

Mütrágyázási tartamkísérletek

homoktalajokon

Irta:

Dr. Láng István

Doktori értekezés

Budapest

1973.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Kitűzött feladatok	4
3. Homoktalajok műtrágyázásával foglalkozó ujabb szakirodalom értékelése	12
4. Kisérleti és vizsgálati módszerek ismertetése	32
4.1 Kisérletek a Nyírlugosi Állami Gazdaságban	32
4.11 Talajviszonyok	32
4.12 Meteorológiai viszonyok	39
4.13 Többtényezős kisparcellás műtrágyázási kísérlet	41
4.14 Szervestrágyázás és műtrágyázás összehasonlítása	44
4.2 Kisérletek az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Őrszent- miklósi Homokkísérleti Telepén	47
4.21 Talajviszonyok	49
4.22 Meteorológiai viszonyok	49
4.23 Nitrogén műtrágya hatékonysága monokulturában termesztett őszi rozsnál	50

II.

4.24 Egyszerűsített hiánykísérlet monokulturában termesztett őszi rozsnál	54
5 A kísérletek eredményei	57
5.1 Többtényezős kisparcellás mű- trágyázási kísérlet a Nyirlugosi Állami Gazdaságban	57
5.11 Műtrágyázás hatása a burgonya- gumó termésére	57
5.12 Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésére	75
5.13 Műtrágyázás hatása a homoktalaj könnyen felvehető tápanyag tar- talmára	89
5.14 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója	90
5.2 Szervestrágyázás és műtrágyázás összehasonlítása a Nyirlugosi Állami Gazdaságban	91
5.21 Terméseredmények	92
5.22 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója	98
5.3 Nitrogén műtrágya hatékonysága monokulturában termesztett őszi rozsnál	99

III.

5.31 Mütrágyázás hatása az őszi rozs termésére	100
5.32 Mütrágyázás hatása az őszi rozs kémiai összetételre	113
5.33 Hatásvizsgálatok	124
5.34 Mütrágyázás hatása a homoktalaj könnyen felvehető tápanyag tartalmára	129
5.35 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója	130
5.4 Egyszerűsített hiánykísérlet monokulturában termesztett őszi rozsnál	131
5.41 Mütrágyázás hatása az őszi rozsa szemtermésére	131
5.42 Mütrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésének kémiai összetételére	137
5.43 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója	138
6. Összefoglalás és következtetések	139
6.1 Homoktalajok mütrágyázási rendszere	139
6.2 Saját kísérleti eredmények	147
6.21 Fontosabb megállapításaim	148
6.22 Új tudományos megállapításaim	150
7. Táblázatok tartalomjegyzéke	153
8. Idézett szakirodalom	237

1. Bevezetés

1.1 Minden tudományra jellemző, hogy sajátos a története. Van keletkezése, lassu és rohamos fejlődése, stagnálása és elhalása, vagy újabb fénykora, melyet alapvetően új felfedezések indítanak el. Érvényes ez az agrokémiára is. Véleményem szerint a rohamos fejlődés felső szakaszába érkeztünk el napjainkban. Az alapvető, nagy törvényszerűségek megállapítása a század első évtizedében már megtörtént.

A vegyipar termelésének hihetetlen növekedése lehetőséget adott arra, hogy az utóbbi két-három évtizedben világszerte nagyszámu műtrágyázási kísérletet állítsanak be. Egy kis tulzással és leegyszerűsítéssel azt is mondhatom, hogy az agrokémikusok 25-30 éve nem csináltak mást, mint "feltérképezték" a Föld mezőgazdasági művelésbe vont felszínét és megállapították a legfontosabb tápanyagok iránti igényt. Ez a tevékenység nem volt olyan látványos, mint a rakétatechnika és a kozmikus mechanika fejlődése, vagy mint a sebészeti technika legújabb eredménye, nem is említve a híradástechnika csodáit, azonban az emberiség mindennapi létéhez, életszínvonalának növeléséhez igen nagy és pótolhatatlan hozzájárulást adott.

A mezőgazdasági termelés történetében a legnagyobb változást a vegyipar különféle termékeinek felhasználása hozta létre. A műtrágya, a gyomirtószer, a talajfertőtlenítő anyagok rendeltetésszerű alkalmazása lehetőséget nyújtott az agrokémiai tudomány gyakorlati eredményeinek megvalósítására és a fejlett termelési technikai módok kibontakozására.

1.11 Egyre nehezebb szabadföldi agrokémiai kísérleteket végezni. A metodikai színvonal iránti köve-

telmények itt is nagyon megnövekedtek. A korszerűség fogalma sokszor azt jelenti, hogy a kísérletek bonyolultabbakká válnak, megnövekszik az ismétlések száma és meghosszabbodik a kísérlet időtartama. A kutató kénytelen igen hosszú kísérletezési periódusra berendezkedni. Egy-egy váratlan, de a természetben közönséges esemény /szélvihar, jégeső, stb./ pillanatok alatt tönkreteszi egy, vagy több év szorgos munkáját.

1.2 Az emberiségnek számos problémája van, de ezek közül négy /a háboru és béke kérdése, a demográfiai robbanás, a krónikus fehérjehiány és a környezetvédelem/ elsősorban érinti a mi generációnkat és az utánunk következő nemzedéket is. Ezeket a problémákat mindenki jól ismeri, könyvtárakat töltenek meg a róluk írt könyvek és cikkek. Az agrokémiai kutatás és gyakorlat nagymértékben segítheti elő az egyre növekvő számú emberiség táplálkozási problémáinak megoldását, illetve új eljárásokat adhat a környezet szennyeződésének csökkentéséhez.

1.21 Biztosra vehető, hogy azok a modern növény-élettani, biokémiai, biofizikai és genetikai kutatások, amelyek 15-20 éve folynak a kémiai, fizikai és műszaki tudományok legújabb vizsgálati módszereinek segítségével, rövidesen olyan alapvető felfedezésekhez vezetnek, amelyek alapján újra értékelhetjük a növény vizgazdálkodásáról, tápanyagfelvételéről és anyagcsere folyamatáról alkotott korábbi elképzeléseinket. Mindez hatással lesz az agrokémia további fejlődésére is. Valószínű, hogy szemléleti és módszertani megújulás következik majd be és egy új rohamos fejlődési szakasz kezdődik magasabb szinten.

1.3 Kandidátusi értekezésemet 1961-ben védtem meg. A növények tápanyagfelvételével foglalkoztam réteges homokjavítás esetén. Figyelmem és érdeklődésem ezután a homoktalajok műtrágyázása felé fordult. Rövidesen 10-12 évre tervezett szabadföldi kisparcellás kísérletet állítottam be. 1963-ban azonban váratlan fordulat következett az életemben. A Magyar Tudományos Akadémia Hivatalának állományába kerültem és alapvető feladatomban lett az akadémiai biológiai kutatások szervezése. Nehéz választ elé kerültem. A tudományszervezés önmagában véve is kitölti egy ember munkaidejét és munkavégző képességét. Mégis úgy döntöttem, hogy nem hagyom abba a saját kísérleti munka végzését. Azt hiszem, nem szükséges részletezni, hogy milyen nehézségekkel járt tíz éven keresztül ellátni a hivatali feladatkört és lefolytatni azt a kísérletsorozatot, amelyet a jelen értekezés keretében mutatok be.

1.3.1 Hivatali főnökeim; Erdey-Grúz Tibor, Straub F. Brunó, Szentágothai János, Tőkés Ottó, majd később Erdei Ferenc és Köpeczi Béla mindig megadtak minden segítséget kutatómunkámhoz. Volt kollégáim, Szabolcs István, Stefanovits Pál, Sarkadi János, valamint korábbi szakmai vezetőm, Egerszegi Sándor és a Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Homokkutatási Osztályának munkatársai egy évtizeden keresztül támogatták, segítették kísérleteimet. A Nyírlugosi Állami Gazdaság vezetői, Puskás Béla, Szabó József, Balázs Ernő és Dorka Kálmán mindig pontosan és lelkiismeretesen biztosították a kísérletezés feltételeit. Külön köszönöm Wellish Péter közreműködését a kísérleti adatok matematikai értékelésében.

Hálásan köszönöm a bátoritást és a segítséget, melyet kutatómunkámhoz kaptam.

1.4 Megszoktam, hogy mondanivalómat röviden, tömören fejtsem ki. A lényegét és az alapvetőt igyekeztem mindig megragadni. Erre fogok törekedni most is.

2. Kitűzött feladatok

2.1 Az intenzív műtrágyázás hazánkban csak az utóbbi 20 évben kezdődött meg. Ez az időszak igen sajátos, mert a felhasznált műtrágyák mennyisége évről-évre jelentősen fokozódik. A termelő üzemek kénytelenek növekvő figyelmet fordítani a műtrágyák szállítására, tárolására, az alkalmazással kapcsolatos gépek beszerzésére, a szakemberek és a szakmunkások rendszeres továbbképzésére. Ma már nem kell propagálni, hogy hasznos és gazdaságos a műtrágyázás, hanem az elsődleges cél; a megfelelő alkalmazás ismertetése és elterjesztése. A műtrágyázás ütemét jelzi, hogy 1961-ben 1 hektár szántóra országos átlagban 41 kg műtrágya hatóanyag jutott, 1971-ben már 189 kg. /57./

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. A fejlődésnek ez a kb. 35-40 éve azonban rendkívül érdekes időszak, amely eltér a korábbi és a későbbi periódus adottságaitól. Sajátos lesz mindenképpen az, hogy talajaink természetes tápanyagkészletétől függően eltérő módon reagálnak a növények erre az új beavatkozásra, vagyis a műtrágyák fokozódó mértékű alkalmazására.

Az élet és a mindennapi gyakorlat rendszerint gyors és azonnali eredményeket követel. Az ország legtöbb talajtipusán ilyen eredményt el is értek a nitrógen-trágyák nagyadagu és egyoldalú alkalmazásával. Ez a hatás azonban nem mindig tartós. Előbb-utóbb megjelenik a relatív foszforhiány, majd a kálium szerepe is elkerülhetetlenül előtérbe kerül és a nyomelem hiány is mindinkább szembetűnővé válik.

Azok a konkrét, gyakorlati műtrágyázási eljárások, amelyek érvényesek voltak az intenzív műtrágyázás első szakaszában, feltétlenül felülvizsgálatra szorulnak a későbbi időszakokban.

Az előrejelzéshez a tartamkisérletek hasznos adatokat szolgáltatnak.

2.2 A homoktalajok hazánkban nagy területet foglalnak el. Ezeken a területeken megtermelt mezőgazdasági termékek értéke igen jelentős és nagymértékben befolyásolhatja a nemzeti jövedelem alakulását is. Egerszegi, S. /39./ a következő kimutatásban ismertette a magyarországi homoktalajok eloszlását és mennyiségét.

1. táblázat

Homoktalajok területi megoszlása /ha/

Homoktáj megnevezése	Homoktalajok összesen	Ebből humuszban szegény, gyengébb termőértékű
1. Duna-Tisza köze	614.900	494.200
2. Nyírség	402.300	344.800
3. Dunántul	347.700	94.800
4. Heves-Nógrád-Borsod	25.800	23.800
Ö s s z e s e n :	1,390.700	957.600

A mezőgazdasági és erdőszült területeknek 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 közlekedésfejlesztés 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 termesztett 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 terméshozadékot okozott, 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 egy-két éves kísérletek voltak, melyeket a következő fejezetben fogok értékelni.

Nyitott kérdés maradt azonban, hogy a hosszú ideig tartó egyoldalú, vagy kiegyensúlyozott műtrágyázás hatása miként változik az idő függvényében? Erre a kérdésre is a tartamkísérletek adhatnak orientáló jellegű választ.

2.3 Homoktalajainkon termesztett szántóföldi növények között a burgonya és a rozs foglalja el a vezető helyet.

A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint /57./ mindkét növény országos vetésterülete egyre csökken. 1961-ben őszi rozsot 268.000 hektáron termesztettek, burgonyát pedig 240.000 hektáron. Tíz évvel később -1971-ben- a rozs vetésterülete már csak 127.000 ha volt, a burgonyáé pedig 129.000 ha. Igaz, hogy a termésátlagok növekedtek.

Rozs: 1961-65. évek átlaga 10,8 q/ha, 1966-70. évek átlaga 11,6 q/ha. Burgonya: 1961-65. évek átlaga 79,1 q/ha, 1966-70. évek átlaga 104,5 q/ha.

A termésátlagok növekedése azonban nem egyenliti ki a vetésterület csökkenéséből származó hiányt. A két növény közül a burgonya okoz igazi problémát. Az őszi rozs jól helyettesíthető más kalászos növénnyel, ha az agrotechnikai színvonal is fejlődik olyan mértékben, hogy az igényesebb kalászosok is /árpa, buza/ sikerrel és megbízhatóan termesztethetők lesznek. A rozs sem fog természetesen teljesen kiszorulni, mert a rozskenyér fogyasztása egyre inkább kedvelte válik a városi lakosság és ezen belül is főleg az értelmiségi foglalkozásúak között.

Burgonyával azonban más a helyzet. A magyar konyha sem nélkülözheti, mert annak ellenére, hogy nem annyira közkedvelt nálunk, mint tőlünk északabbra fekvő országokban, mégis fontos népelelmezési cikk. Legfeljebb importálhatjuk, de ez elég költséges eljárás. A burgonya igényes és munkaigényes növény. Ha a termésátlagok kicsik, a gazdaság nagyon ráfizet termesztésére. A termésátlagok növelése az egyetlen lehetőség arra, hogy növekedjen, /vagy legalábbis tovább ne

csökkenjen/ a termesztési kedv. A nagyobb termések kulcs-kérdése a jó vetőgumó és az intenzív műtrágyázás. Mindkét növény - a rozs és a burgonya is - jól reagál a műtrágyákra. Számos hazai és külföldi kísérlet eredménye bizonyítja ezt. Hazai viszonyok között nem ismeretes azonban, hogy a főbb homoktalaj típusokon több évig tartó nagy adagu műtrágyázás hogyan befolyásolja a rozsnak és a burgonyának a termesztetőségét és termesztési biztonságát. Szükséges megvizsgálni, hogy az évi csapadék mennyiség ingadozása milyen mértékben vonja maga után a terméseredmények ingadozását és milyen összefüggések állapíthatók meg? Erre a kérdésre szintén a tartamkísérletek adhatnak választ.

2.4 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 magyarországi homoktalajok zömében 0,7 - 1,2 %, a futóhomokokban pedig ritkán éri el a 0,4 - 0,5 %-ot.

Mindez azt eredményezi, hogy igen intenzív a talaj szellőzőtsége, viszonylag jó a vízáteresztő képessége, de csekély a vízmegkötő képessége, kicsi a tápanyag megkötő 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 felhalmozódási szint jelenléte, vagy az ásványi kolloidokban gazdag kovárványos réteg előfordulása nemcsak a vízháztartást, hanem a tápanyagok érvényesülését is meghatározhatja.

A növénytermesztési, talajtani és agrokémiai kézikönyvek elég sablonosan jellemzik a homoktalajokat. Általában hangsúlyozzák a szervesanyagok gyors elbomlását, a tápanyagok kimosódását. Minden logikai megközelítés szerint ez látszik bizonyítottnak.

A szervestrágyák rendszeres használata nemcsak tápanyagokkal látja el a növényeket, hanem a talaj fizikai /vizvisszatartó képesség, jobb hőgazdálkodás, stb./ és a kémiai tulajdonságait /pufferoló képesség, tápanyag megkötés, stb./ is javítja. Semmi esetre se tagadom és nem is becsülöm le a szervestrágyázás feltétlenül pozitív hatását. Korunkban azonban nem lehet szervestrágyázásra alapozni a nagyobb termésátlagok elérését. A KSH 1971. évi adatai szerint /57. / országos átlagban az állami gazdaságok a szántóterületük mindössze 17 %-át, a termelősövetkezetek pedig csak 13 %-át látják el évente szervestrágyával. Ez az arány a jövőben sem fog javulni, inkább további csökkenés várható.

Ujabb nyitott és megválaszolatlan kérdésre kell felelünk: lehet-e hazai homoktalajainkon hosszabb időn keresztül a szervestrágyázást nagy adagu műtrágyázással helyettesíteni? Az egyoldalú műtrágyázás vált-e ki észrevehető változást a talaj kémiai tulajdonságaiban? Ismét a tartamkísérletek módszerét kell választani, hogy a kérdésre adandó válaszok elemeit összeállíthassuk.

2.5 A nitrogén, foszfor és 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. Ebből következik, hogy a kálium-hiány egyáltalán nem gyakori jelenség, és korántsem annyira káliumigényesek homokon termesztett szántóföldi növényeink, mint azt a kézikönyvek, főleg külföldi adatokra alapozva írják. A műtrágyázás soronkövetkező egy-két évtizedes jövőjében előreláthatólag a nitrogén és a foszfor dinamikus változó kölcsönhatása lesz az a tényező, amelyet leginkább figyelembe kell venni. Előre feltételezhető, hogy a foszfor távlati szerepe és jelentősége fokozódni fog a nitrogén adagok és az intenzív műtrágyázás idejének sajátos összefüggéseiben.

Hogyan változik ez a kölcsönhatás? Milyen jellemző irányvonalak alakulnak ki több évig tartó műtrágyázás során?

Tartamkísérletek nélkül ezekre a kérdésekre sem kapunk választ.

2.6 Műtrágyázási tartamkísérletek végzése elég bonyolult feladat. Igen nagyfoku türelmet, időt, figyelmet és nem utolsósorban jelentős anyagi eszközö-

ket igényel. Amikor ezt a kísérletezési módszert választottam, tudtam, hogy bármilyen nagyméretű és szerteágazó kísérletet, vagy kezeléskombinációt állítok be, a felvetődő kérdéseknek csak egy kis részére fogok választ kapni.

Nem is törekedtem teljességre. Célkitűzésem az volt, hogy inkább kevesebb problémával foglalkozzam, de a kísérleteket alaposan és hosszú időn keresztül végezzem. A következő főbb problémákra kerestem elsősorban választ;

- A nitrogén műtrágya érvényesülése savanyu és meszes homoktalajon. Van-e nitrogén utóhatás, fokozható-e ez a többi műtrágya alkalmazásával ?
- Hogyan változik a nitrogén és a foszfor kölcsönhatása az idő függvényében ?
- Hogyan alakul az őszi rozs tápanyag tartalma hosszabb idejű műtrágyázás hatására ?
- A szerves-trágyázás és a műtrágyázás összehasonlítása milyen képet mutat ?

3. Homoktalajok műtrágyázásával
foglalkozó újabb szakirodalom
értékelése

Nem törekszem arra, hogy a jelen értekezés keretében minél több szakirodalmi hivatkozást dolgozzak fel. Célom nem általában a műtrágyázással kapcsolatos közlemények monografikus összefoglalása, hanem azoknak a munkáknak áttekintése, amelyek a saját kísérleteim értékeléséhez szükségesek.

Homoktalajaink intenzív műtrágyázása más országokban is elkezdődött, de sehol sincs ennek nagyon régi története. Ezért korlátoztam a szakirodalom értékelését elsősorban az utolsó évtizedre. Távoli földrészek szerzőire való hivatkozásnál fontosabbnak tartottam a hazai és a szomszédos országok kutatóinak eredményét.

