 2,5-3,0=sárgás zöld; 3,0-3,5= normál zöld; 3,5-4,0=haragos zöld * * A három törés együtt

Az összes levéltermésnek átlagosan 17 %-át adta az I., 31 %-át a II. és 52 %-át a III. törés. Az utolsó törésre 09. 10-én került sor, az érés elhúzódott. Amint a 70. táblázatban látható, a termésbeni különbségek mindhárom időpontban megnyilvánulnak, a trágyahatások iránya és mértéke közelálló. A levelek légszár az anyag tartalmában érdemi eltérés nem jelentkezett az egyes törési időpontok között, az átlagos érték minden töréskor 18 % körüli volt. (70. táblázat)

A Dohánykutató Intézetben végzett vizsgálatok szerint a szárított levelek össz-alkaloid tartalma 0,6-1 % között mozgott és nem volt egyértelmű változás a kezelések függvényében. Tendencia jelleggel érvényesül azonban, hogy a kontroll talajon termelt levelek 0,6 körüli alkaloida %-a a műtrágyázott kezelésekben 0,7-0,8 körüli értékre emelkedik. Az NPK parcellán statisztikailag is valószínűsíthető a megemelkedett közel 1 %-os koncentrációban a kezelés hatása. (71. táblázat)

70. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány levéltermésére töréskor,

1988. (t/ha)

Kezelés jele	I. törés VII. 26.		II. törés VIII. 22.		III. törés IX. 10.	
	Zöld	Légsz.	Zöld	Légsz.	Zöld	Légsz.
Kontroll	1,13	0,20	2,02	0,36	3,72	0,67
N	0,95	0,17	1,62	0,29	2,58	0,46
NP	1,72	0,31	2,90	0,52	5,48	0,99
NK	0,92	0,16	1,62	0,29	3,00	0,54
NPK	1,76	0,31	3,30	0,59	5,30	0,95
NPKCa	1,68	0,30	3,32	0,60	5,66	1,02
NPKMg	1,84	0,33	3,40	0,61	5,20	0,94
NPKCaMg	2,10	0,38	3,70	0,67	6,30	1,13
SzD5%	0,40	0,07	0,60	0,11	0,94	0,17
Átlag	1,51	0,27	2,74	0,49	4,66	0,84

Megjegyzés: Légszár az anyag tartalom átlagosan 18 %

A redukáló cukor mennyisége átlagosan 10 %-ot tett ki a levelekben és igen nagy szórást mutatott. Kifejezett kezeléshatásokat nem lehetett igazolni. Ugyanez mondható el a száraz dohánylevél világos válogatási osztály szerinti %-os arányára, melynek értéke a kísérlet átlagában 68. Az említett minőségi jellemzők természetesen meghatározták a beváltási árat. Az átlagár 76 eFt/t száraz levélre, kezeléshatásokat e mutatóban sem tudtunk igazolni. Mivel a minőségi paraméterekben lényeges eltérések nem jelentkeztek, a bevételt döntően a terméshozam határozta meg. A kis termésű N, NK és kontroll parcellákon átlagosan 82, az NP és NPK kezelésekben 129, míg a NPK+Ca, Mg kezelések átlagában 154 ezer Ft/ha bevétel realizálódott. (71. táblázat)

Összefoglalóan levonható az a tanulság, hogy ha N-nel túltrágyázott talajon termesztünk dohányt, annak minőségét visszafordíthatatlanul elronthatjuk. A N túlsúly egyéb tápelemekkel vagy műtrágyákkal valamelyest ugyan mérsékelhető, de a minőség

71. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány minőségére és értékére, 1988.

Kezelés jele	Összalkaloid %	Red. cukor %	Világos osztály %	Beváltási ár, eFt/t	Bevétel eFt/ha
Kontroll	0,62	9	65	76	93
N	0,65	12	66	79	73
NP	0,85	11	62	70	127
NK	0,75	12	77	81	80
NPK	0,97	7	56	71	131
NPKCa	0,57	7	63	75	144
NPKMg	0,78	11	77	94	177
NPKCaMg	0,75	13	74	65	142
SzD5%	0,29	7	20	19	39
Átlag	0,74	10	68	76	121

lényegesen már nem javítható. A hozam a kiegyensúlyozott táplálás függvénye, a megfelelő ellátás egyéb elemekkel alapvető. A N-túlsúly nagy terméshez vezethet, amennyiben a termést más elem hiánya, minimuma nem korlátozza. A nagyobb termés még a gyengébb minőség esetén is biztosíthat közepes hektáronkénti árbevételt.

Ahhoz, hogy a kísérletben kapott termésszinteket, minőségi paramétereket, valamint a hektáronkénti árbevételeket megítélhessük, a 72. táblázatban bemutatjuk az országos dohányökológiai felmérés Nyírségben végzett 1990. évi eredményeit. A táblázat adatai tartalmazzák mindazon extrémításokat, melyeket a homokos táj táblái, termőhelyei és gazdálkodási viszonyai képviselnek. A kísérleti terméseket az előzőekben már minősítettük, mint gyenge (N, NK, kontroll), közepes (NP, NPK) és jó (NPK+CaMg) a trágyázási kezelések függvényében. A minősítés elfogadható az 1990. évi adatok fényében is.

72. táblázat

Az országos dohányökológiai vizsgálat 1990. évi eredményei
Dohánykutató Intézet, Debrecen, Gondola István adatai
(Nyírség, n = 82)

Jellemzők	minimum	maximum	átlag	CV
Levélt/ha	0,58	3,59	1,61	38
Beváltási ár eFt/t	55	103	80	14

Bevétel eFt/ha	47	248	128	37
Világos osztályú %	7	94	64	25
Redukáló cukor %	3	40	12	39
Összalkaloid %	0,41	3,86	1,60	54
N %	1,68	4,94	3,07	28
P %	0,10	0,34	0,20	22
K %	1,22	6,21	2,56	40
Ca %	0,85	4,65	2,55	38
Mg %	0,18	1,41	0,40	39
Fe ppm	144	1557	546	54
Mn ppm	67	3305	865	97
Zn ppm	14	172	57	57
Cu ppm	4	23	10	37

A kísérleti beváltási átlagár inkább alacsonynak minősül és tükrözi a dohánylevelek gyenge-közepes minőségét, hiszen nem érte el a 80 eFt/t értéket sem, mely a táj üzemeinek 1990. évi átlagára. A ha-onkénti bevétel a terméshez hasonlóan minősíthető, tehát alacsony (N, NK, kontroll), közepes (NP, NPK) és jó (NPK+CaMg) a kezelésektől függően. A világos válogatási osztályok %-a átlagosnak mondható a kísérletben. A redukáló cukor tartalma úgyszintén. A összes alkaloidok koncentrációja 1988-ban a kísérletben alacsonynak tűnik az 1990. évi felmérés 1,6 %-os átlagértékéhez viszonyítva.

A levelek elemösszetételét az irodalmi optimumok alapján minősítettük korábban. A 72. táblázat adatai megerősíthetik az elmondottakat. A kísérletben általában érvényesült a N túlsúlya, átlagon felüli volt a P % a P-kezelésekben és a K luxusfelvétele is igazolható. A Mg-tartalom a táj átlagértékével egyezett, míg a kísérleti átlagos Ca koncentráció a táj átlagát sem érte el. A vizsgált mikroelemek mennyisége a kísérletben többé-kevésbé közelálló volt a táj átlagához, hiszen hasonló savanyú homoktalajokon folyik a termelés (Lásd 61. és 62. táblázatokat).

10.9. Műtrágyázás és meszezés hatása a dohánykóróra betakarításkor

A mintavétel 10. 11-én történt, amikor a leveleitől megfosztott szár még mindig zöld volt és sarjűleveleket fejlesztett. Amint a 73. táblázatban megfigyelhető, a zöld és légszáraz kórósúlyok nem tértek el szignifikánsan az egyes parcellákon, csupán az egyoldalú N kezelésben kaptunk statisztikailag is igazolhatóan alacsonyabb tömeget. A különbségek kiegyenlítődték a tápelemtartalmakban is, hiszen az N, P, K és Ca koncentráció az átlag körül alakul minden kezelésben.

73. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány kóró összetételére és termésére. Föld feletti rész, 1988. 10. 11.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	kg/10 növény		N	P	K	Ca
	Zöld	Légsz				

Kontroll	3,54	0,64	2,30	0,28	3,32	1,20
N	1,88	0,32	2,40	0,26	2,87	0,92
NP	3,59	0,66	2,55	0,38	2,67	1,38
NK	2,95	0,56	2,45	0,31	3,33	1,21
NPK	3,56	0,67	2,17	0,38	3,10	1,01
NPKCa	3,99	0,76	2,19	0,31	2,22	1,16
NPKMg	3,85	0,80	2,89	0,41	3,31	1,12
NPKCaMg	4,00	0,80	2,19	0,34	2,98	1,13
SzD5%	1,72	0,35	0,73	0,09	0,83	0,28
Átlag	3,42	0,65	2,39	0,33	2,98	1,14

A november 11-én vizsgált kóró átlagosan 19 % légszáraz anyagot mutatott a talajállapottól függetlenül. A Mg 0,7-0,8 között ingadozott és koncentrációja nem függött bizonyíthatóan a kezelésektől. Hasonló volt a helyzet a Fe, Zn és a Cu esetében is. A kóró Mn készlete viszont szignifikánsan megnőtt az N, NP, NK és NPK parcellákon, valamint lecsökkent az NPK+CaMg kezeléseknél. (74. táblázat)

74. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a dohány kóró összetételére
Föld feletti rész, 1988. 10. 11.
Nyíregyházi NAÁ vizsgálatai

Kezelés jele	Légszáraz anyag %	Mg %	Fe	Mn	Zn ppm	Cu
Kontroll	18	0,79	607	316	40	11
N	17	0,74	820	604	47	10
NP	18	0,76	740	508	41	9
NK	19	0,72	730	574	41	10
NPK	19	0,73	665	461	37	9
NPKCa	19	0,79	817	265	36	9
NPKMg	21	0,73	832	323	36	11
NPKCaMg	20	0,78	619	273	33	11
SzD5%	4	0,21	267	124	13	3
Átlag	19	0,76	724	405	38	10

Amennyiben a két hónappal korábban, 08. 11-én bimbós állapotban vizsgált fiatalabb kóró átlagos összetételét viszonyítjuk az előregedővel, az alábbi eredményeket kapjuk, %:

Mintavétel	N	P	K	Ca	Mg
08.11-én	2,56	0,25	3,10	0,80	0,27

10.11-én 2,39 0,33 2,98 1,14 0,76

Az adatokból látható, hogy az átlagos N és K tartalom alig csökkent a két hónap alatt, hígulás csak kismérvű volt. Folytatódott a P-felvétel, a Ca akkumulációja, valamint ugrásszerűen megnőtt a Mg koncentrációja.

A 10-10 kóró átlagsúlya a kísérletben 08. 11-én 579, míg 10. 11-én 650 g volt, tehát nem változott lényegesen, mindössze 11 %kal nőtt meg. Jelentős tápelemkészlettel rendelkezik azonban a betakarításkori kóró és éppen azon makroelemekben gazdag, melyekben a termőhely talaja szegény. Amennyiben a 25 ezer tő/ha állománysűrűséggel számolunk, a kórótermés 39 kg N, 5-6 kg P vagy 12-13 kg P₂O₅, 60 kg K₂O, 18 kg Ca és 12-13 kg Mg mennyiséggel gazdagíthatja a talajt hektárra számolva, amennyiben leszántják.

11. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1989-1990. között (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai)

11.1. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1989-ben

1988. őszén búza került a kísérletbe, az újabb Mv-1 5 martonvásári fajtát vetettük el. A téli hónapok csapadékszegénységükkel tűntek ki. A szeptember végi vetést követően év végéig (IV. negyedév 10+11+12. havi összegei) lehullott csapadék mindössze 71 mm volt, az 1989. I. negyedévben pedig 52 mm. Ezt követően kedvezően csapadékos periódus köszöntött be a tenyészdő végéig, 87-82-93-105 mm hullott 04-05-06-07. hónapokban. Az 527 mm éves csapadékösszeg alapján az 1989-es esztendő viszont átlagosan csapadékos évnek minősíthető.

A műtrágyázás és a meszezés hatással volt a búza fejlődésére és terméselemeinek alakulására. Amint a 75. táblázat eredményeiből megállapítható, a növények átlagos magassága szignifikánsan nőtt az NP, NK, NPK kezelésekben mintegy 15 cm-rel, a CaMg trágyázás a kontrollhoz viszonyított magasságot pedig tovább növelte, elérve a 84-87 cm-t. A m²-enkénti kalászsúly ezzel szemben a trágyázatlan talajon adta a legnagyobb értéket. A legfontosabb mutató a kalász súlya, mely a szemtermést meghatározza. A kalászsúlyát egyértelműen az NP, NPK, valamint az együttes NPK+CaMg trágyázás növelte meg.

75. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza fejlődésére és terméselemeire. Aratáskori adatok, 1989.

Kezelés jele	Magasság cm	Kalász db/m ²	Kalász g/m ²	Szalma/ szem	Pelyva/ szem
Kontroll	61	488	316	1,1	0,4
N	70	319	427	1,0	0,3
NP	74	349	500	1,1	0,4
NK	75	351	412	1,0	0,3
NPK	76	404	545	1,0	0,3
NPKCa	78	317	390	1,5	0,3

NPKMg	87	426	604	1,2	0,3
NPKCaMg	84	384	617	1,1	0,3
SzD5%	10	137	139	0,4	0,1
Átlag	74	380	476	1,1	0,3

Sajnos nem határoztuk meg a kalászokban található szemszámot, valamint az 1000-szemek tömegét. Így nem dönthető el, hogy a kiegészítő P-kezelés, valamint a CaMg trágyázás melyik terméselemen keresztül befolyásolta az aratáskori szemtermés alakulását. A szalma/szem, ill. a pelyva/szem arányai nem utalnak lényegesebb változásokra a kezelések függvényében, tehát a trágyahatások iránya és mértéke megközelítően azonos mértékben érvényesült mind a vegetatív melléktermés, mind a generatív szemtermés képzésében.

Az igen kedvező időjárású, 1989. évben és a korábbi istállótrágyázás hatására jelentős búzaterméseket kaptunk. Az átlagos pelyva termés meghaladta az 1 t/ha, a szalma pedig csaknem elérte a 4 t/ha mennyiséget. A kontroll parcellák termése átlagosan megduplázódott az NPK+CaMg kezelésekből, mely 4-5 t/ha szem, ill. 6-7 t/ha melléktermés tömeget jelentett. Az összes föld feletti betakarított légszár az anyag 11-12 t/ha légszár anyagot produkált a legjobb parcellákon, melynek átlagosan 41 %-a jutott a szemre, 59 %-a pedig a szalma+pelyva hányadára. (76. táblázat)

76. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza termésére, 1989, (t/ha)

Kezelés	Pelyva	Szalma	Együtt	Szem	Összesen
Kontroll	0,91	2,38	3,29	2,26	5,54
N	1,01	3,11	4,12	3,26	7,38
NP	1,24	3,89	5,13	3,60	8,72
NK	0,92	3,17	4,09	3,20	7,28
NPK	1,23	4,17	5,40	4,00	9,39
NPKCa	0,98	4,09	5,07	2,92	8,00
NPKMg	1,32	5,49	6,81	4,72	11,53
NPKCaMg	1,30	5,47	6,77	4,87	11,64
SzD5%	0,33	1,21	1,60	1,11	2,37
Átlag	1,11	3,97	5,08	3,60	8,68
Megoszlási %	13	46	59	41	100

A laboratóriumi elemzések (77. táblázat) szerint a szemtermés N %-a gyakorlatilag nem változott a kezelések függvényében. A jelenséghez minden bizonnyal az alábbi okok hozzájárulhattak:

- Az 1988-ban adott 35 t/ha istállótrágya utóhatása, ill. a talaj természetes N-szolgáltatása többé-kevésbé megfelelő N-ellátást biztosított a kontroll parcellán is;
- A nagyobb termést adó kezelésekből nagyobb N-felvétel, tehát nagyobb N-igény jelentkezett,

mely hígulást eredményezhetett az intenzív szárazanyag gyarapodás időszakában;

- A csapadékos hónapok alatt a műtrágya és az istállótrágya NO₃-N tartalma a mélyebb rétegekbe mosódhat és elveszthet a növény számára.

A szem P-tartalma egyértelműen és bizonyíthatóan megnőtt a trágyázott talajokon, ez alól csak a P-hiányos NK parcellák jelentettek kivételt. A K, Mg és Ca koncentrációk nem mutattak igazolható módosulást vagy egyértelmű változást. (77. táblázat) Hasonlóképpen nem változott a Na, Fe, Zn és a Cu mennyisége sem. Az N, NP kezelésekben mért maximális Mn tartalmak viszont szignifikánsan meghaladták a kontrollt, valamint az NPK+CaMg parcellákon mért alacsonyabb koncentrációkat. (78. táblázat)

77. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szem összetételére, 1989

Kezelés jele	N	P	K %	Mg	Ca ppm
Kontroll	2,03	0,35	0,35	0,14	369
N	2,50	0,43	0,45	0,17	383
NP	2,56	0,46	0,48	0,16	245
NK	1,96	0,40	0,41	0,14	169
NPK	2,33	0,45	0,46	0,14	172
NPKCa	2,35	0,49	0,52	0,15	433
NPKMg	2,19	0,44	0,46	0,19	169
NPKCaMg	2,16	0,47	0,49	0,15	161
SzD5%	0,52	0,08	0,17	0,06	407
Átlag	2,26	0,44	0,45	0,16	263

A szalma összetétele még inkább kiegyensúlyozottnak mutatkozott. Így pl. a 79. táblázat adatai szerint az N, P és K tartalmak nem tértek el szignifikánsan egymástól. A Ca mennyisége viszont igazolhatóan megnőtt az NP, NPKCa parcellákon az NK, NPK kísérlethez viszonyítva. Emelkedett a Mg koncentrációja is a kiegészítő CaMg trágyázás nyomán.

A 80. táblázatban bemutatott mikroelemek közül nem változott a Fe, Zn és Cu mennyisége a kezelések függvényében. A szalma Mn készletében ugyanakkor növekedés mutatható ki az N és NP kezelésekben. A műtrágyázás 2-3-szoros akkumulációt eredményezett a kontrollhoz képest a Na tartalomban. Amikor a műtrágyázás meszezéssel párosult, a talaj magasabb pH értékein, ez a megnövelt Na koncentráció gyakran a felére vagy harmadára süllyedt.

78. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szem összetételére, 1989.
(ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
---------	----	----	----	----	----

Kontroll	108	95	78	55	6,0
N	155	86	142	54	5,6
NP	137	85	155	55	6,1
NK	118	64	95	37	5,8
NPK	109	59	111	48	4,3
NPKCa	141	88	122	57	5,4
NPKMg	84	80	95	51	5,6
NPKCaMg	94	58	86	48	4,6
SzD5%	113	40	36	16	2,0
Átlag	118	77	110	51	5,4

79. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szalma összetételére, 1989, (%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	1,13	0,21	1,43	0,13	0,10
N	1,17	0,27	1,36	0,12	0,11
NP	1,20	0,29	1,53	0,16	0,12
NK	0,93	0,25	1,44	0,11	0,09
NPK	1,03	0,27	1,39	0,11	0,10
NPKCa	1,15	0,33	1,63	0,18	0,14
NPKMg	1,12	0,32	1,47	0,12	0,15
NPKCaMg	0,92	0,29	1,57	0,14	0,10
SzD5%	0,40	0,13	0,27	0,04	0,05
Átlag	1,08	0,28	1,48	0,14	0,11

80. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szalma összetételére, 1989.
(ppm)

Kezelés	Fe	Mn	Na	Zn	Cu
Kontroll	249	188	135	27	3,2
N	204	350	299	27	3,2
NP	210	351	321	28	4,6
NK	190	284	288	24	2,6
NPK	193	276	375	25	3,9

NPKCa	190	236	86	36	3,6
NPKMg	206	305	184	34	4,0
NPKCaMg	158	242	97	26	2,4
SzD5%	79	123	180	11	2,6
Átlag	200	279	223	28	3,4

Összefoglalva arra a következtetésre juthatunk, hogy amennyiben az időjárás a búza számára kedvező, elégséges mennyiségű csapadék hullik a tenyészidő során és annak eloszlása is megfelelő, az országos átlaghoz közeli búzatermések érhetők el. A kielégítő termés feltétele a talajtermékenység megfelelő állapota, azaz a főbb tápelemekkel való ellátottság biztosítása trágyázással, valamint az elsavanyodás meggátlása meszezéssel. Az intenzívebb búzafajták is sikerrel termeszthetők ezen a sovány nyírségi homoktalajon, ha a termőhely víz és tápanyag szükségletüket fedezni képes.

11.2. Műtrágyázás és meszezés hatása a búzára 1990-ben

Az 1990. évben szintén az Mv-15 fajtájú búzát termesztettük a kísérletben. Ez az esztendő kedvezőtlen volt a búza számára. A vetést követően extrém száraz időszak következett, 1989. utolsó negyedében a 10.+11.+12. hónapok alatt csupán 56 mm eső hullott. 1990. első negyedében pedig ez a csapadékösszeg mindössze 40 mm mennyiséget tett ki, tehát a téli félév csapadékösszege 100 mm alatt maradt. Aszályos volt a tavasz és a nyár is. A II. negyedévben 135, a III. negyedévben 91 mm csapadék érkezett. A búza tenyészideje alatt összesen (vetéstől aratásig) 250 mm esőt kapott.

A hosszan tartó aszály miatt a növények rosszul fejlődtek, alacsonyok maradtak és alig bokrosodtak. Az állomány heterogénné vált, megnőtt a kísérlet hibája, a trágyahatások kifejlődését az általános vízhiány limitálta. Az átlagos növénymagasság 50 cm volt a kontroll talajon, 63-69 cm a műtrágyázott kezelésekben és 72-75 cm a meszezésben is részesült parcellákon. A kalászkák száma relatíve ez évben is a trágyázatlan parcellán volt a legnagyobb, de a kalászkák aprók és gyakran léhák maradtak, ill. fejletlen szemekkel rendelkeztek.

81. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza fejlődésére és terméselemeire. Aratáskori adatok, 1990.

Kezelés jele	Magasság cm	Kalász db/m ²	Kalász g/m ²	Szalma/ szem	Pelyva/ szem
Kontroll	50	177	67	1,1	0,38
N	66	102	136	0,8	0,26
NP	63	119	144	1,0	0,28
NK	66	124	136	1,3	0,29
NPK	69	124	164	0,9	0,23

NPKCa	64	100	123	1,1	0,26
NPKMg	72	115	144	0,9	0,24
NPKCaMg	75	132	184	0,9	0,24
SzD5%	11	72	68	0,6	0,10
Átlag	66	124	137	1,0	0,27

Amint a 81. táblázatban látható, a kalászsúly rendkívül alacsony a kontroll parcellán, megduplázódik a műtrágyázási kezelésekben és tovább emelkedik a meszezett NPKCaMg talajon. A szalma/szem aránya érdemben nem változik. A pelyva/szem aránya megnő a trágyázatlan talajon, ahol a sok kicsi kalász kevés szemet tudott kifejleszteni. Összességében azonban a melléktermés/főtermés arányok nem térnek el a kedvező 1989. évi átlagoktól, tehát az extrém szárazság pusztító hatását a vegetatív és generatív szervek egyaránt elszenvették.

Az 1990. évi abszolút terméseket a 82. táblázatban tüntettük fel. A pelyva termése nem éri el a 0,3 t/ha mennyiséget a kísérlet átlagában, a szalma tömege pedig alig haladja meg az 1 t/ha értéket és alatta maradt az előző év pelyva tömegének. A szem és az összes föld feletti termés tömege nem éri el az 1989. évi 1/3-át. Ami a kezeléshatásokat illeti megállapítható, hogy a pelyvában gyengék, a szalma súlyokban közepesek, míg a szemsúlyokban már kifejezettek a trágyahatások. A kontroll 0,5 t/ha szemtermése kereken 1,5 t/ha-ra emelkedik a teljes műtrágyázásban és meszezésben, valamint Mg trágyázásban részesített talajon. A műtrágya a csapadék abszolút hiányát tehát nem pótolhatja, de a kiegyensúlyozott tápanyagellátással az aszálykárok mérsékelhetők. Általános tapasztalat, hogy a megfelelően táplált növények vízhasznosítása javul, a szárazságtűrés pedig előnyösen változik.

82. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza termésére, 1990. (t/ha)

Kezelés	Pelyva	Szalm	Együtt	Szem	Összesen
Kontroll	0,18	0,51	0,69	0,49	1,18
N	0,28	0,87	1,15	1,07	2,22
NP	0,30	1,07	1,37	1,14	2,51
NK	0,29	1,20	1,49	1,02	2,51
NPK	0,31	1,20	1,51	1,34	2,84
NPKCa	0,25	1,10	1,35	0,97	2,33
NPKMg	0,28	1,04	1,32	1,16	2,48
NPKCaMg	0,35	1,33	1,68	1,48	3,16
SzD5%	0,16	0,50	0,60	0,62	1,18
Átlag	0,28	1,04	1,32	1,08	2,40
Megoszlási %	12	43	55	45	100

Lássuk, hogyan alakult ebben az évben a növények ásványi összetétele. A 83. táblázat

eredményei szerint a szemtermés makroelemeinek koncentrációi bizonyíthatóan szinte egyáltalán nem változnak a kezelések függvényében. A N %-ok igen magasak és kiegyenlítettek, az alacsony termékek N-igényét a kontroll talaj is kielégítette. Ehhez minden bizonnyal az is hozzájárult, hogy a 3. éves istállótrágya és a talaj ásványi N-je nem mosódhatott mélyen a gyökérszóna alá csapadék hiányában.

83. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szem összetételére, 1990.

Kezelés	N	P	K %	Mg	Ca ppm
Kontroll	2,31	0,34	0,39	0,19	421
N	2,36	0,36	0,42	0,15	522
NP	2,59	0,39	0,44	0,16	550
NK	2,56	0,38	0,43	0,17	531
NPK	2,70	0,40	0,45	0,18	572
NPKCa	2,72	0,43	0,45	0,16	560
NPKMg	2,38	0,35	0,39	0,19	383
NPKCaMg	2,77	0,35	0,40	0,17	671
SzD5%	0,62	0,09	0,09	0,05	255
Átlag	2,53	0,37	0,42	0,16	532

Ismert, hogy a N tömegárammal könnyen bejut a növénybe és száraz években könnyen felhalmozódik. A P-tartalom ezzel szemben mérsékeltnak mondható, nem éri el az 1989. évi szintet. Az extrém szárazság megnehezíti a talaj P-formáinak oldhatóságát és a diffúziós utak meghosszabbodnak, a növények P-felvétele gátolt lehet. A K és Mg koncentrációk az előző évihez közeli és kiegyenlítettek, érdemi kezeléskülönbségeket nem mutatnak. E két elem oldhatósági viszonyai a N és a P között helyezkednek el.

A szem Ca tartalma megduplázódott az aszályos 1990- évben az 1989-hez viszonyítva. A kalciumra is jellemző, hogy a vízfelvétel útján passzívan bejuthat a töményedő talajoldatból a növényi szövetekbe és ott felhalmozódik száraz években. A Ca akkumulációja sokkal látványosabb lehet, mint pl. a N-é, hiszen luxusfelvételre kifejezetten hajlamos elem. Amint a 84. táblázatban látható, a vizsgált mikroelemek koncentrációja nem változott érdemben a kezelések függvényében a Fe kivételével. Az átlagos elemtartalom 20-30 %kal volt alacsonyabb, mint 1989-ben. Ez alól a tendencia alól részben a Zn jelent kivételt, a 40 % körüli csökkenéssel.

84. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szem összetételére, 1990.(ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	58	40	72	25	4,6
N	74	48	86	30	3,9

NP	75	52	108	37	4,8
NK	80	49	98	33	4,2
NPK	115	70	103	30	4,6
NPkCa	91	50	87	35	4,2
NPkMg	66	60	62	23	4,2
NPkCaMg	105	53	61	28	3,3
SzD5%	65	18	61	14	1,6
Átlag	83	52	90	31	4,2

Mint tudjuk, a Zn felvétele a P-hoz hasonlóan a száraz talajban nehezebbé válik. Mind a P, mind a Zn hiánytünetek a száraz tavaszon jelentkeznek gyakrabban. A P-Zn ionantagonizmus jelensége tehát itt nem érvényesülhetett, az alacsonyabb P-felvétellel mérsékeltebb Zn felvétel járt együtt, mert mindkét elem oldhatóságát korlátozta a drasztikus vízhiány. Relatív azonban a Zn felvétel mérséklődött erősebben. A P/Zn aránya a szemben 1989-ben átlagosan 86, míg 1990-ben 119 volt, tehát a relatív P-túlsúly a szárazabb évben jobban érvényesült. Megjegyzendő, hogy mindkét év P/Zn aránya még az optimális tartományt képviselte, tehát kiegyensúlyozott volt.