3.1 A hazai homoktalajok tömör összefoglaló jellemzését Stefanovits /92/ adta meg a "Növénytermesztés homokon" című könyvben. Hazánk területén található homoktalajok lényegesen különböznek a többi európai ország laza szerkezetű talajaitól. A különbség a képződés eltérő módjából következik. Nálunk a homokokat a folyóvizek terítették le az esetek többségében és ilymódon nem tengeri üledékek vagy jégárak lerakódásai. Ennek következtében a szemcseösszetétel általában finomabb, mint a tőlünk

északabbra fekvő országok homoktalajaiban. Nálunk dominál a 0,2-0,3 mm átmérőjű szemcse, de számos talajban az uralkodó frakció lecsökken a 0,1-0,2 mm-re. Jellemző sajátosság még az is, hogy homoktalajainkban sokszor lösz-frakció is előfordul, mivel ezek a talajok a lösszel egyidőben képződtek. A harmadkor végi vulkánikus tevékenység következtében homoktalajaink sok esetben különböző, mállásra képes szilikát vegyületet is tartalmaznak.

A keletkezésnek ezek a sajátos vonásai a műtrágyák hatékonyságára is hatással vannak. A magyarországi homoktalajok genetikai viszonyainak pontos ismerete már előre jelzi, hogy pl. kálium és nyomelem trágyák érvényesülése minden bizonnyal más lesz, mint tőlünk északabbra fekvő országokban.

Kísérleteim két típusba sorolható homoktalajon folytak le;

- a barna erdőtalajok fő típusába tartozó kovárványos barna erdőtalajon /Nyírlugos/,

- a váztalajok fő típusába tartozó karbonátos, gyengén humuszos homoktalajon. /Őrszentmiklós/.

Stefanovits /92/ részletesen leírja a kovárvány képződés folyamatát. Ez a talajtípus Európa más homokterületein is előfordul, de a folyamat kialakulásának elsődleges előfeltétele a karbonátmentes talajképző kőzet előfordulása, vagy a karbonátok előzetes kimosódása. Szükséges az is, hogy a homokban kevés

porrész és agyag legyen. Az erdei növényzet hatására megkezdődik a felhalmozódási szint kialakulása, de ez szakaszos kicsapódás útján megy végbe. A kovárvány csikok száma és egymástól való távolsága változó lehet. Ez a sajátos talajképződés olyan talajszelvényt eredményez, amelynek kedvezőbb vizgazdálkodási potenciális lehetőségei vannak, mint pl. a futóhomokoknak. Eleve várható, hogy ilyen talajokon a műtrágyák hatékonysága is nagyobb lesz, mint más homoktalajokon.

3.2 Hazai homoktalajaink trágyázása évtizedeken keresztül istállótrágyázást és zöldtrágyázást jelentett. Westsik /98/ elévülhetetlen érdeme, hogy kidolgozta az adott történelmi időszaknak legjobban megfelelő trágyázási rendszert. Évtizedeken keresztül végzett tartamkísérleteivel bizonyította, hogy a gondos trágyázás jelentősen növeli a rozs és a burgonya terméseit. A zöldtrágyák használatával külső nitrogén forrást kapcsolt be a gazdálkodás zárt rendszerébe. Teljesen érthető, hogy a termésátlagok nagymértékben javultak a zöldtrágyázás hatására. Westsik reális tudományos kritikai érzékét mi sem bizonyítja jobban, hogy a műtrágyák elterjedésével ő is fokozódó figyelmet fordított ezek alkalmazására /99, 100/ és igyekezett összehangolni a szerves- és műtrágyázás lehetőségeit.

Fontosabb hazai homoktalajaink sajátos trágyázási rendszerének kidolgozását is célul tűzték ki kutatóink. Az ötvenes évek elejétől kezdve a Duna-Tisza közti karbonátos gyengén humuszos homoko-

kon, illetve ugyanennek a típusnak a lepelhomok altípusán számos tartamkísérletet állítottak be. A Dél-Somogyi homokháton is megindultak ugyanekkor a vizsgálatok.

Antal /6, 7, 9./ Bauer /15, 16, 19./ Nyéki /80, 81./ kiterjedt és sok évtizeden keresztül végzett kísérleteit a komplexitásra való törekvés jellemezte. Kutatási koncepciójuk alapvetőleg növénytermesztési beállítottságu volt. Az istállótrágyázást összekapcsolták a zöldtrágyázással és a műtrágyázással, és egyuttal a talajművelés, az agrotechnika és a homokvédelem problémáira is igen nagy figyelmet fordítottak. A gazdálkodás ökonómiai kérdéseire is jelentős súlyt helyeztek.

Egerszegi munkássága alapvetően új megközelítést jelentett a homoki gazdálkodásban. /36, 37, 38, 39./ Kidolgozta a réteges homokjavítás módszerét. Ennek során nagy mennyiségű /800-1000 q/ha/ istállótrágyát helyezett el a talajszelvényben 40-60 cm mélységben, vízszintes réteg formájában. Ez az eljárás lényegileg talajjavítást jelent, de egyuttal trágyázást is. A szerves trágya ásványosodása lassabban megy végbe a talaj mélyebb és bolygatatlannabb rétegeiben, mint a felső 20 cm-es és évente megszántott rétegében. A talajjavítás hatására lényegesen növekedett a termesztett növények termése, az eljárás utóhatása is kedvezően érvényesült évenként.

Egerszegi nagy érdeme az is, hogy tudományos iskolát teremtett a homoktalajok kutatására.

Valódi "team munka" folyt irányításával, ahol a különböző szakemberek /talajtanosok, agrokémikusok, talajfizikusok, talajművelők, növénytermesztők, növényfiziológusok, mikrobiológusok, erdészek és mások/ vizsgálták azokat a folyamatokat, amelyek a homoktalajokban végbemennek és kutatták azokat a változásokat, amelyeket a réteges homokjavítás váltott ki. Az eljárás a gyakorlatban csak az ötvenes évek végén terjedt el, később műszaki okok /erőgépek, eke hiánya/ és gazdaságossági megfontolások miatt már kevésbé alkalmazták.

Egerszegi érdeklődése is később már a homoktalajok minimális talajművelése és a kémiai agrotechnika kidolgozására irányult. Munkatársai közül Hepp /44/ a zöldtrágyákat arra használta fel, hogy réteganyagot képezzen belőlük. Kimutatta, hogy műtrágya kiegészítéssel azonos eredmény érhető el, mint istállótrágyával.

3.3 Hazai homoktalajok műtrágyázásának vizsgálata komolyabb mértékben mintegy 15 évvel ezelőtt kezdődött el. Ennek a periódusnak első eredményeit Egerszegi összegezte a "Növénytermesztés homokon" c. könyv /10./műtrágyázási fejezetében. Az áttekintésből jól látható, hogy a nitrogén trágyák nagyfokú érvényesülése minden hazai homoktájon egyaránt megfigyelhető volt.

A részletes műtrágyázási kísérletezés kialakulását igen jelentősen formálta és alakította az a kutatási tevékenység, amely Láng Géza vezetésével

folyt, s melynek eredményei jól tükröződnek kézi-könyvében /59/, illetőleg később a kezdeményezésére megindított országos műtrágyázási kísérletekben.

Vezető agrokémikus szakembereink, Bocz /28/, Pecznik /84/ és Sarkadi /86/ kutatási koncepciói is kedvező hatással voltak a többi kutató tevékenységére. Mindez azt eredményezte, hogy az utóbbi 10 évben több szakirodalmi közlés jelent meg a hazai homoktalajok műtrágyázásáról, mint az előtte való időszakban összesen.

Láng I. /60/ összegezte az 1957 és 1962 között homoktalajokon őszi rozssal és burgonyával végzett műtrágyázási kísérletek eredményeit. Megállapította, hogy őszi rozsnál a maximális terméshozadék /a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva/ kerekén 11 q/ha szemtermés volt, melyet a 87-148 kg N/ha tartományba tartozó nitrogén adaggal érték el, PK alaptrágya egyidejű alkalmazásával. Burgonyánál az olyan NPK műtrágyázással, ahol a nitrogén adag 44 kg N/ha volt, a gumósúly 26 q/ha-val növekedett a kontrollhoz viszonyítva. Ennek a nitrogén adagnak megkettőzésével a terméshozadék 42 q/ha lett. A növekedés nem lineáris, de mégis igen jelentős.

3.31 A Nyírségben a Westsik-féle vetésforgók közül az 1. sz. parlagi vetésforgó parcelláit, amelyek 1929 óta semmilyen trágyázásban nem részesültek, megfélezték 1964-ben és a parcellák felén műtrágyákat alkalmaztak.

Érdeemes áttekinteni ennek a maga nemében egyedülálló kísérletnek eredményeit /74/

2. sz. táblázat

Westsik féle parlagi vetésforgó műtrágyázásának
eredménye

Évek	Terméseredmények q/ha					
	Műtrágyázás nélkül			Műtrágyázással		
	Parlag	Rozs	Burgonya	Rozs	Rozs	Burgonya
1964	-	5,9	17,4	14,6	14,9	32,7
1965	-	10,6	14,8	23,3	19,3	45,7
1966	-	9,5	45,5	13,9	12,5	129,0
1967	-	6,3	18,5	15,5	21,6	22,5
1968	-	8,7	20,9	15,7	21,2	26,8
1969	-	7,3	32,2	18,7	15,3	55,1
1970	-	9,7	24,3	18,8	18,1	52,1
Átlag	-	8,3	24,8	17,2	17,6	53,0

A műtrágya adag a következő volt; őszi rozsnál összesen 109 kg N/ha, 31 kg P₂O₅/ha és 35 kg K₂O/ha, burgonyánál pedig 87 kg N/ha, 31 kg P₂O₅/ha, 70 kg K₂O/ha. Jól látható a két táblázatból, hogy a termékek azonnal megkétszereződtek a műtrágyák alkalmazása után.

Westsik /100/ és munkatársa Ajtay /1, 2./ szintén igen eredményes műtrágyázási kísérletekről számolnak be. Adataik azt bizonyítják, hogy a nitrogén adagok növelése azzal jár, hogy a burgonya és a rozs termésátlagai jelentősen növekedtek. P. Szabó /94, 95./ szintén összekapcsolta kísérleteiben a

zöldtrágyázást és istállótrágyázást a műtrágyázással. Azonban azoknál a kezeléseknél, ahol csak műtrágyákat használt, szintén igen jó eredményeket ért el. Hektáronkénti 100 kg N adag esetén a Gűlbaba burgonya maximális termése elérte a 196 q/ha szintet. Külön figyelmet fordított a tőszám és a műtrágyázás közötti összefüggésekre. A terméseredmény nyilvánvalóan emelkedett a tőszám növelésével, de csak megfelelő tápanyagellátás esetén.

Hajdu /41, 42./ kísérleteiben az öntözés is szerepelt, mint tényező. A jó vizellátás és a fokozott nitrogén adagok igen jelentős terméseredményt okoztak. Optimális nitrogén adagnak a 130 kg N/ha dózis mutatkozott.

Bocz /26, 27./ adatai szintén bizonyítják, hogy a burgonya műtrágyázása igen gazdaságos és elősegíti a kiegyenlített nagy termések kialakulását.

Móger /76, 77, 78, 79./ a dohány műtrágyázásának lehetőségeit vizsgálta a nyírségi homoktalajokon. Több éves kísérletei szerint ezeken a savanyu homoktalajokon 10-15 %-kal növelhető a dohánylevél termése megfelelő műtrágyázással. Optimális mennyiségként javasolja 22 kg N/ha, 63 kg P₂O₅/ha és 122 kg K₂O/ha adagok alkalmazását. A kálium műtrágya adott esetben kénsavas kálium volt.

A. Tóth /96/ összekapcsolta a műtrágyázást nagy mennyiségű szervesanyagok /meszes lápföld/ alkalmazásával. A javított homoktalajokon lényegesen jobb volt a műtrágyák érvényesülése, mint javítás nélkül.

Burgonyánál a 3:1:3 N:P₂O₅:K₂O arányt javasolta.

Márton /68, 69, 70, 71, 72, 73, 75./

kísérletei egyértelműen mutatják a nitrogén műtrágyák nagyfokú érvényesülését a Nyírség-i homoktalajokon. Minden szerves trágyázás nélkül is tartós eredményeket ért el. Megállapításai közül elsősorban a nitrogén formák vizsgálata volt lényeges. Egyrészt bebizonyította, hogy a szilárd nitrogén műtrágyák /pétisó, ammoniumnitrát, ammoniumsulfát, karbamid/ hatása lényegileg azonos az egynyári gazdasági növényeknél /rozs, burgonya, kukorica, szudánifü/. Másrészt jelentős érdeme, hogy a folyékony műtrágyák vizsgálatát is elkezdte homoktalajokon. Korábban ugyanis az a nézet uralkodott, hogy csak kötöttebb talajokon képzelhető el ezeknek a nitrogén trágyáknak alkalmazása a feltétlenül nagyobb párolgási veszteségek miatt. Több éves kísérletezés eredményeként kimutatta, hogy a vízmentes és vizes ammonia hatása igen pozitív a trágyázatlan kontrollhoz képest, bár elmarad a hatás a szilárd műtrágyákétól, de egységnyi ammonia-nitrogén olcsóbb ára mégis indokolja a probléma további vizsgálatát.

A folyékony nitrogén műtrágyák alkalmazásának járulékos költségei /tárolás, szállítás, talajbavítel/ lényegesen nagyobbak, mint a szilárd műtrágyáké. Azonban a műtrágya gyárak körzetében mégis gazdaságos lehet. Szükségesnek tartom a kérdés további vizsgálatát. Márton kísérleteiből a legértékesebb információnak mégis a karbamidra vonatkozó ada-

tait tartom, mert hasonló problémát jóformán senki sem vizsgált rajta kívül olyan alapossággal, mint ez az előbb idézett közleményeiből kiderül.

3.32 A Duna-Tisza közti homokok jellegzetes sajátossága a kalciumkarbonát tartalom, amelynek mennyisége szinte méterről-méterre változik. Ez a tény eléggé nehezíti a kisparcellás kísérletek lefolytatását.

Antal /8, 9./ 1954 óta folytat trágyázási kísérleteket homoktalajon. Mütrágyákat ugyan mindig alkalmazott, de különösebb figyelmet a hatvanas évek elejétől fordított a mütrágyázás kérdéseire. Munkásságát összefoglaló értekezésében /9./ olyan következtetést von már le, hogy a rendszeres nagyobb adagu mütrágyázással is - szerves trágyázás nélkül - lehet a kalászosok és a kukorica termését növelni. Megállapította továbbá, hogy a rendszeres mütrágya használat esetén lényegesen kisebb a szerves trágyázás jelentősége homoktalajainkon, mint amit a korábbi adatok és a szakirodalom bizonyított.

Kocsárdi /51./ a rozs mütrágyázásáról szolgáltatott több érdekes adatot. A nitrogén mütrágyát tavasszal javasolja kiszórni, illetve rossz elővetemény után a rozs vetése előtt is szükségesnek tartja a pétisó alkalmazását.

Bauer /17, 18, 19, 20, 21./ munkássága hozzásegített a lepelhomok trágyázási problémáinak megoldásához. Adatai szerint őszi rozsnál a 90 kg N/ha adag alkalmazásakor lényegileg alig volt különbség az őszi, vagy tavaszi vagy megosztott /ősz + tavasz/ alkalmazás között. A lényeg az volt, hogy nitrogén

mütrágyával lássa el a növényt. A termésnövekedés minden esetben szignifikáns volt. Nitrogén utóhatást is vizsgált. Növekedő tendenciát állapított meg itt is, de a különbségek nem mindig voltak szignifikánsak.

Vizsgálta a foszfor mütrágya alkalmazásának kérdését is. Azt a megállapítást szűrte le, hogy a három szakaszos vetésforgóban a kapás növény alá célszerű adni egy adagban azt a foszfortrágyát, amit az egész vetésforgóra számítottak ki.

Részletes tartamkísérleteket állított össze különböző trágyázási rendszerek összehasonlítására. Számomra legérdekesebb megállapítása az, hogy már 1963-ban bátran javasolta a foszfortrágyák mennyiségének csökkentését rozstermesztés esetén és helyette a fokozottabb nitrogénellátás biztosítását sürgette.

Lőrincz /66, 67./ a takarmánynövények termesztésének vizsgálatánál összekapcsolta az öntözést és a mütrágyázást. Megállapította, hogy az öntözés jövedelmezőségét alapvetően a mütrágyák alkalmazása határozza meg. A nitrogén domináló szerepe az ő kísérleteiben is egyértelmű volt. Nitrogén nélkül termésnövekedés gyakorlatilag nem jelentkezett.

3.33 Dél-Somogyban a csapadék évi átlagos mennyisége eléri a 800 mm-t. Nyilvánvaló, hogy ilyen körülmények között a mütrágyák hasznosulása igen jelentős lehet, ugyanakkor ez a csapadékmennyiség eleve fölveti a nitrogén mütrágyák kimosódásának veszélyét.

Nyéki /80, 81, 82./ több éven keresztül végzett műtrágyázási kísérleteket burgonyával, kálászokkal és takarmánynövényekkel. A műtrágyák közül a pétisó érvényesült legjobban. Összehasonlította a pétisó egy adagban való kiszórását a megosztott alkalmazással. Adatai szerint a megosztott kiszórás jobb volt, mint az egy adagban való felhasználás. Indoklásként a kimosódást jelöli meg. Véleményem szerint ez csak feltételezés, hiszen a kimosódás valódi tényét közvetlenül nem állapította meg. A szuperfoszfát és a kálisó is rosszabb eredményt adott kísérleteiben az őszi kiszórás esetén, mint tavaszi alkalmazáskor.

Kemenesy és Nyéki /49, 50./ a magnézium trágyázás hatékonyságát is vizsgálták a Dél-Somogyi homoktalajokon. Jelentős terméshozásról számolnak be közleményeikben. Nagyüzemi táblákon, 57 hely átlagában, a burgonya terméshozása magnéziumsulfát hatására 31 q/ha volt, ami 21 %-os többletnek felelt meg.

Burgonyán kívül még dohánynál, kukoricánál, rozsnál és zabnál is kimutattak terméshozást. Sikeresen alkalmazták az örölt dolomitot is, mint magnézium forrást. Leszűrjük azt a következtetést is, hogy az Mg-hatás a műtrágyák helyes alkalmazásával fokozódik, azonban a fent idézett közlemények adatai között nincs olyan, ami ezt a megállapítást - ami minden bizonnyal helyes állítás - konkrét számokkal támasztaná alá.

3.4 Kozák /54, 55, 56./ nevéhez fűződik annak alapos és részletes vizsgálata, hogy a hazai meszes talajokban a műtrágyák hatóanyagai milyen átalakuláson mennek át, illetőleg a talajszelvényben mennyire mozgékonyak. Megállapította, hogy azok a korábbi kijelentések, amelyek a műtrágyák igen nagyfokú mozgékonyására vonatkoztak, lényegileg megalapozatlanok. Igen nagy adagu /250, illetve 500 kg N/ha/ nitrogén hatóanyag esetén sem mélyebb a nitrogén kimosódása, mint 25-30 cm. A foszfor gyakorlatilag ott maradt, ahová a talajba bevitték. A kálium mozgékonyága is lényegesen kisebb, mint ami a köztudatban élt. Szélsőségesen meszes homoktalajon a tápanyagok felvételét nagymértékben gátolja a talaj nagy CaCO_3 tartalma. Ezért 50 kg N/ha adagnál nagyobbat nem javasol alkalmazni, mert további termésnövekedés ugysem fordul elő. Nitrogén utóhatást ilyen homoktalajon még a 200 kg N/ha adag esetén sem tudott kimutatni.