A szalma makroelemeinek tartalma (85. táblázat) a szemnél megfigyeltékhez hasonlóan bizonyíthatóan a P kivételével nem változik a kezelések függvényében. A kedvező 1989. évi szalmatermés átlagos összetételéhez hasonlítva megállapítható, hogy a N, K és Mg koncentrációk közeliak a két évben. Ezzel szemben az átlagos P tartalom felére süllyedt, míg a Ca megháromszorozódott 1990-ben, az aszályos esztendőben. Amint az előbbieken erre utaltunk, a felvétel mechanizmusa eltér e két elemnél: a Ca esetében a tömegáram, míg a P esetében a diffúzió meghatározó. A vegetatív szalma jól tükrözi a tápanyagfelvétel eltérő körülményeit, melyet a csapadékos és aszályos év nyújtott.

85. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szalma összetételére, 1990., (%)

Kezelés	N	P	Ca	Mg	
Kontroll	0,75	0,08	1,08	0,26	0,09
N	0,86	0,12	1,53	0,48	0,12
NP	1,05	0,15	1,54	0,53	0,12
NK	0,72	0,11	1,55	0,40	0,11
NPK	0,97	0,14	1,49	0,43	0,13
NPkCa	1,01	0,18	1,77	0,47	0,14
NPkMg	0,78	0,12	1,53	0,29	0,14
NPkCaMg	0,98	0,16	1,48	0,46	0,13
SzD5%	0,40	0,07	0,69	0,37	0,06
Átlag	0,92	0,13	1,51	0,44	0,12

A szalma mikroelemei közül a Fe és a Mn reagált a kezelésekre. A Fe koncentrációi csökkentek a trágyázott parcellákon, ill. a maximális Fe tartalmat a kontroll parcella mutatta. Az elmúlt évben megfigyeltekhez hasonlóan legalacsonyabb Mn készletet a kontroll, valamint a CaMg kiegészítésben részesült kezelés szalmatermésében mértünk. Az átlagos összetétel alapján megállapítható, hogy az 1989-es évhez viszonyítva lényegesen nem változott a Mn és Cu koncentrációja, mintegy felére csökkent a Na, 40 %-kal a Fe és 30 %-kal a Zn tartalom. (86. táblázat)

86. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a szalma összetételére, 1990.
(ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	82	275	193	22	3,3
N	125	152	236	17	3,9
NP	105	175	325	21	4,3
NK	100	144	236	22	3,9
NPK	71	136	259	16	3,8
NPKCa	96	180	182	21	3,3
NPKMg	86	191	160	17	3,3
NPKCaMg	47	138	142	21	3,8
SzD5%	80	69	86	13	1,5
Átlag	99	166	238	20	3,8

1990-ben a pelyva analízisére is sor került. Amint az a 87. és 88. táblázatokból megállapítható, a pelyva átlagos összetétele közelálló a szalmához. Lényeges eltérések is fennállnak azonban. Így pl. a pelyva a szalmához viszonyítva N-ben 13, P-ban 15, K-ban 52, Ca-ban 23, Mg-ban 33 %-kal szegényebbnek mutatkozott. Főként kationokban gazdagabb a szalma. Az átlagos összetétele alapján tehát a pelyva átmenetet képez a szem és a szalma között. Az elmondottakat még inkább alátámaszthatja a Na és a mikroelemek mennyisége, melyek a Fe kivételével alig különböznek a szalmában mért értékektől. A Fe koncentrációja átlagosan mintegy 60 %-kal meghaladta a szalmáét.

87. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a pelyva összetételére, 1990. (%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	0,67	0,07	0,44	0,30	0,07
N	0,74	0,09	0,76	0,39	0,10
NP	0,86	0,12	0,76	0,43	0,08
NK	0,84	0,10	0,70	0,24	0,08
NPK	0,74	0,11	0,72	0,26	0,07

NPKCa	0,94	0,12	0,82	0,29	0,08
NPKMg	0,74	0,13	0,86	0,28	0,08
NPKCaMg	0,79	0,11	0,78	0,48	0,08
SzD5%	0,26	0,05	0,21	0,22	0,03
Átlag	0,80	0,11	0,73	0,34	0,08

88. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a pelyva összetételére, 1990. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	99	417	208	23	4,6
N	126	224	188	18	4,7
NP	130	282	273	19	4,5
NK	110	239	229	23	4,3
NPK	99	222	167	18	3,8
NPKCa	111	246	185	22	4,6
NPKMg	130	342	152	18	4,2
NPKCaMg	124	234	133	18	4,6
SzD5%	44	86	105	7	1,1
Átlag	116	264	208	20	4,4

11.3. Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelem felvételére

Ahhoz, hogy megismerjük e talajon a búza tápelemforgalmát és ezzel tápelemigényét, szükséges az összes föld feletti termésben foglalt elemek mennyiségi ismerete. A tápelemmérégek becsléséhez, a trágyázási szaktanácsadás alapjainak kimunkálásához nemkevésbé támaszkodunk a termésben foglalt tápanyagok adataira. A kedvező és kedvezőtlen év összehasonlítása e téren is számos tanulsággal szolgálhat számunkra. Fontos annak ismerete is, hogy mely elemek akumulálódnak az elszállított főtermésben, és mely elemek kerülnek vissza a talajba a melléktermés leszántásával, a kombájn betakarítást követően.

A termés függvényében 46-105 kg/ha között ingadozott a szem N-készlete. A szalmában 33-68 kg/ha között, míg a teljes föld feletti termésben 83-171 kg/ha N-t mértünk. A felvett N 62 %-át a szemben, 38 %-át pedig a szalmában halmozta fel a búza. A felvett P mennyiségében közel 3-szoros különbségeket találunk az egyes kezelések között, ez mind a szem, mind a szalma P-hozamában megfigyelhető. Az összes felvett P 15-38 kg/ha érték között mozgott, azaz 34-87 kg/ha P₂O₅ mennyiségeket jelentett. (89. táblázat)

A K és a Ca döntően a szalmában található, mindössze 14-18 esik a szemtermésre. A szem 8-24, míg a szalma 47-108 kg/ha K felvételt jelzett. A teljes K-hozam 55-132 kg/ha K, azaz 66-158 kg/ha K₂O értékkel jellemezhető a kísérletben. A szem Ca forgalma elhanyagolható, nem éri el az 1 kg/ha Ca mennyiséget. Az összes felvett Ca pedig 5-10 kg Ca, azaz 7-13 kg CaO-t tett ki hektáronként. Amennyiben a szalmát leszántják, a talajt a búzatermesztés nem szegényíti el

Ca-ban. Meg kell jegyezni, hogy a talaj Ca vesztesége évenként egy nagyságrenddel nagyobb lehet a kilúgzás útján, mint a teljes búzatermés Ca készlete. (90. táblázat)

89. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére, 1989.

Kezelés jele	N kg/ha			P kg/ha		
	Szem	Szalma*	Együtt	Szem	Szalma	Együtt
Kontroll	46	37	83	8	7	15
N	82	48	130	14	11	25
NP	92	61	153	17	15	32
NK	63	33	96	13	9	22
NPK	93	49	142	18	12	30
NPKCa	69	74	142	14	21	35
NPKMg	104	68	171	21	17	38
NPKCaMg	105	61	166	23	15	38
SzD5%	29	19	43	5	6	9
Átlag	85	53	138	16	13	29

* Szalma + pelyva együtt

** $P_2O_5 = P \times 2,29$

90. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére, 1989.

Kezelés jele	K kg/ha *			Ca kg/ha		
	Szem	Szalma	Együtt	Szem	Szalma	Együtt
Kontroll	8	47	55	0,9	4,3	5
N	15	56	71	1,0	5,0	6
NP	17	77	94	0,9	8,1	9
NK	13	56	69	0,5	4,0	5
NPK	18	79	97	0,7	6,1	7
NPKCa	15	83	98	1,2	9,1	10
NPKMg	22	101	122	0,8	8,1	9
NPKCaMg	24	108	132	0,8	8,6	9
SzD5%	5	28	31	0,6	2,6	3
Átlag	16	74	90	0,9	6,5	8

* $K_2O = K \times 1,20$

A felvett Mg mintegy fele volt a szemtermésben, másik fele pedig a szalmában. A szem és a szalma egyaránt 3-7 kg/ha körüli Mg készlettel rendelkezett, így a teljes Mg-forgalom 6-14 kg/ha között alakult a kezelések függvényében. Itt is igaz, amit a Ca esetében megjegyeztünk: a talaj Mg vesztesége jelentősen meghaladhatja a búzatermással elvitt mennyiséget a szokásos kilúgzás folytán. Átlagosan a Mn 77 %-át találtuk a szalmában és az összes Mn felvétel 1-2

kg/ha között mozgott. (91. táblázat)

91. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére, 1989.

Kezelés jele	Mg kg/ha			Mn kg/ha		
	Szem	Szalma	Együtt	Szem	Szalma	Együtt
Kontroll	3,2	3,3	6,5	0,18	0,62	0,80
N	5,5	4,6	10,1	0,46	1,47	1,93
NP	5,7	5,9	11,6	0,56	1,89	2,45
NK	4,4	3,0	7,4	0,30	1,08	1,39
NPK	5,6	4,0	9,6	0,44	1,51	1,95
NPKCa	5,6	8,6	14,2	0,36	1,20	1,56
NPKMg	6,7	6,0	12,0	0,45	1,90	2,35
NPKCaMg	7,3	6,6	13,9	0,42	1,45	1,87
SzD5%	2,0	2,2	3,5	0,15	0,69	0,76
Átlag	5,6	5,1	10,6	0,44	1,48	1,91

A Zn mintegy 60 %-a a szemben akkumulálódott, döntően a generatív szerv képzéséhez igényelte a növény, a nitrogénhez, foszforhoz és részben a magnéziumhoz hasonlóan. Mennyisége 200400 g között ingadozott hektáronként. A felvett Cu-nek is valamivel több mint felét a szemben találjuk, de az összes Cu mennyisége a 8,68 t/ha föld feletti légszáras anyagban nem érte el a 40 g-ot. A termésektől függően a Cu-felvétel 24-51 g/ha értékkel volt jellemezhető a 92. táblázat eredményei szerint.

92. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére, 1989.

Kezelés jele	Zn kg/ha			Cu kg/ha		
	Szem	Szalma	Együtt	Szem	Szalma	Együtt
Kontroll	125	89	214	14	10	24
N	177	116	293	18	14	32
NP	202	145	347	22	26	48
NK	119	80	199	19	9	28
NPK	193	116	293	17	19	36
NPKCa	167	184	352	16	18	34
NPKMg	243	191	434	26	25	51
NPKCaMg	233	132	365	22	13	35
SzD5%	68	52	104	7	14	17

Átlag 185 129 314 19 18 37

Összehasonlításképpen bemutatjuk az aszályos 1990. évben termett búza teljes elemforgalmát is. A főbb makroelemek mennyisége 3-4-szeres ingadozást jelzett a kezelések függvényében és az alábbi abszolút számokat mutatta: N 16-58, P 2-8, K 8-28, Ca 4-18, Mg 2-5 kg/ha. A kísérlet átlagában kapott értékek alacsonyak, pl. az összes N-felvétel 1990-ben 39, míg 1989-ben 138 kg/ha mennyiséget tett ki. A kis termésnek kicsi a tápelem, ill. közvetetten a trágyaigénye. (93. táblázat)

Ami a mikroelemeket illeti látható a 94. táblázat adataiból, hogy az aszályos évben a teljes búzatermés mindössze és kereken 300 g Fe, 400 g Mn, 60 g Zn és 10 g Cu felvételt produkált ha-ra vetítve. A táblázatban feltüntettük az 1989. évi búza Fe felvételét, mely a kísérlet átlagában 1,3 kg/ha az 1990. évi 300 g/ha mennyiséggel szemben. Az 1 t szemtermés és a hozzá tartozó melléktermés fajlagos tápelemtartalma a két évben 36-38 kg N, 5-8 kg P, 21-25 kg K, 2-4 kg Ca és Mg között alakult. Ezek a fajlagos mutatók az N, P és K elemekre lényegesen nagyobb, míg a Ca és Mg elemekre lényegesen alacsonyabb értékeket jeleznek, mint a hazánkban általánosan elfogadottak.

93. táblázat

Mútrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére 1990 ben (Szem + szalma + pelyva együtt), (kg/ha)

Kezelés	N	K	Ca	p	Mg
Kontroll	16	8	4	2,1	1,5
N	35	20	10	5,2	2,8
NP	42	23	13	6,2	3,3
NK	40	25	11	5,7	3,4
NPK	47	26	13	7,0	3,9
NPKCa	39	25	11	6,2	3,0
NPKM9	38	23	8	5,7	3,2
NPKCaMg	58	28	18	7,6	4,6
SzD5%	25	12	11	3,7	2,2
Átlag	39	23	12	5,7	3,2

94. táblázat

Mútrágyázás és meszezés hatása a búza tápelemfelvételére 1990ben (Szem + szalma + pelyva együtt), (g/ha)

Kezelés	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe*
Kontroll	236	172	27	5	1,44
N	245	351	53	9	1,08
NP	326	523	67	11	1,37
NK	296	456	65	10	0,93
NPK	323	506	66	12	1,18

NPKCa	320	314	63	9	1,94
NPKMg	363	274	50	9	1,52
NPKCaMg	346	326	77	12	1,35
SzD5%	155	266	33	7	0,51
Átlag	299	399	60	10	1,30

* Fe kg/ha 1989-ben

11.4. A búzakísérletek tanulságainak összefoglalása

Összefoglalva a búza kísérletek két évének tanulságait az alábbi főbb következtetések levonását tartjuk fontosnak:

1. Az intenzív búzafajta is sikerrel termesztethető ezen a sovány nyírségi homoktalajon, amennyiben az adott évben a termőhely víz és tápanyag szükségletét fedezni képes.
2. A kielégítő termés feltétele a talajtermékenység megfelelő állapota, a főbb makrotápelemekkel való ellátottság biztosítása trágyázással, valamint az elsavanyodás elhárítása rendszeres mésztrágyázással.
3. Aszályos évben a búza termése rendkívüli módon lecsökkent, különösen a trágyázatlan parcellákon. Műtrágyákkal a csapadék hiánya nem pótolható, de a megfelelő táplálással az aszálykárok csökkenthetők, az évhatások mérsékelhetők, a növények vízhasznosítása javítható.
4. A relatív áragy %-os trágyahatások a száraz évben kifejezettebbek. A kedvező időjárású esztendőben a kontroll parcella termése kerekén 2,3 t/ha, míg a legjobb kezelésben 4,9 t/ha, tehát megduplázódik. Száraz évben viszont a 0,5 t/ha kontroll parcella termését 1,5 t/ha-ra növeli a trágyázás, tehát megháromszorozódik.
5. A tartós szárazság negatív hatása egyaránt jelentkezett mind a vegetatív, mind a generatív szervek termésnövekedésében, a melléktermés/főtermés arányai lényegesen nem módosultak az évhatás függvényében.
6. Aszályos esztendőben a búza gyengén fejlődik, rosszul bokrosodik, az állomány heterogénné válik és megnőhet a kísérlet hibája, ill. a termésjellemzők szórása. Az abszolút trágyahatások lecsökkennek, mert kifejlődésüket az általános vízhiány limitálja. A relatív trágyahatások ugyanakkor megnőnek, de statisztikailag kevésbé bizonyíthatók.
7. Ami a búza tápelemfelvételét illeti megállapítottuk, hogy a száraz évben megnehezülhet a P és Zn felvétele, valamint többszörösére nőhet a Ca akkumulációja mind a szemben, mind a szalmában. Az egyéb elemek átlagos koncentrációi nem tértek el lényegesen a két évben. A vegetatív részt képviselő szalma összetétele különösen jól tükrözte a tápelemfelvétel eltérő körülményeit, mely a kedvező és az aszályos esztendőben megnyilvánult.
8. A felvett N, P, Mg és Zn nagyobb részét a szemben találtuk, míg a K és Ca, valamint

az egyéb mikroelemek döntő hányadát a szalma halmozta fel. A felvett táplálóanyagok mennyiségét alapvetően a termések nagysága határozta meg.

9. Amennyiben száraz évben drasztikus termés csökkenés következik be, a növény által fel nem vett tápanyagok a következő évben hasznosulhatnak. Célszerű ezért a szaktanácsadás során a talajban maradt trágyák utóhatását figyelembe venni és így a soron következő növény trágyaigényét csökkenteni.
10. A pelyva makroelem összetétele alapján a szalmához állt közelebb, de annál szegényebbnek mutatkozott, főként a kationokban. Mikroelem készlete szinte alig különbözött a szalmáétól. Az összes tápanyagforgalma alapján a pelyvát elhanyagolhatjuk a gyakorlati számítások során, hiszen súlya 10 % körüli vagy alatti, tehát hibahatáron található. A szalma+pelyva tömegét és elemkészletét együtt célszerű figyelembe venni, a szalma mintegy 10-15 %kal növelt szárazanyag tömege és tápelemfelvétele útján (a pelyva elemzése és mérése nélkül).
11. Az 1 t szem és a hozzá tartozó szalma+pelyva termés létrehozásához felhasznált fajlagos tápelemigény ezen a homokon az alábbi értékekkel volt jellemezhető: 36-38 kg N, 5-8 kg P (1118 kg P₂O₅), 21-25 kg K (25-30 kg K₂O), ill. 2-4 kg Ca és Mg. A szokatlanul magas fajlagos N, P és K mutatók tükrözik a trágyázottságot, a talaj kielégítő ellátottságát, valamint a tápelemek mobilitását a homoktalajban.
12. A talajtermékenység fenntartása szemszögéből fontos kiemelni, hogy a szalma rendszeres leszántásával a K, Ca, Mg kationok jelentős része visszakerülhet a talajba. A fontos tápelemek megőrzésén túl a talaj így rendszeresen szervestrágyázásban részesül, mely fizikai tulajdonságait is javíthatja.
13. Az 1990-es év "évszázad szárazsága" arra is figyelmeztet, hogy a búzatermesztés kockázata ezen a talajon rendkívül nagy. Agronómiai szempontból célszerű e növényt a jobb vízgazdálkodású és termékenységű talajokon termesztetni a termésbiztonság céljából, amennyiben választási lehetőséggel rendelkezünk.
14. A búza meghálálja a talaj felvehető P-tartalmának kielégítő szintre emelését, a mérsékelt N-trágyázást, valamint a talaj pH(KCl) értékének 6 körüli szinten tartását. A szaktanácsunkban általánosan elfogadott és a homoktalajokra finomított talajvizsgálati határértékek iránymutatóul szolgálhatnak a gyakorlati trágyázás során.
15. Az egyéves kísérletek az agronómiában nem elfogadhatók, különösen az időjárásra érzékeny homoktalajokon. Csak a többéves vizsgálatok alapján adható megbízható szaktanácsadás a termelőnek, felhasználva a talajvizsgálati és növényelemzési adatokat.

12. Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalera

1991-92. között (KÁDÁR IMRE és SZEMES IMRE adatai)

12.1 Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalera 1991-ben

E növény jelentősége, vetésterülete hazánkban is növekszik, ásványi táplálásával foglalkozó szakirodalmi források száma azonban ma még kevés. Terjedése annak köszönhető, hogy a rosszabb búzatalajokon is kielégítően fejlődik, rozsdának ellenáll, fehérjetartalma magas. A triticales kedvezőtlen tulajdonságait, mint a hosszú szalma, megdőlésre való hajlam, késői érés stb. ma már a nemesítés jelentős részben kiküszöbölte.

Az 1991. év igen kedvező volt a triticales számára. A tél ugyan csapadékban szegény volt (az első negyedévben mindössze 60 mm hullott), azonban a tavaszi negyedévben 202, júliusban pedig 69 mm esőt kapott az állomány. Úgy tűnik, hogy a trágyahatások kifejlődését semmi sem gátolta a tenyészdő folyamán. Ebben a nedves évben a N-hatások is jelentkeztek tendencia jelleggel, de különösen hatékonynak mutatkozott az NP és az együttes NPKCaMg trágyázás.

Amint a 95. táblázatban látható, a trágyázás és a meszezés együttesen megnövelte a növény magasságát mintegy 50, a kalászkok számát 150, a m²-enkénti kalásztömeget pedig 540 %-kal a kontrollhoz viszonyítva. A kezelések befolyása egyaránt megnyilvánult a szem, szalma és pelyva termésben, így azok egymáshoz viszonyított arányai lényegesen nem változtak a trágyázás vagy a meszezés + trágyázás függvényében. A szalma és a szem tömege átlagosan azonosnak mutatkozott, míg a pelyva a szem tömegének 30 %-át tette ki.

Ami az aratáskori abszolút terméseket illeti megállapítható, hogy a hektárra számított maximális pelyvatermés megközelítette a 1,5 tonnát, a szalma és a szem tömege az 5 tonnát, míg az összes föld feletti légszáraz hozam a 11 t/ha mennyiséget Nyírlugoson. A kontroll parcellák termése ebben a jó évben is igen alacsony maradt. Bár a N hatására a termések megduplázódnak, statisztikailag ez a növekedés nem szignifikáns. Csak az együttes NP ellátás növelte ugrásszerűen a növények föld feletti tömegét. A triticales is meghálálta a talaj pH értékének 6 körülire történt növelését CaMg trágyázással, tehát a meszezés hatékonynak mutatkozott 1 t/ha körüli szemtermés-többleteket eredményezve. (96. táblázat)

95. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales fejlődésére és terméselemeire, 1991.

Kezelés jele	Magasság cm	Kalász		Szalma/ szem	Pelyva/ szem
		db/m ²	g/m ²		
Kontroll	88	153	99	1,0	0,31
N	110	224	214	1,1	0,32
NP	128	378	507	1,0	0,26
NK	121	236	264	1,2	0,28
NPK	129	381	470	1,1	0,29
NPKCa	130	370	509	1,0	0,30
NPKMg	134	394	600	1,1	0,33
NPKCaMg	137	377	636	0,9	0,27
SzD5%	18	119	182	0,3	0,08

Átlag	122	314	412	1,0	0,30
Nagyhörcsök	115	400	774	1,3	0,43

96. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales termésére, 1991. (t/ha)

Kezelés	Pelyva	Szalma	Együtt	Szem	Összesen
Kontroll	0,24	0,80	1,04	0,76	1,80
N	0,52	1,78	2,30	1,61	3,91
NP	1,04	4,06	5,10	4,00	9,10
NK	0,57	2,45	3,02	2,04	5,06
NPK	1,05	4,00	5,05	3,63	8,68
NPKCa	1,17	3,96	5,13	3,91	9,04
NPKMg	1,48	4,93	6,41	4,48	10,89
NPKCaMg	1,33	4,42	5,75	4,91	10,66
SzD5%	0,37	1,64	1,79	1,50	2,78
Átlag	0,92	3,30	4,22	3,17	7,39
Nagyhörcsök	2,40	7,16	9,58	5,64	15,20

Ugyanebben az évben szintén triticalet termesztettünk az Intézet Nagyhörcsöki Kísérleti Telepének egyik NPK tartamkísérletében. A meszes vályog csernozjom talajon termelt növények átlagos mutatóit az 1991. évi táblázatok lábjegyzeteként közöljük. A két termőhely átlagai arról tanúskodnak, hogy a növények magassága nem tért el lényegesen egymástól. A termékenyebb csernozjom talajon ugyanakkor a m⁻-enkénti kalászsúly 27, a kalászsúly pedig 88 %-kal volt több. Ezen a talajon a triticales jobban bokrosodott, a vegetatív részek, azaz a szalma és a pelyva szemhez viszonyított tömege 1/3-dal nőtt meg a savanyú homokos termőhelyhez képest. Ebből adódóan az átlagos szemtömeg 78, a szalma+ pelyva tömege 127 %-kal volt nagyobb Nagyhörcsökön (95., 96. táblázatok)

Megváltozott a szemtermés ásványi összetétele is a kezelések függvényében. A N koncentrációja 2-2,5 % közé emelkedett a N hatására, a P %-a pedig 0,4 körüli magas értékeket mutatott a kis termésű kontroll és a P-ral trágyázott parcellákon. A K és a Mg tartalma nem módosult bizonyíthatóan. Jelezte azonban a talaj eltérő Ca kínálatát a szem Ca koncentrációja, mely átlagosan több mint kétszeresére nőtt a Ca és a CaMg trágyázás nyomán. Ezek a változások szignifikánsnak bizonyultak. A humuszos meszes csernozjom termőhelyen a N % 3 fölé emelkedett és a Ca mennyisége is több mint duplájára nőtt átlagosan, a savanyú homokon termetthez viszonyítva. (97. táblázat)

97. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales szem-összetételére, 1991.

Kezelés	N	P	K	Mg	Ca ppm
Kontroll	1,73	0,40	0,33	0,12	132
N	2,16	0,31	0,34	0,11	207
NP	2,24	0,38	0,32	0,12	215
NK	2,02	0,30	0,32	0,11	254
NPK	2,45	0,38	0,38	0,11	284
NPKCa	2,21	0,39	0,35	0,11	336
NPKMg	2,58	0,44	0,34	0,14	267
NPKCaMg	2,35	0,40	0,33	0,13	378
SzD5%	0,28	0,08	0,05	0,03	130
Átlag	2,22	0,38	0,34	0,12	259
Nagyhőrcsök	3,05	0,39	0,35	0,14	637

A mikromennyiséget képviselő elemek közül érdemi változásokat nem jelzett a Na és a Fe. A Mn, Zn és Cu koncentrációk viszont statisztikailag általában igazolhatóan lecsökkentek a meszezett parcellákon a kontroll, ill. a N kezeléseknél mért értékekhez viszonyítva. A két termőhelyet összehasonlítva látható, hogy az átlagos Na, Fe, Cu tartalom szinte teljes egyezést mutatott. A savanyú homokon a Mn és a Zn felvehetősége bizonyult jobbnak. (98. tábl.)

A szalma makroelem összetételében az alábbi kezeléshatások figyelhetők meg. A N %-a rendre magasabb a N kezeléseknél és ez a kontrollhoz viszonyított különbség statisztikailag is igazolhatóvá válik, amikor a teljes trágyázásra kerül sor az NPK, ill. NPK+CaMg parcellákon. A növény ugyanis csak akkor képes felvenni és beépíteni a többlet N-t, ha a más elemek hiánya a fotoszintézist nem gátolja. Egyértelmű tendencia jelzi a K tartalom emelkedését a K-mal kezelt talajokon. A Ca felvétele is javul az NP, NPK+CaMg kezeléseknél.

98. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales szem összetételére, 1991.
(ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	18	29	95	58	6,1
N	20	30	136	47	5,7
NP	45	30	101	53	5,3
NK	21	28	102	44	5,4
NPK	23	38	131	49	5,2
NPKCa	31	35	78	36	4,6
NPKMg	34	36	102	58	6,2
NPKCaMg	30	30	70	38	4,8

SzD5%	18	15	44	18	1,2
Átlag	28	32	102	48	5,4
Nagyhörcsök	27	34	59	18	5,4

Hasonlóképpen igazolható a P és a Mg trágyázás nyomán a P és Mg koncentráció emelkedése a megfelelő kezelésekben. (99. táblázat)

A termőhelyi átlagok összevetése is számos tanulsággal szolgálhat. A csernozjomon termelt növények szemtermése N-ben gazdagabbnak mutatkozott, de a szalma N tartalma mindkét kísérletben mérsékelt maradt. A csernozjomon óriási mellékterméstömeg képződött ebben a nedves évben, megközelítve a 10 t/ha légszáraz szalma + pelyva hozamokat. A N felvétele azonban nem volt képes követni a gyors szárazanyag-gyarápodást, a hígulási effektus a szalma N koncentrációját alacsonyan tartotta e talajon is. Nem tér el részben ebből kifolyólag az átlagos K tartalom sem a két eltérő termőhelyen annak ellenére, hogy a vályog csernoziom felvehető K készlete jelentősen meghaladta a homokos talajét. (99. táblázat)

99. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticaleszalma összetételére,
1991.

Kezelés	N	K %	Ca	P	Mg ppm
Kontroll	0,28	0,78	0,13	424	327
N	0,37	0,80	0,17	385	334
NP	0,38	0,88	0,21	674	494
NK	0,41	1,00	0,14	464	393
NPK	0,48	1,05	0,21	785	380
NPKCa	0,48	1,20	0,23	665	358
NPKMg	0,46	1,11	0,23	653	587
NPKCaMg	0,47	1,05	0,21	724	573
SzD5%	0,12	0,31	0,06	317	200
Átlag	0,42	0,98	0,19	597	431
Nagyhörcsök	0,43	0,99	0,36	264	661

A meszes csernozjom talaj jobb Ca és Mg kínálata (99. táblázat) egyértelműen tükröződik a szalma nagyobb átlagos Ca és Mg koncentrációiban. Ugyanakkor a P utánpótlása kedvezőbb a homokon, ahol a kolloidban szegényebb talajon a megkötődés, ill. a visszatartás mérsékeltebb. A csernozjomon képződött nagy tömegű szalma P-ban is felhígult, úgy tűnik, a talaj nem volt képes a gyors szárazanyagképződéssel járó P-felvétel ütemét követni. Erre utalt az is, hogy nagy különbségeket mutatott a szalma P tartalma a csernozjom Fellátottsága függvényében: a gyengén 126, a közepesen 208, a kielégítőn 316, a magas ellátottságon 407 ppm volt az átlagos koncentráció.