Dvoracsek /35/ talajfizikai vizsgálatokkal egészítette ki a meszes homoktalajainkról szerzett ismereteinket. A mélylazítás termésnövekedést váltott ki elsősorban aszályos években, illetve olyan növényeknél, ahol a termésképződés a nyári időszakra esik. A mélylazítással kombinált műtrágyázás gazdaságos eljárásnak bizonyult, amelyet széleskörű elterjesztésre javasolt.

3.5 A külföldi szakirodalomból elsősorban a lengyel, NDK és szovjet szerzők közleményei jelentettek számomra leginkább értékes támpontot, mivel ezekben az országokban jelentős területen található

homoktalajok és a műtrágyázás színvonala is hasonló a mi adottságainkhoz.

A burgonya műtrágyázásáról elég sok közlemény jelent meg.

Loginow és munkatársai /63, 64, 65./ emelkedő nitrogén adagokat alkalmaztak és megvizsgálták a gumók kémiai összetételét. Azt találták, hogy a keményítő tartalom csekély mértékben növekedett, a nyers fehérje viszont igen jelentős mértékben több lett a nitrogén trágyázás hatására. A nem-fehérje típusú szerves nitrogén vegyületek mennyisége különösen fokozódott ilyen esetben.

Ugyancsak a minőség problémájával foglalkozott Schaller /88./ is. Véleménye szerint a nagy terméshez nagyadagu nitrogén műtrágya, a jó minőséghez pedig megfelelő mennyiségű foszfor és kálium műtrágya szükséges.

A burgonya nitrogén trágyázását Birecki és munkatársai /25/ igen részletesen vizsgálták. Több, mint 600 kísérletet állítottak be. Ezeknek eredményeiből azt állapították meg, hogy lengyelországi viszonyok között a 90 kg N/ha az optimális adag. A karbamid ezekben a kísérletekben azonos hatású volt, mint az ammóniumszulfát. Kaczorek /48/ szerint a különböző tenyésziidejű burgonya fajták eltérő módon reagálnak a nitrogén trágyákra és a fajta nagy termőképessége nem mindig jelenti a nagyadagu nitrogén jó kihasználását is.

A megemelt nitrogén adagok az esetek többségében további termésnövekedéshez vezetnek. Hunnius és munkatársai /46./ szerint ez természetesen a fajtától és a termőhelytől függ, mindenesetre az általuk végzett /NSzK-ban/ kísérletekben a gyakorlatban szo-

kásos adagok további növelése is hatásos volt.

A burgonya harmonikus műtrágyázása vagy táplálkozási feltételei alatt általában azt értik, hogy ne csak nitrogént, hanem foszfort és káliumot is adjunk a növénynek.

Hempler /43./ szerint 1:1,5:2 arányu műtrágyákat kell alkalmazni a német homoktalajokon. Viszont a legalacsonyabb nitrogén szint is szerinte a 80 kg N/ha-nál kezdődik. Boyd /33./ kísérleteiben a 100 kg N/ha adag bizonyult a legjobbnak, amelyhez 120-180 kg P_2O_5 /ha és 250 kg K_2O /ha alaptrágyákat javasol. Sturn és Belger /93./ szerint a nitrogénadag növelése fokozza elsősorban a termést, de igen fontos a helyes NPK arány is. Ők az 1:1:1,7 arányt javasolják.

Eléggé eltérőek a vélemények a foszfor és a kálium hatékonyságáról.

Benepal /22./ csak a foszfornál talált kedvező terménövelő hatást, a káliumnál nem. Valentin /97./ kísérleteiben viszont a kálium trágyázás volt a leghatékonyabb, ami még a nitrogént is felülmulta. Schäfer és Hanus /87./ 271 kísérletet folytatott burgonyával és különböző adagu és arányu műtrágyákat alkalmaztak.

A gumók terméseredménye itt is elsősorban kálium adagokkal mutatott összefüggést. Brucholz /34./ adatai szerint szintén jelentősen csökkentek a termések, ha elhagyták a kálium trágyázást.

A foszfor és a kálium tartalékoló trágyázás, vagyis amikor nagyadagu foszfor és kálium műtrágyákat visznek be a talajba több évre előre, Ansorge /5./ kísérletei szerint, nem bizonyult hatásosnak homoktalajokon. Boguszewski és munkatársai /29./

azt találták, hogy rendszeres istállótrágyázás esetén a foszfor és kálium műtrágyák termésmenvelő hatása igen csekély. Specht /90./ ugyanakkor hirdeti, hogy homoktalajokon is jogosult a tartalékoló trágyázás bevezetése. Larin /61./ jelentős utóhatást tapasztalt a foszfor műtrágyák rendszeres alkalmazása következtében. Az ő adatai az akkumulálódó foszfor hatást bizonyítják.

A szerves trágyázás és a műtrágyázás kölcsönhatásának tanulmányozása is gyakran szerepelt az egyes kísérletekben. Batalin /13, 14./ felfogása szerint az elsődleges feladat a homoktalajok javítása, ami csak nagyobb adagu istállótrágyával, tőzeggel végezhető el. Rendszeres zöldtrágyázás is eredményes lehet. Műtrágyázás hatékonysága véleménye szerint az előzetesen adagolt szervesanyag mennyiségének függvénye. Hasonló véleményen van a lengyel agrokémikusok közül Baranowski és Ploszynska /11./ is. Ugyanakkor Specht /91./ azt találta, hogy az istállótrágya hatóanyagának megfelelő NPK hasonló hatást váltott ki, mint a szervesstrágya. Bonjour /32./ az istállótrágyát, mint nitrogén forrást tekinti. A meteorológiai viszonyoktól függ az istállótrágya ásványosodása és így a nitrogén felszabadulása, mellyel párhuzamosan növekszik a gumósuly is.

A magnéziumtrágyázás perspektívája sok kutató figyelmét keltette fel. Elméleti megfontolások szerint savanyu homoktalajokon burgonyánál és főleg nagyadagu műtrágyázás esetén nagy valószínűséggel jelentkezik a növények fokozódó magnézium igénye.

Rubanov és Vojtova /85./ szerint a burgonya magnéziumtrágyázása igen hatásos eljárás, ami a mennyiséget is növeli és a minőséget is javítja. Alikin /4./ ugyancsak a gumók minőségének kedvező változását írta le magnéziumtrágyázás hatására. Kedvező eredményeket kapott Hossner és Doll /45./ is.

A számos pozitív adat mellett akadnak olyan közlések, amelyek jóval szerényebb terméshozamról számolnak be.

Birch és munkatársai /24./ csak rendkívül nagy kálium adagok esetén /több, mint 200 kg K_2O /ha/ találtak magnéziumhiányt a burgonyánál. A kálium és a magnézium antagonistikus viselkedéséről számol be Laughlin /62./ is. Peeler és Heafield /83./ eredményei szerint magnézium hiány szintén kizárólag a nagyadagu kálium alkalmazásakor lépett fel.

3.6 Az őszi rozs műtrágyázásának kérdéseiről is elég sok közlemény jelent meg külföldön.

A lengyel kutatók közül elsősorban Boguszewski és Pentkowski /30, 31./ foglalkoztak az őszi rozs trágyázásával. 1965-67 között 212 kísérletet folytattak le az ország különböző helyein. Nitrogén trágyázás nélkül a rozs átlagos termése 19,8 q/ha volt /természetesen nem csak homoktalajokon állítottak be kísérleteket/. Vetéskor adott 30 kg N/ha nitrogén adag 4,4 q/ha szemtermés növekedést váltott ki. A szárbaszökkenéskor felhasznált további 30 kg N/ha műtrágya pedig újabb 3,1 q/ha szemtermés fokozódáshoz vezetett. További kísérleteikben az egyszerre adagolt és a megosztott nitrogéntrágyázás problémáit vizsgálták.

Azt találták, hogy a vetéskor és a szárbaszökkenéskor /tehát megosztottan/ kiszórt nitrogéntrágya hatékonyabb volt, mint a vetéskor felhasznált műtrágya. Ezt a jelenséget a nitrogén kimosódásával magyarázzák, de nem közölnek olyan adatokat, ami ezt a feltételezést tényszerűleg igazolná. Krause és Batsch /58./ modellkísérleteiben az NH_4NO_3 kimosódása a kísérlet kezdete után két héttel érte el a maximális értéket. Aleksic és munkatársai kísérletei szerint /3./, melyet jelzett nitrogénnel végeztek, a talaj eredeti nitrogén készletéből származó nitrogén-felvételt nem befolyásolta a műtrágya nitrogén jelenléte.

Kosztrov és Korenkov /53./ összehasonlították különböző nitrogéntrágyák /ammoniumnitrát, ammoniumsulfát, karbamid/ hatékonyságát az őszi rozs fejtrágyázásánál. A háromféle műtrágya lényegileg azonos mértékben növelte a szemtermést, legfeljebb az ammoniumsulfát eredményezett valamivel kisebb termés-többletet.

Barbalisz /12./ Lettország talajain vizsgálta a műtrágyázás hatékonyságát. Őszi rozsnál azt találta, hogy 1 kg N hatóanyag /40 kg N/ha adagnál/ 15,4 kg szemtermés növekedést váltott ki. A foszfor műtrágya hatékonysága meglepően magas volt, ugyanis 1 kg P_2O_5 -re /40 kg P_2O_5 /ha adagnál/ 11,8 kg szemtermés többlet jutott.

A nitrogén és a foszfor anyagcsere közötti összefüggést vizsgálta Bezljudnij és Bekenkevics /23./. A megfelelő szintű foszfor-ellátás befolyásolja a nitrogén anyagcserét. A fehérje típusu vegyületek kialakulását segíti elő a foszfor jelenléte.

Gajek /40./ a sokéves műtrágyázás hatását vizsgálata őszi rozsnál és több más növénynél. A növények kémiai összetételét is analizálta. A nitrogéntrágyázást csökkentette a rozs foszfor és kálium-tartalmát. A K-trágyázás csökkentette a nitrogén és a foszfortartalmat. A P-trágya növelte a nitrogén és csökkentette a kálium-tartalmat.

Kosztrov és Malova /52./ kísérleteiben az őszi rozs legérzékenyebben a nitrogén műtrágyázásra reagált. Az NP hatás is szignifikáns volt, azonban az NPK nem eredményezett további termésmenövekedést az NP-hez viszonyítva. A PK önmagában, vagy nitrogén nélkül, csökkentette a termést.

Sevczenko és Szidorenko /89./ azt találták, hogy podzolos homoktalajon a foszfortrágyák jelentősen növelik a rozs szemtermését, de csak akkor, ha megfelelő mennyiségű /60-90 kg N/ha/ nitrogéntrágyát alkalmaztak. A foszfortrágyák egyben növelik a nitrogéntrágyák hatékonyságát is. Az együttes NP adagolás szinergikus hatása.

A rozs magnéziumtrágyázását Jaskowski /47./ vizsgálta. A termésmenövelő hatás elég szerény volt. Ezt a problémát nem is nagyon kutatták később sem.

3.7 Ez a rövid szakirodalmi áttekintés is bizonyítja, hogy a homoktalajok műtrágyázására egyre növekvő figyelmet fordítanak. Viszonylag kevés még az olyan talajkémiai vizsgálatok száma, ahol a tápanyagok dinamikájával részletesebben foglalkoznának.

A műtrágyázás hatékonyságához és eredményességéhez kétségek nem fűződnek. A nitrogén műtrágya elsődleges szerepe is előtérbe került. Talajtipustól függően változik a foszfor és a kálium termésmenvelő szerepe.

A szerves-trágyák szerepének és jelentőségének értékelése is változott az utóbbi idők folyamán. Ma már senki sem vonja kétségbe, hogy kizárólagos műtrágyázással is tartósan növelhetők növényeink termése homoktalajokon.

Ugy vélem azonban, hogy a hosszú időn keresztül folytatott műtrágyázás során az egyes tápanyagok hatásának dinamikájáról, illetve ezeknek kölcsönhatásáról viszonylag keveset tudunk még ma is.

Kísérleti munkám szerény hozzájárulást jelent ennek a hiánynak pótlásához.

4. Kísérleti és vizsgálati módszerek ismertetése

4.1 Kísérletek a Nyirlugosi Állami Gazdaságban

1962. nyarán választottuk ki a Gazdaság területén a kísérleti táblát, melynek összterülete kerekén 10 hektár volt.

A kísérleti terület a Nyirmihálydi - Nyirlugos közötti bekötő ut mellett van, a 3. sz. kilométerkőnél, közvetlenül az országút mellett. Három oldalról akácfasor övezi, emiatt viszonylag szélcsendes terület, homokverés ritkán fordul elő.

Két kísérletet állítottunk itt be. Az egyik többtényezős kisparcellás műtrágyázási kísérlet volt, 512 darab 50 m²-es parcellával. A másik kísérletben 120 darab 400 m²-es közép-parcellát alakítottunk ki és a szervestrágya és a műtrágyák hatását hasonlítottuk össze.

4.11 Talajviszonyok

Stefanovits P. és munkatársai 1963. őszén részletes talajfelvételezést végeztek a kísérleti területen. Segítségüket ezuton is megköszönöm és az alábbiakban az általuk végzett vizsgálatokat és leírásokat közlöm.

4.111 A felvételezés során 9 szelvényt irtak le részletesen. Nem lenne célszerű valamennyi szelvény adatát közölni, azért csak az 1., 2., 3., 6., és 9. sz. szelvények jellemzését adom meg.

Nyirlugos 1. sz. szelvény

A kísérleti terület kissé magasabb részén található.

0-20 cm barna, 10 YR 4/3 lazán tömött, lefelé éles átmenetet mutató humuszos homok. Szerkezete kötöten homokos.

20-45 cm erősen tarka, lefelé világosodó és fokozott átmenetet mutató, sötétbarna 10 YR 3/2 és 5/7 homok. Kötöten homokos, elmosódott krotovinák és gilisztajáratok. 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 állatjáratok mentén 1 cm-es foltokkal tagolt. Szerkezete kötöten homokos.

60-90 cm két kovárványcsikkal tagolt B-szint. A csikok 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 kovárványcsikk. 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 kovárványcsikkal tagolt B₃-as szint.

140-180 cm Diffuz függőleges rozsdás és világosszürke foltokkal tarka homok 7,5 YR 5/8 a rozsdá 2,5 Y 6/4.

A szürke folt színe alapszíne 10 YR 5/6.

Végig az egész szelvényben sok a zsurlógyökér, 60-70 cm között vasszeplő. Karbonát az egész szelvényben nincs.

pH 0-20 cm-re, 6,2, 50 cm-ben 6,4, 50 cm-ben a homok majdnem mésztelen, gyengén osztályozott, zöme 0,1 mm. 90 cm-ben vastól sárgára festett, agyagbevonatot nem látni, ugyanolyan szemcse nagyságu kevés apró fekete elegyrésszel.

150 cm-ben a homok a fenténél finomabban osztályozott, kb. 100 %. 0,1 mm-es szemcséjü, kevés apró fekete elegyrésszel. Kovárványcsikkban ugyanilyen rosszul osztályozott, csak agyaggal összetapasztott homokszemcséket lehet látni. A kovárványréteg enyhén tapadós.

Tipusa: Kulturhatásra erősebben humuszosodott, kovárványos erdőtalaj. Altalajában gyengén glejjes, kétszintü 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 állatjáratok. Lazán tömött.

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 kovárványcsik. Színe 7,5 YR 5/6. Szintek 45-60 cm között találhatóak. Az egész szintben 1 cm Ø szürkés barna állatjáratok, 0,5-1 cm Ø-jü 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 rozsdások. A glej közepén gyökérjárat nyoma. Egy-két öklömnyi sarkos góc, az alatta fekvő szint anyagából.

105-150 cm barna 10 YR 4/3 agyagos homok. Szerkezete tömött. Vízszintesen rétegezett, függőleges glej és rozsdá ékekkel, nyelvekkel. A szint felső határa a homok felé erősen tagolt, színe ibolyásbarnába megy át, 2-3 cm vastagságban. Karbonát az egész szelvényben nincs. Erősen vas-szeplős.

Tipusa: Kétrétegű kovárványos barna erdőtalaj, altalajában glejesek /esetleg podzolos/. A kovárványcsikok kilugzás szintben másodlagosan fejlődtek ki. Az eredetileg kilugzott anyag a glejesek rétegen keresztül a talajvizben távozott. Az A-szint homokja gyengén osztályozott, általában egy-két mm szemcséjű homokból áll. Színes elegyrésszel és apró fekete elegyrésszel. A homokszemcsék mésztelenek. 105 cm alatt lévő szint homokanyaga a felső szinthez hasonló, csak agyaggal kevert.

Nyirlugos 3. sz. szelvény

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

0-25 cm szürkés barna 10 YR 4/3, gyengén humuszos homok. Szerkezete homokos. Átmenete lefelé éles, egyenlőtlen.

25-45 cm barnás sárga 10 YR 5/6, diffuz, szürkésbarna, kovárványmaradékokkal tarkítva. Finom homok, szerkezete homokos.

45-105 cm 5-10 cm távolságban egy 0,5 cm vastag kovárványcsikkal tagolt réteg. A köztes homok színe 10 YR 5/6, barnás sárga, a kovárványcsik 7,5 YR 4/6. A csikok nagy része zeg-zugos lefutású, állatjáratok és gyökerek által áttört.

105-145 cm 2-3 mm-es gyengén fejlett kovárványcsikkal tagolt homok. Színe, mint fent.

145-180 cm egyenes, predesztinált lefutású. Egy 0,5 cm vastag kovárványcsikkal tagolt réteg, melyben 3-4 mm-es mikrorétegezethez is látható. A fenti szintek átmenete folytonos, a lefelé való átmenet fokozatos.

180-250 cm fosszilis talajréteg, tetején 30 cm humuszos, alatta pedig rozsdabarna színeződéssel.

A homok rosszul osztályozott, a kovárványos rétegekben vassal színezett; de egyébként mésztelen 0,2-0,3 mm átmérőjű szemcsékből áll. Sokszínű elegyrész és apró fekete ércszemcsék. A homok az egész szelvényben egyenletes, beleértve a fosszilis szintet.

Tipusa: Kovárványos barna erdőtalaj, fosszilis rozsdabarna erdőtalaj fölött.

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 rozsdafolt. Szerkezete gyengén tömött.

20-55 cm Világos-szürke 2,5 Y 6/3, 30-35 cm körül egymásba fonódó gyenge kovárványcsikok. Szárazon kifehéredő. Gyengén iszapos finom homok. Függőleges, vékony gyökérgáratok mentén rozsdás.

55-80 cm Barnássárga alapon szürkésen márványozott 10 YR 5/8. A szürke 5/1 iszap erősen tömött. Felfelé éles háttárral, 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.

Tipusa: Kovárványos barna erdőtalaj.

Nyírlugos 9. sz. szelvény

0-25 cm Barna 10 YR 4/2 humuszos homok. Alsó határa éles. Állatjáratok miatt egyenetlen.

25-60 cm Sárgásbarna, 10 YR 5/3 szárazon kifehéredő /7/3/, tarka, finom homok. A tarkaságot 5 mm átmérőjű diffúz szélessű kis világosabb állatjáratok okozzák. 40 cm körül 3-5 mm vastag, zeg-zugos lefutású folytonos barna kovárványcsik. Átmenete lefelé folytonos, alig észlelhető.