A mikroelemeket tekintve itt is megállapítható, hogy általában mérsékelt tartalmakat mérünk a meszezett parcellákon, ahol a javuló Ca, ill. CaMg kínálattal a talaj pH értéke is a kívánatos szintre nőtt. Az elmondottak egyaránt érvényesnek látszanak a Fe, Mn, Zn és Cu esetében. A Na érdemi változásokat azonban nem jelzett a kezelések nyomán. A csernozjom talajon termett triticaleszalmában átlagosan 4-szer annyi Na-ot találunk, míg a Mn 11/3-ára, a Zn pedig 11/4-ére süllyed. (100. táblázat)

100. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticaleszalma összetételére 1991. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	27	84	194	15	3,4
N	44	54	340	14	2,7
NP	43	42	242	11	2,3
NK	36	42	239	14	2,6
NPK	44	56	284	12	2,4
NPKCa	35	39	148	8	2,4
NPKMg	40	46	194	12	2,7
NPKCaMg	34	31	124	6	2,3
SzD5%	18	44	136	5	0,7
Átlag	38	49	221	12	2,6
Nagyhörcsök	143	53	65	3	2,2

Összefoglalva megállapítható, hogy kedvező évben a triticales ezen a savanyú homokon az országos átlagokat elérő terméseket adhat és sikerrel termesztethető, amennyiben műtrágyákkal biztosítjuk a talaj kielégítő tápelemellátottságát, valamint rendszeres meszezéssel a talaj pH(KCl) értékének az 5,5-6,0 körüli tartományban tartását. A környező üzemek gabonatermesztésének biztonsága és gazdaságossága e növény beiktatásával javítható. A célból, hogy többéves tapasztalatokat szerezzünk a triticales termesztésével és tápanyagigényével kapcsolatban, 1992-ben a triticales kísérletet megismételtük, ill. többéves monokultúrás termesztésbe kezdtünk.

12.2 Műtrágyázás és meszezés hatása a triticalesra 1992-ben

Az 1992. év országosan is rendkívül rossz gabonatermésekkel zárult, melyre az aszály nyomta rá bélyegét. A Nyíregyházán mért adatok szerint a téli negyedévben mindössze 30 mm eső hullott. Ezt követően áprilisban 18, májusban 21 mm csapadékot mértek, tehát az év első 5 hónapjának csapadékösszege a 70 mm mennyiséget sem érte el. A június hó esős volt 96 mm hozammal, ez azonban már nem sokat segített az elszáradó és elgyomosodó állományon. A növények átlagos magassága csaknem a felére csökkent az 1991. évhez viszonyítva.

Az aszály nem gátolta a relatív trágyahatások kifejlődését. Az együttes NP adagolással a kalászsok száma és súlya megduplázódott, az NPKCaMg trágyázás elsősorban a szalmatermesztésre hatott, a szalma/szem aránya 0,8-ról 1,6-ra emelkedett a termékenyebb parcellákon. A kedvező 1991. évhez viszonyítva 1992-ben az átlagos magasság 59, a kalászsúly 64, a kalászsúly 27 %-ára süllyedt. (101. táblázat)

101. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales fejlődésére és terméselemeire, 1992.

Kezelés jele	Magasság cm	Kalász		Szalma/ szem	Pelyva/ szem
		db/m ²	g/m ²		
Kontroll	58	100	59	0,8	0,39
N	62	120	60	1,3	0,65
NP	78	237	125	1,3	0,56
NK	60	118	64	1,5	0,60
NPK	79	240	125	1,3	0,55
NPKCa	78	270	140	1,6	0,62
NPKMg	80	268	139	1,6	0,61
NPKCaMg	82	259	170	1,6	0,66
SzD5%	14	56	62	0,5	0,23
Átlag	72	202	110	1,4	0,58

A 102. táblázatban bemutatott és ha-ra számított termések tükrözik az igen alacsony abszolút légszáraz hozamokat. Mind a pelyva, mind a szalma termése szignifikánsan nőtt az NP, valamint az NPKCaMg kezeléseknél, és így a kontroll parcellák jelentéktelen termését sikerült megnégyszerezni a teljes trágyázás + meszezés nyomán. A szemtermésben ez a növekedés azonban csak 2,5-szeres emelkedést jelentett és a maximális hozamú kezelésben sem kaptunk 1 t/ha feletti szemhozamokat. Az 1991. évhez viszonyítva 1992-ben az átlagos pelyvasúly 43, a szalmasúly 30, a szemsúly pedig 22 %ára esett vissza (102. táblázat)

102. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales termésére, 1992. (t/ha)

Kezelés	Pelyva	Szalma	Együtt	Szem	Összesen
Kontroll	0,16	0,33	0,49	0,40	0,89
N	0,23	0,46	0,69	0,35	1,04
NP	0,44	1,03	1,47	0,79	2,26
NK	0,23	0,59	0,82	0,39	1,21
NPK	0,44	1,07	1,51	0,80	2,31
NPKCa	0,52	1,34	1,86	0,84	2,70
NPKMg	0,52	1,38	1,90	0,86	2,76
NPKCaMg	0,66	1,66	2,32	1,00	3,32
SzD5%	0,20	0,48	0,78	0,38	1,11
Átlag	0,40	0,98	1,38	0,68	2,06

Az aszály pusztító hatását tehát semmiféle trágyázással sem ellensúlyozhatjuk, azonban a kiegyenlített tápanyagellátás és a meszezés képes mérsékelni ezt a negatív hatást és elviselhetőbbé tenni a kedvezőtlen év következményeit. Másrésztől konstatálhatjuk, hogy a triticales ilyen szélsőséges időjárást is elviselt ezen a sovány homokon, nem pusztult ki, sőt gazdaságosan betakarítható termést nyújtott a megfelelően trágyázott parcellákon. Lássuk, hogyan alakult ebben a száraz esztendőben az aratáskori szem, szalma és pelyva termés ásványi összetétele?

A N tartalom már a kontroll parcellákon is nagy volt és lényegesen nem nőtt tovább a N adagolásával. Az 1991. évben megfigyelttel ellentétben töményellés lépett fel a növényi szövetekben, mert a szárazanyag képződését a vízhiány jobban gátolta, mint a N felvételét. A P % szintén utal a töményellésre. A jelentős, 0,4 % feletti P-koncentráció csak a P-hiányos N és NK kezeléseknél süllyed 0,4 % alá. A K mennyisége nem változott igazolhatóan a szemben, a Mg is csak a Mg kezelésben emelkedett meg szignifikánsan. A Ca koncentrációja ezzel szemben 2-3-szorosára nőtt a Ca trágyázás nyomán. (103. táblázat)

103. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales szem összetételére, 1992.

Kezelés	N	P	K %	Mg	Ca ppm
Kontroll	2,08	0,42	0,40	0,15	350
N	2,25	0,37	0,35	0,14	370
NP	2,40	0,42	0,36	0,14	382
NK	2,10	0,34	0,33	0,12	345
NPK	2,42	0,43	0,37	0,14	402
NPKCa	2,45	0,44	0,39	0,15	1140
NPKMg	2,48	0,45	0,38	0,20	401
NPKCaMg	2,42	0,45	0,38	0,18	930
SzD5%	0,29	0,06	0,07	0,04	506
Átlag	2,32	0,42	0,37	0,15	540

A 97. táblázatban közölt 1991. évi átlagos összetételhez viszonyítva megállapítható, hogy a száraz 1992. évben nagyobb tápelemtartalmakat jelez a triticales szemtermése általában. Az eltérések azonban jelentősen különböznek elemenként. Míg a P és K igen közelálló a két évben mindössze néhány század %-os emelkedést mutatva, a N és a Mg 20-30, a Ca pedig 108 %os emelkedést produkált a száraz évben. Ismert, hogy utóbbi elemek tömegárammal passzívan bejuthatnak a gyökérbe és száraz években akkumulálódnak. A Ca felvétele ugrásszerűen nőhet olyan stresszhelyzetekben, mint extrém szárazsági mérgezés stb.

A mikroelemek átlagos tartalma közelítően jó egyezést mutatott az előző évi átlagokkal. A kezeléseket nem befolyásolták igazolhatóan a Na, Fe, Zn és Cu koncentrációit. A Mn esetében itt is megfigyelhető, hogy a Ca + Mg kezelésben részesült parcellákon a Mn mennyisége 100 ppm alá süllyed. (104. táblázat)

104. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a tirciale szem összetételére, 1992. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	25	37	103	58	7,9
N	20	32	133	63	7,1
NP	24	36	118	54	6,3
NK	28	37	128	65	6,7
NPK	18	40	127	58	5,8
NPKCa	27	40	79	58	6,9
NPKMg	32	40	93	61	7,6
NPKCaMg	27	38	73	57	6,3
SzD5%	16	10	32	9	2,5
Átlag	25	38	107	59	7,0

A szalmában a változások élesebben jelentkeznek. A N, P és a K mennyisége csaknem megduplázódik esetenként a megfelelő trágyázás nyomán. Igazolható a Ca és a Mg adagolás hatása is a Ca és Mg kezeléseknél. Az átlagos tartalmakat az előző évvel összehasonlítva látható, hogy a N csaknem 100, a K mintegy 2030, a Ca és a P 60-80, a Mg pedig 175 %-kal nőtt meg. Amíg tehát a szemben elsősorban a Ca, a szalmában a Mg akkumulálódott ugrásszerűen a száraz évben. (105. táblázat).

A mikroelemek általában nagyobb koncentrációkat jeleznek az egyoldalúan N-nel trágyázott parcellákon, valamint kisebbeket az NPKCaMg kezelésben. Ez alól csak a Cu jelent kivételt, melynek mennyisége érdemben nem változik a kezelések függvényében. A leglátványosabban a Mn mennyisége csökken a szalmában, mintegy a felére, a meszezett talajon. Az előző évi átlagokkal összevetve a Mn 5, a Cu 50, a Na 58, a Fe 76, a Zn koncentrációja pedig 100 %-kal volt nagyobb a száraz évben. (106. táblázat)

105. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticaleszalma összetételére
1992. (%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	0,50	0,06	0,78	0,30	0,09
N	0,88	0,07	1,00	0,28	0,09
NP	0,82	0,09	1,12	0,36	0,09
NK	0,89	0,06	1,45	0,21	0,06
NPK	0,79	0,10	1,54	0,28	0,08
NPKCa	0,96	0,12	1,47	0,58	0,10
NPKMg	0,79	0,16	1,30	0,29	0,25

NPKCaMg	0,95	0,12	1,38	0,35	0,09
SzD5%	0,21	0,03	0,29	0,17	0,10
Átlag	0,84'	0,10	1,26	0,33	0,11

106. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticaleszalma összetételére 1992. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	56	86	199	23	2,9
N	85	102	320	28	4,0
NP	44	86	278	22	3,5
NK	92	92	304	28	3,7
NPK	88	68	247	28	3,8
NPKCa	40	76	174	20	4,4
NPKMg	41	91	200	21	4,4
NPKCaMg	42	86	144	20	4,2
SzD5%	39	37	91	6	2,1
Átlag	60	86	233	24	3,9

A pelyva összetételében kevésbé élesen, de mindazon változások tapasztalhatók a trágyázás függvényében, melyet fentebb a szalmánál részleteztünk. A triticaleszalma pelyvéje átmenetet képez a szem és a szalma között átlagos összetételét tekintve. Káliumban és kalciumban szegényebb mint a szalma, viszont nitrogénben, foszforban és magnéziumban gazdagabb és a szemhez áll közelebb. (107. táblázat)

107. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticaleszalma pelyva összetételére 1992.(%)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	0,75	0,11	0,25	0,14	0,08
N	0,90	0,15	0,34	0,18	0,09
NP	1,10	0,17	0,36	0,23	0,10
NK	1,05	0,14	0,38	0,17	0,09
NPK	1,12	0,17	0,50	0,29	0,14
NPKCa	1,07	0,21	0,45	0,38	0,12
NPKMg	1,09	0,20	0,43	0,20	0,25
NPKCaMg	1,14	0,22	0,45	0,30	0,14
SzD5%	0,24	0,06	0,12	0,19	0,13

Átlag 1,28 0,17 0,40 0,24 0,13

A mikroelemek közül igazolhatóan nem változik a kezelések függvényében a Na, Zn és Cu. A Fe és Mn mennyisége itt is közel felére süllyed a meszezett talajon. A pelyva szem és szalma közötti átmeneti jellegét tükrözi, hogy a szalmában dúsuló Fe, Mn, Na elemekben a pelyva szegényebb a szalmánál, míg a szemben dúsuló Zn és Cu elemekben gazdagabb. (108. táblázat)

Összefoglalóan megállapítható, hogy a trágyahatások iránya mind a száraz, mind a nedves évben alapvetően egyformán érvényesül. A trágyázással általában nő az érintett tápelem koncentrációja a növényi részekben, illetve csökkenő tendenciát mutatnak a Mn, Fe, Zn mikroelemek a meszezett parcellákon. Ami az elemek abszolút mennyiségeit illeti az is szembetűnő, hogy a kedvező évben fellépő intenzív szárazanyag gyarapodásának eredményeképpen hígul a tápelemek koncentrációja. Az aszályos esztendőben ezzel szemben töményedés figyelhető meg, a szárazanyag képződését a víz hiánya jobban korlátozza, mint a tápanyagok felvételét. Különösen igaz lehet ez a döntően tömegárammal növénybe kerülő elemekre, mint a Ca, Mg és a N.

108. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales pelyva összetételére 1992. (ppm)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	28	156	182	50	4,5
N	30	136	348	59	5,0
NP	29	122	322	54	4,9
NK	26	127	360	56	6,2
NPK	40	108	318	43	4,0
NPKCa	42	86	200	54	4,4
NPKMg	29	82	204	48	6,1
NPKCaMg	46	86	176	53	6,4
SzD5%	25	59	99	13	2,2
Átlag	34	113	264	52	5,2

12.3 Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelem felvételére

Gyakorlati oldalról érdeklődésre tarthat számot, vajon mennyi tápláló elemet épít be a triticales termésébe, hogyan oszlik meg a felvett elemek mennyisége a főtermés és a melléktermés között, mennyi tápanyagot igényel ez a növény egységnyi termés létrehozásához, vagyis mekkora a fajlagos igénye? Ezek az információk elengedhetetlenek a racionális műtrágyázási szaktanácsadás alapelveinek és irányszámainak kidolgozásához.

Az 1991. évi szemtermésbe épült makroelemek mennyiségeit a 109. táblázat mutatja be. Amint látható, a kezelések függvényében többszörös, vagy nagyságrendi különbségek alakultak

ki, hiszen nemcsak a termést növelte a trágyázás vagy meszezés, hanem a tápelemek koncentrációját is. A kontroll parcellákon beépült P, K 6-7szeresére, a N csaknem 9-szeresére, míg a Ca 12-18-szorosára emelkedett a maximális hozamú kezelésekből. 1992-ben a felvett elemek mennyisége átlagosan 1/3-át vagy 1/4-ét tette ki az 1991. évinek.

109. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére. Szemtermés, 1991. (kg/ha)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	13	3,0	2,5	0,10	0,91
N	35	5,0	5,5	0,33	1,77
NP	89	15,2	12,8	0,86	4,80
NK	41	6,1	6,5	0,52	2,24
NPK	89	13,8	13,8	1,03	3,99
NPKCa	86	15,2	13,7	1,31	4,30
NPKMg	116	19,7	15,2	1,20	6,27
NPKCaMg	115	19,6	16,2	1,86	6,38
SzD5%	38	5,6	5,1	0,51	1,76
Átlag	73	12,2	10,8	0,90	3,83
1992-ben átl.	20	2,9	2,5	0,37	1,02

Hasonló mérvű változások a szalmába épült elemek tekintetében szintén fennállnak, bár a kép elemenként eltérő. Mivel a vegetatív szalma az elemek luxusfelvételére kifejezettebben reagál, mint a genetikailag determináltabb összetételű szem, a legtöbb elemnél nagyobb mérvű különbségek regisztrálhatók a kontrollhoz viszonyítva. A nagyságrendet megközelítő változást több elem is mutatja. Az 1992-ben felvett elemek mennyisége általában fele vagy harmada az 1991. évinek, kivételt képez a Mg, melynek a szalmába épült mennyisége a két évben közelálló volt. (110. táblázat)

110. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére Szalma + pelyva termés, 1991. (kg/ha)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	3	0,5	8,1	1,35	0,34
N	8	0,9	18,4	3,91	0,77
NP	19	3,4	44,9	10,7	2,52
NK	12	1,4	30,2	4,2	1,19
NPK	24	4,0	53,0	10,6	1,92
NPKCa	25	3,4	61,6	11,8	1,84
NPKMg	30	4,2	71,2	14,7	3,76

NPKCaMg	27	4,2	60,4	12,1	3,29
SzD5%	8	1,4	20,0	3,2	0,93
Átlag	18	2,8	43,4	14,6	1,95
1992-ben átl.	10	1,4	17,4	4,6	1,52

Ami a makroelemek megoszlását illeti, az alábbiak figyelemre méltók. A szemtermésbe épült be a N és a P közel 4/5-e, valamint a Mg csaknem 2/3-a 1991-ben. A K 80, valamint a Ca több mint 90 %-a ezzel szemben a szalmában akkumulálódott. Az aszályos évben ezek az arányok némiképp módosulnak. A szemtermés tartalmazza a N és a P 2/3-át, a K kerekén 17, a Ca 7, valamint a Mg 42 %-át. Összességében elfogadható, hogy elsősorban a N és a P távozik el a tábláról kombájn betakarítással, míg a kationok döntően visszakerülhetnek a talajba, amennyiben a melléktermékeket leszántják.

A 111. táblázatban a teljes föld feletti termésben foglalt makroelemek mennyiségeit tekinthetjük át. Az 5 t/ha körüli szemtermés létrehozásához 1991-ben a triticales megközelítően 140150 kg N, 23-24 kg P (52-55 kg P₂O₅), 77-80 kg K (92-96 kg K₂O), 14-16 kg Ca, 10 kg Mg tápelemet igényelt. Az 1992. évi triticales felét-harmadát igényelte átlagosan annak, amit az 1991. évben mértünk a kísérlet átlagában.

111. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére az összes föld feletti termésben, 1991. (kg/ha)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	16	3,5	11	1,4	1,2
N	43	5,9	24	4,2	2,5
NP	108	18,6	58	11,6	7,3
NK	53	7,5	37	4,7	3,4
NPK	113	17,8	67	11,6	5,9
NPKCa	111	18,6	75	13,1	6,1
NPKMg	146	23,9	86	15,9	10,0
NPKCaMg	142	23,8	77	14,0	9,7
SzD5%	44	7,2	24	4,9	2,6
Átlag	92	15,0	54	9,6	5,8
1992-ben átl.	30	4,3	20	5,0	2,5

A szaktanácsadás során, a tervezett termés tápelemigényének számításakor a fajlagos igénnyel számolunk. Kérdés, vajon mennyire módosulhat ez a mutató a talaj ellátottsága, ill. az évjárat függvényében? Erre kapunk választ a 112. táblázat adataiból.

A fajlagos N igény 21-33 kg között változott 1991-ben, jelentősen emelkedett a N és egyéb elemekkel való ellátottság nyomán a kontrollhoz viszonyítva. A fajlagos P igény

átlagosan 4-5, a K 14-19, a Ca 2-3, a Mg 1,6-2,2 kg/t értékkel volt jellemezhető. Összességében tehát a kezelés 20-40 % eltérést eredményezhet e paraméterben. Az aszályos évben a fajlagos tápelemigény drasztikusan megemelkedett: a N, P, K elemeknél 50-70 %-kal, a Mg esetében megduplázódott, sőt a Ca esetében ez az emelkedés több mint 2,5-szeres volt. (112. tábl.)

Mely irányszámokkal dolgozzon a szaktanácsadás? Az extrém és abnormálisnak minősülő aszályos év fajlagos mutatói félrevezetőek lehetnek. Annál is inkább, mert ilyen szituációban amúgy is túltrágyázás vagy túltáplálás állhat elő. A tervezett termésknél alacsonyabb

112. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales fajlagos (1 t szem + a hozzá tartozó melléktermék) tápelemtartalmára, 1991. (kg/ha)

Kezelés	N	P	K	Ca	Mg
Kontroll	21	4,6	14	1,8	1,6
N	27	3,7	15	2,6	1,6
NP	27	4,6	14	2,9	1,8
NK	26	3,7	18	2,3	1,7
NPK	31	4,9	18	3,2	1,6
NPKCa	28	4,8	19	3,4	1,6
NPKMg	33	5,3	19	3,5	2,2
NPKCaMg	29	4,8	16	2,8	2,0
SzD5%	6	0,8	4	0,8	0,2
Átlag	28	4,6	17	2,8	1,8
1992-ben átl.	44	6,3	29	7,4	3,7

hozamokat kapunk, az alkalmazott trágyaszerek nem hasznosulhatnak. Kimosódási veszteségek sem jelentősek, így a tápsók felhalmozódnak és jelentős utóhatással számolhatunk a következő esztendőben. A triticalesra javasolt átlagos fajlagos tápelemtartalmi értékek az alábbiak lehetnek: 25-30 kg N, 4-5 kg P (9-12 kg P₂O₅), 15-20 kg K (18-24 kg K₂O), 2-3 kg Ca és 1,5-2 kg Mg.

A szemtermésbe épült mikroelemek mennyiségéről a 113. táblázat eredményei nyújtanak áttekintést. Az 5 t/ha körüli szemtermés mindössze 20-30 g Cu, 140-160 g Na és Fe, 200-250 g Zn és 350-450 g Mn felvételét eredményezte. A trágyázás és meszezés nyomán a felvett elemek mennyisége itt is esetenként nagyságrendet elérő különbségeket mutatott. Az aszályos év felvétele átlagosan 11/4-e vagy 1/5-e az 1991. évben mért értékeknek.

113. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére Szemtermés, 1991. (g/ha)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
---------	----	----	----	----	----

Kontroll	14	22	72	44	4,6
N	32	48	219	76	9,2
NP	180	120	404	212	21,2
NK	43	57	208	90	11,0
NPK	83	138	476	178	18,9
NPKCa	121	137	305	141	18,0
NPKMg	152	161	457	260	27,8
NPKCaMg	147	147	344	187	23,6
SzD5%	97	82	215	116	7,9
Átlag	96	104	311	148	16,8
1992-ben átl.	17	26	73	40	4,8

114. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére
szalma+ pelyva termésben, 1991. (g/ha)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	28	87	202	16	3,5
N	101	124	782	32	6,2
NP	219	214	1234	56	11,7
NK	109	127	722	42	7,9
NPK	222	283	1434	61	12,1
NPKCa	180	200	759	41	12,3
NPKMg	256	295	1244	77	17,3
NPKCaMg	196	178	713	34	13,2
SzD5%	64	90	559	22	5,3
Átlag	164	188	886	45	10,5
1992-ben átl.	83	119	322	33	5,4

A szalma + pelyva termésben találjuk a Fe, Mn, Na döntő hányadát, míg a szemben a Zn és Cu 2/3-át vagy 3/4-ét. Mivel a meszezett parcellákon jelentősen mérséklődött a legtöbb mikroelem koncentrációja a növényben, a maximális terméssel nem nőtt arányosan a felvett Fe, Mn és Zn mennyisége. Az aszályos évben beépült mikroelemek tömege átlagosan mintegy felét teszi ki az 1991. évének, bár ezt az arányt a Mn nem érte el, míg a Zn és részben a Fe jelentősen meghaladja. (114. táblázat)

Az összes föld feletti termés által kivont mikroelemek mennyiségét a 115. táblázatban tüntettük fel. Az 5 t/ha körüli szem és a hozzá tartozó 5-6 t/ha mellékterméssel 35-45 g Cu, 200-300 g Zn, 300-400 g Na és Fe, valamint 1-1,5 kg Mn távozik ha-onként, amennyiben a melléktermékek is elkerülnek a tábláról. A talaj felvehető tápelemkészletéhez képest ezek a mennyiségek elhanyagolhatók.. Ezen a savanyú talajon egyébként sem az említett mikroelemek

hiánya okozhat problémát, hanem azok túlsúlya, túlzott mobilitása.

115. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales tápelemfelvételére, összes föld feletti termés, 1991.
(g/ha)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	42	109	274	60	8,1
N	133	172	1001	108	15,4
NP	399	334	1638	268	32,9
NK	152	184	930	132	18,9
NPK	305	421	1910	239	31,0
NPKCa	301	337	1064	182	30,3
NPKMg	408	456	1701	337	45,1
NPKCaMg	343	325	1057	221	36,8
SzD5%	145	164	680	111	12,0
Átlag	260	292	1197	193	27,3
1992-ben átl.	100	145	395	73	10,2

A fajlagos mikroelem tartalmak (116. táblázat) széles határok között változtak 1991-ben a kezelések függvényében. Így pl. a Na 55-100, a Fe 66-143, a Mn 215-622, a Zn 45-79, a Cu 7-11 g/t értékeket mutatott. Az aszályos évben az átlagos fajlagos mutatók durván megkétszereződtek. A fajlagos mikroelem tartalmakat közvetlenül nem használjuk a trágyaigény becslésére a szaktanácsadásban, hiszen a mikroelemek felvehetőségét általában nem a talajbani abszolút mennyiségük, hanem egyéb talajtulajdonságok szabják meg. Ismeretük azonban alapvető a növénytáplálási kutatásokban.

116. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales fajlagos (1 t szem + a hozzá tartozó melléktermés) tápelemtartalmára, 1991. (g)

Kezelés	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Kontroll	55	143	361	79	11
N	83	107	622	67	10
NP	100	84	410	67	8
NK	75	90	456	65	9
NPK	84	116	526	66	9
NPKCa	77	86	272	47	8
NPKMg	91	102	380	75	11
NPKCaMg	70	66	215	45	7

SzD5%	28	40	220	15	2
Átlag	79	99	405	64	9
1992-ben átl.	147	213	581	107	15

12.4 A triticales kísérletek tanulságainak összefoglalása

A triticales a nyírségi savanyú homoki gazdálkodás fontos gabonanövényévé válhat. Kedvező évben termése az országos gabonaátlagokat elérheti és a szárazabb sőt aszályos évben is gazdaságosan betakarítható hozamokat nyújthat, amennyiben gondoskodunk a talaj megfelelő tápelemellátottságáról, valamint a pH(KCl) 5,5-6 körüli értéken való tartásáról műtrágyázást folytatva.

Részben a tágabb szalma/szem aránya miatt e növény fajlagos tápelemigénye nagyobb lehet, mint a búzáé és a rozshoz áll közelebb. Jól képes azonban hasznosítani a talaj tápanyagkészletét. Mint őszi vetésű kultúra fedettséget biztosít a homokon, megakadályozhatja a szél- és vízeróziót, valamint a tápanyagok kimosódását a téli periódusban. A környező üzemek gabonatermesztésének biztonsága és gazdaságossága a triticales termesztésével minden bizonnyal javítható.

Fontos tanulság, hogy a 28-30 éve nem trágyázott, tápanyagokban rendkívül elszegényedett parcellákon a termés mindkét évben minimális maradt. A triticales nagyobb tápelemigényét az egyoldalú N trágyázással sem tudtuk kielégíteni. Csak az együttes NP adagolással nőttek ugrásszerűen a termések (szem, szalma, pelyva). A triticales is meghálálta a talaj pH(KCl) értékének 6 körüli gyengén savanyú tartományba emelését CaMg trágyázással. Ez a beavatkozás, a meszezés, hatékonyan mutatkozott és 1 t/ha szemtermés-többletet eredményezett a kedvező, valamint 0,2 t/ha körüli többletet az aszályos évben.

A kiegyensúlyozott trágyázás és a meszezés nemcsak a termés tömegét növelte, hanem kedvező irányban módosította a növény összetételét is. Általában nőtt a tápelemek koncentrációja a növényi szövetekben, a kívánatos elemekben gazdagabb és minőségileg jobb termés képződött. A nemkívánatos túlsúlyban előforduló mikroelemek mennyisége ezzel egyidejűleg mérséklődött a meszezett parcellákon, elhárítva így módon az esetlegesen fellépő mérgező koncentrációkat a talajban.