60-100 cm Fentihez hasonló mélyebb részeiben lemosódott glej foltokkal, kevés vasszeplővel. Három kovárványcsik /70-80-90 cm-ben/. Csikok vastagsága eléri az 1 cm-t. Az állatjáratok a csikokat megszakították, ezért nem

folytonosak. A szelvény felső 100 cm-ben igen erős biológiai tevékenység látható.

100-125 cm Világosszürke, s gyengén foltokkal tarkázott finom homok. Állatjáratok, kovárványcsikok hiányzanak. Átmenete felfelé fokozatos, lefelé éles, de a vízszintes határvonalat 20-30 cm-es zsákok szakítják meg, melyeket a szint anyaga tölt ki.

125-140 cm Barna iszapos homok. A szint felső részén 10 YR 5/3, alsó részén rozsdásan 10 YR 4/4. Glejes szürke foltokkal tarkított, ezek határán erős rozsdásodás 5 YR 4/8. A szint alsó és felső részei között az átmenet fokozatos. Vasszeplő.

140-180 cm Eredetileg vízszintesen csikozott, 3-5 cm vastag rétegekből álló iszapos homok, melyben glejes és rozsdás rétegek váltakoznak. Ezt zavarják meg függőleges, zsákos betüremlések, s nyelvek, melyek ugyancsak glejesek és rozsdások.

A homok rosszul osztályozott. Sok színes elegyrészt, kevés apró ércdarabkákat, 0,1-0,2 átmérőjű finom homokot tartalmaz. 125 cm-ig a kovárványcsik kivételével bevonat nélkül. 125 cm alatt a homok kevés csillámot is tartalmaz.

Tipusa: Másodlagosan glejesedett agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj. Altalajában glejes, két rétegű, gyengén fejlett kovárványos erdőtalaj, mélyen humuszosodó. pH 50 cm-ben 6,6.

4.112 A begyűjtött talajminták egy részét laboratóriumban is megvizsgálta Stefanovits. A széleskörű analizisekből csak olyan reprezentatív jellegű adatokat mutatok be, amelyek a műtrágyázás hatékonysága szempontjából elsősorban jelentősek. Ezek az adatok a 3., 4. és 5. táblázatban láthatók.

A mechanikai összetétel vizsgálata /3. táblázat/ azt mutatja, hogy a finom homok frakció /0,2-0,1 mm/ dominál, ez határozza meg a talaj számos fizikai tulajdonságát. A por és iszap frakciók mennyisége elég csekély. A kolloid frakció értékei a felső 0-55 cm-es rétegekben, ahol a növények gyökérzetének zöme van, általában 3 % körüli és ez szintén jellemző a homoktalajokra. Az alsóbb talajszintekben, különösen a kovárványcsikkokkal tagolt B szintekben, feldúsul a kolloidális részecskék mennyisége. Ezek a mélyebb és kolloidokban dúsabb szintek a talajszelvény vízháztartását befolyásolják kedvező mértékben. A későbbi növénytermesztési adatok tükrözni fogják, hogy az adott talaj potenciális termőképessége /amelynek igen kedvező eleme a jó vízháztartás/ viszonylag jó és a kontroll parcellákon is számottevő terméseredményt lehet elérni.

A kicserélhető kationok adatai /4. táblázat/ azt mutatják, hogy szoros korreláció van a T érték és az előbbieken során tárgyalt kolloidfrakció mennyisége között. A felső talajszintek szorbciós képessége viszonylag csekély. A T és S értékek közötti különbség a talaj viszonylagos telítetlenségére utal. Ezek a talajok gyengén savanyúak. A kalcium ion dominál az adszorpciós komplexumban. Viszonylag jelentős értékeket mutat a magnézium is. A nátrium mennyisége nem számottevő és elég csekély a kálium részaránya is.

A talaj kémiai analizisének adatait az 5. táblázatban mutatom be.

Látható, hogy a talaj közepesen savanyú. A könnyen oldható foszfor és kálium mennyisége szintén közepes tápanyagellátási viszonyokra utal. Az összes N és a humusz mennyisége előre jelzi, hogy ezen a talajon a nitrogén műtrágyáknak jelentős termésmenvelő hatása lesz.

4.12 Meteorológiai viszonyok

A műtrágyák érvényesüléséhez elsősorban a hőmérsékleti és a csapadék viszonyok alakulása a legfontosabb tényező. A kísérleti időszak folyamán rendszeres megfigyelést végzett a Gazdaság és regisztráltak a napi maximális és minimális hőmérsékleti adatokat, illetve a lehullott légköri csapadék mennyiségét.

4.121 Homoktalajon, öntözés nélküli növénytermesztésnél a talaj és a növény vízgazdálkodása kritikus tényezővé válik. Két esetben a sokéves átlagok statisztikai eloszlására vagyunk utalva:

- mennyi csapadék hull le a növény táplálkozása szempontjából leginkább fontos időszakban

- milyen maximális hőmérsékleti viszonyok lesznek a termesztett növény egyedfejlődésének bizonyos és döntő hatása szakaszaiban.

Őszi rozsnál - Nyirlugos viszonyai esetében - a május-juniusi csapadékmennyiség igen lényeges. A maximális hőmérséklet alakulása június 20 és július 5. között pedig alapvetően befolyásolhatja a szemtermés kialakulását és a tápanyagok átrendeződését a szervezeten belül.

A korai burgonyánál /Gülbaba/ a június-július havi csapadékösszeg és a július 15 - augusztus 15. közötti maximális hőmérséklet döntheti el jórészt a gumótermés mennyiségét és a gumók nagyságszerinti megoszlását.

Késői burgonyafajtánál /Aranyalma/ a július-augusztusi csapadékösszeg és az augusztus 15 - szeptember 15. közötti időszak maximális hőmérséklete jelentheti a kritikus tényezőt.

A 6. táblázat mutatja be ezeket az értékeket. Elég jelentős ingadozások vannak az egyes években a hőmérsékleti viszonyokban. A terméseredmények későbbi ismertetése és értékelése során fogok visszatérni arra, hogy mutatkozik-e valamilyen összefüggés a gumótermés és az általam kritikusként minősített időszakok maximális napi hőmérséklet értékei között, vagy sem.

4.122 Külön táblázatban közlöm a legintenzívebb tápanyagfelvétel időszakára jutó csapadék adatokat. /7. táblázat/ A kép igen változatos. Háromszoros, sőt négyszeres különbségek is adódnak. Legkiegyensúlyozottabbnak a június-július időszak tűnik. A május-júniusi, illetve a július-augusztusi periódusban négyszeres csapadékmennyiség is előfordul a legkevesebbhez viszonyítva. A terméseredmények ismertetésekor fogok visszatérni arra, hogy van-e összefüggés a szemtermés és a gumótermés, illetőleg a kritikusként ítélt periódusok csapadékmennyisége között.

Az évi és a havi csapadékösszegek a 8. táblázatban láthatók. A tizéves kísérletezési időszak alatt a legaszályosabb esztendő 1967-ben volt. Legtöbb csapadék pedig 1970-ben hullott le. Tíz év átlagos évi csapadékmennyisége 527 mm. Ha levesszük a két szélső értéket /1967 és 1970/ akkor az átlagos csapadék mennyisége 516 mm, ami igen közel van az előbbi értékhez. Általánosítással azt mondhatom, hogy a tíz évből egy év volt erősen aszályos /1967/, két év gyengén aszályos /1971 és 1972/, öt évben volt átlag körüli csapadékelátás /1963, 1964, 1966, 1968 és 1969/, illetőleg két esztendőben figyelhető meg csapadékbőség /1965 és 1970/. Mindenesetre megállapítható, hogy megfelelő és gondos gazdálkodás esetén Nyírlugoson jó terméseredmények érhetőek el öntözés nélkül is.

4.13 Többtényezős kisparcellás műtrágyázási kísérlet

A kísérletet 1962 késő őszén állítottuk be és 10 évre terveztük a vizsgálatokat. A kísérletben 512 parcella volt. Méretét és időtartamát tekintve - tudomás szerint - egyedülálló a hazai agrokémiai szántóföldi kísérletezésben.

A kísérleti területen szervestrágyát utóljára 1960 őszén alkalmaztak 312 q/ha adaggal.

Vetésváltás: burgonya - rozs - burgonya - rozs, stb.

4.131 Tényezők burgonya esetében: /1963-1965-1967-1969-1971/

2 fajta - Gülbaba és Aranyalma /főparcella/

2 szántási mélység - 20 cm és 40 cm

16 műtrágyázási kezelés -

N_1	N_2	N_3	∅
N_1P	N_2P	N_3P	
N_1K	N_2K	N_3K	
N_1PK	N_2PK	N_3PK	
N_1PKMg	N_2PKMg	N_3PKMg	

Ismétlések száma: fajta x szántási mélység x műtrágyázás valamennyi kombinációja esetén nyolcszoros. Vagyis

$$2 \times 2 \times 16 \times 8 = 512$$

Parcella méret : $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$ Netto parcella = $35,5 \text{ m}^2$

Elrendezés: split - split - plot

Műtrágyaadagok:

N_1	= 50 kg N/ha
N_2	= 100 kg N/ha
N_3	= 150 kg N/ha

	P = 48 kg P ₂ O ₅ /ha
	K = 150 kg K ₂ O/ha
	Mg = 30 kg MgO/ha
<u>Mütrágya fajták:</u>	N = 25 %-os pétisó
	P = 17 %-os granulált szuperfoszfát
	K = 40 %-os kálisó
	Mg = technikai minőségű magnéziumsulfát /keserűső/

Mütrágyázás módja és ideje: A szuperfoszfátot és kálisót az őszi szántás előtt kiszórtuk a talajra, majd le- szántottuk. A nitrogén és a magnézium mütrágyákat mindig tavasszal alkalmaztuk. Az N₁ és N₂ adagokat, valamint az N₃ adagok kétharmadát /vagyis N₂-nek megfelelő mennyiséget/ ültetés előtt kiszórtuk a talaj felszínére. A mütrágyákat az ültetéssel járó talajmozgatás vitte be a talajba. Az N₃ adag harmadik harmadát /N₁-nek megfelelő mennyiség/ és a magnéziumfoszfátot a burgonyatövek sorolásakor szórtuk ki a felszínre.

Általános agrotechnikai adatok: Tenyészetület 70x40 cm. A vetőgumó minden évben szuperelit minőségű volt, amelyet a Nyírségi Agrotechnikai Kutató Intézetből szereztünk be. Az ültetés kézzel történt. Általában két alkalommal volt sorközi kapálás kézierővel és három alkalommal töltögetés lófogattal. A burgonyabogár elleni védekezést permezetés- sel végeztük. A korábbi években Dieldrint használtunk, majd az utóbbi években Ultracid 40 WP oldatot. A Gülbaba szedésére általában augusztus, az Aranyalmaéra pedig szeptember végén került sor.

4.132 Tényezők őszi rozs esetében: /1964-
1966 - 1968 - 1970 - 1972/

- 1 fajta - Kisvárdai rozs
- 2 elővetemény - Gülbaba és Aranyalma
- 1 szántási mélység - 20 cm

16 műtrágyázási kezelés -

N ₁	N ₂	N ₃	∅
N ₁ P	N ₂ P	N ₃ P	
N ₁ K	N ₂ K	N ₃ K	
N ₁ PK	N ₂ PK	N ₃ PK	
N ₁ PKMg	N ₂ PKMg	N ₃ PKMg	

4 műtrágyázási csoport:

- I - műtrágya halmozás az egyes műtrágyázási kezeléseknek megfelelően
- II - csak nitrogén műtrágya halmozás az egyes műtrágyázási kezeléseknek megfelelően. Foszfor, kálium és magnézium műtrágyákat nem használtunk. /Nitrogénnel provokált foszfor és kálium utóhatás/
- III - csak foszfor, kálium és magnézium műtrágya halmozás az egyes műtrágyázási kezeléseknek megfelelően. Nitrogén műtrágyát nem használtunk. /Foszforral és káliummal provokált nitrogén utóhatás/
- IV - Műtrágyázás nem volt. /Tiszta utóhatás/

A műtrágyázási csoportokat megfelelő randomizálással helyeztük el a fő parcellákon.

Ismétlések száma: fajta x elővetemény x szántási mélység x műtrágyázási kezelés x műtrágyázási csoport valamennyi kombinációja esetén négyszeres.

Vagyis $1 \times 2 \times 1 \times 16 \times 4 \times 4 = 512$

Parcellaméret: $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$. Netto parcella $45,6 \text{ m}^2$

Műtrágya adagok:

N ₁	=	30 kg N/ha
N ₂	=	60 kg N/ha
N ₃	=	90 kg N/ha
P	=	48 kg P ₂ O ₅ /ha
K	=	80 kg K ₂ O/ha
Mg	=	15 kg MgO/ha

Mütrágya <u>fajták:</u>	N	=	25 %-os pétisó
	P	=	17 %-os granulált szuperfoszfát
	K	=	40 %-os kálisó
	Mg	=	technikai minőségű magnéziumsulfát /keserűső/

Mütrágyázás módja és ideje: A szuperfoszfátot és kálisót a vetőszántás előtt szórtuk ki a talajra. A nitrogént és a magnéziumot kora tavasszal, közvetlenül a hótakaró elolvadása után szórtuk ki a talaj felszínére.

Általános agrotechnikai adatok:

A vetőmag minden évben elit minőségű volt, mennyisége 110 kg/ha. A vetést szeptember végén - október elején végeztük, az Aranyalma burgonya, mint elővetemény, betakarításától függően.

A tavaszi mütrágyaszórás ideje március 15 - 30. között ingadozott. Aratás az első évben kézi erővel történt, a cséplés pedig parcellacséplővel. A többi évben ezt a műveletet Fergusson típusu kisparcella kombájnnal hajtottuk végre.

4.14 Szervestrágyázás és mütrágyázás összehasonlítása

Az előbbieken leírt kisparcellás mütrágyázási kísérlet mellett helyeztünk el egy középparcellás kísérletet, amelyben a különböző módon alkalmazott szerves és mütrágyák összehasonlítására került sor. A kísérletet 1963. tavaszán állítottuk be és 8 évre terveztük. Összesen 120 parcella volt a kísérletben. A kísérleti terület szervestrágyát /312 q/ha/ utoljára 1960 őszén kapott. Vetésváltás: burgonya - rozs - burgonya - rozs, stb.

4.141 Az egyes kezelések a következők voltak:

- 1 - Trágyázatlan, 20 cm-es szántás évente.
- 2 - Trágyázatlan. Az 1., 3., 5., 7. évben 50 cm-es szántás, máskor 20 cm-es szántás.
- 3 - 600 q/ha istállótrágya két egyenlő adagban az 1. és az 5. évben 20 cm-re leszántva. Minden évben 20 cm-es szántás.
- 4 - 600 q/ha istállótrágya az 50 cm barázda aljára helyezve az első évben. Utána minden évben 20 cm-es szántás.
- 5 - 600 q/ha istállótrágya 50 cm mélyen leszántva az első évben. Utána minden évben 20 cm-es szántás.
- 6 - Az istállótrágyában lévő NPK műtrágya alakjában adagolva, szántás minden évben 20 cm. PK adag fele az 1. évben, második fele az 5. évben kiszórva. Nitrogén évente.
- 7 - Az istállótrágyában lévő NPK műtrágya alakjában adagolva, szántás az 1. és 5. évben 50 cm, a többi évben 20 cm. PK adag fele az 1. évben, második fele az 5. évben a barázda aljára helyezve. Nitrogén évente.
- 8 - Az istállótrágyában lévő NPK műtrágya alakjában adagolva, szántás az 1. és 5. évben 50 cm, a többi évben 20 cm. A PK adag fele az 1. évben, a második fele az 5. évben alkalmazva oly módon, hogy a műtrágyákat a talaj felszínére szórtuk ki és leszántottuk. Nitrogén évente.
- 9 - 600 q/ha istállótrágya négy egyenlő adagban /1., 3., 5., 7. évben/ 20 cm-re leszántva. Szántás minden évben 20 cm.
- 10 - Az istállótrágyában lévő NPK 55 %-a műtrágya alakjában adagolva. Szántás minden évben 20 cm. PK négy adagban elosztva, nitrogén évente felhasználva.

Minden parcellát a második évtől kezdve két részre osztottunk. Mindkét részt az előbb felsorolt trágyázásban részesítettünk. A parcella egyik fele /a- melynek jelzése a továbbiakban "a"/ kiegészítő műtrágyázást nem kapott. A másik fele, amelynek jele "b" kiegészítő műtrágyázásban részesült.

Burgonyánál ez a kiegészítés 45 kg N, 50 kg P_2O_5 és 100 kg K_2O hatóanyagot jelentett hektáronként. Rozsnál csak pétisót használtunk 45 kg N/ha adagban.

Röviden összegezve; az "a" parcellák az alapkezelést kapták, a "b" parcellák az alapkezeléseket és még 45 kg/ha nitrogén hatóanyagot, /illetve burgonyánál P-t és K-t is/.

A 9. táblázat részletes kimutatást ad az évente felhasznált szerves és műtrágyák mennyiségéről, valamint a 8 év alatt összesen talajba vitt műtrágya adagokról.

Elrendezés: Véletlen blokk

Ismétlések száma: 6-szoros

Parcella méret: 20 x 20 = 400 m²

A kísérletben tehát összesen 20 kezelés volt /10 alapkezelés, + 10 alapkezelés kiegészítő nitrogén műtrágyázással./ Ez a 20 kezelés került véletlen elrendezésben egy blokkba. Összesen 6 ilyen blokk volt, tehát az összes parcellaszám: 120.

A kísérlet elején felhasznált szerves trágya igen jól beérett szarvasmarha trágya volt. Nedves sulyra számított összes tápanyag tartalma: N % - 0,67

P_2O_5 % - 0,34

K_2O % - 0,66

A későbbi években hasonló érett istállótrágyát alkalmaztunk. Előzetesen elvégeztük az összes tápanyagok meghatározását, majd az összes nitrogén tartalom alapján számítottuk ki azt a trágya mennyiséget, amelyet végül is beszántottunk. Az elv az volt, hogy nitrogén hatóanyag azonos szinten maradjon. A felhasznált műtrágyák formája: 25 %-os pétéző, 17 %-os granulált szuperfoszfát, 40 %-os kálisó. A nitrogén trágyázás módja és ideje: burgonyánál ültetés előtt szórtuk ki a talaj felszínére a trágyát egy adagban, őszi rozsnál kora tavaszi fejtrágyázást alkalmaztunk.

Általános agrotechnikai adatok:

Burgonyánál a következő fajták voltak:

- 1963 - Aranyalma
- 1965 - Mindenes
- 1967 - Aranyalma
- 1969 - Kisvárdai rózsa

Tenyészterület: 70 x 40 cm. Az ültetés géppel történt. A vetőgumó I. osztályú minőségű volt. A növényápolást lófogattal végezték, de sor került tisztító jellegű kézi gyomtalanításra is. A burgonyabogár elleni védekezés hasonló volt a 4.131 pontban leírtakhoz.

Az őszi rozs fajtája "Kisvárdai" volt. Vetőmag mennyisége 110 kg/ha. Az aratást első évben önjáró kombájjal, később Fergusson típusú kisparcella kombájjal végeztük.

4.2 Kísérletek az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Órszentmiklósi Homokkísérleti Telepén

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete az ötvenes évek elején szervezte meg Órszentmiklóson a Homokkísérleti Telepet. Egerszegi Sándor vezetésével széleskörű kutatások folytak itt a homoktalajok termőképességének fokozására. A réteges homokjavításnak nevezett eljárást is ezen a telepen dolgozta ki Egerszegi S. és itt vizsgálta először a homoktalajok fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságait egy különböző szakterület képviselőiből álló kutató kollektíva.

Kandidátusi értekezésemhez a kísérleti adatokat szintén ezen a kísérleti telepen gyűjtöttem össze, önálló kísérleti munkát 1956 tavaszától végzek ezen a helyen.

A jelen értekezés keretében két rozs monokultura adatait mutatom be. Mindkét kísérlet tizesztendős adatsort tartalmaz.

A rozst ebben az esetben mint "teszt" növényt tekintem. A hosszabb ideig tartó műtrágyázás számos olyan jelenséget, összefüggést tár fel, amely legjobban csak monokulturában termesztett növénynél figyelhető meg. Erre a célra az őszi rozs kiválóan alkalmas. Nem az volt tehát az elsődleges célom, hogy a rozs termesztéséhez szolgáltatssak újabb adatokat, hanem az, hogy a tartós műtrágyázás dinamikájáról szerezzek ismereteket. A klasszikus - és még ma is használt - agrokémiai tenyészedény kísérletekben a legpraktikusabb kísérleti növény a zab és a kísérlet célja nem a zab mélyebb vizsgálata, hanem a vizsgálandó műtrágyák jobb megismerése. Hasonló módon szemlélem az őszi rozst az alább következő kísérletek értékelésekor.

4.21 Talajviszonyok

Az Órszentmiklósi Homokkisérleti Telepen meszes homoktalajok vannak. A homokréteg vastagsága 12-16 méter körül van. A talajvizszint átlagos mélysége 6 m. A homok folyami eredetű lerakódás. A talajszelvény két szintből áll, amely minden átmenet nélkül váltja egymást. Felül van egy barna színű humuszos réteg, amely alatt a mészben dús al-talaj helyezkedik el. A humusz réteg vastagsága nagymértékben függ a deflációs viszonyoktól. Helyenként a szél teljesen elhordta ezt a réteget és ott már a felszínen jelenik meg a sárga homok. Máshol ráhordások vannak és ott a humuszréteg az 50-60 cm-t is elérheti.

A humusztartalom 0,6- 1,0 % között ingadozik. A pH érték /H₂O-ban/ 7,5 - 7,8. Az Al-oldható P₂O₅ mennyisége 4-6 mg/100 g, a K₂O mennyisége pedig 5-10 mg/100 g.

A CaCO₃ tartalom a felszíni rétegekben is 3-7 %, mélységi irányban jelentősen megnövekszik a kalciumkarbonát százalékos aránya és eléri a 15-20 %-ot is.

A talaj mechanikai összetételében a durva homókfракció dominál. A kolloid részecskék mennyisége 3-4 %.

4.22 Meteorológiai viszonyok

A 10. táblázat adatai tájékoztatnak a havi és az évi csapadékmennyiségekről. Az elmúlt 12 év bővelkedett csapadéokban Órszentmiklóson. E vonatkozásban kedvezőbb a helyzet, mint Nyírlugoson. Órszentmiklóson 12 év átlagában 665 mm csapadék hullott le évente, Nyírlugoson 10 év átlagában 527 mm. Az őszi rozs termését jelentős módon befolyásoló május-juniusi csapadékösszeg Órszentmiklóson

12 év átlagában 145 mm volt. Nyirlugoson öt rozstermesztési év átlagában 128 mm. /7. táblázat/

A későbbiek folyamán látni fogjuk, hogy Órszentmiklóson az őszi rozs átlagtermése jelentősen elmarad a Nyirlugoson termesztett rozs átlagtermésétől. A magyarázat minden bizonnyal nem a csapadékviszonyokban keresendő, hanem - véleményem szerint - a talaj kémiai és fizikai sajátosságai-ban. /Mészes homok./

4.23 Nitrogén műtrágya hatékonysága monokultu- rában termesztett őszi rozsnál

A kísérleti terület szerveztrágyázásban nem részesült 1950 óta. Három éven keresztül vakkísérletet végeztünk és a tényleges kísérletezési periódus 1961-ben kezdődött. 1961 és 1966 között nem változtattuk a kezeléseket, majd 1967 és 1972 között némileg módosítottuk - a felgyülemlett tapasztalatok birtokában - a kezeléseket egy részét. Sajnos, mindkét hatéves cikluson belül egy-egy alkalommal /1963 és 1970 / olyan jégverést kapott a kísérleti terület, hogy a kiértékelés teljesen irreális lett volna. Ezért ezt a két évet kihagytam és így tulajdonképpen csak 10 év eredményét összegezhetem.

4.231 A kísérlet alapadatai a következők:

Elrendezés: 10 x 5-ös latin téglá

Parcellaméret: 10 x 3,5 = 35 m² /bruttó/

Kezelések: 1961 - 66 között:

1. Trágyázatlan kontroll
2. PK
3. N_1 őszezel
4. N_1 tavasszal
5. N_1 őszezel + N_1 tavasszal
6. N_2 tavasszal
7. PK + N_1 őszezel
8. PK + N_1 tavasszal
9. PK + N_1 őszezel + N_1 tavasszal
10. PK + N_2 tavasszal

Mütrágya adagok:

N_1 = 50 kg/ha N
 N_2 = 100 kg/ha N
P = 54 kg P_2O_5 /ha
K = 80 kg K_2O /ha

Mütrágya fajták: 25 %-os pétisó
17 %-os granulált szuperfoszfát
40 %-os kálisó

Mütrágyázás módja és ideje: A szuperfoszfátot és a kálisót a vetőszántás előtt kiszórtuk a talaj felszínére, majd a szántással talajba vittük. Az őszi nitrogén trágyázás úgy történt, hogy a vetőszántás után, de még a vetés előtt szórtuk ki a pétisót a talaj felszínére. A vetéssel járó talajművelés dolgozta be a talajba a mütrágyát. A tavaszi nitrogén trágyázást mindig fejtrágyázással hajtottuk végre, közvetlenül a hótakaró elolvadása után.

Kezelések 1967 - 1972 között:

1. Trágyázatlan kontroll
2. PK
3. K + N₂ ősszel
4. K + N₁ tavasszal
5. K + N₁ ősszel + N₁ tavasszal
6. K + N₂ tavasszal
7. PK + N₂ ősszel
8. PK + N₁ tavasszal
9. PK + N₁ ősszel + N₁ tavasszal
10. PK + N₂ tavasszal

A változtatást az indokolta, hogy az első ciklus végén már igen nyilvánvaló volt a PK tényező kedvező hatása. Ezért egyrészt szétválasztottuk a két műtrágyát, hogy a továbbiakban megkülönböztethessük a foszforhatást a káliumhatástól, másrészt az őszi nitrogén trágyázás hatástalansága arra késztetett, hogy megnöveljük az adagot és így vizsgáljuk a továbbiakban a hatékonyságot. A műtrágyák adagja, formája, valamint a műtrágyázás módja és ideje változatlan maradt.

4.232 Főbb agrotechnikai adatok

A rozs fajtája: Kecskeméti H /elit minőségű/
Vetőszántás augusztus végén, szeptember elején volt.
A vetési norma 160 kg/ha. A vetés ideje az időjárástól függően szeptember második fele, október első napjai között ingadozott.
A tavaszi fejtrágyázást február végén, március elején végezték el.
Az aratás 1964-ig kézi erővel - a cséplés külön menetben - történt. 1965-től kisparcellás kombájnnal egy menetben

végezték el a betakarítást. Minden esetben megállapítottuk a szemtermést és a szalmatermést parcellánként és egyidejűleg szem és szalmamintát vettünk minden parcellából kémiai vizsgálatok céljaira.

4.233 A kémiai vizsgálatok a szem és szalma nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmának megállapítására irányultak.

Tíz éven keresztül a kísérlet mindegyik parcellájából származó szem és szalmamintákon elvégeztük az N,P,K mennyiség meghatározását. A kémiai analízist szintén mindegyik parcellánál külön-külön hajtottuk végre. Ilymódon valamennyi adat a latin téglarendezésű kísérlet értékelési szabályainak megfelelően került matematikai feldolgozásra.

Az összes kémiai vizsgálatok száma meghatározható az alábbi számítással:

Parcellák száma x kísérleti évek száma x vizsgált növényi részek száma /szem + szalma/ x vizsgált kémiai elemek száma /N,P,K/, vagyis behelyettesítve:

$$50 \times 10 \times 2 \times 3 = 3000$$

A növényminták analízise az alábbi eljárással történt: A légszáraz, finomra darált növénymintából - a várható NPK tartalomtól függően - 0,5 - 1 grammnyi mennyiséget mértünk le analitikai mérlegen és 100 ml-es Kjeldahl lombikba vittük át. Tömény kénsav és 30 %-os hidrogénperoxid elegyével roncsoltuk el. A törzsoldatból az aliquot részt kipipettázva a nitrogént Parnass - Wagner rendszerű vizgőzdesztillációval hig bórsavban felfogva 0,01 normál kénsavval megtitrálva határoztuk meg. A foszfortartalom meghatározásához a molibdénkék reak-

ciót felhasználva Fischke - Subbarov módszerét alkalmaztuk; a foszfortartalommal arányos Mo-komplex színintenzitását Spekol spektrálkoloriméteren állapítottuk meg. A kálium meghatározását Zeiss III. típusu lángfotométerrel végeztük el.

A növényminták analízisének fenti módszerét azért választottuk, mert a Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetben ezt az eljárást használják hasonló célra és a módszertani összehasonlító vizsgálatok szerint igen praktikus, viszonylag gyors, gazdaságos és megbízható eljárásnak bizonyult.

1972-ben a kísérletben részletes kémiai talajvizsgálatot végzett Kovács Géza, a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Talajtani Tanszékének tudományos gyakornoka. Vizsgálataiból származó adatokat szintén közlöm.

4.24 Egyszerűsített hiánykísérlet monokulturában termesztett őszi rozsnál

Az a terület, ahol ezt a kísérletet állítottuk be szerves és műtrágyázásban 1950 óta biztosan nem részesült. A kísérlettel az volt a célom, hogy különböző nitrogén szinteken vizsgáljam egyszerűsített hiánykísérlet formájában az egyes tápanyagok termésmnövelő hatását és a fellépő kölcsönhatásokat. A kísérlet 1963-ban kezdődött és tíz évig tartott.

4.241 A kísérlet alapadatai a következők

Elrendezés: 16 x 4-es latin téglá

Parcellaméret: 10 x 5 = 50 m² /bruttó/

Kezelések:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Trágyázatlan | 11. N_2K_2 |
| 2. P | 12. $N_2P_2K_2$ |
| 3. K | 13. N_3 |
| 4. PK | 14. N_3P_3 |
| 5. N_1 | 15. N_3K_3 |
| 6. N_1P_1 | 16. $N_3P_3K_3$ |
| 7. N_1K_1 | |
| 8. $N_1P_1K_1$ | |
| 9. N_2 | |
| 10. N_2P_2 | |

Mütrágya adagok: $N_1 = 45 \text{ kg N/ha}$
 $N_2 = 90 \text{ kg N/ha}$
 $N_3 = 135 \text{ kg N/ha}$

A nitrogén adagok azonosak voltak a tíz év folyamán.
A foszfor és kálium adagját az első négy év után megnöveltük.

1963 - 66.

$P = 9 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K = 14 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_1 = 18 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_1 = 28 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_2 = 23 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_2 = 35 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_3 = 25 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_3 = 39 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$

1967 - 72.

$P = 23 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K = 30 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_1 = 23 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_1 = 30 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_2 = 45 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_2 = 60 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$
$P_3 = 68 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$	$K_3 = 90 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$

A kísérlet második ciklusában a P és P₁, valamint a K és K₁ kezelések adagja azonos volt.

Az adagok növelésének alapvető célja az volt, hogy erőteljesebb foszfor és káliumhatást érjünk el.

Mütrágya fajták: 25 %-os pétisó
17 %-os granulált szuperfoszfát
40 %-os kálisó

Mütrágyázás módja és ideje: A szuperfoszfátot és a kálisót a vetőszántás előtt kiszórtuk a talaj felszínére, majd vetőszántással dolgoztuk be a talajba.

A nitrogén mütrágyát mindig fejtrágyaként alkalmaztuk, egy adagban szórtuk ki kora tavasszal, a hótakaró elolvasása után.

4.242 Főbb agrotechnikai adatok

A rozs fajtája 1963-ban Lovászipatonai

1964-65-ben Kisvárdai

1966-tól Kecskeméti H /elit minőségű/

A vetőszántás augusztus végén, szeptember elején volt. Vetési norma 160 kg/ha. A rozst szeptember végén, október elején vetettük el. Tavaszi fejtrágyázás február végén, március elején volt.

Az aratást 1964-ig kézi erővel végezték el és a cséplés külön menetben történt. 1965-től kisparcella kombájnnal egy menetben végezték el a betakarítást.

4.243 Termés megállapítás csak a szem termésre korlátozódott. A szalmatermést külön nem határoztuk meg. A kísérlet utolsó két évében /1971 és 1972/ minden parcellából aratáskor szemmintát vettünk. Meghatároztuk az N, P és K tartalmát. A kémiai vizsgálat módszere azonos volt azzal, amit a 4.233 pontban irtam le.

5 A kísérletek eredményei

5.1 Többtenyezős kisparcellás műtrágyázási kísérlet a Nyírlugosi Állami Gazdaságban

A kísérletben az őszi rozsnál a szemtermést, burgonyánál a gumótermést állapítottuk meg.

Filep György, az OMMI debreceni talajtani osztályának vezetője részletes beltartalmi analiziseket végzett a kísérletből származó burgonyagumó mintákon. Ezeknek a vizsgálatoknak főbb megállapításait közlöm. Szemes Imre, a Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet tudományos segédmunkatársa /aki folytatja ezt a tartamkísérletet/ részletes talajkémiai vizsgálatokat végzett 1972-ben. Ennek során azt vizsgálta, hogy a 10 éves rendszeres műtrágyázás okozott-e változást a talaj könnyen felvehető tápanyag készletében. Ezeket az adatokat is bemutatom.

5.11 Műtrágyázás hatása a burgonyagumó termésére

A burgonyára vonatkozó terméseredmények a 11., 12., 13., 14., 15. és 16. táblázatban találhatóak. A 11. és 12. táblázatban minden adat 8 ismétlés átlagát, a 13. és 14. táblázatban 16 ismétlés átlagát és a 15. táblázatban 32 ismétlés átlagát jelenti. A 16. táblázat ad áttekintést az egyes főbb tényezők közötti összefüggésekről és kölcsönhatásokról.

5.111 A szántásmélység és a gumótermés vizsgálata - őszintén bevallva - kicsit meglepő eredményt hozott. Előzetesen azt hittük, hogy a 40 cm-es szántás jobb eredményt ad a burgonyánál, mint a sekélyebb 20 cm-es szántás.

A terméseredmények azonban nem igazolták ezt a feltételezést.

A 11. táblázat adatai szerint Gűlbaba fajtánál az 5 év és valamennyi kezelés átlagában a 20 cm-es szántás 134,2 q/ha termést adott, míg a 40 cm-es szántás 133,7 q/ha-t. Hasonló a kép az Aranyalma fajtánál is. A 12. táblázatban látható, hogy 20 cm-es szántásnál 5 év átlagában 163,9 q/ha gumótermés volt, 40 cm-es szántásnál pedig 155,4 q/ha. A különbség nem szignifikáns. Ha évenként vizsgáljuk az adatokat, akkor is hasonló képet kapunk. A 13. táblázatban összevontuk a két fajta termését és így néztük meg a szántásmélységek hatását. Nyilvánvaló, hogy ilyen előzmények után itt is csak hasonló következtetést lehet levonni; 20 cm-es szántásnál az átlagtermés 149,1 q/ha, 40 cm-es szántásnál 144,6 q/ha. A különbség itt sem szignifikáns. Az aszályos 1967-es esztendő sem mutat más képet, mint az átlag eredmény. Érdekes tendencia, hogy a trágyázatlan parcelláknál a Gűlbabánál nincs különbség a két szántásmélység között, az Aranyalmánál néha jobb a 20 cm-es szántás, de itt sem szignifikáns a különbség. A nyírlugosi talaj genetikai felépítése kedvező a burgonya termesztéséhez. A finom homokfrakció a 40-45 cm-es mélységben is 70-80 % között van. Nincsen olyan tömött réteg ebben a mélységben, amit a gyökérrendszer nehezen törne át és ami gátolná a gyökerek mélységi irányu elterjedését. A kovárványos csikok ugyanakkor kedvezően befolyásolják a talajszelvény vizgazdálkodását. Mindez azt eredményezi, hogy a szántásmélység változtatása közömbös hatású. Ilymódon nyilvánvaló, hogy a gazdaságosabb 20 cm-es szántás előnyben részesíthető.

5.112 A két fajta terméseredménye között természetesen különbségek vannak. Ezek az adatok legjobban a 14. táblázat adataival igazolhatók. Mivel a különböző szántásmélységek azonos termést adtak, ezért teljes joggal lehet összevontan /a két talajművelési mélység átlagában/ értékelni az adatokat.

A Gülbaba átlagtermése az 5 év során 134 q/ha, az Aranyalmáé pedig 159,6 q/ha. A különbség szignifikáns, mert a matematikai értékelés szerint ez esetben az $Sz.D. \frac{5}{\%} = 4,7$ -tel. Ha külön vizsgáljuk az egyes éveket, akkor már nem ilyen egyértelmű a kép. Az 5 év közül 3 esetben jelentősen több termést adott az Aranyalma /1965, 1967, 1969/. Egy esetben /1963/ a Gülbaba volt jobb, egy esetben pedig /1971/ azonos termésadat látható mindkét fajtánál.

A burgonya országos termésátlaga 70-90 q/ha között ingadozik. Szabolcs megyében az átlagtermés a kísérletezésünk 5 esztendejében 97 q/ha volt. Ha ehhez az adathoz viszonyítjuk a kísérletben elért eredményeket, és különösen a trágyázatlan parcellák termését, /Gülbaba-86,5 q/ha, Aranyalma-91,2 q/ha/ akkor egyértelműen állapíthatjuk meg, hogy a talajtani és meteorológiai viszonyok, valamint a gondos agrotechnika és főleg a jó minőségű vetőgumó azt eredményezte, hogy az adott talaj potenciális termőképessége igen kedvező.

Közismert jelenség, hogy a hosszabb tenyészidejű burgonyafajták általában nagyobb termést adnak, mint a rövidebb tenyészidejűek, mert a gumó képződéséhez, a több szervesanyagnak a gumókba való vándorlásához hosszabb idő áll rendelkezésre, ugyanakkor a vásárló közönység előnyben részesíti és szivesebben fogyasztja a ko-

rai fajták gumóit.

Az Aranyalma burgonya kereken 20 %-kal adott csak több termést a kísérlet valamennyi kezelésének átlagában, mint a Gülbaba. Ha összehasonlítjuk az N_1PK , N_2PK és N_3PK adatsorokat, akkor a több termés az Aranyalma javára 21 %, 23 % és 18 %. Vagyis maximálisan is csak 23 % figyelhető meg a közepes nitrogén adagoknál.