VI. Műtrágyázás környezetvédelmi vonatkozásai savanyú homokon (KÁDÁR IMRE és KONCZ JÓZSEF adatai)

A műtrágyák fele vagy kétharmada gyakran vivőanyag. A kálisóban pl. 40-50 % a klorid, amelyet a legtöbb növény nem igényel, sőt káros mind a talajra, mind a növényekre. Természetidegen a műtrágyában levő sav és olyan nemkívánatos nehézfémek, mint a kadmium, stroncium, urán, arzén, higany stb. Ezen elemek egy része nemcsak a talajban halmozódhat fel, hanem a takarmány-élelem láncán keresztül az emberre is veszélyt jelenthet. A kolloidokban szegény, gyengén humuszos és már a felszíntől savanyú homoktalajok különösen érzékenyek az elsavanyodásra, ill. ebből adódóan a fokozott nehézfém akkumulációra.

1. A talaj aciditásvizszonyainak változása

A korábban bemutatott talajvizsgálatok eredményei szerint az NPK műtrágyázás nyomán a

kovárványos barna erdőtalaj pH értékei csökkentek, a hidrolitos aciditás értékek növekedtek, a talaj fokozatosan egyre savanyúbbá vált. Az elsavanyodás a 0-20 cm rétegen túl a 20-40 cm rétegben is megfigyelhető volt. Az elsavanyodás ugyanakkor a növények igényéhez mért Ca-trágyázással, pl. az évenként adott 200 kg/ha Ca adagolásával meggátolható, sőt visszafordítható volt. A meszezett parcellákon nemcsak a szántott réteg pH értékei nőttek, hanem az alsóbb talajrétegek savanyúsága is csökkent, amint azt a mélyfúrások eredményei mutatták.

A Ca-trágyázás hatását a nyírlugosi talaj kémhatására, kicserélhető Ca és Mn tartalmára részletesen tenyészedény kísérletben is tanulmányoztuk. Amint a 117. táblázat eredményei mutatják, a CaCO₃ adagok növelésével közel párhuzamosan növekedett a pH értéke (valamint csökkent a vizes és a kloridos pH különbsége). A meszezés hatása tükröződött a kicserélhető és a telítési vizes kivonat emelkedő Ca, ill. meredeken süllyedő Mn koncentrációiban. A nem karbonátos homoktalajok elsavanyodása zavarokat okozhat a növények Ca-táplálásában és felléphetnek a Mn toxicitás jelenségei. A mérsékelt és rendszeres Ca trágyázás tehát a talajtermékenység megőrzését szolgálja, megakadályozva bizonyos mikroelemek, toxikus nehézfémek túlzott mobilitását és táplálékláncba kerülését.

117. táblázat

A Ca-adagolás hatása a nyírlugosi talaj kémhatására, valamint a kicserélhető és telítési vizes kivonatban mért Ca és Mn tartalmára tenyészedény kísérletben (KOZÁK - SZEMES - VÖLGYESI 1983)

Ca mg/kg talajra	pH		Kicserélhető ppm		Vizes kivonat mmol/lit.	
	H2O	KCl	Ca	Mn	Ca	Mn
0	5,7	4,7	272	42	3,06	0,35
50	5,9	5,3	285	37	3,74	0,37
100	6,1	5,6	343	14	3,84	0,11
200	6,6	6,6	412	9	4,37	0,04
400	7,5	7,4	608	9	6,11	0,02
Átlag	6,4	5,9	384	22	4,22	0,18

2. A talaj tápanyagállapotának változása

A humuszban szegény homoktalajok elsősorban N-ben szegények, mely elem hiánya az első és legfontosabb terméslimitáló tényező. Az istállótrágya gyorsan elbomlik és N-je részben hosszabb időn át NH₄-N formában a talajban felhalmozódhat. Az erősebben savanyú talajon a nitrifikáció lassú. A mélyfúrások adatai szerint a talaj NH₄-N készlete gyakran meghaladhatja a NO₃-N készletet, melyet jobban fenyeget a kimosódás veszélye.

A nyírségi savanyú homoktalajok általában felvehető Mg-ban is szegények. Jelentősebb Mg-készlet csak a kovárvány csíkokban és a talajszelvény mélyebb rétegeiben található. A rendszeres Mg trágyázás hatására nőtt a talaj kicserélhető Mg tartalma, valamint a legtöbb növény termése. A termésmaximumokat rendre azokon a parcellákon kaptuk az utóbbi 10-15 évben, ahol a hagyományos NPK műtrágyákon túl Mg és Ca trágyázást is folytattunk.

A talajok eredeti P-állapota nem teszi lehetővé trágyázás nélkül a nagyobb termések

elérését. A pozitív mérlegű P és K parcellákon a talajok felvehető készlete közel megkétszereződött. A K nagyobb mozgékonyága miatt a talajban maradó K jelentős része a 20-40 cm rétegben található a mélyfúrások eredményei szerint. Tapasztalataink szerint a kalászosok főként a p trágyázást hálálták meg, K trágyázásra általában kevésbé vagy egyáltalán nem reagáltak. A kapás kultúrák igényelték a talaj felvehető K szintjének növelését. Összességében azok a talajvizsgálati határértékek, melyeket korábban javasoltunk a hazai szaktanácsadásnak (KÁDÁR 1989), a nyírségi talajon is iránymutatóul szolgálhatnak. Az ellátottsági kategóriákat a 118. táblázat tünteti fel.

118. táblázat

A talaj AL-oldható P₂O₅ és K₂O tartalmának javasolt határértékei (KÁDÁR 1989)

Termőhely talaja	Ellátottsági határkoncentráció tartományok			
	Gyenge	Közepes	Kielégítő	Magas
AL-P ₂ O ₅ ppm				
Savanyú	50 alatt	51-80	81-120	121 felett
Semleges	80 alatt	81-120	121-150	151 felett
Meszes	100 alatt	121-150	151-200	201 felett
AL-K ₂ O ppm				
Homokos	50 alatt	51-100	101-150	151 felett
Vályogos	100 alatt	101-150	151-200	201 felett
Agyagos	150 alatt	151-200	201-250	251 felett

Kádár, I. (1989): Túltrágyázzuk-e a napraforgót? Agrokémia és Talajtan. 38: 441-447.

3. Talaj és talajvizek szennyeződése, tápanyagok bemosódása

A kísérleti parcellákon és a kísérlet szegélyében több mélyfúrást végeztünk 1988 májusában, a kísérlet 26. évében. A talajmintákat 20 cm-enként vettük és külön analizáltuk. A mintavétel 3-3,6 m mélységig terjedt. Amennyiben a talajvizet sikerült elérni, vízmintákat is gyűjtöttünk elemzés céljából. Az összesen 7 mélyfúrást reprezentáló 113 pontmintát a Nyíregyházi NAPI vizsgálta meg a szokásos 14 agrokémiai paraméterre. A mintegy 1,5 ezer adatból a főbb eredmények bemutatására szorítkozunk a 119-125. táblázatok közlésével.

119. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, kísérlet szegélye, 1. fúrás. Vizsgálta: Nyíregyházi NAÁ. 1988. május.

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	K _A	KCl-ppm		Mg	AL-ppm			EDTA-ppm	
				NH ₄ -N	NO ₃ -N		P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Fe	Mn
0-20	3,85	0,54	23	41	3,9	11	87	86	14	63	40
20-40	4,09	0,18	23	35	4,0	12	38	86	15	47	63
40-60	5,62	0,10	24	17	4,1	27	28	79	10	25	20
60-80	6,21	0,09	26	22	9,0	34	52	86	17	27	17
80-100	5,45	0,12	25	17	16,7	134	77	111	24	76	22

120-140	5,72	0,07	27	37	2,6	187	110	144	21	116	41
140-160	5,36	0,08	27	25	3,9	222	111	162	28	106	40
160-180	5,48	0,06	25	26	4,0	198	99	144	20	89	30
180-200	5,22	0,09	25	22	6,3	247	93	147	18	101	52
200-220	5,10	0,09	30	19	4,8	345	109	151	20	79	41
220-240	5,40	0,09	28	17	7,5	245	123	118	19	86	82
240-260	5,22	0,09	30	19	6,9	265	161	100	24	63	54
260-280	5,10	0,07	30	14	10,0	255	161	97	24	67	68
280-300	6,14	0,09	30	34	10,8	255	180	118	24	86	118
300-320	5,07	0,10	30	13	6,0	290	149	97	22	101	331
320-340	5,29	0,10	27	19	6,0	222	148	86	25	74	108

Talajvíz-vizsgálat eredményei, mg/l: $\text{NH}_4\text{-N}=0,42$; $\text{NO}_3\text{-N}=23,11$; $\text{K}=5,78$; $\text{P}=0,07$;

120. táblázat
Talajvizsgálati eredmények. Nyírlugosi Állami Gazdaság, MTA TAKI Trágyázási Tartamkísérlet, 1988. május.
Vizsgálta: Nyíregyházi NAA. Kísérlet szegélye, 2. fúrás

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm			
			Mg	$\text{NO}_3\text{-N}$	SO_4	P_2O_5	K_2O	Na	Mn	Zn	Cu	
0-20	4,02	0,54	57	5,0	0,9	75	300	16	36	0,7	0,6	
20-40	4,13	0,24	53	2,3	0,1	19	145	19	26	0,7	0,5	
40-60	4,40	0,13	56	2,0	0,1	25	139	14	24	0,5	0,5	
60-80	4,54	0,16	52	2,9	0,1	27	129	18	25	0,4	0,6	
80-100	5,17	0,20	58	3,7	0,1	38	121	18	22	0,5	0,5	
100-120	5,12	0,23	159	3,6	0,1	74	167	24	27	0,3	0,7	
120-140	4,82	0,28	221	1,3	0,1	113	135	22	41	0,5	0,8	
140-160	4,81	0,13	261	1,0	3,1	104	120	21	50	0,3	0,9	
160-180	4,69	0,13	260	1,0	3,1	102	199	28	62	0,5	0,9	
180-200	4,47	0,17	362	1,2	6,2	127	171	29	50	0,7	0,5	
200-220	4,45	0,19	309	1,4	4,5	124	169	28	31	0,4	0,5	
220-240	4,51	0,17	272	1,5	3,1	122	141	27	40	0,5	0,3	
240-260	4,50	0,18	342	2,0	3,0	149	191	31	33	0,6	0,6	
260-280	4,50	0,17	390	2,2	2,3	160	251	34	26	0,6	0,3	
280-300	4,40	0,16	392	2,3	3,1	188	147	28	25	0,6	0,5	
300-320	4,57	0,22	400	2,4	1,9	181	137	35	83	0,7	0,8	
320-340	4,62	0,27	303	2,5	7,8	173	136	35	34	0,9	0,2	

Talajvíz-vizsgálat eredményei, mg/l: $\text{NH}_4\text{-N}=0,75$; $\text{NO}_3\text{-N}=19,24$; $\text{K}=11,14$; $\text{P}=0,08$

121. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, kísérlet szegélye, 3. fúrás. Vizsgálta: Nyíregyházi NAA, 1988. május

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm			
			Mg	$\text{NO}_3\text{-N}$	SO_4	P_2O_5	K_2O	Na	Mn	Zn	Cu	

		%	Mg	NO ₃ -N	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mn	Zn	Cu
0- 20	4,04	0,59	38	3,4	2,4	73	165	21	30	0,9	0,9
20- 40	4,08	0,31	39	2,0	2,3	25	221	22	40	1,0	0,4
40- 60	4,80	0,15	53	6,6	2,7	13	188	25	20	0,6	0,6
60- 80	5,10	0,16	59	8,4	3,7	17	207	17	21	0,4	0,5
80-100	5,03	0,24	172	1,7	11,2	66	205	28	23	0,7	0,5
120-140	4,95	0,12	229	1,0	1,9	92	212	22	28	0,7	0,5
140-160	4,92	0,19	272	2,0	2,3	91	308	23	27	0,5	0,7
160-180	4,95	0,19	238	2,1	2,5	71	160	32	21	0,7	0,4
180-200	4,82	0,20	321	2,1	2,5	66	271	32	31	0,6	0,4
200-220	4,69	0,13	351	3,0	0,9	75	249	33	35	0,6	0,5
220-240	4,72	0,14	315	3,0	0,9	96	151	29	52	0,6	0,4
240-260	4,70	0,18	294	3,2	1,5	132	158	24	34	0,4	0,5
260-280	4,70	0,18	329	3,8	4,3	165	116	28	42	0,7	0,5
280-300	4,65	0,18	349	3,9	3,0	161	136	28	52	0,8	0,5
300-320	4,65	0,16	331	3,1	2,1	157	74	18	50	0,6	0,6
320-340	4,56	0,20	305	3,7	1,5	139	71	14	71	0,3	0,3
340-360	4,92	0,16	160	2,7	1,6	61	58	18	50	0,6	0,5

Felszíni vízfolyás vizsgálati eredményei, mg/l: NH₄-N=0,16; NO₃-N=0,32; K=0; P=0

122. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, N-kezelés I/1. fúrás, 1988. május. Vizsgálta: Nyíregyházi NAA

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm		
			Mg	NO ₃ -N	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mn	Zn	Cu
0-20	4,06	0,58	52	39,2	0,1	67	180	23	21	1,7	1,4
20-40	4,04	0,40	29	14,0	0,1	44	106	23	33	1,6	1,3
40- 60	4,01	0,29	34	1,7	0,1	18	73	18	72	2,3	0,5
60- 80	4,66	0,27	61	1,2	2,0	12	100	14	40	1,1	0,5
80-100	4,87	0,29	55	1,3	2,9	13	80	13	29	1,1	0,4
100-120	4,83	0,23	67	6,0	3,1	17	75	15	23	0,9	0,3
120-140	4,87	0,31	231	8,3	3,4	42	134	25	51	0,9	0,7
140-160	4,99	0,25	166	5,0	4,5	47	70	15	29	0,6	0,3
160-180	5,00	0,29	266	2,2	4,4	80	189	41	42	0,9	0,5
180-200	5,04	0,29	183	3,0	3,7	68	120	32	62	1,6	0,8
200-220	5,11	0,28	208	2,9	2,5	78	133	20	52	1,7	0,4
220-240	4,91	0,29	205	4,2	2,1	79	123	39	28	1,1	0,4
240-260	4,89	0,28	180	8,4	5,5	81	56	12	42	1,0	0,5
260-280	4,66	0,27	260	11,0	1,5	105	95	23	39	0,9	0,5
280-300	4,60	0,27	301	27,0	2,3	125	134	28	58	1,0	0,4

123. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, N-kezelés, 1/2. fúrás, 1988. május. Vizsgálta:
Nyíregyházi NAÁ

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm		
			Mg	NO ₃ -N	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mn	Zn	Cu
0-20	4,02	0,58	49	17,2	0,1	67	154	17	30	1,9	1,8
20-40	4,05	0,52	29	3,3	0,1	60	111	15	34	1,6	1,4
40-60	4,32	0,28	47	2,0	2,1	15	174	10	61	1,5	0,4
60-80	5,19	0,20	48	2,9	2,4	15	116	16	37	0,9	0,5
80-100	4,80	0,29	53	13,5	3,2	20	77	18	25	0,6	0,5
100-120	4,98	0,25	109	19,4	3,0	42	58	15	28	1,0	0,6
120-140	5,17	0,29	109	19,0	3,3	59	96	19	51	1,0	0,5
140-160	5,02	0,20	184	3,0	4,1	62	109	20	42	1,1	0,5
160-180	5,20	0,21	214	1,6	4,7	59	136	22	44	0,8	0,6
180-200	5,00	0,24	219	1,3	1,3	62	148	22	46	1,1	0,8
200-220	5,02	0,19	186	2,2	2,1	73	62	19	52	0,9	0,7
220-240	4,90	0,22	210	4,0	1,0	93	69	16	35	0,8	0,7
240-260	4,73	0,20	227	5,0	0,9	110	171	28	51	1,2	0,5
260-280	4,58	0,26	284	10,0	0,1	23	80	27	55	1,9	0,7
280-300	4,74	0,20	250	12,0	0,1	125	108	28	51	1,2	0,5
300-320	4,85	0,24	241	10,8	0,1	171	148	38	74	1,3	0,6
320-340	5,21	0,08	161	6,5	0,1	54	216	34	46	1,0	0,4
340-360	5,82	0,19	74	2,7	0,1	293	111	19	14	0,9	0,4

124. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, NPKCaMg kezelés, I/1. fúrás, 1988. május.
Vizsgálta: Nyíregyházi NAÁ

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm		
			Mg	NO ₃ -N	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mn	Zn	Cu
0-20	6,08	0,49	85	28,2	2,1	293	447	30	40	1,7	1,1
20-40	4,30	0,20	67	3,0	1,9	21	278	19	43	0,9	0,5
40-60	4,99	0,16	76	1,5	2,4	19	200	15	28	0,9	0,5
60-80	5,13	0,17	67	2,0	3,0	21	278	35	21	0,7	0,5
80-100	5,14	0,16	65	3,0	5,2	27	144	12	20	1,0	0,5
100-120	5,13	0,17	111	12,0	8,1	45	167	23	36	1,2	0,7
120-140	5,15	0,17	200	12,4	8,4	64	147	23	45	0,9	0,7
140-160	4,92	0,18	228	2,3	9,0	64	90	20	28	1,0	0,3
160-180	4,88	0,19	228	1,7	11,1	51	199	23	28	0,9	0,5
180-200	4,89	0,17	235	4,1	10,4	64	222	29	28	0,9	0,6

200-220	4,66	0,17	252	4,2	9,8	68	278	19	54	1,1	0,5
220-240	4,45	0,18	379	6,3	7,9	61	200	15	30	0,9	0,7
240-260	4,68	0,17	252	4,5	6,9	51	59	23	32	0,9	0,9
260-280	5,21	0,18	145	2,4	6,0	25	102	24	29	0,8	0,5
280-300	5,40	0,47	137	11,5	2,0	25	49	20	26	0,8	0,5

125. táblázat

Talajvizsgálati eredmények, NPKCaMg kezelés, 1/2. fúrás. Vizsgálta: Nyíregyházi NAÁ
1988. május

Mélység cm	pH (KCl)	Humusz %	KCl-oldható, ppm			AL-oldható, ppm			KCl - EDTA-oldható, ppm		
			Mg	NO ₂ -N	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mn	Zn	Cu
0-20	4,61	0,48	64	12,0	1,9	183	172	16	35	1,8	0,6
20-40	4,53	0,29	66	1,5	1,8	66	219	36	46	1,0	0,4
40-60	5,05	0,17	78	1,7	1,7	17	85	16	27	1,5	0,3
60-80	5,28	0,14	73	1,6	6,5	16	151	28	27	0,6	0,3
80-100	5,35	0,19	59	5,5	9,8	22	91	15	22	0,4	0,3
100-120	4,98	0,19	131	16,2	17,8	42	150	23	21	0,5	0,4
120-140	5,05	0,17	119	17,2	8,0	48	102	24	30	0,6	0,4
140-160	5,05	0,26	152	3,0	11,7	64	232	34	24	0,5	0,5
160-180	4,90	0,19	202	3,4	13,7	83	252	34	22	0,8	0,8
180-200	4,84	0,21	248	2,8	14,0	105	247	30	28	0,7	0,7
200-220	4,71	0,15	288	3,0	11,2	99	338	34	24	0,7	0,8
220-240	4,99	0,14	247	2,3	10,0	100	118	28	22	0,6	0,5
240-260	4,97	0,18	191	2,0	7,0	55	82	25	45	0,8	0,5
260-280	5,12	0,28	127	5,6	7,0	29	86	18	46	1,0	0,5
280-300	5,20	0,16	113	5,0	0,1	20	101	24	33	1,8	0,5

A kísérlet útmenti szegélyében végzett 1. fúrás jellemzőit a 119. táblázat foglalja össze. Mint látható, a talaj a felszínen volt a legsavanyúbb, a pH(KCl) 4 alá süllyedt. A mélyebb rétegek pH-ja 5-6 közötti, enyhén savanyú. A humusztartalom a szántott rétegben is csak 0,5 % körüli, mélyebben pedig elenyésző a mennyisége. Ezzel magyarázható a N trágyázás szükségessége szinte minden kultúra termesztése esetén. A kötöttség nő lefelé a kolloidális részek lemosódása következtében.

A meglehetősen nagy mennyiségben (35 t/ha) kiszórt istállótrágya, melyet néhány héttel a mintavételt megelőzően szántottak a talajba, a dohánypalánták kiültetése előtt, közel egy nagyságrenddel megnövelte a talaj NH₄-N tartalmát a NO₃-N mennyiségéhez képest. Lehetséges, hogy a fúrás helyén trágyafolt vagy trágyakupac volt. A 320-340 cm mélységben megjelent a talajvíz, ill. a vízzáró réteg. A vízben kimutatható volt az ammónia nitrogén és nagy mennyiségű nitrát-N. (Megemlítjük, hogy az Európai Közösség irányelvei 10 ppm körüli NO₃-N mennyiséget tekintenek elfogadhatónak ivóvízre.)

Az elmondottakból fontos következtetés adódik. Nemcsak a növény igényét jelentősen

meghaladó műtrágya N-t fenyegeti a kilúgzás veszélye, hanem az istállótrágya N-je is (beleértve az ammónia forma N-t) a kimosódás áldozatául eshet ezen a talajon és a talajvizet szennyezheti. Az istállótrágya $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalma nem alakult át nitráttá, a hideg tavasz és az alacsony pH a nitrifikációt gátolhatja.

Az oldható Mg tartalom a mélységgel akár egy nagyságrenddel is nőhet, a Mg a mélyebb rétegekbe mosódott a talajképződés során. Különösen a sekélyen gyökerező és gyors fejlődésű növényeknél alakult ki Mg hiánya. A hiány fellépését a túlzott K műtrágyázás indukálhatja a K-Mg ionantagonizmus miatt. Mindezen körülmények indokolhatják a feltalaj Mg-ban való gazdagítását, Mg tartalmú trágyaszerek alkalmazását.

Figyelemre méltó a felvehető P tartalom eloszlása. A feltalaj közepesen ellátottnak minősíthető, a szántott réteg alatti talaj elszegényedik, majd az ellátottság eléri a közepes, kielégítő, sőt a magas koncentráció tartományt a 2 m alatti mélységben. A hagyományos ismereteink alapján a P nem mozog a talajban. A 119. táblázat adatai arra utalnak, hogy a P a talaj kolloidális részeivel együtt elmozdulhat a mélyebb rétegek felé. Másrésztől geológiai okokkal magyarázható a P-akkumuláció. Eltemetett talajok, ill. lösz rakódott le a homokkal egyidőben, melyre a Nyírség geológiája fejezetben utaltunk.

A felvehető K mennyisége alapján a feltalaj közepesen ellátott, majd az 1-2 m rétegben eléri a kielégítő ellátottsági szintet. A talaj jelentős felvehető K készlete megmagyarázza, hogy a K-hatások miatt ritkák, ill. csak a K igényes kapásnövényeknél jelentkeznek. A K kimosódása nem elhanyagolható ezen a talajon, a vizekben 5-11 ppm értékeket mértünk. Itt megemlíthető, hogy a K nem jelent veszélyt a talaj- és élővizekre, azonban a P igen. A látszólag igen kicsi P-terhelés (0,07-0,08 ppm P) akkumulálódhat az évek során és gyorsíthatja a vizek eutrofizációját, elszennyeződését.

A Na kevésbé kötődik meg a talajban, mint a K (könnyen kilúgzódik), így az oldható koncentrációja kisebb. A mélyebb kötöttebb rétegek több Na-ot képesek visszatartani, mint a kolloidban szegényebb feltalaj. A felvehető Fe és Mn szintén a mélyebb rétegekben akkumulálódik és a kolloidokhoz kapcsolódva vándorolhat lefelé. Amint a 119. táblázatban látható, extrém módon megnőhet a talajvízzáró rétegek felvehető Mn tartalma a redukációs viszonyok következtében.

Emlékeztetőül megemlíjtük, hogy a 0,002 mm alatti agyagfrakció mennyisége a szántott rétegben 4-8 % között ingadozik, míg a kovárványos anyagbemosódásos zónában elérheti a 10-15 %-ot. A 0,25-0,05 mm homokfrakció aránya azonban ritkán süllyed a 70 alá. Másrésztől a talajkomplexum bázistelítettsége a feltalajban általában 30 % körüli, a bázisok, a kationok mint a Ca, Mg, Na, K a mélyebb rétegekbe vándorolnak. Az 1 m körüli zónában a V % már 50-70 körülire emelkedik, 2 m alatt pedig eléri a 80-90 %-ot. Amint a VÁRALLYAY által végzett vizsgálatokból is kiderül, a kationok 60-80 %-a Ca, 20-30 %-a Mg, 1-2 %-a K, míg a Na az 1 % alatt marad. Az adatokat a 151. táblázat ismerteti.

A 120., 121., 122., 123., 124. és 125. táblázatok eredményeit együttesen tekinthetjük át, levonva az általánosítható következtetéseket. Az egyes táblázatok részletes értékelésétől eltekinthetünk, hiszen összességében a 119. táblázat értelmezése során elmondottak itt is érvényre jutnak. Közlésüktől azonban nem tekinthetünk el, hiszen a párhuzamos fúrások eredményei lehetnek csak meggyőzőek, átlagmintaképzés és statisztikai megbízhatósági elemzés híján. A főbb megállapításokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A pH(KCl) értékek 4 körüliek a legtöbb szelvényben és csak a meszezett parcellán

emelkednek a szántott rétegben 4,6-6 közötti tartományba. A mélységgel a savanyúság általában csökken, de a pH ritkán nő 5 fölé.

2. A humusz % 0,5-0,13 körüli a szántott rétegben és 0,2-0,3 %-ra süllyed az altalajban. A szelvények e tekintetben meglehetősen homogénnek látszanak.
3. A KCl-oldható Mg tartalom 40-60 ppm a feltalajban és a meszezett NPKCaMg parcellán 60-80 ppm értékre emelkedik. Úgy tűnik, hogy a szántott réteg alatti 40-60 cm talaj szintén gazdagodott Mg-ban a meszezett parcellákon. A mélységgel a Mg-készlet egyértelműen megsokszorozódik minden szelvényben.
4. A $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ mennyiség egyenletesen néhány ppm a kontrollnak tekinthető szegély területen. A N-nel trágyázott parcellákon dúsulási szintek figyelhetők meg: 0-20 cm-ben, 100-140 cm-ben, 260-320 cm-ben. Amennyiben ez megfelel az évi kilúgzás mértékének, úgy ezen a talajon a növény által már nem hasznosított műtrágya-N feltehetően átlagosan 1 m/év sebességgel haladhat a talajvíz felé. Megemlítjük, hogy a meszes csernozjom talajon ez a $\text{NO}_3\text{-N}$ kilúgzási sebesség 20-30 cm/év értéknek adódott és a kísérlet 17. évében a $\text{NO}_3\text{-N}$ bemosódásának zónája elérte az 5-5,5 m mélységet. (KÁDÁR és NÉMETH 1993).
5. Nagy $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációkat mutatott az egyoldalú, N-nel trágyázott feltalaj, ahol a kis termékek miatt a N mérleg pozitívuma kifejezett. Itt az adott N 20-30 %-át hasznosították csak a növények.
6. A homoktalajban a SO_4 ion viszonylag mozgékony, melyet jól mutat a mélységi eloszlása. Az egyoldalúan N-nel trágyázott parcellán koncentrációja 0,1 ppm értékre süllyed, nem zárható ki a S-hiány fellépése bizonyos növényeknél. Az NPKCaMg kezeléseknél a felvehető SO_4 tartalom a 2 ppm körül stabilizálódott, valamint szemmel láthatóan az alsóbb rétegek is gazdagodtak kénnel.
7. A $\text{SO}_4\text{-S}$ forrása a szuperfoszfát, mely több ként tartalmazhat, mint foszfort. A SO_4 ion szintén a kilúgzás fenyegeti és a talajvízbe juthat. úgy tűnik az 1-3 m rétegben dúsult fel a műtrágyázott kezelésben.
8. A feltalaj felvehető P-tartalma genetikailag (vagy korábbi emberi beavatkozásból eredően) nagyobb, mint a szántott réteg alatti 40-100 cm-ben. Az 1 m alatti rétegek általában ismét gazdagabbak. A műtrágyázott kezelésben a feltalaj koncentrációja nőtt meg ugrásszerűen, míg az alsóbb rétegeké nem. A műtrágya-P tehát észrevehetően nem mozdult el a 26 év alatt.
9. A felvehető K mennyisége egyes szelvényekben már a feltalajban is magas és heterogén. A műtrágyázott parcellán nemcsak a 0-20, hanem a 20-40 cm is gazdagabb felvehető K-ban.
10. Az AL-Na tartalom viszonylag egyenletes eloszlást mutat és általában mennyisége nő a mélységgel. A műtrágyázás hatása nem tükröződött.
11. A felvehető Zn és Cu mennyisége ritkán emelkedik 1 ppm fölé és a szelvényben egyenletesen oszlik meg. A Mn készlet a mélységgel általában nő. Műtrágyázás hatását a felvehető mikroelem tartalmak nem jelzik.
12. A felszíni vízfolyás vizsgálati eredményei szerint a víz csak tized ppm mennyiségben tartalmaz $\text{NH}_4\text{-N}$, ill. $\text{NO}_3\text{-N}$ szennyezést. A csapadék tehát a talajon keresztülszivárogva.

szennyeződik és dúsulhat fel nitráttal, foszforral és más elemekkel.

A tápanyagok bemosódásának nyomon követésére kétségtelenül sokkal több, precízebb, átfogóbb vizsgálatokra volna szükség. Sajnos ezek a vizsgálatok rendkívül költségesek és munkaigényesek. Ahhoz, hogy megbízhatóan elbírálhassuk a kezeléshatásokat, parcellánkénti átlagminta vételre volna szükség ugyanúgy, mint a szántott rétegből történő rutin vizsgálatok esetén. A talajt (különösképpen a homokot) mikroheterogenitás jellemzi, a pontminták rendkívül heterogén eredményt szolgáltatnak és kevésbé felelnek meg a reprezentativitás követelményeinek.

Amennyiben a mintavétel technikailag gyorsá, egyszerűvé és olcsóvá válik, parcellánként minimum 5-10 fúrásból képzett átlagminta jellemezhetné a nettó parcella talaját. A 8 kezelés x 4 ismétlés = 32 parcellán 300 fúrást kellene végezni 15-20 rész minta kiemelésével fúrásonként. Az analizálandó átlagminták száma így is 400-600 mintát jelentene. A kapott információ viszont nagyságrenddel értékesebb és megbízhatóbb anyagot szolgáltatna a kutatás, oktatás és szaktanácsadás számára. A fenti gondolatból kitűnik, hogy a fő problémát a mélyfúrások kapcsán nem az analízis jelenti (hiszen átlagmintákat képezünk parcellánként), hanem maga a mintavétel.

Összefoglalva megállapítható, hogy a műtrágyázott és meszezett talajon ugrásszerűen megnőtt a nitrát-N mennyisége, a szuperfoszfátból eredő szulfát és foszfát ionok mennyisége, valamint a K és Mg tartalom. A trágyázás tehát tápanyagbőséget jelent, ezzel együtt nemcsak a nagyobb termés lehetőségét teremti meg, hanem nagyobb terhelést jelenthet a talajra és a talajvízre.

4. Káros elemek és toxikus nehézfémek akkumulációja a talajban és növényben

4.1. Talajvizsgálatok eredményei

A talajba, növénybe és végül a táplálékláncon át az emberbe kerülő káros elemek és toxikus nehézfémek egyik forrását a műtrágyák képezik. A műtrágyázás megváltoztatja a talaj tápanyagállapotát, reakcióviszonyait, kemizmusát. Nemcsak terhelést jelent a műtrágya a benne foglalt nemkívánatos összetevők miatt, hanem befolyásolja a talaj elemeinek felvehetőségét a növények számára. Ma már egyre több hazai adattal rendelkezünk arra vonatkozólag, hogy:

- Milyen és milyen volt az elmúlt évtizedekben a hazánkban felhasznált műtrágyák ásványi/nehézfém összetétele?
- Milyen mérvű a főbb szántóföldi növényeink háttérterhelése, mennyi nem esszenciális vagy toxikus elemet tartalmazhatnak?
- Mennyiben befolyásolja a műtrágyázás az eddig kevésbé vizsgált elemek felvételét, akkumulációját gazdasági növényeinkben?
- Miképpen befolyásolja a meszezés, ill. a talajok elsavanyodása a nehézfémek felvételét és növényben belüli transzportját?

Ezzel csak azokat a legfontosabb kérdéseket érintettük, melyek megválaszolása nélkül nem ítélnél meg a műtrágyázás talajtermékenységére, tágabban a környezetre gyakorolt hatása és

nem adható megalapozott útmutatás a nemkívánatos hatások elkerülésére. A Magyarországon forgalmazott és az elmúlt évtizedekben felhasznált műtrágyaféleségek összetételét és szennyezettségét részletesen vizsgáltuk és korábban már eredményeinket publikáltuk. Kutatásainkat a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium is támogatta. (KÁDÁR 1991)

A nyírlugosi kísérlet szántott rétegének "összes" elemkészletét a cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ feltárással becsültük. Megemlítendő, hogy az így meghatározott elemkészlet a valódi összes tartalomnak csak egy, elemenként változó része. Különösen igaz ez a Si esetében. A feltárásokat a TAKI, az ICP elemzéseket a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem laboratóriuma végezte az 1988. évi mintákban. Hasonló módszerrel a Nagyhörcsöki Kísérleti Telep egyik NPK műtrágyázási tartamkísérletét is megvizsgáltuk, így összevethető a savanyú nyírségi homok és a meszes vályogos mezőségi csernozjom elemkészlete. A csernozjomon beállított tartamkísérlet átlagadatait a nyírlugosi táblázat lábjegyzeteként közöljük.

A 126. táblázat eredményei szerint nem változott az Al és Fe mennyisége. Nyomon követhető viszont a Mg készlet növekedése a Mg, a K készlet tendenciózus emelkedése a K adagolás nyomán. Statisztikailag is igazolhatóan növelte a meszezés a Ca, valamint a P-trágyázás a P készletét. A csernozjom talaj szántott rétege 3-4-szer gazdagabb volt Al, Fe, K és P elemekben, valamint 13-szoros Mg és 60-szoros Ca túlsúlyt mutatott e módszerrel a nyírségi homokhoz viszonyítva.

A 26. éves műtrágyázás hatása nem volt igazolható a Mn, Si, Na, Zn, Ti és Ba készlet változásán. A műtrágyákban kis mennyiségben előforduló elemek, szennyeződések terhelésének kimutatására ez a módszer nem alkalmas. A vályog csernozjossal összehasonlítva itt is látható, hogy a homoktalaj általában alacsonyabb készlettel rendelkezik. Ez alól csak a Zn jelent kivételt, melynek mennyisége a csernozjomon volt kisebb. A csernozjom talaj gazdagsága főként a négyszeres Mn és Ba túlsúlyban jelentkezett (127. táblázat).

126. táblázat

A talaj szántott rétegének "összes" elemkészlete cc.NHO₃ + cc.H₂O₂ kioldással becsülve.
Feltárás: TAKI, analízis: KÉE, 1988.

Kezelés jele	Al %	Fe %	Mg ppm	K ppm	Ca ppm	P ppm
Kontroll	0,24	0,53	590	355	277	294
N	0,25	0,52	599	361	205	295
NP	0,24	0,50	571	342	290	385
NK	0,29	0,57	582	370	264	289
NPK	0,25	0,48	613	370	300	394
NPKCa	0,25	0,54	612	406	536	384
NPKMg	0,24	0,57	650	413	376	386
NPKCaMg	0,25	0,54	669	392	478	404
SzD5%	0,13	0,22	54	63	140	81
Átlag	0,25	0,53	599	368	303	340
Nagyhörcsök átl.	1,17	1,91	7900	1500	18000	1100

127. táblázat

A talaj szántott rétegének "összes" elemkészlete cc.NHO₃ + cc.H₂O₂ kioldással becsülve.

Feltárás: TAKI, analízis: KÉE, 1988.

Kezelés jele	Mn	Si	Na	Zn	Ti	Ba
ppm						
Kontroll	200	93	83	46	33	21
N	148	112	73	45	40	18
NP	160	131	56	61	37	20
NK	136	100	66	43	37	16
NPK	161	111	84	46	41	26
NPKCa	187	101	70	52	44	19
NPKMg	183	132	57	92	37	19
NPKCaMg	198	96	90	69	38	22
SzD5%	93	67	49	75	10	5
Átlag	161	111	69	58	38	19
Nagyhörcsök átl.	726	162	107	45	60	78

A Pb, Sr, V, Ni, Cu és Cr nehézfémek tartalmában szintén nem okozott érdemi eltéréseket a tartós műtrágyahasználat. Figyelemre méltó azonban, hogy a Sr készlet tendenciájában emelkedni látszott az NP kezelésekben. Vizsgálataink szerint a Kóla-foszfátokból gyártott hazai szuperfoszfátok 1-2 % Sr-ot tartalmazhatnak. A nagyhörcsöki kísérletben a Sr akkumuláció igazolható volt mind a talajban, mind a növényekben - a szuperfoszfáttal kezelt parcellákon. Amint a 128. táblázatból kitűnik, a csernozjom talaj nehézfém készlete többszöröse lehet a homoktalajon mértnek.

128. táblázat

A talaj szántott rétegének "összes" elemkészlete cc. NHO₃ + cc.H₂O₂ kioldással becsülve.

Feltárás: TAKI, analízis: KÉE, 1988.

Kezelés jele	Pb	Sr	V	Ni	Cu	Cr
ppm						
Kontroll	13	3,2	5,0	5,1	5,1	3,7
N	10	3,2	5,4	5,0	5,3	4,1
NP	10	6,8	6,2	5,9	4,5	4,3
NK	8	4,0	5,0	5,2	5,4	4,3
NPK	10	6,1	5,3	5,1	4,7	3,8
NPKCa	9	6,6	5,3	4,9	5,0	4,1
NPKMg	11	5,6	5,2	5,6	5,2	4,0

NPKCaMg	9	5,7	5,3	5,1	3,9	4,0
SzD5%	6	3,6	2,4	3,0	2,0	1,6
Átlag	9	5,6	5,4	5,3	5,0	4,1
Nagyhörcsök átl.	13	41	20	28	17	20

Megemlítjük még, hogy az As, B, Mo és Se elemek mennyisége a kimutathatósági határ alatt volt (B=0,1 ppm, Mo=0,15 ppm, As=2,5 ppm, Se=4 ppm alatti kimutathatósági határ). A Co átlagos mennyisége 2,5 ppm, a Cd készlete pedig 0,64 ppm volt a nyírlugosi talajban. A 128. táblázat elemei közül a Sr található nagyobb mennyiségben a csernozjomon, mert a Ca és a Sr rokon elemek, a meszes talajokban és ásványokban együtt fordulnak elő. Összefoglalóan megállapítható, hogy az ún. "összes" elemkészletben változásokat csak az adagolt fő tápelemekben lehetett kimutatni, mint a Mg, K, Ca, P. A tartós műtrágyázás egyetlen nehézfém készletét módosította nagy valószínűséggel, a Sr mennyiségét a szántott rétegben. Lássuk, mi történik a növényekben?

4.2. A dohány ásványi összetétele és nehézfém tartalma

Az általunk végzett ICP vizsgálatok eredményei szerint a dohány nagy mennyiségű Sr-ot halmozhat fel, különösen az előregedő alsó levelekben. Koncentrációja átlagosan megduplázódik az NP kezelésben, a P hatására. Érvényesül a kationantagonizmus a felvételében, a K, Ca, Mg kationok mérséklék a növénybe kerülését. A Ba szintén az idősebb alsóbb levelekben akkumulálódik és mennyisége csökken az NPK, valamint az NPKCaMg parcellákon, különösen a kóróban. E két elem, kation, tehát bizonyos mértékig hasonló módon viselkedik a műtrágyázás és a meszesítés hatására, bár abszolút mennyiségük nagyságrenddel is eltérhet a levélben (129. táblázat).

129. táblázat

A virginia dohány szerveinek Sr és Ba tartalma 1988. 08. 11-én, bimbózáskor (ppm)

Kezelés jele, kódja	Sr			Ba		
	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár
Kontroll	288	140	64	66	22	33
N	382	94	74	47	22	32
NP	811	243	160	36	22	22
NK	480	132	88	45	28	23
NPK	545	224	82	22	14	17
NPKCa	355	100	64	30	22	12
NPKMg	490	130	101	40	21	20
NPKCaMg	536	161	96	45	23	13
SzD5%	197	72	51	16	8	14
Átlag	486	153	91	41	22	22

A Cd koncentráció 2-3 ppm közötti az érett dohánylevélben és mennyisége csökken a fiatal levélben, ill. a kóróban. A meszezés tendenciájában, vagy igazolhatóan gátolta a Cd akkumulációját. A dohánylevél Cd tartalma jelentősnek minősíthető, hiszen a növényi részek Cd koncentrációja, más kultúrnövényeknél, mindössze néhány tized ppm értéket ér el. A rendszeres dohányzás nem kis mértékben hozzájárulhat a dohányos Cd terheléséhez, mert a Cd könnyen a füstbe kerülhet. A Cr néhány ppm tartományban fordult elő és a meszezett talajon szintén megfigyelhető volt felvételének gátlása (130. táblázat).

130. táblázat

A virginia dohány szerveinek Cd és Cr tartalma, 1988. 08. 11-én, bimbózáskor (ppm)

Kezelés jele, kódja	Cd			Cr		
	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár
Kontroll	3,0	1,7	0,7	5,2	8,0	1,6
N	2,5	1,4	1,0	8,3	8,8	2,2
NP	2,8	1,6	1,4	7,2	8,0	3,1
NK	2,6	1,5	0,9	6,6	6,8	2,1
NPK	2,2	1,5	0,8	6,2	7,1	1,4
NPKCa	2,0	0,8	0,6	3,0	2,3	0,9
NPKMg	2,6	1,4	1,0	7,9	3,2	2,4
NPKCaMg	2,2	1,5	0,8	3,8	5,3	1,8
SzD5%	0,9	0,8	0,9	3,4	6,0	1,5
Átlag	2,5	1,4	0,9	6,0	6,2	1,9

Míg a Cd az ember és az állat számára veszélyes toxikus elem, a Cr már kisebb koncentrációban növényi mérgező. Nincsenek adataink arra vonatkozólag, hogy a Cr milyen formában fordulhat elő ezen a savanyú homokon. A meszes csernozjomon végzett vizsgálataink szerint a kromát formában adott Cr a növényeket károsítja és már 10 ppm alatti koncentrációban bizonyos kultúrákban mérgezést okozhat.

A Co és a Ni mennyisége 2-4 ppm körüli a dohány szerveiben. Tendenciájában vagy esetenként statisztikailag bizonyíthatóan itt is megfigyelhető, hogy a meszezett talajon a koncentráció lecsökken a kontroll vagy az N, NP, NK kezelések talaján fejlődött növényekhez viszonyítva (131. táblázat).

131. táblázat

A Virginia dohány szerveinek Co és Ni tartalma 1988. 08. 11-én, bimbózáskor (ppm)

Kezelés jele, kódja	Co			Ni		
	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár

Kontroll	1,8	2,9	0,6	3,8	4,2	3,5
N	4,7	4,0	2,4	4,4	4,4	3,5
NP	5,2	3,7	2,5	3,9	4,3	3,7
NK	5,1	4,0	2,5	4,2	3,9	3,4
NPK	4,9	4,6	1,1	4,0	4,6	3,7
NPKCa	1,8	1,2	1,2	2,3	1,9	2,2
NPKMg	4,0	1,6	1,6	3,4	3,5	2,9
NPKCaMg	1,3	1,6	1,3	2,9	3,9	2,8
SzD5%	2,8	2,5	0,9	1,4	1,8	1,4
Átlag	3,6	2,9	1,6	3,6	3,8	3,2

Jelentős mennyiségű Al mutatható ki a növényben, főként a dohány leveleiben. A kóróban a koncentráció lecsökken. A meszezés átlagosan szintén mintegy felére mérsékelte az Al tartalmakat az egyoldalú N trágyázotthoz képest. A B ugyan nem nehézfém, hanem esszenciális tápelem, de itt tárgyaljuk az ICP mérések eredményeképpen. Egyértelmű változásokat nem mutat a kezelések függvényében. Mivel tömegárammal passzívan vándorolhat a növényben, legnagyobb mennyiségben a felső levelekben fordul elő (132. táblázat).

132. táblázat

A Virginia dohány szerveinek Al és B tartalma, 1988. 08. 11-én, bimbózáskor (ppm)

Kezelés jele, kódja	Al			B		
	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár	Alsó levél	Felső levél	Kóró v. szár
Kontroll	267	262	89	18	22	7,4
N	377	291	14 ^	12	17	7,1
NP	310	250	131	8	22	7,8
NK	274	293	10	15	20	9,2
NPK	384	263	73	10	24	7,4
NPKCa	141	142	61	15	23	7,4
NPKMg	275	156	96	20	23	6,2
NPKCaMg	186	218	85	15	29	7,2
SzD5%	148	122	80	13	14	3,1
Átlag	277	234	97	14	22	7,5

A minták egy részét a KÉE ICP laboratóriuma is analizálta. A 133. táblázatban áttekintést adunk a dohány szerveinek átlagos összetételéről. A két mintavételi időpont, valamint az eltérő korú szervek analízise betekintést enged az egyes elemek dinamikájába, növényen belüli vándorlásába. Mindazon 21 tápelemnek és nem tápelemnek minősülő összetevőt közöljük a táblázatban, melynek koncentrációja az ICP technikával meghatározható volt.

Az első 5 elem esszenciális és %-os mennyiségben fordult elő. A kóró a legszegényebb ezen elemekben, különösen a Ca és Mn esetében. A Fe, Al, Sr, és Na 100-as ppm nagyságrendű koncentrációban található. Ha a Na-tói eltekintünk, itt is megállapítható a kóró kisebb akkumulációs hajlama. A két csoportot összevetve szembevetjük a Ca és Sr hasonló dinamikája: akkumulációjuk az előregedő levelekben és lecsökkent mennyiségük a kóróban (133. táblázat).

133. táblázat

A Virginia dohány szerveinek átlagos elemösszetétele az ICP analízisek alapján, 1988.
Elemzés: KÉE ICP labor.

Elem jele	Alsó levél 08. 11-én	Felső levél 08.11-én	Levél 10. 11-én	Kóró 10. 14-én
K %	3,34	2,79	2,51	2,32
Ca %	1,82	0,97	2,34	0,51
Mg %	0,41	0,28	0,20	0,38
P %	0,15	0,26	0,25	0,14
Mn %	0,17	0,10	0,24	0,04
Fe ppm	501	705	236	220
Al ppm	436	432	259	166
Sr ppm	210	101	235	79
Na ppm	102	85	102	111
Zn ppm	77	65	93	42
Si ppm	48	45	44	55
Ba ppm	48	22	48	23
B ppm	18	26	24	11
Cu ppm	11	17	13	12
Cr ppm	9	13	-	3
Li ppm	10	5	20	2
Ni ppm	4	4	4	3
Ti ppm	3	3	1	1
Co ppm	3	2	3	1
Cd ppm	3	1	4	1
Pb ppm	-	-	4	-

A Zn, Si, Ba, B, Cu, Cr, Li 10-es ppm koncentrációkat képviselnek. A Cr és a Li esetenként a 10 ppm alatt marad. A kóró a Si-ot kivéve mérsékeltebb mennyiségeket mutat. Az idősebb levelekben több Zn, Ba, Li akkumulálódott. A Ni, Ti, Co, Cd és a Pb 1-4 ppm közötti értékeket mutatott és a kóró itt is kitűnt alacsonyabb elemtartalmával (133. táblázat).

A töréskori dohánylevelek nehézfém-tartalma, valamint a termőhely talajtulajdonságai és csapadékadatok között összefüggést vizsgáltunk az 1990. és 1991. évi országos ökológiai felvételezés alapján. A virginia dohány hazai dohánytermő körzeteiben végzett és összesen 192 termőhelyet érintő elemzésekből megállapítottuk, hogy (GONDOLA és KADÁR 1994):

1. A talaj ammonacetát + EDTA oldható mikroelemtartalma, valamint a töréskori dohánylevelek nehézfém koncentrációja között nem volt kapcsolat.
2. A talajok humusz tartalma szintén nem látszott összefüggeni a levelek összetételével. Ez alól a Cd jelentett kivételt, melynek koncentrációja nőtt a talaj kötöttségével és humusztartalmával.
3. A növények N, Ca és Sr tartalma a VI+VII. havi csapadék összegével csökkent, míg a Cr felvétele nőtt.
4. Döntő talajtulajdonságnak a talaj pH bizonyult. A pH emelkedésével a nehézfémek koncentrációja általában drasztikusan és egyértelműen csökkent a növény levelében.

Összefoglalva a szabadföldi kísérlet, valamint az országos ökológiai felvétel tanulságait arra a következtetésre juthatunk, hogy a káros vagy toxikus nehézfémek felvételét egy ismert eljárással, a meszezéssel jelentősen csökkenthetjük. Talajvizsgálatokkal is azonosíthatók és feltérképezhetők azon termőhelyek, melyek rossz minőségű, nagy Cd tartalmú dohányt teremnek. A talaj savanyúsága környezetvédelmi szempontból is olyan nemkívánatos tulajdonság, mely a nehézfémek táplálékláncba kerülése miatt beavatkozást, meszezést igényel.

4.3. A triticale ásványi összetétele és nehézfém tartalma

Az 1991. és 1992. évi aratáskori termés ICP elemzésére került sor, külön analizáltuk a szem, szalma és pelyva mintákat. Az ICP elemzéseket a csernozjomon termett triticaleban is elvégeztük, melynek átlagadatait az 1991. évi táblázatok lábjegyzeteiben közöljük összehasonlítás céljából. Az 1991. évi szemtermés Al, Sr, B, Ni és Ba koncentrációit a 134. táblázat foglalja össze.

Amint a táblázat eredményei mutatják, a meszezett parcellákon lesüllyedt az Al, Ni és Ba tartalom a szemben. A B mennyisége érdemben nem változott a kezelések függvényében, míg a Sr koncentrációja szignifikánsan nőtt az NPK parcellákon. A két termőhely átlagait összevetve megállapítható, hogy a mezőföldi meszes vályog csernozjomon a szem lényegesen szegényebb Al és Ni, valamint hasonló mértékben gazdagabb Ba elemekben. A B koncentrációja nem tért el a két termőhelyen.

134. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az egyéb elemek tartalmára,
triticale szem, 1991. (ppm)

Kezelés	Al	Sr	B	Ni	Ba
Kontroll	4,8	1,6	4,3	0,76	0,37
N	5,7	2,0	4,3	0,65	0,81
NP	5,0	2,3	4,1	0,51	0,26
NK	5,2	1,4	4,0	0,60	0,79
NPK	5,5	3,3	4,4	0,56	0,60
NPKCa	2,3	2,3	3,9	0,33	0,10
NPKMg	3,8	2,2	4,3	0,57	0,10

NPKCaMg	3,5	1,6	4,0	0,37	0,10
SzD5%	1,9	1,2	0,3	0,38	0,70
Átlag	4,5	2,1	4,2	0,54	0,39
Nagyhörcsök átl.	1,1	1,9	4,8	0,11	1,93

A szalmában szintén megfigyelhető, hogy a meszezett parcellák mérsékeltebb Al és Ba tartalmakat mutatnak, a koncentráció átlagosan mintegy a felére süllyed. A Sr felvétele egyértelműen javul az NP, NPK kezeléseknél, míg a B mennyisége meglehetősen állandó marad. Az N és NK parcellákon jelentős N túlsúly alakult ki az alacsony termések miatt, mely tükröződik a nitrát tartalmakban. A savanyú homokon a szalmában több Al és Sr, valamint átlagosan kevesebb NO₃-N volt, mint csernozjomon (135. táblázat).

1992-ben a triticales szem összetételében a változások kevésbé követhetők, az adatok szórása, hibája megnőtt. Megnyilvánul azonban itt is a Sr tartalom emelkedése az NP, NPK kezeléseknél, valamint a Ba koncentrációjának csökkenése a meszezett talajon. Az Al és az Pb mennyisége nem változik egyértelműen. Az 1991. évi átlagokkal összevetve megállapítható, hogy 1992-ben a szem nagyobb Sr és Ba tartalommal tűnt ki, míg az Al és Ni mennyisége nem tért el lényegesen. A B koncentrációja mérés határ alatt maradt (136. táblázat).

135. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása a triticales szalma egyéb elemeinek tartalmára, 1991. (ppm)

Kezelés	Al	Sr	Ba	B	NO ₃ -N
Kontroll	27	11	26	6,2	54
N	29	18	23	5,4	173
NP	28	30	16	5,5	126
NK	20	13	22	5,6	145
NPK	28	34	18	5,4	93
NPKCa	16	27	12	5,6	97
NPKMg	27	24	11	5,2	84
NPKCaMg	12	17	11	5,7	71
SzD5%	12	14	4	0,9	61
Átlag	23	22	17	5,6	105
Nagyhörcsök átl.	16	10	20	5,3	279

136. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az egyéb elemek tartalmára, triticales szem, 1991. (ppm)

Kezelés	Al	Sr	Ba	Ni	Pb
Kontroll	4,1	5,1	1,7	0,7	0,7
N	3,8	4,8	1,2	0,5	0,1
NP	3,4	7,0	0,7	0,7	0,6
NK	4,8	3,7	1,6	0,4	0,2

NPK	5,4	8,1	0,6	0,9	0,2
NPKCa	4,2	4,8	0,3	0,3	0,6
NPKMg	5,1	6,2	0,5	0,6	0,8
NPKCaMg	3,0	4,7	0,1	0,5	0,2
SzD5%	2,7	2,2	1,2	0,4	0,9
Átlag	4,2	5,6	0,8	0,6	0,4

B, Co, Cd, Cr, Mo - méréshatár alatt

Az 1992. évi szalma összetétele az Al és Ba esetében jelzi a meszezés felvételt gátló hatását. A Sr tartalom igazolhatóan megnő a P-ral is trágyázott, de nem meszezett parcellákon. A B és az Pb mennyisége bizonyíthatóan nem módosul a kezelésekre hatására. Az 1991. évi szalmatermésével összehasonlítva látható, hogy az aszályos évben duplájára nőtt az átlagos Al és Sr tartalom, lényegesen nem változott a Ba koncentrációja, valamint 1/4-ére süllyedt a B mennyisége (137. táblázat).

137. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az egyéb elemek tartalmára, triticaleszalma, 1992. (ppm)

Kezelés	Al	Sr	Ba	B	Pb
Kontroll	29	29	31	1,1	0,9
N	62	33	29	1,3	1,4
NP	46	59	21	1,4	0,9
NK	49	25	28	1,7	0,3
NPK	34	48	17	1,0	1,1
NPKCa	38	41	13	1,3	0,9
NPKMg	42	55	18	0,9	1,2
NPKCaMg	35	36	14	1,4	0,7
SzD5%	18	16	10	0,9	1,3
Átlag	42	41	21	1,3	0,9

A pelyva esetében is nyomon követhető az Al és Ba tartalmának csökkenése a meszezett talajon, valamint a megnövelt Sr koncentráció az NP, NPK, NPKMg kezeléseknél. Az Pb és a B mennyisége igazolhatóan nem módosult. A pelyva nagyobb átlagos Al, Sr, B készlete alapján a szalmához áll közelebb, míg a Ba koncentrációja a szem és a szalma között helyezkedik el (138. táblázat).

Meg kell említeni a kétszikű dohány és az egyszikű triticaleszalma közötti különbségeket az elemek felvételében. A vegetatív szalma akkumulálta az elemeket nagyobb mennyiségben a szemhez viszonyítva a triticaleszalmában. Amennyiben a szalmát összevetjük a töréskori dohánylevellel azt tapasztaljuk, hogy a dohány levelében közelítően kétszer annyi B és Ba, 10-szer több Al, valamint 22-szer több Sr található. Hasonlóképpen egy nagyságrendi különbség áll fenn a Cd, Co, Cr és Ni esetében, melyek a szalmában gyakran méréshatár alatti tartományban maradnak.

138. táblázat

Műtrágyázás és meszezés hatása az egyéb elemek összetételére, triticales pelyva, 1992. (ppm)

Kezelés	Al	Sr	Ba	B	Pb
Kontroll	66	12	6,6	2,6	0,2
N	79	18	7,9	2,4	1,1
NP	68	31	5,4	2,0	1,6
NK	70	15	8,0	2,3	1,5
NPK	74	34	9,4	1,7	1,6
NPKCa	54	22	3,5	1,8	1,1
NPKMg	63	31	6,9	2,0	1,4
NPKCaMg	48	22	3,8	2,2	1,0
SzD5%	21	14	4,2	0,8	1,4
Átlag	65	23	6,4	2,1	1,2

A két növényfaj összetétele természetesen eltérő. Meghatározó lehet azonban a termőhely is. A már korábban említett országos felmérés kapcsán azt találtuk, hogy a fontosabb nehézfémek koncentrációja több nagyságrenddel is eltérhet a dohány levelében attól függően, hogy hol termett. Amint a 139. táblázatban bemutatott adatokból látható, a Co, Pb, Cr és Ni tartalom minimuma és maximuma között több száz vagy több ezerszeres az eltérés. Még a nagyobb mennyiségben előforduló Zn és Fe esetén is 20-30-szoros, míg a Mn koncentrációkban 100-szoros különbségek adódtak.

Az adatok azért is figyelemre méltók, mert szakszerűen történt a levelek begyűjtése és ugyanaz a laboratórium végezte az ICP elemzéseket a TAKI-ban. Az extrém nagy értékeket, melyek részben mérgezéssel jártak együtt, minden esetben az erősen elsavanyodott termőhelyeken kaptuk. A felvételezés kiterjedt a meszes Duna-Tisza köze, ill. a meszes Dunántúl körzeteire is, ahol rendre nagyságrendekkel alacsonyabb nehézfém-tartalmak fordultak elő.