A jelenlegi bevételezési ár étkezési minőségű gumók esetében: Aranyalma 150 Ft/q

Gülbaba 210 Ft/q.

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 nyirlugosi 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 20-23 %-kal marad csak el az Aranyalmától.

5.113 A nitrogén műtrágya igen hatékony volt.

A 14. és 15. táblázat adatainak részletesebb vizsgálata során állapíthatjuk meg ezt a nagyfokú hatékonyságot. Közismert és régi tény, hogy a homoktalaj legfontosabb műtrágyája a nitrogén, amely az egyedüli alapot jelent, mert nitrogén nélkül sem a foszfor, sem a kálium nem érvényesül. A nyirlugosi kísérletekben is a nitrogén játszotta a vezető szerepet. A könnyebb áttekinthetőség érdekében az alábbiakban bemutatom az önmagában alkalmazott nitrogén műtrágyák N_1 , N_2 , és N_3 /relatív termés-

növelő hatásának dinamikáját. A trágyázatlan kontroll termését vettem mindig 100 %-nak, s ennek viszonyában adom meg a nitrogén hatását.

Termésnövekedés %-ban
/N-hatás/

		é v e k				
		1963	1965	1967	1969	1971
Gülbaba	N ₁	30	63	43	23	31
	N ₂	38	79	45	30	37
	N ₃	57	127	45	35	40

Valamennyi nitrogénszint esetében jelentős termésnövekedés van, amelyet csak a nitrogén műtrágya váltott ki. A maximális értékek a második termesztési évben /1965/ alakulnak ki, majd ezt követőleg lassu csökkenési tendencia látható. A nitrogén adagok fokozásával növekszik a relativ termésnövelő hatás is csaknem valamennyi esetben.

Aranyalma fajtánál is elvégeztem ugyanezt a számítást és a következő adatokat kaptam:

Termésnövekedés %-ban
/N-hatás/

		é v e k				
		1963	1965	1967	1969	1971
Aranyalma	N ₁	42	55	68	38	61
	N ₂	39	81	80	41	58
	N ₃	42	120	73	33	47

Ez a kép annyiban azonos az előbbivel, hogy a nitrogén műtrágya mindig növelte a termést. A %-os értékek valamivel nagyobbak, mint a Gülbabánál. Ha összeadjuk a mindkét fajtánál közölt 15 számot, akkor Gülbabánál 733-at kapunk, Aranyalmánál pedig 878-at. A különbség 19,7 % az Aranyalma javára, vagyis kerekén 20 %. Ugyanaz az érték, mint amit a két fajta 5 éves átlagterméseinek összehasonlításakor kaptunk.

Most térek vissza a 14. táblázat adataihoz. Itt azt láthatjuk, hogy Gülbabánál a trágyázatlan kontroll parcellák 5 éves átlagtermése 86,5 q/ha, az Aranyalmáé pedig 91,2 q/ha. A 14. táblázatban nem szerepel a fajták közötti szignifikáns különbség kezelésenként. A matematikai értékelés során azonban kiszámítottuk ezt az értéket is, amely az 5 éves átlagadatoknál 8,7 q/ha-val egyenlő. Ez azt jelenti, hogy trágyázás nélkül nincs szignifikáns különbség a két fajta átlagtermése között. Mindez közvetve is azt bizonyítja, hogy az Aranyalma kerekén 20 %-kal több termése elsősorban annak köszönhető, hogy körülbelül ugyanilyen mértékben hatékonyabban reagál a nitrogén műtrágya alkalmazására.

5.114 A foszfor műtrágya kevésbé volt hatékony. A nitrogén termésnövelő hatásától jelentősen elmarad a foszfor. Összefoglaló jellegű számításokat végeztem, hogy milyen hatékonyság jellemzi a foszfort. Mindegyik nitrogén szintnél összehadtam az N és NK kezelések adatait. Ezeket száznak vettem, majd ennek százalékában fejeztem ki az NP és NPK kezelések összegét. Az így kapott szám azt jelzi, hogy nitrogén alapon milyen értékű további termésnövekedést vált ki a foszfor.

Az alábbi eredményeket kaptam.

Terméshnövekedés a megfelelő nitrogén szint terméseredményének százalékában /P-hatás/

		É v e k				
		1963	1965	1967	1969	1971
Gülbaba	N ₁ szint	4	11	7	3	5
	N ₂ szint	8	21	8	8	6
	N ₃ szint	1	23	12	12	12

Talán csak az az egyetlen tendencia állapítható meg, hogy a legnagyobb nitrogén szintek esetében /kivéve az 1963-as esztendő/ figyelhető meg a foszfor legnagyobb százalékos terméshnövelő hatása.

Ugyanezeket az adatokat abszolút értékekben is kiszámítottam. A két kezelés közötti különbséget /vagyis a P-hatást/ q/ha értékekben az alábbi összeállításban mutatom be.

Terméshnövekedés a foszfor hatására /Gülbaba, q/ha értékek/

	É v e k				
	1963	1965	1967	1969	1971
N ₁ P - N ₁	0,6	8,2	2,7	2,7	2,4
N ₁ PK-N ₁ K	10,0	9,8	13,9	5,9	12,9 ⁺
N ₂ P - N ₂	14,4 ⁺	27,3 ⁺	10,3	13,8 ⁺	8,4
N ₂ PK - N ₂ K	8,0	11,0	9,0	9,4	12,4 ⁺
N ₃ P-N ₃	2,2	27,8 ⁺	20,0 ⁺	18,1 ⁺	21,8 ⁺
N ₃ PK-N ₃ K	-0,2	24,7 ⁺	9,7	17,8 ⁺	17,2 ⁺

A szignifikáns különbséget a "+" jel jelzi.

A foszforhatás növekszik a műtrágyázás idejének előrehaladásával.

Az Aranyalma fajtánál az alábbi adatokat nyertem:

Termésnövekedés a megfelelő nitrogén szint terméseredményének százalékában /P-hatás/

	É v e k				
	1963	1965	1967	1969	1971
N ₁ szint	0	8	11	13	13
Aranyalma N ₂ szint	4	21	11	13	23
N ₃ szint	7	17	7	18	21

A maximális termésnövekedési értékek nem egyértelműen helyezkednek el, mert az öt eset közül háromszor az N₂ szintnél, két alkalommal pedig az N₃ szintnél figyelhető meg. Maximális termésnövekedés ugyancsak 1965-ben volt. Ha összeadjuk ezeket a százalékos értékeket, akkor a következő értékeket kapjuk:

Gülbaba 141,
Aranyalma 187.

Vagyis itt is az a kép figyelhető meg, hogy az Aranyalma fajta "trágyareakciója" kedvezőbb, mint a Gülbaba fajtáé.

Az Aranyalma fajtánál is kiszámítottam a foszforhatás abszolút értékeit.

Terméshnövekedés a foszfor hatására
/Aranyalma, q/ha érték/

	É v e k				
	1963	1965	1967	1969	1971
N ₁ P-N ₁	-8,0	14,0	9,2	15,3	12,3
N ₁ PK-N ₁ K	6,8	6,9	23,3 ⁺	26,1 ⁺	25,7 ⁺
N ₂ P-N ₂	1,9	36,9 ⁺	17,3 ⁺	19,0	37,2 ⁺
N ₂ PK-N ₂ K	7,3	30,9 ⁺	19,1 ⁺	26,1 ⁺	33,0 ⁺
N ₃ P-N ₃	12,4	40,8 ⁺	17,1 ⁺	37,6 ⁺	36,7 ⁺
N ₃ PK-N ₃ K	4,6	27,0 ⁺	6,4	22,6	23,6 ⁺

A szignifikáns különbséget a "+" jel mutatja. Itt is jól látható az a tendencia, hogy a foszfor terméshnövelő hatásának gyakorisága fokozódik az évek mulásával. Gúlbabánál a 30 esetből 12 alkalommal volt szignifikáns terméshnövekedés, Aranyalmánál pedig 16 esetben.

5.115 A kálium érvényesülése változó képet mutat. Közismert, hogy a burgonyát káliumigényes növénynek tartják és különösen a homoktalajokon való termesztésnél ajánlják a kézikönyvek a káliumtrágyák alkalmazását.

Olymódon próbáltam megközelíteni a kálium hatékonyságát, mint a foszfornál. Mindegyik nitrogén szintnél összeadtam az N és NP kezeléseket adatait. Ezeket száznak vettem, majd ennek százalékában fejeztem ki az NK és NPK kezeléseket ösz-

szegeit. Az így kapott szám azt jelzi, hogy nitrogén alapon milyen mértékű további terméshnövekedést vált ki a kálium.

A következő adatokat kaptam:

Terméshnövekedés a megfelelő nitrogén szint terméseredményének százalékában
/ K-hatás/

	É v e k				
	1963	1965	1967	1969	1971
N ₁ szint	8	1	0	3	5
Gülbaba N ₂ szint	10	9	8	8	16
N ₃ szint	5	10	4	7	9

Az esetek többségében 5 %-nál nagyobb terméshnövekedést okoz a kálium. A maximális értékek a közepes nitrogén-szintnél figyelhetők meg.

Aranyalma fajtánál a következő kép alakult ki:

Terméshnövekedés a megfelelő nitrogén szint terméseredményének százalékában
/ K-hatás /

	É v e k				
	1963	1965	1967	1969	1971
N ₁ szint	1	0	4	7	4
Aranyalma N ₂ szint	7	0	19	18	5
N ₃ szint	1	5	16	20	9

Az első két évben igen csekély többlettermést váltott ki a kálisó alkalmazása. Az utána következő két évben viszont számottevő értékek figyelhetők meg, de az utolsó évben is látható a kálium pozitív hatása. Ha összeadjuk a százalékos értékeket, akkor Gülbabánál 103-at kapunk, Aranyalmánál pedig 116-ot. Ezek a számok önmagukban természetesen semmit sem mondanak, de a kettő összevetéséből bátran levonhatjuk ismét azt a következtetést, hogy az Aranyalma fajta érzékenyebben és kedvezőbben reagál a kálium műtrágyázásra, mint a Gülbaba fajta.

Megállapítható továbbá az is, hogy az adott tartamkísérletben elég szerény volt a kálium termésmnövelő hatása burgonyánál, emiatt a termésmnövelés abszolút értékeit nem is tartom célszerűnek külön bemutatni.

5.116 A magnéziumhatás elmaradt a várakozástól. A kísérlet kezdetén feltételeztük, hogy a burgonya pozitívan reagál a magnézium trágyázásra, különösen a nagyobb adagu műtrágyák és a hosszabb idejü műtrágyázás esetén. A korábban tárgyalt szakirodalmi résznel több esetet említettem, amikor savanyu homoktalajon a magnézium igen jelentős termésmnövekedést okozott. A 15. táblázat összegezi a két fajta átlagterméseit. Az 5 évi átlagok rovatában összehasonlíthatjuk az NPK és NPKMg kezeléseket, mindhárom nitrogén szint esetében. Ebben az esetben minden ilyen adatpár összehasonlításánál 160 adat átlagát vetjük össze. Megfigyelhető egy nagyon halványan érzékelhető növekedési tendencia a magnézium hatására, de csak a legnagyobb nitrogén szintnél mulja felül a különbség a legkisebb szignifikáns

különbség értékét. Ha az egyes évek függvényében vizsgáljuk ezt a jelenséget, akkor tulajdonképpen csak az utolsó két termesztési évben /1969, 1971/ figyelhetünk meg kismértékű terméshnövekedést.

Nézzük meg külön-külön a két burgonya fajta viselkedését. /14. táblázat/ A Gülbabánál csak egy esetben van szignifikáns terméshkülönbség a magnézium hatására;

1969-ben az N_3 szint esetében.

Az Aranyalmánál N_2 szinten az 5 év átlagánál a különbség már majdnem szignifikáns. N_3 szintnél 1967-ben, 1969-ben és 1971-ben érzékelhető különbségek alakulnak már ki a magnézium javára, de ez még nem szignifikáns.

Az 5 év átlageredménye N_3 szintnél azt mutatja, hogy közel jár már a magnézium hatás a megbízhatóság határértékéhez. A két fajta közül tehát inkább az Aranyalma reagál kedvezőbben a magnézium műtrágya alkalmazására.

Közismert, hogy a hosszú tenyészidejű burgonya fajták abban is különböznek a rövidebb tenyészidejű fajtától, hogy nagyobb lombozatot fejlesztenek. Ez genetikai adottság és nyilvánvalóan azzal jár, hogy több magnéziumot vesznek fel a talajból.

Az adott talaj magnézium készlete 8-10 mg Mg/100 g talaj Schachtschabel szerint, ezért érthető, hogy csak gyengén érzékelhető pozitív magnézium hatást állapíthattunk meg.

5.117 A műtrágyák hasznosulása az agrokémia alapvető problémája. A műtrágyázás célja a gazdaságos terméshnövekedés és a jó minőségű termékek nyerése. A gazdaságosság kérdése egyre inkább előtérbe kerül.

Nem közömbös ezért, hogy 1 kg vegyes műtrágya hatóanyagra, vagy 100 Ft értékű felhasznált műtrágyára mennyi többlettermés jut.

A 14. táblázat 5 éves átlagadataiból a következő hasznosulási értékek számíthatók ki: az NPK trágyázás során 1 kg vegyes műtrágyára jutó gumótermés többlet kg-ban

	Gülbaba	Aranyalma
	esetében	
N ₁ szintnél	16,8	26,0
N ₂ szintnél	20,8	31,0
N ₃ szintnél	20,7	27,7

A két fajta közül az Aranyalma fajtánál lényegesen jobb a műtrágya hasznosulás.

A Gülbabánál nincs különbség a közepes és a maximális szint hatása között, Aranyalmánál a közepes műtrágya szintnél van a legnagyobb érték.

A Gazdaság jelenleg a következő árakkal számolhat, mint vételárakkal, illetőleg felvásárlási árakkal:

Pétisó	- 165	Ft/q
Szuperfoszfát	- 92	Ft/q
40 %-os kálisó	- 70	Ft/q
Gülbaba gumó /vegyes/	- 180	Ft/q
Aranyalma gumó /vegyes/	- 130	Ft/q

Ha ezekből az árakból és a 14. táblázat adataiból indulunk ki és egy nagyon egyszerű számítást végzünk, akkor 100 Ft értékű felhasznált vegyes műtrágyára jutó terméshozadék értéke a következő lesz:

	Gülbaba	Aranyalma esetében /Ft/
N ₁ szintnél	865	964
N ₂ szintnél	930	1004
N ₃ szintnél	850	820

Maximális értékeket a közepes szintű műtrágya adagoknál láthatunk. Az Aranyalma fajta elsősorban a legkisebb műtrágya szinten ad lényegesen több terméshozadékot, mint a Gülbaba fajta. A közepes szintnél és a legnagyobb szintnél az értékek már elég közel állnak egymáshoz.

5.118 A főhatások és elsőrendű kölcsönhatások összefoglalója a 16. táblázatban található. A korábbi megállapítások összegeződnek ebben a táblázatban. Az első sorban megadott "Fajta" főhatás az Aranyalma és a Gülbaba fajták átlagai közötti különbséget jelzi. Az Aranyalma fajta az 5 év átlagában szignifikánsan több termést adott, mint a Gülbaba. A terméshozadék az 5 év átlagában 25,3 q/ha volt. Ez az érték lényegesen tér el a 14. táblázat összefoglaló jellegű átlagadatától. /159,6-134,0=25,6/, melynek oka az, hogy a jelen táblázat /16./ összeállításakor a számításból kimaradtak a faktorális rendszerből "kilógó" kezelések, mint a trágyázatlan kontroll és a három magnéziumos kombináció. A következtetések szempontjából ezeknek a kisebb eltéréseknek nincs jelentőségük. A "Művelés" főhatás a kétféle szántásmélység átlagai közötti különbséget adja meg. A negatív értékek azt jelentik, hogy a sekélyebb szántás adott számszerűen jobb eredményt.

A különbség azonban csak egy évben szignifikáns, de akkor is csak gyengén.

Az L_N és q_N sorok a nitrogén hatás lineáris és quadratikus komponenseit jellemzik. Ezek értelmezése a következő:

$$L_N = N_3 - N_1$$

Vagyis a nagy adag hatása a kis adaghoz viszonyítva, illetve

$$q_N = N_3 - 2N_2 + N_1 = \sqrt{N_3 - N_2} - \sqrt{N_2 - N_1}$$

Ez a komponens tehát azt mutatja, hogy a nagy adagnak a közepeshez viszonyított hatása mennyivel tér el a közepes adagnak a kicsihez viszonyított hatásától. A két komponens elnevezését az magyarázza, hogy ezek megfelelnek egy másodfoku hatásgörbe komponenseinek.

Az 5 év átlagában mindkét komponens igen erősen szignifikáns. A lineáris komponens 1965-ben kiugróan nagy volt, egyébként évenként szisztematikus változást nem mutatott. A quadratikus komponens minden évben negatív volt, jelezve, hogy az N hatásgörbe lefelé görbül és így a hatékonyság csökkenő jellegű. A csökkenés mérve azonban 1963-ban és 1965-ben még kicsiny volt és nem is érte el a szignifikancia határát. A további években /feltehetően a folyamatos N adagolás következtében/ a csökkenő hatékonyság már erősen szignifikánsan kimutatható volt.

A "P és K főhatások" a foszforral és káliummal trágyázott parcellák átlaga és a foszfor és kálium nélküli parcellák átlagának különbsége. Az 5 év átlagában mindkét hatás erősen szignifikánsan pozitív volt. A két főhatás közül a foszfor nagyobb értéket mutat, mint a kálium. Az éveket tekintve a P hatás 1965-től, a K hatás csak 1967-től kezdődően volt jelentősebb nagyságrendű.

A táblázat további sorai az elsőrendű kölcsönhatásokat tartalmazzák. Pl. a $F \times M$ /Fajta \times Művelés/ kölcsönhatás azt jelenti, hogy a két fajta közötti különbség mennyivel tér el a 40, illetve 20 cm-es szántásban /a két fajtakülönbség különbsége/ vagy megfordítva; az Aranyalma fajtával kapott szántás-mélység hatása és a Gülbaba mellett kapott hatás eltérése.

Az elsőrendű kölcsönhatások közül az eredmények szignifikanciája alapján az alábbi érdekesebb következtetések vonhatók le:

Évenként ellentmondó eredményt adott a Fajta $\times L_N$ kölcsönhatás. 1963-ban és 1971-ben szignifikánsan negatív volt, ami arra utal, hogy az N hatás jobban érvényesült a Gülbaba fajtánál. 1967-ben és 1969-ben számottevő kölcsönhatás nem volt kimutatható. 1965-ben viszont lényegesen jobban érvényesült az N az Aranyalma fajtánál.

A Fajta $\times P$ kölcsönhatás évenként emelkedő tendenciát mutatott és az utolsó két évben igen erősen szignifikáns pozitív kölcsönhatás látható. Ez azt jelenti, hogy az Aranyalma fajta jobban meghálálta az évenként felhalmozódott P hatását.

Némileg hasonló a helyzet a Fajta $\times K$ kölcsönhatás esetében is. Ezt a tendenciát azonban megtöri az 1971. év eredménye.

Az első évtől eltekintve általában pozitív $L_N \times P$, illetve az $L_N \times K$ kölcsönhatás mutatható ki és ez azt mutatja, hogy az N és a P illetve K kölcsönösen fokozzák egymás hatását.