139. táblázat

A Virginia dohány töréskori levelének nehézfém-tartalma a hazai dohánytermő körzetekben. Felvételezés: 1990. és 1991. évek. Összes mintaszám = 192 (GONDOLA és KÁDÁR 1994) (ppm)

Elemek	Minimum	Maximum	Átlag	CV %
Co	0,01	6,0	0,2	208
Pb	0,01	9,0	0,7	176
Cr	0,01	21,0	0,8	222
Cd	0,22	4,5	1,2	63
Ni	0,01	15,9	2,4	109
Zn	8	209	35	74
Fe	60	1704	224	75
Mn	30	3072	248	136

A felvehető nehézfém-tartalom becslése nehézségekbe ütközik talajvizsgálatokkal, mert nincs egyenes összefüggés a talajbani koncentráció és a növényi felvétel között. Az elemek mobilitását és felvehetőségét egyéb talajtulajdonságok (pH, kötöttség, esetleg humusztartalom, más elemekkel való ellátottság stb.) szabályozzák, melyek számszerű figyelembevételével ma még a kutatás adós. A kémiai talajvizsgálatokat kalibrálni, azaz növénykísérletekben értelmezni kell, hogy élettani tartalmat kapjanak. Sajnos, nagyon kevés kísérletes tapasztalattal rendelkezünk a fontosabb nehézfémekre vonatkozóan és még költséges és hosszantartó kísérletezésre szorulunk a jövőben, amennyiben pontosabb ismeretekre tartunk igényt.

VII. Egyéb kiegészítő alap- és módszertani vizsgálatok

A kísérletben, ill. a kísérlet talajával értékes kiegészítő alap- és módszertani vizsgálatok történtek. Eredményeik általában nem jelentek meg önálló dolgozat formájában, így mint fontos részvizsgálatok beilleszthetők a jelen monográfia keretei közé. A következőkben tárgyalni fogjuk a talajtani feltárások, a tápelemmérések, valamint a felvehető tápelem-tartalommal és a növényi variabilitással összefüggő módszertani vizsgálatok főbb adatait.

1. Alap- és módszertani talajvizsgálatok 1976-ban (SZEMES IMRE adatai)

A kísérlet 14. évében, 1976-ban SZEMES IMRE és munkatársai három szelvényt tártak fel a kísérlet területén. A genetikai szintenként vett mintákban elvégezték a pH, hidrolitos aciditás, h_v , kötöttség, leiszapolható rész, humusz ill. a C tartalom meghatározását. Az eredményeket a 140. táblázat foglalja össze. A bemutatott talajtani paraméterek általában alátámasztják a korábbi vizsgálatok eredményeit, így külön részletes értékelésüktől eltekintünk.

A talajszelvény mintáinak felvehető tápelem-tartalmát több módszerrel is meghatározták. Amint a 141. táblázatban látható, az ammóniumacetát oldható K_2O tartalom az I. szelvényben tendenciájában emelkedik a mélységgel, a II. szelvényben nem változik egyértelműen, míg a III. szelvényben kifejezetten csökken. Az adatok a felvehető K egyenetlen eloszlására, heterogenitására utalnak a homok talajban. Amint az várható is volt, a rokon oldószernek tekinthető ammóniumlaktát megközelítően ugyanannyi K-ot vitt oldatba és a K szelvénybeni megoszlása is az előbb leírtakat követi.

140. táblázat

A nyírlugosi szelvények alapvizsgálatai eredményei 1976-ban

Mintavétel mélysége, cm	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	Hidrac. y1	hy1	KA	Leiszapol- ható %	Humusz %	C %
1.szelvény								
0- 32	4,6	4,0	7,6	0,26	28	5,2	0,33	0,19
32-46	5,1	4,4	3,3	0,22	28	4,5	0,22	0,13
46- 62	5,7	5,2	2,2	0,18	28	4,2	0,17	0,10
62-102	5,8	5,4	2,2	0,26	27	3,4	0,17	0,10
102-123	6,2	5,0	3,3	1,28	34	10,0	0,20	0,12
123-150	6,0	4,7	5,4	1,65	36	13,6	0,22	0,13
2.szelvény								
0- 30	4,6	3,8	9,8	0,39	28	6,5	0,50	0,29
30- 60	5,6	5,0	3,8	0,35	27	6,6	0,26	0,15
60- 84	6,1	5,2	3,3	0,44	28	6,9	0,20	0,12
84-110	6,2	5,2	3,3	1,34	34	12,2	0,18	0,10
110-145	6,2	4,9	3,8	1,37	36	8,1	0,17	0,10
145-170	6,3	5,2	2,7	0,58	32	3,7	0,17	0,10
3.szelvény								
0- 21	4,9	4,1	8,7	0,46	30	6,5	0,61	0,35
21- 35	5,0	4,4	6,5	0,49	38	7,2	0,53	0,31
57- 75	6,2	5,1	4,3	1,51	38	14,8	0,30	0,17
75-105	6,2	5,4	3,3	0,94	32	7,9	0,24	0,14
105-126	6,3	5,4	3,3	0,71	33	6,3	0,22	0,13
126-175	6,2	5,2	2,2	0,65	36	3,9	0,15	0,09

141. táblázat A nyírlugosi talajszelvényekben végzett módszertani vizsgálatok
1976-ban

Mintavétel mélys. cm	NH ₄ Ac-oldható, ppm		AL-oldható, ppm			¹ Talajoldat ppm		² H. és P. ppm		³ MVK g/100 g
	K ₂ O	Ca	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Ca	K ₂ O	Ca	K ₂ O	
1. szelvény										
0- 32	50	120	32	48	135	5,3	2,0	395	238	24
32-46	58	192	26	70	335	3,0	2,1	500	215	23
46- 62	44	214	26	45	295	3,3	1,0	500	200	25
62-102	22	254	29	40	300	3,3	0,5	450	165	24
102-123	80	936	57	83	905	7,3	0,6	1200	425	30
123-150	90	960	54	92	1015	11,4	0,7	1290	458	31
2. szelvény										
0-30	58	138	42	63	145	3,0	1,8	500	315	28
30-60	22	302	26	60	370	4,4	1,1	595	282	27
60- 84	26	434	32	48	425	3,3	0,4	800	250	27
84-110	50	818	38	55	665	6,3	0,4	980	338	28
110-145	68	818	57	77	765	3,2	0,4	1325	425	30

145-170	30	444	114	40	535	2,2	0,4	1200	305	27
3. szelvény										
0- 21	86	214	42	95	220	6,4	3,6	550	338	29
21- 35	100	316	38	100	315	7,6	3,6	715	360	29
57- 75	80	990	51	80	900	5,3	0,5	1250	500	30
75-105	42	712	63	43	650	4,6	0,4	1110	348	30
105-126	40	600	82	40	540	3,7	0,4	980	305	29
126-175	28	472	91	40	525	3,5	0,3	1025	282	27
¹ Egyensúlyi talajoldat ² Hunter és Pratt (1957) módszer szerint ³ Max.víz tartó képesség g/100 g										

HUNTER és PRATT (1957) módszerével esetenként 5-10-szer annyi K-ot kapunk, tehát ez a talaj nehezebben felvehető K készletére is utal. A K a talajbani megoszlásáról alapvetően ugyanazt a képet nyújtja, mint az előbbi két módszer. Az egyensúlyi talajoldat K koncentrációja a feltalajban néhány, az altalajban mindössze néhány tized ppm. A mélységgel a talajoldat minden esetben szegényedik K-ban, minden szelvényben. A legmozgékonyabb K frakció a mélyebb rétegekből feltehetően már a talajvízbe mosódott.

A különböző módszerekkel becsült felvehető Ca tartalom szelvényenként szintén eltérő képet mutat. Az ammonacetát és az AL módszer itt is igen közelálló adatokat szolgáltat, a HUNTER és PRATT módszerrel viszont esetenként 2-3-szor több Ca-ot kapunk. A mélységgel azonban a mindhárom módon becsült Ca készlet növekedést mutat. A talajoldat Ca tartalma általában csak néhány a az oldható készletnek és csak az első szelvényben nőtt a mélyebb rétegekben. A II. és a III. szelvényben nem jelzett egyértelmű vertikális irányú dinamikát (141. táblázat).

A maximális víztartó képesség a homoktalajokra jellemző alacsony értékeket mutat és a kötöttséggel összefüggésben emelkedik a mélységgel, ill. már a feltalajban is nagyobb értékeket jelez a valamivel kötöttebb talajú III. szelvényben. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az oldható vagy felvehető elemek mennyisége a módszer függvénye, ezért növénykísérletekben kalibrálást igényelnek ahhoz, hogy az ellátottsági tartományait megbecsülhessük a talaj vagy a termőhely minősítése és a szaktanácsadás céljából.

2. A kezelések P és K mérlege, valamint az AL-PK összefüggése 1976-ban, 14 év után (SZEMES IMRE adatai)

A 14 év alatt műtrágyákban adott, a termésekkel felvett, valamint az így becsült egyenlegek eredményeit a 142. táblázat foglalja össze. Megállapítható, hogy a P-ral kezelt parcellák 980, a Kmal trágyázot-tak 2100 kg/ha hatóanyagot kaptak összesen. A növényi PK felvétel közel megduplázódott az NPK, NPKMg kezeléseken a kontrollhoz viszonyítva. A kontroll és a trágyázott kezelések talajainak P₂O₅ mérlegében -225 és +577, azaz 802 kg/ha különbség alakulhatott ki a 14. év végére, míg a K₂O mérlegben ez a különbség elérte az 1400-2147 kg/ha értéket.

142. táblázat

A kezelések P és K mérlege 1976-ban, 14 év után Szántott réteg, kg/ha

Kezelés jele	Adott 14 év alatt		Felvett 14 év alatt		Egyenleg 1976-ban	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kontroll	-	-	225	715	-225	-715
N	-	-	343	1138	-343	-1138
NP	980	-	403	1242	557	-1242
NK	-	2100	357	1195	-357	905
NPK	980	2100	427	1402	553	698
NPKMg	980	2100	425	1403	555	697

A PK mérleg egyenlegei tükröződnek az AL-PK tartalmakban (143. táblázat). A felvehető K tartalom szintén egyértelműen nő a talajgazdagodásból eredően. Amennyiben a kapott AL-oldható PK többleteket a mérlegek egyenlegeihez viszonyítjuk, a fajlagos feltöltési mutatót kapjuk. Azaz hány kg műtrágya P vagy K szükséges ahhoz, hogy a talaj szántott rétege 10 ppm felvehető P vagy K tartalommal gazdagodjék? A szaktanácsadásban célszerű megbecsülnünk, hogy pl. egy P-ral gyengén ellátott talajnak mekkora a P-trágya igénye. Azaz mennyi műtrágyát kell adnunk, hogy a talaj közepes vagy kielégítő ellátottságúvá váljon.

A 143. táblázat adatai szerint átlagosan 200 kg körüli talajban maradt műtrágya P₂O₅ eredményezett 10 ppm AL-P₂O₅ növekedést a kontrollhoz viszonyítva. Ezzel szemben az N és NK parcellákon 170190 kg P₂O₅ felvétel (tehát elszegényedés) hatására süllyedt az AL-P₂O₅ tartalom 10 ppm értékkel. Utóbbihoz az is hozzájárulhat, hogy a növények gyökerei nemcsak a szántott réteget szegényítik el tápelemekben. Másrészt az oldhatóbb P-formák folyamatosan utánpótlódnak a talaj kötöttebb frakcióiból. A pozitív P-mérlegű kezelésekben ugyanakkor mintegy 200 kg P₂O₅ többlet eredményezhet 10 ppm AL-P₂O₅ növekedést.

143. táblázat

A talaj AL-oldható PK tartalmának változása a PK egyenlegek függvényében. Szántott réteg, 1976.

Kezelés jele	AL-oldható ppm		AL-többlet ppm		kg/10 AL-ppm	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kontroll	48	80	-	-	-	-
N	41	68	-7	-12	-169	-352
NP	86	64	38	-16	211	-329
NK	41	108	-7	28	-189	578
NPK	86	109	38	29	203	487
NPKMg	85	106	37	26	211	543

Ez a mechanizmus szemmel láthatóan a K esetében is fennáll. A negatív mérleg esetében 330-350 kg, míg a pozitív mérleg tartományban 500 kg körüli K₂O eredményezett 10 ppm AL-K₂O változást a talaj szántott rétegében. Amennyiben feltesszük, hogy a 30 cm szántott réteg mintegy 4 millió kg/ha tömeget képvisel, 40 kg P₂O₅, ill. K₂O eredményez 10 ppm AL-oldható növekményt. Ilyen módon elmondható, hogy a talajban maradt műtrágya K-nak és műtrágya P-nak csak egy bizonyos hányada kísérhető nyomon talajvizsgálatokkal.

A műtrágyával bevitt és a növény által fel nem vett K-nak mindössze egy kisebb része, átlagosan 1/13-a mutatható ki AL-oldható formában. A K részben megkötődhetett az agyagásványokon és kevésbé felvehető frakciókká alakulhatott. Másrészt tekintetbe kell vennünk, hogy a K mozgékonyabb és a szántott réteg alatti zóna is dúsult K-ban. Így becsülve is azt találjuk, hogy a talajban maradt K sokkal kevésbé követhető nyomon, mint a P. A K minden talajon gyorsabban elnyelődik, mert az egyes frakciók átmennek egymásba. Úgy tűnik, hogy ez a jelenség a kolloidban szegényebb homoktalajon is fennállhat, legalábbis ebben a mérsékelt K-mérleg tartományban.

3. A kezelések N mérlege és az 1 m talajszelvény N készletének összefüggése 1977-ben, 15 év után (LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai)

LATKOVICSNÉ 1977-ben, a burgonya betakarítását követően, talajmintákat vett 1 m mélységig 20 cm-enként és meghatározta az ásványi $\text{NO}_3\text{-N}$ és $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalmakat. Az eredményeket a 144. táblázat tünteti fel. Az átlagminták parcellánkénti 5 részűrés eredményeit reprezentálják. A vizsgálatok szerint a talajok $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalma egyértelműen csökkenő tendenciát mutatott a mélység függvényében. A $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége általában nőtt a kontrollhoz képest, különösen a feltalajban, ill. az egyoldalú N kezelésben. Az ammónia és a nitrát N összege mintegy megduplázódott a szántott rétegben a 60-100 cm talaj készletéhez viszonyítva. A kezelések hatása főként a 0-40 cm rétegben követhető nyomon.

A talajba 17 év alatt adott N összege 2100 kg/ha volt. A növényi felvétel 630-1400 kg/ha között ingadozott a kezelésektől függően, így jelentős, 1300-1680 kg/ha különbségek alakultak ki az egyes parcellák talajában. Az 1 m talajban talált ásványi N kerekén 90-170 kg/ha között ingadozott. A kontrollhoz viszonyított többletek elenyészők voltak és mindössze 4 %-át tették ki a mérleg egyenlegei alapján becsült, fel nem vett többlet N-nek (145. táblázat),

A bemutatott adatok arra utalnak, hogy a műtrágyával bevitt és a növények által nem hasznosított N gyakorlatilag nem mutatható ki az 1 m rétegben ammónia vagy nitrát formájában. LATKOVICSNÉ az összes N készleteket is megbecsülte. A 146. táblázatban közölt becslés arra enged következtetni, hogy az összes N-nek mindössze néhány %-át teheti ki az ásványi $\text{NH}_4\text{+NO}_3\text{-N}$ mennyisége. Az összes N kerekén 3200 kg/ha az 1 m rétegben. A műtrágyázott kezelések átlagosan 300 kg/ha-ral, tehát 9 %-kal nagyobb készletet mutatnak. Ez átlagosan 33 %-a a mérlegben kimutatott többletnek és 14 %-a a 15 év alatt felhasznált N mennyiségének.

A 145. táblázatban bemutatott N mérleg számításokból arra is következtethettünk, hogy a különbség módszerrel számolva a műtrágya-N 20-36 %-ban hasznosult. Az egyes kezeléseken eltérő hasznosulást kapunk. Az önmagában adott N kisebb termésével alacsonyabb, az NPKMg kezelésben nagyobb a növénybe épült N aránya, a hasznosulási %-a. A trágya-N egy részét azonban sem a talajban, sem a növényben nem találjuk. Amennyiben a N hasznosulását a mérleg módszerrel becsüljük, tehát az összes adott/összes felvett arányát vizsgáljuk, az átlagos hasznosulás 60 % körüli.

144. táblázat
Műtrágyázás hatása a talajok felvehető ásványi N tartalmára
a burgonya betakarítását követően 1977-ben (ppm)

Kezelés jele	Mintavétel mélysége,					Átlag
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
NH ₄ -N						
Kontroll	5,0	3,0	2,6	2,7	3,5	3,4
N	5,0	5,2	2,5	3,3	4,3	4,1
NP	2,3	2,0	1,3	0,7	1,8	1,6
NK	6,7	3,8	2,6	2,8	2,8	3,7
NPK	7,7	2,9	2,7	2,3	3,5	3,8
NPKMg	3,0	0,9	0,2	0,2	0,8	1,0
Átlag	5,0	3,0	2,0	2,0	2,8	2,9
NO ₃ -N						
Kontroll	5,7	3,5	3,4	2,8	2,7	3,6
N	10,4	10,6	6,7	6,5	5,0	7,8
NP	8,6	6,9	8,5	4,5	3,7	6,4
NK	12,8	8,6	5,6	4,6	3,8	7,1
NPK	12,8	5,0	5,4	6,1	5,8	7,0
NPKMg	9,6	5,5	4,6	4,5	1,6	5,2
Átlag	10,0	6,7	5,7	4,8	3,8	6,2
Összesen NH ₄ + NO ₃ -N						
Kontroll	10,7	6,5	6,0	5,5	6,2	7,0
N	15,4	15,8	9,2	9,8	9,3	11,9
NP	10,9	8,9	9,8	5,2	5,5	8,1
NK	19,5	12,4	8,2	7,4	6,6	10,8
NPK	20,5	7,9	8,1	8,4	9,3	10,8
NPKMg	12,6	6,4	4,8	4,7	2,4	6,2
Átlag	14,9	9,6	7,7	6,8	6,6	9,1
1 ppm =	2,86 kg/ha					

145. táblázat

Műtrágyázás hatása a talaj N-mérlegére 15 év után, 1977-ben
(LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai, 0-100 cm réteg)

Kezelés jele	N kg/ha/15 év			Talajban talált NO ₃ +NH ₄ -N		
	Adott	Felvett	Mérleg	kg/ha	Többlet	%-ban
Kontroll	-	630	-630	100	-	-
N	2100	1049	1051	171	71	7
NP	2100	1271	829	116	16	2
NK	2100	1132	968	155	55	6
NPK	2100	1368	732	156	56	8
NPKMg	2100	1391	709	89	-11	-
Átlag	1750	1140	610	131	31	5

* Talajban talált többlet a mérleg %-ában (Mérleg a növény által már fel nem vett, talajban visszamaradó trágya-N mennyiségét jelöli)

146. táblázat

Műtrágyázás hatása a talaj N-forgalmára 15 év után, 1977-ben a
burgonya betakarítását követően
(LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai, 0-100 cm rétegre)

Kezelés jele	kg/ha	Összes N		Összes N többlet a mérleg N és az adott N %-ában	
		többlet	%		
Kontroll	2940	-	-	-	-
N	3499	559	16	53	27
NP	3308	368	11	44	18
NK	3109	169	5	17	8
NPK	3360	420	12	57	20
NPKMg	2912	-28	-1	-4	-
Átlag	3188	298	9	43	18

Az ásványi N % az összes N többletnek átlagosan 16 %-a volt, ez az összes N-nek mintegy 4 %-a.

A homoktalaj heterogenitása miatt az össz-nitrogén becslése nagyobb hibával terhelt, az eredményeket szigorúan csak tájékoztató jellegűnek szabad tekinteni. Erre utal az NPKMg kezelésben kapott negatív érték a kontroll talajhoz viszonyítva. A 146. táblázat eredményei tehát inkább csak egy gondolati modellt reprezentálnak. A korábbi fejezetben tárgyalt mélyfúrások adatai alátámasztották, hogy ezen a talajon a N mozgása gyors, ilyen mérlegek nem készíthetők. Az 1 m felső rétegből a N többletek akár egy év múltán távozhatnak és 2-3 év alatt a talajvízbe juthatnak.

4. A nyírlugosi talaj NO₃-N és kicserélhető NH₄-N tartalmának vizsgálata érleléses kísérletben (LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai)

A laboratóriumban végzett érlelési vizsgálatok eredményei szerint a nyírlugosi talajban végbemenő ásványosodás eredményeképpen elsősorban a NO₃-N mennyisége nő az idő függvényében. A ¹⁵N-el jelzett szerves anyag bomlása során szintén gyorsan nőtt a nitrát-N mennyisége és 48 napot követően már többszöröse volt az ammónia formájában található N-nek. Az NH₄NO₃ formában adott N ezzel szemben a vizsgált időszak alatt érdemben nem változott, ammónia nem nitrifikálódott. Hasonlóképpen nem módosult a nitrát és az ammónia N aránya, amikor a szerves ¹⁵N+NH₄NO₃ nitrogénforrásokat együtt adtuk a talajba (147. táblázat).

Az érleléses kísérlet adatai arra engednek következtetni, hogy az NH₄NO₃ trágyaforma nitrifikációt gátló hatású lehet ezen a savanyú homokon. Szabadföldi viszonyok között ez a gátlás helyileg és csak átmenetileg jelentkezhethet, amennyiben kisebb adagokat alkalmazunk és a talaj képes pufferni a helyileg fellépő savanyodást. Kétségtelen azonban, hogy a talaj ásványi N készletének becslésekor, a gyakorlati szaktanácsadás során, célszerű a nitrát-N mellett az ammónia tartalmakat is meghatározni. Ellenkező esetben tévesen ítélnék meg a talaj N-ellátottságát, a N trágyaigényt és ezzel a talajvizet veszélyeztető túltrágyázást indukálhatunk.

147. táblázat

A nyírlugosi talajok NO₃-N és kicserélhető NH₄-N tartalmának változása érlelési kísérletben, 1979.
LATKOVICS GYÖRGYNÉ adatai (ppm)

Kezelés jele	Mért N forma	Mintavétel ideje, nap						
		5	12	19	27	48	84	112
Kontroll	NH ₄ -N	7	7	8	3	2	16	18
	NO ₃ -N	4	6	10	13	33	27	28
	Átlag	5	7	9	8	17	22	23
Szerves ¹⁵ N	NH ₄ -N	24	44	51	41	14	31	36
	NO ₃ -N	2	2	15	28	87	91	91
	Átlag	13	23	33	34	56	61	64
NH ₄ NO ₃	NH ₄ -N	154	155	160	156	157	185	177
	NO ₃ -N	152	152	154	155	168	162	153
	Átlag	153	154	157	156	162	174	165
Szerves ¹⁵ N +NH ₄ NO ₃	NH ₄ -N	180	194	205	218	210	218	221
	NO ₃ -N	146	146	148	148	182	201	206
	Átlag	163	170	176	183	196	214	214

5. A burgonya növénykék egyedi variabilitásának vizsgálata 1979-ben (KÁDÁR IMRE adatai)

A reprezentatív növényi átlagminták képzésének módszertani kérdéseit elemezve több kezelésben egyedi gyökeres burgonya mintákat vettünk 1979-ben, a virágzás idején. A burgonya növénykéek egyedi variabilitása a műtrágyázott kezelésekből nagyobb volt, mind a súlyukat, mind az ásványi összetételüket tekintve, mint a kontroll parcellákon. Ahhoz, hogy kellően reprezentatív átlagmintákat nyerjünk, egy 4 ismétléses kísérletben minimum 20-20 egyedi növényből képzett átlagmintát célszerű venni parcellánként a nettó területről, vizsgálataink szerint.

A 148. és 149. táblázatokban példaképpen bemutatjuk az egyik NPKCaMg parcella nettó területéről véletlenszerűen kiválasztott 10 gyökeres burgonya adatait a légszáraz tömege alapján rangsorolva. Amint a 148. táblázatban látható, a növénykéek súlya egyazon parcellán belül akár egy nagyságrenddel is eltérő lehet. A gyökér tömegében csak 3-szoros változások regisztrálhatók, míg a hajtásában 12-szeres. A gyengén fejlett növénykéek viszonylag nagyobb gyökérrel kénytelenek fejlődni, a hajtás túlsúlya csak 3-szoros, míg a nagytestű egyedeken 9-szeres volt.

A tápelem koncentrációkban ilyen különbségeket vagy rangsort nem lehetett megállapítani és a tápelemtartalmak szórása is általában mérsékeltebb. A termés elemek CV %-a 65-70 körüli, ehhez hasonló szórást csupán a Mn és a Cu mutat. A Mg, Na és a Zn 2838 CV %-a közepes variabilitásra utal. Az N, P, K és Ca fő tápelemek variabilitása kisebb, általában 20 % alatti CV értékkel, sőt a P és a N elemtartalmak CV je mindössze 10-12 % (148-149. táblázat).

Ahhoz tehát, hogy a főbb tápelemekkel való ellátottságot megítéljük, már a 10 növényből álló átlagminta is kellően reprezentatív lehetne. Ezzel szemben a növény súlyok, valamint a Mn és a Cu ellátottság becsléséhez a 20 növényből álló átlagminta sem biztosít megfelelő homogenitást és reprezentativitást. A gyakorlati szaktanácsadásban minimum 50-100 növény vagy növényi részből képzett átlagmintaképzés javasolt, párhuzamos átlagmintavétellel minden mintavételi egységről. Az ilyen mintavételi eljárás garantálhatja a növényelemzés adataira épülő szaktanácsadás megbízhatóságát.

148. táblázat

A burgonya növénykéek egyedi variabilitása virágzás idején. NPKCaMg, légszáraz súlyok, 1979.

Sor- szám	Egész növény,g	Hajtás g	Gyökér g	Hajtás/ Gyökér	07. 18. Kerekített értékek		
					Hajtás, N	Hajtás, P	Hajtás, K
1.	94	85	9	9	3,4	0,27	3,7
2.	73	59	10	6	3,0	0,21	3,6
3.	48	39	11	4	3,6	0,23	4,5
4.	45	37	8	5	2,8	0,22	5,5
5.	43	35	8	4	3,3	0,24	4,0
6.	35	28	7	4	2,7	0,19	4,7
7.	29	25	4	7	3,0	0,21	4,5
8.	21	17	6	3	3,1	0,21	3,7
9.	20	14	4	3	4,0	0,21	5,4
10.	11	7	3	3	3,5	0,23	5,6
Átlag	42	35	7	5	3,2	0,22	4,5
CV %	65	67	70	67	12	10	17

149. táblázat

A burgonya hajtás tápelemtartalmának variabilitása virágzás idején. NPKCaMg kezelés, 1979.
07. 18-án

Sor- szám	%			ppm			
	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
1.	0,9	0,48	0,19	900	570	30	185
2.	1,4	0,36	0,10	805	570	51	150
3.	1,4	0,41	0,23	730	1060	28	100
4.	1,6	0,14	0,07	630	190	26	71
5.	2,0	0,41	0,16	695	185	30	25
6.	1,9	0,31	0,13	760	520	34	42
7.	1,8	0,22	0,10	595	290	30	46
8.	1,4	0,41	0,09	805	900	52	113
9.	1,3	0,26	0,16	620	1550	51	40
10.	1,6	0,14	0,12	1280	820	34	67
Átlag	1,5	0,31	0,14	781	666	37	84
CV %	22	38	34	15	64	28	62

Szabadföldi kísérleteinkben megelégszünk a parcellák nettó területéről vett minimum 20 egyedes átlagmintákkal, hiszen a 4 ismétléssel teljesülhet az a követelmény, hogy a kezelést reprezentáló átlag 80-100 egyedet foglal magában. Célszerű az ismétlésátlagokat külön analizálni, hogy a kezeléshatások statisztikailag szabatosan elkülöníthetők és bizonyíthatók legyenek. Arra a kérdésre, hogy a növénykéek súlyában fennálló különbséget mi okozta, azaz mi volt a terméslimitáló tényező egy-egy parcellán belül a mikroheterogenitásból eredően, sajnos nem kaphattunk egyértelmű választ ezekből a vizsgálatokból. Feltehetően nem tápanyag tényezővel állunk szemben, hiszen a már 17 éves kísérletben a tápanyagok kellően elkeveredhettek a talajban.