Röviden foglalkozom a csapadék és hőmérsékleti viszonyok és a gumótermés összefüggésével. Sajnos lényeges összefüggést nem tudtam megállapítani.

A 14. táblázat adatai alapján rangsoroltam az egyes évek átlagos gumóterméseit és a 6., 7., 8. táblázatokból kiindulva a kritikus időszakok csapadék és hőmérsékleti viszonyait, valamint a január 1 - június 30. közötti csapadék mennyiségeket is. A hőmérsékleti adatoknál a rangsor elején a legkisebb érték van, a termésnél és a csapadéknál a legnagyobb.

Gülbaba

Rang sor	Gumó termés	Csapadék I.1-VI.30.	Csapadék VI.1-VII.31.	Max.hőmérséklet VII.15-VIII. 15.
1.	1971	1965	1965	1969
2.	1969	1963	1971	1971
3.	1963	1971	1969	1965
4.	1967	1969	1963	1967
5.	1965	1967	1967	1963

Aranyalma

Rang sor	Gumó termés	Csapadék I.1-VI.30.	Csapadék VII.1-VIII.31.	Max.hőmérséklet VIII.15-IX.15.
1.	1969	1965	1965	1965
2.	1965	1963	1969	1963
3.	1967	1971	1971	1969
4.	1971	1969	1967	1971
5.	1963	1967	1963	1967

Nem találtam pozitív összefüggést a gumótermés átlagértéke és a fenti kiválasztott meteorológiai tényezők között.

5.119 A gumók kémiai vizsgálatára egy alkalommal került sor. Filep György, az OMMI debreceni talajtani osztályának vezetője 1969-ben gumó mintát vett a betakarításkor és parcellánként határozta meg néhány vegyület, illetve vegyületcsoport mennyiségét. Ezek az adatok a 17. és 18. táblázatban láthatók.

A keményítő mennyisége mindkét fajtánál közel azonos szinten mozog. A műtrágyázás hatástalannak mutatkozott. Az összes N és a nem fehérje-N mennyiségét mindkét fajtánál szignifikánsan növelte a nitrogén műtrágyázás. A növekvő nitrogén adagok növekvő tendenciát mutatnak ezeknél a tulajdonságoknál.

A fehérje-N esetében már nem egyforma módon reagált a két burgonya fajta. A Gülbabánál nincs szignifikáns különbség a kezelések között. Aranyalmánál a nagyobb nitrogén adagoknál azonban már kialakulnak ilyen különbségek.

A szabad aminosavak mennyisége is csak a legnagyobb nitrogén adagoknál tér el jelentősebben a trágyázatlan parcellák gumóitól.

Érdekes jelenség, hogy Aranyalma fajtánál az NP kezelések mindhárom nitrogén szintnél lényegesen kevesebb szabad aminosavat mutattak, mint a megfelelő N kezelések. Az összes oldható cukor mennyisége eléggé ingadozik. Mégis megfigyelhető itt is az a tendencia, hogy a nitrogén szintek növekedésével több lesz ez a szénhidrát frakció is a gumókban. Az Aranyalma fajtánál az NK kezeléseknél következetesen magasabb értékeket láthatunk.

Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy a műtrágyázás hatással van a gumók kémiai összetételére is. A növekvő nitrogén adagok nem változtatják meg a keménységi mennyiségét, ellenben megnövelik az összes N és ezen belül a nem fehérje-N, a szabad aminosavak és az összes oldható cukor százalékos arányát.

5.12 Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésére

A burgonyát minden évben az őszi rozs követte. A terméseredményeket a 19., 20., 21., 22., 23., 24. és 25. táblázatokban összegeztem. A 19., 20. és 21. táblázatokban minden adat 4 ismétlés, a 24. táblázatban 16 ismétlés, a 23. táblázatban 32 ismétlés átlaga. A 25. táblázat a főhatásokról és az elsőrendű kölcsönhatásokról tájékoztat.

5.121 Az elővetemény hatását a 19., 20., és 24. táblázatokból mérhetjük le.
Gülbaba burgonya fajta után 5 év átlagában a rozs átlagtermése 23,6 q/ha volt, míg Aranyalma fajta után 23,0 q/ha. Ha nem az átlagtermést nézzük, hanem a kontroll parcellák termését, akkor sem találunk különbségeket, mert 5 év átlagában Gülbaba után 14,6 q/ha és Aranyalma után 14,2 q/ha szemtermést takarítottunk be. /24. táblázat./

A 19. és 20. táblázatok összehasonlítása azt mutatja, hogy valamivel jobb a termés Gülbaba után, mint az Aranyalma után, de a különbség sohasem szignifikáns.

Egyértelműen állapítható meg, hogy a korai, illetve a késői burgonyafajta, mint elővetemény az adott kísérletben 5 év átlagában teljesen azonos termést okozott az őszi rozsnál.

5.122 A műtrágyák teljes halmozását végeztük el az I. műtrágyázási csoportban. Érthető ezért, hogy a legnagyobb terméseredményeket is itt kaptuk. A 21. táblázat adatai jól reprezentálják ezt a képet. Igen jelentős a nitrogén hatás. A terméseredmény megkétszerezhető a helyes műtrágyázás hatására. A nitrogén adagok növelésével a terméshozadék folytatódik, de ennek mértéke fokozatosan csökken. Az önmagában alkalmazott nitrogén műtrágyák hatására a termés növekedés az alábbi volt:

Terméshozadék %-ban
/ N-hatás /

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁	28	67	43	43	66
N ₂	49	81	88	53	109
N ₃	33	96	109	57	130

Ezek a %-os értékek magasabbak, mint amit a burgonyánál kaptunk /5.113/. A maximális értékek /egy esettől eltekintve/ a legnagyobb nitrogén szintnél figyelhetők meg.

A nitrogén műtrágya mellett adagolt foszfor szintén kiváltott bizonyos mérvű terméshozadékot.

Hasonló számítást végeztem el itt is a foszfor ki - számítására, mint a burgonya esetében. Vagyis az N és NK kezelések összegének százalékában fejeztem ki az NP és NPK kezelések összegét. Ezzel a módszerrel a következő eredményt kaptam:

Termésnövekedés a megfelelő nitrogén-
szint terméseredményének százalékában
/ P-hatás /

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	5	15	10	15	18
N ₂ szint	0	13	9	14	11
N ₃ szint	0	19	17	4	17

Elég jelentős a foszfor termésnövelő hatása, kivéve az első esztendőt. Nincs következetes összefüggés a maximális termésnövekedés és a nitrogén szintek között. Mindenesetre beigazolódott, hogy az őszi rozs szemtermését is kedvezően befolyásolta a foszfor műtrágya. A 25. táblázat adataiból is látható, hogy a halmozott N és a P között az öt év átlagában szignifikánsan pozitív kölcsönhatás van.

A kálisó esetében is elvégeztem ezt a számítást. Az N és NP kezelések összegének százalékában fejeztem ki az NK és az NPK kezelések összegét.

Termésnövekedés a megfelelő nitrogén
szint terméseredményének százalékában
/ K-hatás/

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	9	-7	5	-4	-1
N ₂ szint	-7	9	4	4	0
N ₃ szint	0	5	0	7	4

Pozitív kálium hatás gyakorlatilag nincs. Néhány esetben egyenesen termés csökkenés áll elő. Ha részletesen analizáljuk a 21. táblázat adatait, akkor tulajdonképpen csak egy esetben /1966 N₃K/ van szignifikáns termésnövekedés a megfelelő nitrogénes kezelés eredményéhez viszonyítva.

Szabolcs-Szatmár megye átlagos rozstermését az alábbi adatok jellemzik / q/ha /:

1963	10,9
1964	10,8
1965	14,2
1966	13,2
1967	12,2
1968	14,2
1969	14,8
1970	12,7
1971	16,9

A 23. táblázat adatai szerint a kísérlet valamennyi trágyázatlan parcellájának átlagtermése a megyei át-

lagtermést meghaladta, vagy nagyon közel járt ahhoz. Az intenzív műtrágyázás a terméseredményeket megketőztette. Ez is mutatja, hogy igen messze vagyunk még a köztermesztésben a Kisvárdai rozs genetikailag determinált termőképességének kihasználásától.

5.123 A nitrogén műtrágya halmozása a II. műtrágyázási csoportban fordult elő. Az eredeti kezeléseknek megfelelően alkalmaztuk itt a nitrogént, de foszfort és káliumot nem adagoltunk. Kiváncsiak voltunk arra, hogy ilyen esetben lesz-e foszfor és kálium utóhatás akkor, amikor egyoldalú nitrogén trágyázást folytattunk /nitrogénnel való provokáció/.

Ezeket az adatokat a 21. és 22. táblázatban láthatjuk leginkább áttekinthető formában. Külön megállapítottuk, hogy mekkora az a legkisebb szignifikáns különbség /Sz.D.5 %/, amely az egyes műtrágyázási csoportok átlagtermései között figyelhető meg. Az 5 év átlageredményénél ez az érték 0,9 q/ha.

Ez azt jelenti, hogy a teljes műtrágyahalmozásos öt-éves átlagtermés /27,3 q/ha/ és csak a nitrogén halmozásos ötéves átlagtermés /26,2 q/ha/ között szignifikáns különbség van az előbbi javára. Közvetve ez a mérés bizonyítja, hogy a P és K kimaradása közül valamelyik, vagy mindkettő, válthatta ki a termés csökkenését. Bemutatok egy újabb ábrázolást abból a célból, hogy milyen utóhatás figyelhető meg a foszfornál, illetve a káliumnál.

Minden nitrogén szinten két eset van foszforhatás kiszűrésére: az NP és N, illetve az NPK és NK kezelések különbsége. Ha ez pozitívan szignifikáns, akkor "+" jelet, ha negatívan szignifikáns, akkor "-" jelet adok.

Ha nincs szignifikáns különbség, akkor "0" jelzést alkalmazok.

Foszfor utóhatás nitrogénnel való
provokálás esetén

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	0 0	0 0	0 0	0 +	0 0
N ₂ szint	0 0	0 0	0 0	+ 0	0 0
N ₃ szint	0 0	0 0	0 +	0 +	+ 0

Szignifikáns termésnövekedés nincs. Általában nincs is számottevő terméscsökkenés. Halvány tendencia rajzolódik ki, hogy az évek előrehaladásával, a burgonya alá mindig adagolt foszfor utóhatása akumulálódik. Arra a kérdésre azonban, hogy provokálja-e az egyoldalú nitrogén trágyázás a foszfor utóhatását, csak a IV. műtrágyázási csoport eredményeinek áttekintése után lehet válaszolni.

A kálium utóhatás jelzésére hasonló módszert választottam, mint a foszfornál.

Kálium utóhatás nitrogénnel való
provokálás esetén

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
N ₂ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	+ 0
N ₃ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

A harminc eset közül mindössze egyszer volt szignifikánsan pozitív kálium utóhatás. Negatív hatás nem volt.

Egyértelműen állapítható meg, hogy a kálium műtrágyának nem volt utóhatása.

5.124 A foszfor és káliumműtrágyák halmozására a III. műtrágyázási csoportban került sor. Ebben az esetben az előző években alkalmazott nitrogén adagok utóhatását igyekeztünk provokálni egyoldalú foszfor és kálium trágyázással. A 21. és 22. táblázatban láthatók az adatok.

Az öt év átlagtermésének átlaga /19,9 q/ha/ azt mutatja, hogy a nitrogén műtrágya elhagyása igen számottevő termés csökkenéshez vezetett, ami várható volt az összes N készlet csekély volta miatt.

A nitrogén utóhatások igen jelentősek. A trágyázatlan kontrollhoz viszonyított százalékos terméshozadékot igen egyszerűen lehet megállapítani, ha az N_1 , N_2 és N_3 parcellák termését a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítjuk. A számítások az alábbi képet adták:

Terméshozadék %-ban
/ N-utóhatás /

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N_1	20	16	37	28	30
N_2	30	42	72	43	34
N_3	42	41	105	75	87

A korábban alkalmazott nitrogén adagok növekedésével nagyobb százalékos terméshozadék figyelhető meg. Mindenestre ilyen következetes nitrogén utóhatás kimutatása

kétségkívül érdekes és ujszerű jelenség, amit a hazai agrokémiai irodalom homoktalaj vonatkozásában még nem állapított meg.

Provokálja-e kedvező módon az évenkénti foszfor és káliummütrágyázás a nitrogén utóhatását? Erre a kérdésre közvetett, de elég megbízható számításokkal tudunk felelni.

A III. és IV. mütrágyázási csoportban /21. és 22. táblázat/ azonos, hogy adott évben nitrogén trágyázás nem volt. Az őszi rozs a burgonya alá adott nitrogént hasznosította. A III. mütrágyázási csoportnál alkalmaztunk P és K mütrágyákat, a IV. csoportnál nem. Tehát, ha a nagyobb rozstermést alapvetően a nitrogén határozza meg, akkor a III. és IV. mütrágyázási csoportok átlagtermései közötti esetleges különbség a P és K hatásnak és esetleges fokozottabb nitrogén utóhatásnak köszönhető.

Hasonlítsuk össze a III. és IV. mütrágyázási csoportok átlageredményeit. /21. táblázat/

Sz.D.5 % a mütrágyázási csoportok között a kezelések átlagában és az egyes években a következő: 1964 - 3,4., 1966 - 2,5., 1968 - 1,7., 1970 - 1,3., 1972 - 2,0., 5 év átlaga - 0,9 q/ha.

Azonnal látható, hogy az egyes évek átlagtermései szinte teljesen megegyeznek egymással. Ugyanez a helyzet az 5 év átlaga átlagtermésénél is. Ez közvetve azt bizonyítja, hogy a III. mütrágyázási csoportban alkalmazott foszfor és káliummütrágyák nem fokozták az előző évben alkalmazott nitrogén mütrágya utóhatását.

A megfigyelt tényleges és szignifikáns foszforhatás az alábbi volt a III. mütrágyázási csoportban. /21. táblázat/

Foszforhatás

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
N ₂ szint	0 0	0 0	0 0	0 +	0 0
N ₃ szint	0 0	+ 0	0 0	+ +	0 0

Szignifikáns termésmnövelő hatás tehát alig volt.

A kálium hatását nem is tartom érdemesnek ábrázolni, mert a 30 esetből csak egy alkalommal /1970, N₂PK-N₂P/ volt szignifikánsan kimutatható káliumhatás.

5.125 A teljes utóhatás adatai a 21. táblázat IV. műtrágyázási csoportjában található és a 22. táblázatban. Az első megállapítás, ami azonnal leszűrhető, hogy igen jelentős itt is a nitrogén műtrágya utóhatása. Elvégeztem itt is, az előbbiekhöz hasonlóan, a növekvő N szintek százalékos termésmnövelő hatásával kapcsolatos számításokat és az alábbi adatokat kaptam:

Termésmnövekedés %-ban

/ N utóhatás /

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁	14	20	24	35	58
N ₂	22	20	51	50	55
N ₃	37	54	87	91	81

A tendencia teljesen ugyanaz, mint amit a III. műtrágyázási csoport nitrogén utóhatási adatainál láthattunk.

Ez természetesen érthető, mert teljesen hasonló parcellák

vannak - e vonatkozásban - a IV. műtrágyázási csoportban.

A következetes és jelentősen szignifikáns nitrogén utóhatás tehát itt is bebizonyosodott.

A foszfor utóhatását az alábbi jelölések jellemzik:

Foszfor utóhatás

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	0 0	0 0	+ 0	+ 0	0 0
N ₂ szint	0 0	+ 0	0 0	+ 0	0 0
N ₃ szint	0 0	0 0	0 +	0 +	+ 0

A foszfor utóhatása csekély mérvű, és legfeljebb az a nagyon halvány tendencia állapítható meg, hogy a termesztési ciklus előrehaladásával növekszik a pozitív utóhatások száma is.

A káliumnál az alábbi kép figyelhető meg:

Kálium utóhatás

	É v e k				
	1964	1966	1968	1970	1972
N ₁ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	- 0
N ₂ szint	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
N ₃ szint	0 0	0 0	0 +	- 0	0 0

A kálium műtrágya utóhatásában két esetben szignifikánsan csökkentette a termést, egy alkalommal pedig növelte. Leglényegesebb megállapításnak azt tartom, hogy megbízható adatokat nyertem arról, hogy adott homoktalajon a nitrogén műtrágya az alkalmazást követő második év-

ben igen jelentős utóhatást mutat.

5.126 A magnéziumhatás szintén a 21. táblázat I. műtrágyázási csoportja adataiból állapítható meg. Az 5 év átlagadatainál nincs pozitív magnézium hatás. Az évenkénti adatok vizsgálatánál egyszer találtam szignifikáns terméshövelkedést /1970, N₁ szint/ és két alkalommal szignifikáns termésnövelkedést /1964, N₁ szint, 1966, N₂ szint/.

A 23. táblázat valamennyi műtrágyázási csoport és elővetemény átlagában adja meg az őszi rozs átlagtermését. Az 5 év átlagadatainál minden magnézium érvényesülésre vonatkozó adat összesen 160 parcella adatát reprezentálja. Egyértelműen állapítható meg, hogy a magnézium hatástalan volt. Az évenkénti adatok vizsgálata is hasonló megállapításra ad lehetőséget.

5.127 A műtrágyák hasznosulását adott kísérletben az I. műtrágyázási csoportnál érdemes vizsgálni közelebbről. A 21. táblázatban szereplő 5 év átlagának adataiból kiszámítható, hogy mennyi szemtermés növelkedés jut 1 kg vegyesműtrágya hatóanyagra különböző nitrogén szinteken az NPK kezeléseknél.

Szemtermés többlet kg/1 kg hatóanyag

N ₁ szintnél	6,6
N ₂ szintnél	7,8
N ₃ szintnél	7,7

A relativ terméshnövekedés az N_2PK adagnál éri el a maximális értéket és az N_3PK szintnél is hasonló értéket mutat.

A műtrágyák vételárát és az őszi rozs felvásárlási árát /267 Ft/q/ figyelembe véve az alábbi nagyon egyszerű gazdaságossági számítás végezhető el. 100 Ft értékű felhasznált vegyesműtrágyára jutó terméshnövekedés értéke az alábbi:

Terméshnövekedés érték Ft/100 Ft vegyesműtrágya

N_1 szintnél	452 Ft
N_2 szintnél	483 Ft
N_3 szintnél	449 Ft

A jelen számításnál figyelmen kívül hagytam a megtermesztett szalma értékét, bár ez sem közömbös, de céltom csak az alapvető tendencia bemutatása volt. Az adatok jól dokumentálják, hogy az őszi rozs műtrágyázása gazdaságos eljárás. A legnagyobb műtrágya adagok alkalmazása népgazdasági szempontból ugyancsak indokolt.

5.128 A főhatások és az elsőrendű kölcsönhatások összefoglalója a 25. táblázatban található.

Ennek a táblázatnak felépítése elvileg azonos a burgonyánál közölt 16. táblázattal.

A "Fajta" jelölés adott esetben az elővetemény burgonya fajtát jelenti.

A négy műtrágyázási csoport közötti eltéréseknek megfelelően szerepel itt a H_N jelzés /nitrogén halmozás/ és a H_P jelzés /foszfor halmozás/ mint tényezők, valamint ezek kölcsönhatásai. E két tényező hatásának értelmezése: H_N = az I. és II. csoportok átlaga és a III. és

IV. csoportok átlaga közötti különbség.

H_P = az I. és III. csoportok átlaga és a II. és IV. csoportok átlaga közötti különbség.