6. A nyírlugosi talajszelvények leírása, alapvizsgálati eredményei és talajfizikai jellemzői (VÁRALLYAY GYÖRGY adatai)

Részletes talajtani feltárássra került sor a kísérlet területén 1979. 05. 30-31. között. VÁRALLYAY GYÖRGY a talajszelvények helyszíni jellemzését szintenkénti mintavételekkel, ill, a minták részletes talajtani és talajfizikai alapvizsgálataival egészítette ki. A szelvények leírását az alábbiakban közöljük:

1. szelvény: Parcella száma 508 és 509, kezelések száma 16 és 15 (NPKMg, NPK)

Szelvény mélysége: 160 cm

Pezsgés nincs. Talajvíz: 310 cm

A mikrodomborzat közepes részén található. A növényzetből, felszínből és a talaj színéből ítélve a terület legjobb termőhelye. Differenciált szintű rozsdabarna erdőtalaj, vörösebb feltalaj.

A szint: 0-34 cm. 10 YR 4/6. (Színértékek a nemzetközi talajszínskála szerint jelölve). Nyirkos, a felső 10 cm száraz, tömődött, enyhén morzsás szerkezetű vályogos homok. Sok gyökér. Átmenet éles.

B szint: 34-72 cm. 7,5 YR 4/6. Nyirkos, enyhén tömődött, gyengén vályogos homok. Enyhe mozaikosság: vaspettyek. Átmenet fokozatos.

BC szint: 72-108 cm. 7,5 YR 5/6. Nyirkos, enyhén tömődött, vályogos homok. Erősen mozaikos: világosszürke durva homok, sötét vas és mangán pettyek, rozsdás vasszineződés, szabálytalan sötét foltok. Átmenet fokozatos.

C szint: 108-160 cm. 2,5 Y 5/6. Nyirkos, laza homok. Enyhe mozaikosság: lehúzódó gyökérmenti humusz-erek, enyhe szürke glejesedés.

2. szelvény: Parcella száma 379, kezelések száma 3 (NP). Erdő mellett.

Szelvény mélysége: 150 cm Pezsgés nincs.

Talajvíz: 250 cm

A mikrodomborzat egyik legmélyebb pontja, de nem víznyomásos. Gyenge termőhely. A felszín szürke, szürkés-fehér. Igen kevés kolloid a szelvényben, a B szint vékony kovárványos csíkjai nem elégségesek.

A szint: 0-34 cm. 10 YR 4/4. Nyirkos, enyhén tömődött, gyengén morzsás vályogos homok. A felső 10 cm száraz, gyökerekkel átszőtt. Átmenet éles.

B_{kov} szint: 34-65 cm. 10 YR 6/4. Nyirkos, laza, enyhén vályogos homok. A rétegben 3-4 párhuzamos, zezugos, 2-3 mm-es kovárványcsík. Enyhén mozaikos, világosszürke homokfoltok, kevés vasszeplő. Átmenet fokozatos.

BC szint: 65-86 cm. 2,5 Y 5/4. Nedves, laza homok. Mozaikos. Világosszürke durva homok, vasszeplők, glejes foltok. Átmenet éles.

C szint: 86-150 cm. 2,5 Y 5/4. Nedves homok. Az egész szint szürke, glejes színű, sok rozsdás vasfolt. Kevés vasszeplő. A szint alja omlósan folyik.

3. szelvény: Parcella száma 360-481. Kezelések száma 14-16. (NK és NPKMg)

Szelvény mélysége: 155 cm

Pezsgés nincs.

A mikrodomborzat közepes magasságú részén helyezkedik el. Száraz termőhely, végig homok.

A_{Sz} szint: 0-17 cm. 10 YR 4/3. Száraz, laza homok, gyökerekkel sűrűn átszőtt. Az átmenet tömődöttségben éles.

A szint: 17-42 cm. 10 YR 4/4. Nyirkos, enyhén tömődött homok, kevés gyökér, a humuszréteg határa éles. Kevés rozsdás vasszeplő. Átmenet éles.

C1 szint: 42-90 cm. 10 YR 1/3. Nyirkos, enyhén tömődött homok, lefelé fokozatosan könnyebbé váló mechanikai összetétellel. A 70-80 cm között zezugos, 5-6 mm-es kovárványcsík. Kevés rozsdás vasszeplő, mozaikosan tarka durvább homokfoltok. Átmenet fokozatos.

C2 szint: 90-116 cm. 10 YR 6/4. Nedves, laza homok. Kevés gyökér és gyökérmenti humuszér. Kevés vasszeplő. Átmenet éles.

C3 szint: 116-140 cm. 2,5 Y 4/6. Nedves, enyhén tömődött homok és iszapos homok. Mozaikosan tarka: helyenként tömődött vörösesbarna, feketés-rozsdás iszapos foltok, ill. szürke, laza, durva homokfoltok. Átmenet éles.

Cg szint: 140-155 cm. 10 YR 4/3. Nedves, erősen tömődött iszapos homok. Sok rozsdás vasszineződés, tarka mozaikosság.

4. szelvény: Parcella száma 256, kezelésszám 18 (NK), Szelvény mélysége: 160 cm
Pezsgés: -. Talajvíz: 210 cm. A pH 3 cm-ben: 4,5

A mikrodomborzat kissé mélyebb fekvésű részén található, a középső betonoszloptól az út irányába 4 m-re. Nedves időben víznyomásos, a növényzetben sok zsurló. Csapadék 3-4 hete nem volt.

A_{Sz} szint: 0-25 cm. 10 YR 4/3. Nyirkos, a felső része száraz. Igen enyhén tömődött, enyhén szerkezetes vályogos homok. Sok gyökér, sötétebb foltok, kevés apró vasszeplő. A humuszos szint a szántás miatt elhegyesedett végű. Átmenet éles.

B szint: 25-50 cm. 10 YR 5/3. Enyhén tömődött, szerkezet nélküli homok. A levágott szelvényfalon 1-2 mm vastag kovárványcsík, apró vasszeplők. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.

C1 szint: 50-85 cm. 10 YR 6/3. Nyirkos laza homok, kovárványcsík nincs. Sok vasszeplő, apró glejes foltok, kevés gyökér. Átmenet éles.

Cg szint: 85-130 cm. 10 YR 4/6. Nyirkos, tömődött, szerkezet nélküli, enyhén iszapos homok. Gyökér nincs. Az egész szint rozsdás-glejes színű. Tömődöttsége a vízbeszivárgást akadályozza. Átmenet fokozatos.

C2 szint: 130-160 cm. 2,5 Y 4/4. Nedves, tömődött, enyhén iszapos homok. Az előző szinttől a színében különbözik.

5. szelvény: Parcella száma 104-225 közötti, kezelésszám 19 és 13 (NP és NK)
Szelvény mélysége: 150 cm Pezsgés nincs. Talajvíz: 290 cm

Közepes magasságban helyezkedik el, közepes minőségű termőhely. A vízzáró réteg mélyebben található.

A_{Sz} szint: 0-12 cm. 10 YR 4/4. Száraz, laza, omlós finom homok. Sok gyökér. Átmenet tömődöttségében éles.

A szint: 12-42 cm. 10 YR 3/4. Enyhén nyirkos, enyhén tömődött, gyengén vályogos homok. A humuszos szint alsó határa éles, kivéve a lazítókéss nyomain egymástól 40 cm-re húzódo humusznyelveket. Átmenet éles.

C1 szint: 41-102 cm. 10 YR 4/6. Nyirkos, enyhén tömődött homok, helyenként 1-5 mm vastag kovárványcsík. Átmenet tömődöttségében éles. Az éles átmenet ellenére zegzugos szabálytalan vonal: felül laza homok, alul

tömődött. Erősen rozsdás vasfoltos, hidromorf jellegre utaló szint.

Cg szint: 102-150 cm. 10 YR 3/4. Nedves, tömődött, iszapos homok. Erősen

vasrozsdás, fekete vas- és mangánfoltos.

6. szelvény: Parcella száma 32-153 között, kezelésszám 21 és 13 (NPKCa és NK).

Szelvény mélysége: 150 cm

Pezsgés nincs. Talajvíz 280 cm

A mikrodomborzat kissé magasabb részén található, szárazabb termőhely, ami főleg a felszínen és a vastagabb kiszáradt rétegen látható. Mélylazítás helyett mélyforgatás történt. A humuszréteg egyenes vonalú, az ekenyomban lehúzódozó humusznyelv. A 300 cm után, a kötött iszapos réteg alatt, laza-durva homok. A 3. szelvényhez hasonlóan az egész szelvény végig homok.

A_{sz} szint: 0-22 cm. 10 YR 4/6. Száraz, enyhén tömődött, gyenge szerkezetű homok. Sűrű gyökérszövet. Átmenet tömődöttségében éles.

A szint: 22-47 cm. 10 YR 4/4. Enyhén nyirkos, gyengén tömődött homok. Kevés gyökér és vaspetty. Átmenet éles.

C1 szint: 47-75 cm. 10 YR 6/4. Nyirkos, enyhén tömődött, kovárványcsíkokkal tarkított homok. Humuszfoltok. Zegzugos 1-2 mm vastag kovárványcsíkok 65 cm-en. Világosszürke homokfoltok, kevés gyökér. Átmenet éles.

C2 szint: 75-130 cm. 2,5 Y 6/4. Nyirkos, laza, omlós, durva homok. Glejes színeződés, helyenként humuszfoltok, glejes rozsdás foltok. Átmenet éles.

Cg szint: 130-150 cm. 2,5 Y 4/3-4. Nedves, erősen tömődött iszapos homok. Az egész szint hidromorf, tarka.

A szelvényminták mechanikai összetétele jelzi, hogy itt a 0,250,05 mm átmérőjű finom-homok frakció az uralkodó, szelvényenként és szintenként kisebb-nagyobb eltérésekkel. A leiszapoható rész mennyisége kevés, általában 10 % körüli, különösen a szántott rétegben. A η , a higroszkóposság értékei természetesen követik az agyagfrakció mennyiségi viszonyait. A hidraulikus vezetőképesség szintén a mechanikai összetétel függvénye. A felső rétegekben értékei eléri vagy meghaladhatják a 200 cm/nap mennyiséget, utalva e talajok kedvezőtlen vízgazdálkodási sajátosságaira (150. táblázat).

A kémhatás vizsgálatok arról tanúskodnak, hogy minden szelvényben egységesen savanyú körülmények uralkodnak. A szántott rétegek jobban elsavanyodtak. A talajkémiai elemzések keretében 4 szelvényben végezték el a kation-kicserélőképesség, ill. a T, V és S érték meghatározását. A T érték, a kationkicserélő kapacitás, a kolloidszegény homoktalajra jellemzően igen alacsony, 2-6 mgeé/100 g között változik. A bázisokkal való telítettség, a V %, a kilúgzott felső szintben 30 % körüli, a mélyebb zónában 80-90 % közé, sőt 90 fölé emelkedhet. Uralkodó kation a Ca 70-80 %kal, jelentős még a Mg 20-30 %-kal. A K mindössze néhány %-ot képvisel, míg a mobilis Na általában 1 % alatt marad (151. táblázat).

A kísérleti talaj vízgazdálkodásának jellemzésére talajfizikai analízisek történtek, melyek eredményeit a 152. táblázat foglalja össze. Mivel lényeges eltérések nem voltak a szelvények között e mutatókban, példaképpen csak az 1. és a 2. szelvény adatait közöljük. A pF vizsgálatok szerint a maximális vízkapacitás (pF=0) szelvényenként és szintenként változva 38-47 tf % határok között mozgott. A szántóföldi vízkapacitás (pF=2,3), mely a természet szempontjából a legfontosabb paraméter, 10-34 tf % határon belül változott a talajok mechanikai összetételével,

a finomabb frakciók mennyiségével párhuzamosan.

A növény számára fontos határ a holtvíztartalom ($pF=4,2$), mely 3-4 tf % közötti tartományt jelzett, szintén a kolloidális frakció mennyiségétől függően. A fajsúly $2,7-2,8 \text{ g/cm}^3$, a térfogatsúly $1,41,6 \text{ g/cm}^3$ között változott. Az összporozítás 41-46 tf % szélső értéken belül volt, legnagyobb értékeket a szántott rétegben mutatva, mely kolloidokban elszegényedett (152. táblázat).

Összefoglalva a talajfelvételezés eredményeit, valamint a talajkémiai és talajfizikai laboratóriumi adatokból levonható következtetéseket megállapíthatjuk, hogy a nyírségi homoktalaj termékenysége, szárazsággal, elsavanyodással szembeni ellenállóképessége döntően a kolloidok mennyiségének a függvénye. A kolloidokban gazdag szelvényekben kedvezőbb a vízgazdálkodás, a talaj humuszosabb, szerkezetesebb és kevésbé kilúgzott. Itt a kationcicserélődési kapacitás nagyobb, a bázistelítettség pedig eléri a 80-90%-ot. Mindezen talajtani viszonyok lehetővé teszik a termékeny talaj kialakulását, különösen ha az a megfelelő tápanyagutánpótlással is párosul.

150. táblázat

A nyírlugosi talajszelvények alapvizsgálati eredményei, 1979. 05. 30-31.

Genetikai szint, cm	Mintavétel mélysége, cm	Talajféleség	hy	Mechanikai összetétel %-ban					K cm/nap hidr.vez.
				>0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002	
1. szelvény									
0-34	15-20	VH	0,3	1,6	83	5,6	1,2	8,8	230
34-72	50-55	(V)H	0,4	1,6	81	5,6	2,4	9,2	98
72-108	90-95	VH	0,4	1,2	85	3,6	1,6	8,8	150
108-160	125-130	H	0,3	1,6	88	2,0	0,8	7,6	160
2. szelvény									
0-34	15-20	VH	0,2	2,8	83	6,0	4,0	4,4	130
34-65	40-45	(V)H	0,2	2,0	85	6,0	4,0	2,8	79
65-86	70-75	H	0,2	2,0	89	3,6	3,2	2,4	-
86-150	100-105	H	0,2	2,4	89	4,8	-	4,0	153
3. szelvény									
0-17	0-17	H	0,3	4,0	84	5,2	2,4	4,4	
17-42	7-42	H	0,3	4,0	84	4,0	3,2	4,4	
42-90	42-90	H	0,2	2,8	87	5,2	1,6	3,2	
90-116	90-116	H	0,2	2,4	89	4,8	1,2	2,8	
116-140	116-140	(I)H	0,2	5,2	88	2,0	0,8	4,4	
140-155	140-155	IH	0,8	6,0	79	1,2	-	13,7	
4. szelvény									
0-25	10-25	VH	0,3	3,2	84	6,4	2,0	4,0	220
25-50	35-40	H	0,2	3,6	86	6,0	2,0	2,0	80
50-85	60-65	H	0,2	3,2	88	5,2	0,8	2,4	150
85-130	105-110	IH	1,2	3,2	78	3,6	-	15,2	1
130-160	135-140	IH	0,9	3,2	85	1,6	-	10,0	31

5. szelvény

0- 12	0- 12	FH	0,3	4,8	84	5,6	1,2	4,4	-
12- 42	20- 25	(V)H	0,2	4,0	85	5,2	2,4	3,2	270
42- 102	55- 60	H	0,2	4,0	86	4,4	4,4	1,6	67
102- 150	120-125	IH	1,2	3,6	78	1,6	-	16,9	2

151. táblázat

A nyírlugosi talajszelvények alapvizsgálati eredményei, 1979. 05. 30-31.

Mintav. mélys. cm	pH		Humusz %	Kicserélhető kationok mgéé/100 g V				Kationok S %-óban				
	H ₂ O	KCl		Ca	Mg	S	T	%	Ca	mg	Na	K
1. szelv.												
15-20	4,5	4,0	0,54	1,0	0,4	1,5	5,2	28	68	28	1	3
50- 55	5,2	4,6	0,21	3,2	0,9	4,3	6,2	69	76	21	-	3
90- 95	5,8	5,3	-	3,7	0,8	4,7	5,3	89	80	18	-	2
125-130	6,0	5,4	-	3,7	1,2	5,0	5,2	96	76	23	-	2
2. szelv.												
15-20	4,7	4,2	0,49	1,0	0,4	1,6	3,7	39	67	30	1	2
40-45	5,4	4,5	0,18	1,0	0,4	1,4	2,3	62	68	30	1	2
70- 75	5,6	4,9	-	1,5	0,3	1,9	2,1	88	80	18	-	2
100-105	6,0	5,1	-	2,0	0,5	2,5	3,0	86	70	20	-	1
3. szelv.												
0- 17	4,5	3,9	0,48	0,9	0,3	1,2	3,8	32	71	27	1	2
17- 42	4,6	3,9	0,44	1,4	0,4	1,7	3,0	58	68	21	1	1
42- 90	5,2	4,5	-	1,1	0,2	1,3	2,0	65	81	16	1	1
90-116	5,4	5,0	-	1,2	0,4	1,6	2,1	78	77	22	1	1
116-140	5,8	5,2	-	2,1	0,4	2,5	3,0	86	83	16	-	-
140-155	5,8	5,2	-	4,3	2,1	6,4	7,8	82	67	32	-	-
4. szelv.												
10- 15	4,8	4,0	0,48	0,7	0,2	0,9	3,0	29	76	22	-	2
35-40	5,4	4,7	0,14	0,7	0,2	1,0	2,0	50	70	26	-	4
60- 65	5,6	4,8	-	1,0	0,4	1,5	2,2	67	70	25	1	5
100-110	5,8	5,0	-	5,1	2,6	7,7	8,6	90	66	33	-	-
135-140	6,2	5,2	-	4,8	2,0	6,8	7,1	96	70	29	-	-

152. táblázat

A nyírlugosi talajszelvények talajfizikai paramétereit, 1979. 05. 30-31.

Tulajdonság		1. szelvény				2. szelvény			
Fizikai féleség		VH	(V)H	VH	H	VH	(V)H	H	
Genetikai szint		A	B	BC	C	A	Bkov	C	
jele									
mélysége, cm		0-34	34-72	72-108	108-160	0-34	34-65	86-150	
Mintavételi mélység, cm		15-20	50-55	90-95	125-130	15-20	40-45	100-105	
		Víztartalom térfogat							
pF	0	Max. VK	45	38	40	40	45	40	41
	1,0		41	34	35	37	41	36	37
	1,5		39	32	31	30	39	31	34
	2,0		36	24	20	16	34	17	19
	2,3		34	17	14	11	32	14	14
	2,7		29	12	9	8	28	11	8
	3,4		10	6	5	6	6	6	4
	4,2		4	4	3	4	3	3	3
	6,2		0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
Fajsúly, g/cm ³			2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
Térfogatsúly, g/cm ³			1,4	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6
Pórus összes térfogat %			46	41	43	43	46	42	42

VIII. Fenntartó tápanyaggazdálkodás homokon. A műtrágyázás és meszezés alapelveinek összefoglalása a gyakorlat számára

A homoktalajok művelése, védelme, trágyázása és a savanyú homoktalaj meszezése különös gondosságot kíván. A talajok rosszabb víztartó képessége, szélsőségesebb hógazdálkodása miatt kevesebb növény termeszthető biztonsággal. A kolloidokban szegény termőhelyen gyorsan kialakulhatnak tápanyaghiányok vagy túlsúlyok, az arányos és kiegyensúlyozott táplálás kontrollja tehát nagyobb figyelmet igényel. A szakszerűtlen trágyázás gyorsan termés-csökkenést eredményezhet. Az alábbiakban megkíséreljük összefoglalni a műtrágyázás és a meszezés alapelveit a gyakorlat, ill. a szaktanácsadás számára. Az alapelvek betartása egyben a leghatékonyabb környezetvédelmet is jelentheti.

1. A talaj tápanyagellátottságát rendszeres, 3-5 évenként végzett talajvizsgálatokkal kell ellenőrizni. A műtrágyázást és az alultrágyázást egyaránt el kell kerülni. A N esetében ez azt jelenti, hogy az összes N bevitel (műtrágya + szerves trágya) nem haladhatja meg a tervezett termés N felvételét, azaz igényét. A talaj 0-60 cm rétegének NO₃-N tartalmával a vetés előtti ásványi N igényt csökkentjük. A főbb szántóföldi növények 1 t főtermésének létrehozásához szükséges tápanyagok mennyiségeit a 153. táblázat foglalja össze. A táblázatban a nem

kimondottan homoki növények adatait is szerepeltetjük tájékoztatás céljából.

2. A talajok P és K ellátottságának becslésére szolgáló talajvizsgálati határértékeket a 118. táblázatban mutattuk be. Célunk a stabil és nagy termésen túl a talaj kielégítő ellátottságának fenntartása. Ebben az ellátottsági tartományban tehát a tervezett termés P és K igényét kell fedeznünk trágyázással. Gyengébb ellátottság esetén 1,5-2-szerese is javasolható a talajgazdagítás miatt, míg a magasabb ellátottság esetén a trágyázás felére csökkenhet, vagy az újabb talajvizsgálat idejéig el is hagyható. A P és a K trágyák adagolása történhet 2-3 évenként, nem szükséges az évenkénti visszapótlás.

153. táblázat

Szántóföldi növények fajlagos tápelemigénye kg/t főtermésre számolva (1 t fő- és a hozzá tartozó melléktermék tápelemtartalma)

Növény	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Búza	27	11	18	8	7
2. Rozs	26	12	20	10	4
3. Őszi árpa	27	10	20	7	4
4. Tavaszi árpa	23	9	18	12	4
5. Kukorica	25	11	20	8	7
6. Cukorrépa	4	1	6	2	1
7. Burgonya	5	2	7	2	2
8. Borsó	50	17	35	35	8
9. Szója	62	37	64	40	35
10. Lucerna széna	27	7	20	30	5
11. Vöröshere széna	23	5	20	25	6
12. Napraforgó	41	20	70	30	17
13. Repce	100	45	120	100	34
14. Olajlen	40	13	50	40	14
15. Rostlen	12	6	12	10	3
16. Kender	5	4	8	14	2
17. Silókukorica	2,7	1,2	3,5	1	0,5
18. Egynyári szalastak.	3	1	3	2	0,4
19. Rizs	22	10	20	10	6
20. Dohány	59	20	89	77	17
21. Fűveshere széna	18	5	20	20	6
22. Egyéb pillangós széna	20	5	15	10	5
23. Rétiszéna	17	6	18	10	4
24. Legelő széna	20	7	22	12	5
25. Zab	28	12	30	6	4
26. Mák	83	36	113	93	20
27. Mustár	75	23	20	55	9
28. Csillagfűrt széna	30	8			
	28	7	5		
29. Köles	30	8	34	4	3
30. Triticale	30	11	24	6	3

3. A mésztrágyázás a talajtermékenység megőrzésének fontos eszköze savanyú homokon. Célszerű a talaj pH értékét időnként ellenőrizni és azt a kívánatos 5,5-6 körüli pH(KCl) optimumon tartani. A rendszeres 200 kg/ha/év Ca trágyázás elejét veheti a műtrágyák okozta elsavanyodásnak. Dolomitporral végzett kezelés a talajok Mg készletének megőrzését is szolgálja.
4. A műtrágyák iránti szükségletet csökkenti a melléktermékek leszántása, a felhasznált istállótrágya, hígtrágya, komposzt, valamint a pillangós elővetemény. A megfelelő vetésforgó nemcsak a gyomok és betegségek előfordulását mérsékli, hanem a trágyaigényt is. Monokultúrában egyoldalúan meríti ki a növény a talaj tápelemekészletét, mert ugyanazon frakciókból táplálkozik, ezért túltrágyázásra kényszerülünk.
5. Amennyiben az elővetemény termése lényegesen elmaradt a tervezettől valamilyen elemi kár (aszály, jégeső, betegség, kártevő) miatt, úgy a tápanyagok utóhatásait figyelembe vehetjük és a következő évben a talajban maradt mennyiség mintegy 50-70 %-ával a trágyaigény csökkenthető.
6. A melléktermék leszántása elsősorban a K trágyázást helyettesítheti. Minden tonna kalászos (szemtermés) után 10, kukorica szemtermés után 15, minden tonna napraforgó kaszat után 60 kg K₂O visszapótlást jelenthet átlagosan a táblán maradó melléktermék hektáronként.
7. Minden 10 tonna közepes minőségű almos istállótrágya összesen legalább 30 kg N, 30 kg P₂O₅ és 70 kg K₂O bevitelét jelenti a talajba, melynek fele az első, míg a másik fele a következő évben válhat felvehetővé a növény számára. A hígtrágyákban átlagosan 1-1,5 kg N, 0,4-0,6 kg P₂O₅ és 0,8-0,9 kg K₂O található m³enként, melyet figyelembe vehetünk a műtrágyákkal egyenértékben.
8. Mit tegyen a gazda, ha nem rendelkezik a tervezett terméshez talajain szükséges trágyaszerekkel? Vajon célszerűbb néhány táblán kielégíteni a növények igényét és a maradék földön semmiféle trágyázást nem folytatni? Esetleg minden táblát trágyázni kisebb adaggal a növény igénye szerint módosítva? Nyilvánvaló, hogy egységnyi tápanyag általában sokkal nagyobb terméstöbbletet eredményez pl. a 0-50 kg/ha tartományban, mint a 150-200 kg/ha között, hiszen érvényesül az ún. "csökkenő hozadék" törvénye, amint egy terméslimitáló tényező szintjét emeljük. Bár figyelembe kell venni a nagyobb területen jelentkező magasabb kiszórási költségeket, a mérsékelt adaggal több táblára jutó trágya hatékonyabban érvényesülhet.
9. Konkrét, táblaszintű szaktanácsadást csak a helyismerettel rendelkező szakember adhat, aki felhasználja a táblatorzskönyvi adatokat, talaj- és esetleges növényvizsgálati eredményeket. A talajvizsgálatok nem helyettesíthetik a növényelemzést, sem a táblatorzskönyvi adatokat. Célszerű, ha a gazda rendszeresen feljegyzi az egyes táblákon kapott terméseket, felhasznált trágyaszereket, egyéb beavatkozásokat (növényvédelem, meszezés, talajjavítás stb.). A tábla múltjának, történetének ismerete lehetővé teszi a tápelemmérlegek összehasonlítását, mely utalhat a talaj elszegényedésére vagy gazdagodására.
10. A növényvizsgálatok segítenek kideríteni a növény fejlődése során fellépő rendellenességeket, tápláltsági anomáliákat. Az esetleges mikroelem hiányok vagy mérgezések pl. a talajvizsgálatokkal nem jelezhetők előre megbízhatóan. A mikroelemek felvételét olyan tényezők is meghatározzák, mint az időjárás, nedvesség, tömődöttség, helyi elsavanyodás a talajban, más főbb tápelemekkel való ellátottság stb. A talaj mikroelem

szolgáltatása ill. az egyes mikroelemek tényleges felvehetősége csak a növényelemzés eszközével ítélni lehet meg. Ilyen tájékoztató jellegű növényanalitikai határérték táblázatokat korábban már több növényre közöltünk.

IX. Felhasznált és a kísérlet eredményeiből készült publikációk

- Anderson, D.W., 1977. Early stages of soil formation on glacial till mine spoils in a semiarid climate. *Geoderma*. 19. 11-19.
- Antal, J., Egerszegi, S. & Penyigei, D. 1966. Dohánytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Becker-Dillingen, J., 1934. Handbuch der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Paul Parey. Berlin.
- Biczók, Gy. & Kozák, M., 1981. A Ca trágyázás hatása az angolperje kalcium és mangán felvételére. In: A növények ásványi táplálkozása és a műtrágyázás. 110-120. GATE. Gödöllő.
- Borsos, J. (Szerk.) 1976. A dohány nagyüzemi termesztése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Borsy, Z., 1961. A Nyírség természeti földrajza. Földrajzi monográfiák. V. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Csengeri, Pné & Kozák, M., 1985. A Ca és Mg trágyázás hatása a napraforgó termésére és olajtartalmának alakulására. A mezőgazdaság kemizálása. 373-387. Ankét. NEVIKI-KAE. Keszthely.
- Cserhádi, S., 1900. Általános és különleges növénytermelés. Cseh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Ditz, H., 1867. A magyar mezőgazdaság. MTA TAKI. Budapest, 1993.
- Egerszegi, S., 1960. A homok mély termőrétegének kialakítása. Kandidátusi disszertáció. MTA TMB. Budapest. Kézirat.
- Egerszegi, S., Kozák, M. & Láng, I., 1972. Some physical and chemical properties of sandy soils as limiting factors to the efficiency of fertilizers. VIIIth Fert. World Cong. Transactions. 283-287. Baden bei Wien. Nutzpflanzen. Paul Parey. Berlin.
- Gething, P.A., 1990. Potash Facts. International Potash Institute. Bern.
- Gondola, I., 1990. Szárazanyag felhalmozás és tápelem dinamika vizsgálatok Virginia típusú dohánynövényen. Agrokémia és Talajtan. 02. 48-58.
- Gondola, I., 1990. Ökológiai tényezők és a N-ellátás hatása a Virginia dohány hozamára és minőségére. Kandidátusi disszertáció. Debrecen. Kézirat.
- Gondola, I. & Kádár, I., 1993. Heavy metal content of flue-cured tobacco leaf in different growing regions of Hungary. *Acta Agronomica Hung.* (In Print)
- Grábner, E., 1956. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Heal, O.W., 1989. Long-term ecological research: what is the role of sites? In: Long-term Ecological research: A Global Perspective. 142-162. MAB Final Report. Bonn. FRG
- Hunter, A.H. & Pratt, P.F. 1957. Extraction of potassium from soils by sulfuric acid. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 2-1- 595-598.
- Kádár, I., Vörös, J. & Léránthné, Sz.J. 1983. A talaj tápanyagellátottságának hatása a napraforgó termésére, ásványi tápelemtartalmára és betegség ellenállóságára. XXV. Georgokon Napok. 329-337. Keszthely.
- Kádár, I., 1986. A napraforgó tápanyaggazdálkodása. In: Jövedelmezőbb napraforgótermesztés. 97-107. MÉM MVI. Budapest.
- Kádár, I. & Vass, E., 1988. Napraforgó műtrágyázása és meszezése savanyú homoktalajon. Növénytermelés. 37- 541-547.

- Kádár, I. & Vass, E. 1988. Fertilizing and liming sunflower on acid sandy soil. XIIth Int. Sunflower Conf. Vol. I. 242-246. Novi Sad.
- Kádár, I., 1989. Műtrágyahatások elemzése nyírségi savanyú homoktalajon, különös tekintettel a környezet védelmére. Környezetgazdálkodási kutatások. I. 57-64. KVM. Budapest.
- Kádár, I., 1989. A napraforgó műtrágyázási szaktanácsadásának alapelvei. In: Újabb kutatási eredmények a napraforgótermesztésben. NMV Kiadványa. 34-40. Budapest.
- Kádár, I., 1989. Túltrágyázzuk-e a napraforgót? Agrokémia és Talajtan. 38- 441-447.
- Kádár, I. & Szemes, I., 1989. Magnéziumtrágyázás fontossága savanyú homokon. III. Magyar Magnézium Szimpózium. 34-35. (Szerk: Kiss, A.S.) Kazincbarcika.
- Kádár, I., Lukács, P. & Szabó, I. 1990. A költségtakarékos műtrágyázási kísérletek tapasztalatai. Olaj, szappan, kozmetika. 39. 1-5.
- Kádár, I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Akaprint. Budapest.
- Kádár, I., 1993. A kálium-ellátás helyzete Magyarországon. Akaprint. Budapest.
- Kádár, I. & Németh, T. 1993. Nitrát bemosódásának vizsgálata műtrágyázási tartamkísérletben. Növénytermelés. 42- 331-338. Kádár, L., 1951. Földrajzi Könyv- és Térképtár Értesítője. 10-12. 117.. Budapest. 2.
- Kléh, Gy. & Szűcs, L., 1954. A Nyírség talajviszonyai. Agrokémia és Talajtan. 3. 47-66.
- Kosutány, T., 1887. Magyarország jellemzőbb dohányainak chemiai és növényélettani vizsgálata. A Kr. Magyar Természettud. Társulat Kiadványa. Budapest.
- Kozák, M., 1973. Wanderung und Fixierung des Kaliums in sandigen Böden von Ungarn. Kali-Briefe. Fachgebiet 4. Bodenkunde 54. Folge 11/1973. 1-6. IPI. Berne.
- Kozák, M. & Egerszegi, S., 1975. Data on the potassium cycle of some Hungarian sandy soils. In: Potassium Research and Agricultural Production. 103-109. Der Bund. A.G. Bern.
- Kozák, M., 1977. A műtrágyázás hatékonyságának növelése a tápanyagforgalom komplex vizsgálata alapján. In: A homoktalajok termékenységének növelése. 39-46. WKK. Nyíregyháza.
- Kozák, M. & Szemes, I., 1979. Dejsztvie kalijnüh udobrenij v mnogoletnüh polevüh opütah na nekotorüh peszcsannüh pocsvah Vengrii. In: Wiss. Grundlagen der landw. Production. Acad. Landw. DDR. Tagungsberichte. N. 162. 143-151. Berlin.
- Kozák, M. & Szemes, I., 1980. Káliumtrágyázás hatása a talajra, a növények tápanyagtartalmára és termésére. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységére. 72-93. MTA TAKI. Budapest.
- Kozák, M. & Szemes, I., 1983. A talaj kálium-szolgáltatásának jellemzése. In: Az agrokémiai kutatások újabb eredményei. 8395. GATE-Keszthely.
- Kozák, M., Szemes, I. & Völgyesi, A. 1983. A kálium, kalcium és magnézium trágyázás hatása a talajtulajdonságokra, valamint a burgonya termésére a nyírlugosi tartamkísérletben. In: Homokhasznosítási kutatások. Westsik Vilmos Konf. 170-180. Nyíregyháza.
- Kozák, M. & Völgyesi, A. 1983. Különböző vegyületformájú kálium és magnézium trágyák hatékonysága. A mezőgazdaság kemizálása. 2. 86-90. NEVIKI-KAE. Keszthely.
- Kozák, M., 1984. Az intenzív műtrágyázás talajsavanyító hatása. In: A talajtermékenység fokozása. XXV. Georgikon Napok. 2. 527-528.
- Kozák, M., 1984. Formü kalija v pocsvu. Zesztyy Probl. Post. Nauk Roln. "5_ 145-151.
- Kozák, M., 1985. The effects of calcium and magnesium fertilizers on the properties of acid sandy soils. IXth World Fert. Congr. Proc. Vol. 3 116-120. Goettingen. Ed: Welte and Szabolcs.
- Kozák, M., 1986. Acidity problems of Hungarian sandy soils. Transactions of XIII. ISSS Congr. Vol. 2- 359-361. Hamburg.
- Kozák, M., 1987. A környezeti savasodás hatása a talajra. In: A környezet erősödő savasodása.

- Környezet- és Természetvédelmi Kutatások. 7. 125-136. MTA-OKTH. Budapest.
- Láng, G., 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Láng, I., 1963. A homoktalajok műtrágyázásának kérdései. MTA Agrártud. Oszt. Közi. 22 431-434.
- Láng, I., 1964. Probleme der Düngung der Sandböden in Ungarn mit Handelsdüngern. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 5-0- 209-219.
- Láng, I., 1967. Effektivnoszt' primenenija udobrenij na peszcsannüh pocsvah Vengrii. Die Erhöhung der Fruchtbarkeit der Sandböden. 157-162. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Láng, I., 1971. A nitrogén és foszfor érvényesülés, valamint kölcsönhatás tartamkísérletek homoktalajon. Agrártud. Oszt. Közl. 3Q507-510.
- Láng, I., 1972. A burgonya és az őszi rozs műtrágyázása Magyarország homoktalajain. Nemz. Mezőgazd. Szemle. 1E- N.4. 72-75.
- Láng, I., 1973. Műtrágyázási tartamkísérletek homoktalajokon. Akadémiai Doktori Disszertáció. Budapest. Kézirat.
- Láng, I. & Filep, Gy., 1973. A burgonya hozama és minősége műtrágyázott homoktalajon. Magyar Mezőgazdaság. 2-8. N.14. 11
- Latkavics, Gyné, 1980. Nitrogén műtrágyázás hatása a talaj nitrogénformáira tartamkísérletben. Évi jelentés. MTA TAKI. Budapest.
- Latkovics, Gyné, 1980. Nitrogén műtrágya hatása a termésre és a talaj termékenységére. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységére. 37-71. Ankét. MTA TAKI. Budapest.
- Latkovics, Gyné, 1982. A N-műtrágya transzformációjának és a szerves N mineralizációjának tanulmányozása ¹⁵N stabil izotópjelzéssel. MTA TAKI. Kézirat. 12 p.
- Loch, J. & Kozák, M., 1984. Ocenka i szravnenie metodov opredelenija magnija v pocsvu. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 285. 101-111.
- Möger, J., 1983. Korszerű dohánytermesztés. Mezőgazdaság Kiadó. Budapest.
- Pécsi, M., 1969. A tiszai Alföld. Magyarország tájféldrajza. 2- 219249. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Prjanisnyikov, D.N., 1965. Izbronnüe szocsinenija. II. Csasztnoje Zemledelije. Izd. "Kolosz". Moszkva.
- Rónai, A., 1956. A magyar medencék talajvize, az országos talajvíz térképező munka eredményei. MAR Évkönyve. XLVI.
- 'Sigmond, E., 1900. Tanulmány a tengeri és a dohány tápanyagfelvétéléről. Kísérletügyi Közlemények. 3. 54-92.
- 'Sigmond, E. 1901. Adatok két gazdasági növényünk termelési feltételeihez. Magyar Chemiai Folyóirat. S N.4-7. 1-20.
- Stefanovits, P., 1966. Hazánk homoktalajainak jellemzése. In: Növénytermesztés homokon. (Szerk. Antal, J.) 9-22. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szemes, I. & Kádár, I., 1989. Műtrágyázás és meszezés vizsgálata tartamkísérletben. NEVIKI. Ankét. 149-152. Keszthely.
- Szemes, I. & Kádár, I., 1990. Műtrágyázás és meszezés tartamhatásának vizsgálata savanyú homoktalajon. Növénytermelés. 39. 147-155.
- Szpravocsnyik, 1960. Szpravocsnyik po mineral'nüm udobrenijam. Izd. Sz/h. Literaturü. Moszkva.
- Udvarhelyi, K. (Szerk). 1968. Magyarország természeti és gazdasági földrajza. Tankönyvkiadó. Budapest.
- Vass, E., Kádár, I. & Gondola, I., 1989. A kalcium és magnézium hatása a Virginia dohány tápanyagfelvételére és termés hozamára. In: III. Magyar Magnézium Szimpózium. (Szerk: Kiss A.S.) 64-65. Kazincbarcika.
- Varga-Haszonits, Z., 1987. Agrometeorológiai információk és hasznosításuk. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Várallyay, Gy., 1984. Magyarországi homoktalajok vízgazdálkodási problémái. Agrokémia és

Talajtan. 33- 159-169.
Várallyay, Gy., 1979. A nyírlugosi tartamkísérlet talajszelvényeinek leírása és laborvizsgálati eredményei. Kézirat. MTA TAKI. Budapest.

LESSONS LEARNED FROM A 30 YEAR OLD FIELD TRIAL IN HUNGARY

(Fertilization and liming on acid sandy soil at Nyírség)

by
Dr. Imre KÁDÁR and Dr. Imre SZEMES
Professors in soil fertility and plant nutrition

Research Institute for Soil Science and Agricultural
Chemistry

Technical editor

Dr. Magda Pintér

ISBN 963 04 4350 3

BUDAPEST, 1994.

**Increasing importance of long term field experiments in sustainable
agriculture**

**Imre Kádár
Research Institute for Soil Science and Agricultural**

Chemistry, Budapest

Long-term field experiments (LTFE) are fundamental for many environmental questions, not only for agriculture, that require public action if the quality of life here is to remain acceptable. Long-term is defined herein as decades to centuries. Fundamental means knowledge without which rational decisions about management of our agriculture and environment cannot be made.

Theoretical approach and methodology for LTFE

There is a nearly universal acceptance that most long-term ecological research is inherently interdisciplinary in nature. The successful performance of long-term field experiments requires special recognition of certain key elements of work. The scientific questions and objectives must be clearly defined and stated because they must guide research for several generations of scientist, administrators and funding agencies.

The people involved in the program must possess the shared philosophy, appropriate training, acceptance of a team leadership and mutual trust and respect. The site at which long-term field experiment is performed must represent some optimal mix of biological and ecological (soil, weather, type of cultivation etc.) setting. Both the site and research program must have strong institutional support and continuity, and they must have a strong group of people associated with them. Of course, the actual application and implementation of long-term field experiments may vary from place to place and time to time.

The long-term research also needs to be sold within our political institutions. It is especially susceptible to political uncertainty because payoffs are not immediate, it is usually very expensive, it is often not trendy following expectations, and often must be multiinstitutional. The objectives we pursue need to be appropriate to our societal needs and desires. At the same time long-term field studies must be scientifically creditable and rigorous.

Scientific creditability can only be achieved in long-term research if the methodology is appropriate, documentation and quality assurance is guaranteed, uniform fertilizer application, cultivation, sampling techniques and procedures are used. A strong research history is also necessary and all data must be carefully recorded at the plot. Accessibility and site security are also vital. I think that these circumstances can only be established at the Institute's research stations, where we have own trained staff, machines in own property and proper instruments for implementation of field trials.

Scientists working within one country need to communicate, exchange data and discuss results with scientists working on the same topics in other part of the world. Specific mechanisms should include exchange visits for joint research, sending scientist from country to another for education and training, and the conduct of regular workshops and scientific conferences. The Hungarian Academy of Sciences and the former general secretary prof. I. LÁNG devoted considerable planning and resources to communications and coordination activities, providing the basis for the development of scientific cooperation in this field. He established several LTFE some of which now has over 30 years,

Why to do long-term field experiments?

Every human use of natural ecosystem results in removals of material and embodied energy which are later not returned or broken down at the same place. This means that human uses change natural ecosystems through different forms of matter and energy transports, involving removal or supply. Long-term field experiments are vital in order to represent cumulative effects and unusual events caused by human use, agricultural practice like cultivation, manuring, etc.

Slow phenomena, accumulative changes in soil properties may be captured only in long-term studies. Limited duration might miss important results, or worse, cause the results to be misinterpreted. Experiments in different years yield different results because of weather changes. Long-term experiments are the only sure way to determine slow processes. The climate change over decades or centuries casts doubts on the efficacy of short term alternatives. Changes going on in soil cannot be understood without long record. The long-lasting controversies about the cultivation, rotation or fertilization effects show the complexity of the situation.

The various experiments at Rothamsted, including both the classic and modern, symbolize the value of long-term studies in general. The original goals of several of these experiments have long since been fulfilled. However, they continue to be of value as demonstrations, and as sources of continuing insight into agricultural practice (JOHNSTON 1989). In Hungary, the most long-term field experiments are less than 30 years old, and the number has been increasing since the late 1980's, as the regional research stations and institutes were established in the late 1950's, and 1960's. The long-term field experiment network has now 25-28 yr old experiments on 9 sites.

About the nature of LTFE

The long-term field experiments may incorporate historical data when appropriate. Usually there is a wealth of relatively unexploited data from existing LTFE. Without timely analysis of the potentially rich resource of existing long-term data, we may be reinventing the wheel. It is true that the existing LTFE were not mostly intended to be long-term. But the value of the results of LTFE, whether those results are expected or not, is great.

Changes of unknown type include transient and indirect effects. This type of changes are very common among the catalog of anthropogenic effects. The most significant changes now facing society are anthropogenic ones (see for example the toxic heavy metal accumulation in biosphere and food chain). Changes in global climate are the other major class of environmental changes that are likely to be of unknown type. The magnitude and significance of such changes are only now beginning to be appreciated. The role of LTFE in documenting such changes and the ecological responses to them is clear.

The LTFE may record unforeseen future, they can give necessary perspective into the sort and distribution of rare events in the past. Modelling can give insight into suspected trends resulting from future periodic or unique events. Soil and plant samples should be archived for future analyses not now considered important, and for calibration with new techniques that may become available. The interpretation and extrapolation of the results of LTFE to other sites requires a variety of safeguards using soil and plant analyses as tools.

Questions to be answered in LTFE

Instead of setting up new studies to answer each question as it arises (the answer usually comes after the question has gone) the approach being considered is to make use of sites which are already well-established, with existing data. The questions are basically what is happening, where is it happening, what are the consequences, are there thresholds and is it reversible?

We know what are today's problems but what are the questions that will be asked in a few years time and for which we should now be doing long-term research and monitoring? Although we cannot predict specifically, we can identify for generic subjects: managements effects, chemical pollutants, climate change etc. Apart from responding that "more research is needed" or that "it all depends on the conditions" most scientists will turn to their favourite site (LTFE) and using their favourite methods, will measure the important new parameters.

Experience has shown that the range of pollutants and their effects are extremely variable and complex but the pressure to define cause and effect is great. In considering pollutant problems such as heavy metals the common questions concern the rate of deposition, transformation and retention of the element within soil-plant system, its transfer through biological pathways and its toxicology. In other words questions of element dynamics. The consequences are relevant to long-term research because the response time are often measured in decades. The response of soil processes, particularly nutrient release are essentially long-term, a good example being the detection of enhanced heavy metal release from acidifying soil.

The short-term natural variation, e.g. year-to-year changes in crop responses need to be separated from long-term trends. Is the nitrate concentration high because of increased fertilizer use or because of particular climate conditions? Trends are often induced in response to events occurring years or decades previously and knowledge of site history therefore is particularly important (HEAL 1989).

Data base management

The value of creating permanent plots, adequately documenting procedures, and creating a user-friendly data base cannot be overemphasized. With few exceptions data bases have not outlived the investigators that collected them. Those that have survived have become ecological treasures. Most of the field experiments are three years or shorter in duration. Even these short-term studies, if adequately documented and site referenced, could be subsequently resampled for similar or other questions.

We can find a variety of new questions for old data sets. These data can be quickly reanalyzed, even in the absence of the individual responsible for the original data set. One cannot be serious about measuring decade - to - century level phenomena without making a serious time and financial commitment to documentation. In a partly slowly-changing ecosystem such as soil the proper data base management is vital, this will make "invisible present" visible.

Changes in soil and fertilizer responses are time dependent

The LTFE makes visible processes and events often invisible in most short-term experiments. As MAGNUSON (1989) stated: "Because we are unable to directly sense these slow changes

and because we are even more limited in our abilities to interpret cause and effect relations for these slow changes, processes acting over decades are hidden and reside in the invisible present." This is the time scale of acid deposition, the introduction of synthetic chemicals, air borne pollution, climate change made by man.

In the absence of long-term studies, serious misjudgments can occur not only in our understanding of events, but also in our attempts to manage our environment. An example of nitrogen additions to plots in our old field trial at Nyírlugos makes it clear. On these sandy acid brown forest soil poor in humus and nutrients, in the first decade (1963-1972) nitrogen alone increased the potato and rye yield substantially. In the second decade (1973-1982), yields on N plots declined dramatically to the N-control levels, we needed phosphorus and partly potassium additions to keep or increase the yield of different crops.

During the third decade (between 1982-1992) nitrogen addition alone made yield losses compared to the control. To keep or even increase the yield of different crops, we needed phosphorus, potassium, calcium and partly magnesium additions. The main point is that the response to nutrients (elements) or fertilization is time dependent. This time series displays features invisible from one or two year experiments. Clearly, a short-term experiment, even though its results would be repeatable and statistically significant, does not reflect the change induced by the fertilization.

Soil scientists have initiated long-term studies, mainly dealing with crop rotations and fertilization that have provided valuable material to those working to synthesize and predict in today's environment. Soils have variables that operate slow, intermediate and fast rates, so it is important to recognize the nature of the variable studied. Variable such as soluble salts, nutrients might be highly dynamic, varying over a season (nitrate) or less dynamic reaching tentative equilibrium in a few years (P-fixation). Whereas organic matter levels have a time-dimension of decades to centuries, with clay weathering having a scale of millenia in semi-arid climates (ANDERSON 1977).

The sustainability of soil fertility is the question of greatest concern in Hungary. The LTFE and practice of past few decades showed that the soil fertility and yields could be sustained or increased over time even in continuous maize rotations, provided that adequate manure or chemical fertilizer was applied. On less buffered and slightly acidic soils at Nyírség, detailed evaluations indicated that the chemical fertilizers had increased acidity and easily extractable forms of manganese, with exchangeable calcium and magnesium decreasing.

The LTFE can often be criticized because they miss the soil samples representative of initial conditions, and response rather than process has been measured. Despite these limitations, they provided findings the originator had not envisaged, like quick acidification of less buffered sandy soils, changes in nutrient responses etc. The longterm crop nutrition (soil fertility studies have provided key data

beyond the original and practical objectives of the scientists who established them and still remain a valuable source for research, education, extension and farmers.

After 26 year of fertilization at Nyírség LTFE, we found that in Pplots increased the total Sr content of soil and sunflower plants general in twice. The P-fertilizer composition depends on the origin of the raw material and the technology used for the production. The Russian Kola-phosphates used for superphosphate production in Hungary contains nearly by an order of magnitude more Sr and less Cd than N-African phosphates does. Superfosphate may contain 1-2 % Sr, so build-up P-fertilization leads to Sr accumulation in ploughed layer of fertilized soils

and crops. At the same time the total Cd content remaining the same. This picture is different than in WEuropean countries, where on the contrary, P-fertilization makes a Cdload on the soil.

Future research need

Because of lack of exact long-term field experiments, a false picture may be drawn about the behaviour of the hardly known harmful elements and heavy metals. Based on the results of experiments carried out in nutrient solutions or pots, it is commonly accepted for example that Cd can be toxic at a concentration over 10 ppn both for soil and plants. Whereas the real problem is (showing the field studies) that Cd is able to accumulate in the edible vegetativ parts of the crops grown without damaging them. This accumulation, however, may contribute to the Cd-load of grazing animal and man.

The fate of this elements must be followed in the food chain, in the soil-plant-animal system. Only results of complex research work can be really useful. We have to try to examine the phenomena in their complexity, in the way they appear in nature. The developing inter-disciplinary cooperation may provide an opportunity to understand these problems more in details and comprehensive.

Future task: sustainable fertilization in Hungarian agriculture

Farmers and fertilizer industry are facing new set of conditions with regard to mineral fertilizers. Because of economic situation supplies of farms will probably be limited in many local areas in the near future. Without government subsidies, most of the fertilizer prices increased dramatically. A most immediate problem for discussion is the alloca-tion and use of the limited supplies of commercial fertilizer that will be available. Fortunately, much of the research conducted in the past can be interpreted under conditions of limited as well as unlimited fertilizer availability:

1. Liming is one of the first conditions for soil fertility on acid soils in Hungary. Soils should be limed to an optimum pH. In corn-wheat alfalfa cropping systems here, the optimum soil pH is about 6.0.
2. Many farmers have livestock as a part of their farming practice and farmers with available farmyard manure should use it as a part of their fertilizer program. Although quite variable in its components, manure is frequently credited with 5-6 kg N, 3 kg P₂O₅ and 5-10 kg K₂O per ton.
3. Soil analysis, that is an integral part of planning in any crop produc-tion system, becomes especially important with limited supplies of fertilizer. It can predict, where fertilization can or should be avoid-ed. About 40-60 % of our fields are now "good" or "very good" supplied with P and K, where e.g. P and K fertilization should be avoided or minimized for a few years. At "low" soil test levels, a high response is much more likely than at "high" soil test levels. Fertilizer placement, especially for phosphorus and potassium, is an area where improvements in fertilizer efficiency ma be realized.
4. There are several ways by that farmers may minimize nitrogen fertilizer need. Use of farmyard manure when available has already been mentioned. Growing legumes can also be useful. The nitrogen contribution from the preceeding legume crop is approximately equi-valent to 30-50 kg/ha N yearly. Soil testing can give good indica-tion about the nitrate pool of a field. Soil

nitrate is credited with the N fertilizer equivalent and makes it possible to avoid leaching.

5. Some farmers will have to face the problem of whether to fertilize all fields with some fertilizer or some fields with near optimum amounts and others with little or none. Obviously, we could expect much greater response per kg of nutrients for example between zero and 50 kg/ha than between 150 and 200 kg. Although cost of application to more hectare must be considered, a reduced amount of fertilizer over all fields would generally be more efficient than a high amount on a few fields.

These were just a few things farmers should consider in allocating limited fertilizer supplies and sustain soil fertility. The LTFE will give the data for a more and more sound recommendation which are necessary for a sustained management of natural resources, such as our soils.

Contents

I. Foreword	7
II. Natural geography of the region Nyírség.....	9
1. Geological structure.....	9
2. Soil conditions	10
3. Water conditions.....	13
4. Natural plant cover.....	15
5. Climate conditions.....	16
III. Soil cover of the site (Data of P.Stefanovits and I. Láng)	18
N. Meteorological conditions, precipitation data	26
V. Description of the field experiment	33
1. Aims of the trial	33
2. Methods used in the trial	35
3. Results obtained in 1963-72. (Data of I. Láng)	37
3.1. Effect of ploughing depth on potato yield	37
3.2. Effect of varieties on tuber yield	37
3.3. Effect of NPKMg fertilization on tuber yield	40
3.4. Connections between meteorological factors and tuber yield	43
3.5. Effect of fertilization on tuber quality parameters	44
3.6. Effect of NPKMg fertilization on rye yield	47
3.7. Connections between meteorological factors and rye yield	52
3.8. Effect of fertilization on the composition of rye	53
3.9. Effect of fertilization on soil properties	54
3.10. Summary and consequences after the 1 st decade	55
4. Results obtained in 1973-80. (Data of I. Szemes)	55
4.1. Effect of NPKMgCa fertilization on potato tuber yield	56
4.2. Effect of NPKMgCa fertilization on wheat grain yield	57
4.3. Connections between precipitation data and crop yields	58
4.4. Effect of fertilization on wheat mineral composition	59
4.5. Effect of fertilization on potato tuber mineral composition	62
5. Results obtained in 1981-82. (Data of M. Kozák)	65
5.1. Effect of fertilization and liming on lupine	66
5.2. Effect of NPKMgCa fertilization on wheat	68
6. Summary and consequences after the 2nd decade	71
7. Results obtained in 1983-84. (Data of I.Kádár, E.Vass and Pné	

Csengery)	73
7.1. Effect of NPKMgCa fertilization on soil properties.....	73
7.2. Effect of NPKMgCa fertilization on sunflower, 1983.....	75
7.3. Effect of NPKMgCa fertilization on sunflower, 1984.....	79
7.4. Summary and consequences of the sunflower trials.....	86
8. Results obtained in 1985-86. (Data of I.Kádár and E.Vass).....	87
8.1. Effect of fertilization on grass stand and lupine	87
9. Effect of NPKMgCa fertilization on summer barley in 1987 (Data of I. Kádár and I. Szemes)	90
10. Effect of NPKMgCa fertilization on tobacco in 1988. (Data of I. Kádár, E. Vass and I. Gondola)	100
10.1. Methods used in experiment, sampling procedures	100
10.2. Ecology and cultivation of tobacco.....	102
10.3. Mineral nutrition and quality of tobacco leaves	105
10.4. Effect of NPKMgCa fertilization on soil properties.....	109
10.5. Mass and mineral composition of plant at planting date	113
10.6. Effect of NPKMgCa fertilization on 30-50 cm high tobacco	115
10.7. Effect of NPKMgCa fertilization on tobacco in bud stage	116
10.8. Effect of fertilization on tobacco yield and quality.....	125
10.9. Effect of NPKMgCa fertilization on tobacco stalk yield and quality at harvest	130
11. Effect of NPKMgCa fertilization on wheat in 1989-90. (Data of I. Kádár and I. Szemes)	132
11.1. Effect of treatments on wheat in 1989.....	132
11.2. Effect of treatments on wheat in 1990.....	137
11.3. Effect of treatments on wheat nutrient element uptake	145
11.4. Summary and consequences of the wheat trials.....	150
12. Effect of NPKMgCa fertilization on triticale in 1991-92. (Data of I. Kádár and I. Szemes)	152
12.1. Effect of treatments on triticale in 1991	152
12.2. Effect of treatments on triticale in 1992.....	158
12.3. Effect of treatments on triticale nutrient element uptake	165
12.4. Summary and conclusions of the triticale experiment	172
VI. Environmental problems caused by long-term NPKMgCa fertilization on acid sandy brown forest soil (Data of I.Kádár and J.Koncz)	174
1. Effect of NPKMgCa treatments on soil acidity	174
2. Effect of NPKMgCa treatments on soil available nutrient content.....	175
3. Possible contamination of soil and water, leaching of nutrients	176
4. Accumulation of harmful elements and toxic heavy metals in soil and crop	188
4.1. Results of soil analysis	188
4.2. Mineral composition and heavy metal content of tobacco	192
4.3. Mineral composition and heavy metal content of triticale.....	197
VII. Supplementary and other metodological investigations.....	203
1. Soil analysis in 1976. (Data of I. Szemes)	203
2. P and K balances and the ammonium-lactate-soluble PK contents in plow-layer after 14 years (Data of I. Szemes).....	206
3. N balance and the mineral N pool in 1 m soil profile in 1977, after 15 years (Data of I. Latkovics)	209
4. NO ₃ -N and exchangeable NH ₄ -N content of the Nyírlugos acid sandy soil in an incubation experiment (Data of I. Latkovics)	212

5. Variability of nutrient element concentration in individual potato plant shoot at the end of flowering, 1979. (Data of I. Kádár)	214
6. Description of the Nyírlugos soil profile and its basic soil physical and chemical characteristics. (Data of G.Várallyay)	216
VIII. Sustainable fertilization on sandy soil. Summary of principles of the fertilization and liming for the farm practice	227
IX. Publications from the experimental results and literature used	231
X. Increasing importance of long-term field experiments in sustainable agriculture (I. Kádár)	236
Contents	246

Acknowledgements

This publication is the result of collective efforts. Authors express heartfelt acknowledgements to Prof. Dr. I. LÁNG, Dr. H. Balla, Prof. Dr. J. Sarkadi for reading and revising the manuscript and to technical editor Dr. M. Pintér for her careful typing and editing.

Budapest, April 1994.