Analizálva az adatokat a következő főbb megállapításokat tehetjük.

A különböző burgonya fajták, mint elővetemények között sem évenként, sem az évek átlagában nem voltak kimutathatók szignifikáns különbségek.

Az N halmozás hatása, vagyis az évenként N-nel trágyázott parcellák átlagai közötti különbség minden évben és természetesen az 5 év átlagában is igen erősen szignifikánsan pozitív volt. A különbség az első évben a legkisebb, de már akkor is szignifikáns.

Az évenként adagolt P és K a két évenként adagolthoz viszonyítva nem adott szignifikáns többletet egy esetben sem, kivéve az utolsó évet.

A burgonyához hasonlóan az L_N minden esetben szignifikánsan pozitív volt. A csökkenő hatékonyságot jelző q_N minden esetben negatív volt, az évek átlagában ez szignifikánsnak mutatkozott.

Az első év kivételével minden évben, valamint az 5 év átlagában is szignifikáns pozitív P hatás volt kimutatható. A K hatás a többi kezelés átlagában egyik esetben sem volt szignifikánsan megállapítható.

A különböző kölcsönhatások közül az alábbiak érdemelnek elsősorban említést.

A Fajta $\times H_N$ kölcsönhatás 1964-ben és 1968-ban szignifikáns, de további két évben is pozitív volt. Ez arra látszik utalni, hogy az Aranyalma elővetemény után az évenként adagolt N pozitív hatása jobban érvényesült.

Csak egy évben /1972/, de igen erősen szignifikáns volt a $H_N \times H_P$ kölcsönhatás is, pozitív előjellel. Összevetve ezt a kölcsönhatást az ebben az évben kapott H_P hatással, az látszik, hogy a 10 éven át kumulált P pozitív hatása a két évenként adagolthoz viszonyítva csak az Aranyalmánál érvényesült.

Évenként ellentmondásosan alakult a $H_N \times L_N$ kölcsönhatás. Szignifikánsan pozitív volt három évben. Ez azt jelenti, hogy ezekben az években a halmozott N hatása nagyobb volt, mint az N utóhatás. 1964-ben és 1970-ben azonban ellenkező előjelű kölcsönhatás volt szignifikánsan kimutatható.

A $H_N \times q_N$ kölcsönhatás általában szignifikánsan negatív volt, jelezve, hogy az N halmozása esetén a hatásgörbe erősen lehajló jellegű.

A $H_N \times P$ kölcsönhatás minden évben pozitív, két évben és az évek átlagában szignifikánsan is kimutatható volt, jelezve, hogy az évenként adott N mellett a P jobban érvényesül.

A terméseredmények és a meteorológiai adatok közötti összefüggés megállapításához nem végeztem el ilyen részletes matematikai értékelést, mint a műtrágyázási tényezőkkel.

A burgonyánál alkalmazott igen egyszerű összehasonlítási módszert alkalmaztam. A 23. táblázat, valamint a 6., 7., 8. táblázatok adatainak felhasználásával különböző rangsorok állíthatók fel. A termésnél és a csapadéknál a rangsor elején a legnagyobb, a hőmérsékletnél a legkisebb érték van.

Kisvárdai őszi rozs

Rang sor	Szem termés	Csapadék I.1-VI.30.	Csapadék V.1-VI.30.	Max.hőmérs. VI.20-VII.5.
1.	1966	1970	1970	1966
2.	1972	1966	1966	1972
3.	1968	1972	1972	1970
4.	1970	1968	1968	1964
5.	1964	1964	1964	1968

Itt sem tudok szoros összefüggéseket bemutatni, akár csak a burgonyánál. Bár a szélső esetekben azért van egybeesés; a legkisebb szemtermés éve egybeesik a legkedvezőtlenebb csapadékeloszlási évek rangsorával. A két legjobb termésű év pedig azonos rangsort mutat a kalászerés idején fellépő hőmérsékleti adottsággal, vagyis egybeesik a legkisebb napi maximális hőmérsékleti értékekkel.

5.13 Mütrágyázás hatása a homoktalaj könnyen felvehető tápanyag tartalmára

A kísérleti időszak végén, 1972 őszén Szemes Imre talajmintákat gyűjtött be azokból a parcellákból, ahol minden évben N_3 és N_3PK mütrágyázást végeztünk és természetesen a hozzátartozó trágyázatlan parcellákból is. Összesen 8-8 ismétlés volt kezeléenként, de minden parcellából 2-2 talajmintát vettünk és külön-külön analizáltuk, ezért tulajdonképpen 16 ismétlés átlagát jelenti minden adat a 26. táblázatban, ahol ezeket az eredményeket mutatom be. A rendszeres mütrágyázás kisebb mérvű aciditás fokozódást váltott ki. A kémhatás értékek kicsit a savas irányba tolódtak el.

Szignifikánsan növekedett az Al-oldható foszfor és kálium mennyisége. Több lett az összes nitrogén mennyisége is.

Az összes humusz és az összes szén mennyisége nem változott szignifikánsan.

5.14 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója

A 10 éven keresztül végzett többtényezős kisparcellás műtrágyázási kísérletben a nitrogén műtrágya hatékonysága határozta meg elsősorban a termés növekedését burgonyánál is és őszi rozsnál is. A nitrogén műtrágya az első számú tényező, amelynek jelenléte és adagja döntő mértékben befolyásolja a termesztés sikerét. A műtrágyázás gazdaságos eljárás, melynek segítségével a burgonya és az őszi rozs termése megkétszerezhető még olyan homokon is, amelynek trágyázatlan parcelláin az átlagtermések Szabolcs-Szatmár megye átlagtermésével voltak egyenlők.

A foszforhatás is szignifikáns volt. Elsősorban a nagyobb nitrogén szinteknél és a kísérleti időszak későbbi szakaszaiban jelentkezett.

Pozitív kálium hatás szintén kiszűrhető, de ennek mértéke igen csekély és lényegileg csak burgonyánál figyeltük meg. Őszi rozsnál a kálium gyakorlatilag hatástalannak mutatkozott.

A magnézium a burgonyánál és csak a legnagyobb N szintnél adott szignifikáns termésnövekedést, rozsnál nem okozott változást.

A 20 cm és 40 cm szántásmélységek között szignifikáns különbséget nem lehetett kimutatni.

A két burgonya fajta közül az Aranyalma jobban hasznosította a műtrágyákat, mint a Gülbaba. Az őszi rozsnál a két burgonya fajta mint elővetemény azonos hatás-

sal volt. Igen jelentős és szignifikáns utóhatást mutatott a nitrogén műtrágya őszi rozsnál.

A 10 éves kísérleti időszak végén végzett talajvizsgálati adatok szerint intenzív műtrágyázás hatására szignifikánsan megnövekedett a homoktalaj Al-oldható foszfor és kálium tartalma, illetőleg valamivel több lett az összes nitrogén mennyisége is.

5.2 Szervestrágyázás és műtrágyázás összehasonlítása a Nyírlugosi Állami Gazdaságban

8 évig tartott ez a kísérlet. A szerves trágyák és műtrágyák elosztása a 8 év alatt olyan volt, hogy összes N-re, P_2O_5 -re és K_2O -ra számítva végül is azonos mennyiséget kapott a legtöbb parcella.

Nem tartom érdemesnek és szükségesnek, hogy az évenkénti terméseredményeket bemutassam, ezek önmagukban véve úgysem adnak lehetőséget megbízható következtetések levonására, hiszen a kezelések csak a kísérlet végén hasonlíthatók össze. Ezért a rozs és a burgonya termését parcellánként gabonaegységekre számítottam át, ezeket összegeztem és így végül is egy táblázatban foglalható össze a 8 év eredménye.

Sajnos egy váratlan esemény megzavarta az értékelés tervezett menetét. 1967-ben, amikor a kísérletben burgonya volt, tavasszal olyan mérvű belvizek keletkezett, hogy a hat blokk közül hármát nem lehetett értékelni. A belviz oka a talajvizszint megemelkedése volt, amit az 1965-ben és 1966-ban lehullott bőséges csapadék váltott ki.

Emiatt az értékelést kétféleképpen végeztem el. Egyrészt kihagytam az 1967. évet a teljes értékelésből és ilymódon csak 7 év összegezett eredménye került be az eredménytáblázatba. Másrészt terméskorrekciót alkalmaztam. Az 1967. évben értékelt 3 ismétlés kezelésenkénti átlagértékeit irtuk be a nem értékelhető blokkok megfelelő kezeléseinek helyére és így végeztük el a további számításokat. Ezek az adatok a 27. és 28. táblázatokban láthatók. Mivel egy év átlagtermésére számítottuk át a gabonaegység értékeket, azért a két táblázat adatai összehasonlíthatók. A 8 évre átszámított értékek kereken 20 %-kal nagyobbak, mint a 7 év értékei. Ez érthető is, mert az utóbbi esetében kiesett egy év burgonyatermése.

5.21 Terméseredmények

Az eredmények értékelésénél a 8 év adataiból indulok ki. Ugy érzem, hogy az a kép, amit ez a táblázat nyújt, közelebb van a realitáshoz, mint a 7 év összesített adata. A 28. táblázatban szereplő minden adat 48 parcella termésének átlagát fejezi ki /8 év x 6 ismétlés/.

5.211 A szántásmélység hatását az 1. és 2. kezelése összehasonlításával mérhetjük le /28. táblázat/. Az 1. kezelés évente 20 cm-es szántást kapott. A 2. kezelés minden második évben /burgonya alá/ 50 cm-es szántásban részesült.

A kép teljesen egyértelmű. A két kezelés termésadatai között semmilyen szignifikáns különbség nincs. Sem az alapkezeléseknél /"a" parcellák/, sem a kiegészítő nit-

rogén műtrágyázásban részesült kezeléseknél /"b" parcellák/ nem lehet megállapítani eltérést a kezeléseket között. Ez a megállapítás összhangban van a kisparcellás műtrágyázási kísérletben elért eredménnyel. /5.111 pont/.

5.212 Az istállótrágya elosztása a 8 év folyamán eltérő volt az egyes kezeléseketben. E vonatkozásban a 3., 4., 5. és 9. kezeléseket hasonlíthatók össze.

A 3. kezelésben az első évben 300 q/ha istállótrágyát szántottunk be 20 cm mélyen, majd az ötödik évben ezt megismételtük.

A 4. és 5. kezeléseketben egy adagban használtuk fel az istállótrágyát és mindkettőt mélyműveléssel is egybekötöttük. A 4. kezelésnél az istállótrágyát a barázdafenekre helyeztük le. Ezzel az eljárással nem hoztunk létre összefüggő szervestrágya réteget, mert sem az alkalmazott eketípus nem volt alkalmas az erre a célra megfelelő barázdaprofil kialakítására, sem a 600 q/ha szervestrágya nem elegendő ilyen réteg létrehozásához.

A 9. kezelésben négy egyenlő adagban alkalmaztuk az istállótrágyát és mindig burgonya alá 20 cm-re szántottuk le. A kísérlet adatainak /28. táblázat/ tanulmányozása után megállapíthatjuk, hogy mind a négy szervestrágyázásos kezelés szignifikánsan több termést adott, mint a két trágyázatlan kontroll /1. és 2. kezeléseket/.

Nem volt szignifikáns különbség egyik szervestrágyázási kezelés között sem az alapkezelések /"a" parcellák/ esetében.

A kiegészítő műtrágyázásban részesített parcellákon /"b" parcellák/ hasonló módon valamennyi szervestrágyázott parcella szignifikánsan többet adott, mint a két olyan kontroll kezelés, amely csak műtrágyákat kapott. /1 b. és 2 b./

Nem volt szignifikáns különbség a 3 b. és 4 b. kezelések között ebben az esetben, sőt a 9 b. kezelés sem különbözött ezektől szignifikánsan. Ellenben az 5 b. kezelés, vagyis ahol a talajfelszínre kiszórt istállótrágyát 50 cm mélyen leszántottuk, szignifikánsan kevesebb termést adott, mint a 8 év alatt két alkalommal sekélyen leszántott istállótrágya /3 b. kezelés/. Ezek az adatok tehát azt bizonyítják, hogy a 8 év alatt adott 600 q/ha istállótrágya mintegy 30 %-kal növeli a termést, a trágyázatlan kontrollhoz képest olyan talajon, ahol trágyázás nélkül is 23-24 q gabonaegységnek megfelelő termést takaríthatunk be, vagyis ahol a talaj eredeti termőképessége elég jelentős. A szervestrágya különböző módu adagolása /egy alkalommal adva, két részben vagy négy részben adagolva/ az esetek többségében nem okozott olyan különbséget, amely szignifikáns lenne.

5.213 A különböző műtrágyázási eljárások összehasonlítása a 6., 7., 8. és a 10. kezelések segítségével történik. A 4 kezelés közül a 6., 7. és 8. kezelés teljesen azonos mennyiségű műtrágya hatóanyagot kapott 8 év alatt. A nitrogén műtrágyák alkalmazása is azonos volt: egyenlő adagokban évente használtuk fel a pétisót. Különbség volt a három kezelés között a szántásmélységben /a 6. kezelésben 20 cm-es szántás,

a 7. és 8. kezelésben 2 évenként 50 cm-es szántás volt./

Hasonló volt a PK trágyák adagolása is. A 8 évre előirányzott mennyiség felét az első évben, a második felét az 5. évben vittük talajba. Eltérés tulajdonképpen csak a PK trágyák alkalmazási módjában volt. A 6. kezelésnél a felszínre kiszórt szuperfoszfátot és kálisót 20 cm-es szántással vittük talajba, a 7. kezelésnél az 50 cm-es mély barázda aljára helyeztük, a 8. kezelésnél pedig a felszínre kiszórt műtrágyákat 50 cm-es szántással dolgoztuk be.

A 10. kezelésben a műtrágyák adagja körülbelül 40 %-kal kevesebb volt, mint az előző kezeléseken.

A terméseredmények azt mutatják /"a" jelzésű parcelláknál/, hogy a műtrágyázás jelentősen növelte a termést. Ha a 6., 7. és 8. kezelések átlagtermését az 1. és 2. kezelések átlagterméséhez viszonyítom, akkor 45 %-os termésnövekedés mutatható ki. A 6. és 7. kezelés között szignifikáns különbség volt. Ez azt jelenti, hogy a barázdafenekre adagolt PK trágyázás szignifikánsan rosszabb volt, mint a 20 cm-re leszántott műtrágya. Csökkenő tendenciát mutat a 8. kezelés is, de a különbség nem szignifikáns. A 10. kezelés termése szignifikánsan kevesebb, mint a 6., 7. és 8. kezelések átlaga / 35,37 q/ha /, ami minden bizonnyal annak köszönhető, hogy ebben az esetben kevesebb műtrágyát használtunk fel. Hasonló, de még kifejezőbb képet kapunk, ha ugyanezeket az összehasonlításokat a "b" jelzésű parcelláknál véghezvük el.

A relatív különbség természetesen csökken a 6., 7. és 8. kezelések átlaga és az 1. és 2. kezelések átlaga között.

A termésnövekedés 23 %.

A mélyebb talajműveléssel egybekötött PK talajba vitel szignifikánsan rosszabb volt, mint amikor 20 cm-re szántottuk le a műtrágyákat. A kisebb adagokban részesült 10. kezelés olyan termést adott, mint a 7. és a 8. kezelés.

5.214 A különböző műtrágyaadagok hatásáról is kaphatunk bizonyos képet, ha az egyes kezeléseket ennek megfelelően csoportosítjuk. A 27. és 28. táblázat adataiból kiindulva rangsort készíthetünk a 8 év alatt összesen felhasznált műtrágya hatóanyagának mennyiségéről és az évenkénti gabonaegység termésről. Ennek összehasonlítása során a következő képet kaptam:

Vegyes műtrágya hatóanyag kg 8 év alatt össz.	Termés gabonaegység q/ha/8 év	Kezelések átlaga
0	24,24	1a, 2a
573	31,85	10a
765	34,20	1b, 2b
1005	35,37	6a, 7a, 8a
1359	41,17	10b
1797	42,20	6b, 7b, 8b

A műtrágya adagok fokozásával együttjár a terméseredmény növekedése is. Első ránézésre is megállapítható, hogy a termésnövekedés mértéke nem arányos a műtrágya adag növekedési ütemével, azonban így is jelentős a terméstöbblet.

A legnagyobb adagnál az évenkénti vegyes műtrágya hatóanyag felhasználás 224 kg. Az 1 kg-ra jutó termés-többlet a /trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva/ 8,9 kg gabonaegység. Emlékeztetek arra, hogy az 5.127 pontban közölt adatok szerint az N_3 szintnél /218 kg vegyes műtrágya hatóanyag/ 7,8 kg szemtermés többletet kaptam. Ezek az értékek igen közel állnak egymáshoz és ismételten bizonyítják a műtrágyázás hatékonyságát.

5.215 A kiegészítő műtrágyázás igen eredményes volt. Az adatok a 28. táblázatban találhatók. Minden esetben szignifikáns különbség van az "a" és a "b" parcellák között.

Az alapkezeléseknél /"a" jelzésű parcellák/ a legkisebb termésű kezelés /1./ és a legnagyobb termésű kezelés /6./ közötti különbség + 58 %. A kiegészítő műtrágyázás esetén /"b" jelzésű parcellák/ a legkisebb kezelést a 2. kezelés adta, a legnagyobbat pedig a 6. kezelés. A terméshozadék + 29 %.

Teljesen érthető, hogy a kiegészítő tápanyagellátás "elmossa" a különbségeket az egyes kezelések között, vagy legalábbis csökkenti az eltéréseket.

A legnagyobb különbség a "b" és az "a" parcellák között ott van, ahol alacsony az "a" parcellák termés-szintje.

5.216 A szervestrágyázás és műtrágyázás összehasonlítása érdekes megállapításokra ad lehetőséget. A 3., 4., 5. és 9. kezelések szervestrágyát kaptak, ezeknek a kezeléseknek az "a" jelzésű parcellái összehasonlíthatók a 6., 7., 8. és

a 10. kezelések "a" parcelláival, ahol csak műtrágyázás szerepel. Mégpedig a 6., 7. és 8. kezelésekben a szervesztrágya hatóanyagának megfelelő NPK adag, a 10 a kezelésben pedig ennek csak 56-57 %-a.

A négy szervesztrágyázott kezelés /3 a, 4 a, 5 a, 9 a/ átlagtermése 31,88 q/ha, a három műtrágyázásos kezelésé 6 a, 7 a, 8 a/, ahol a hatóanyag 100 %-át adtuk műtrágyák formájában 35,37 % q/ha. A kettő közötti különbség szignifikáns, mégpedig a műtrágyázás javára.

A 10 a kezelés, ahol a szervesztrágyában meglévő hatóanyagának csak 56-57 % körüli adagját adtuk, pontosan ugyanannyi termést adott, mint a szervesztrágyázásos kezelések átlaga.

Kiegészítő műtrágyázás alkalmazásakor /"b" jelzésű parcellák/ már nincs szignifikánsan jobb eredmény a műtrágyák javára. A négy szervesztrágyázásos alapkezelés / 3 b, 4 b, 5 b, 9 b/ átlagos termése 41,01 q/ha, a három műtrágyázott kezelésé /6 b, 7 b, 8 b/ pedig 42,20 q/ha. A 10 b kezelés itt olyan eredményt adott, mint a szervesztrágyázottak átlagértéke.

Ezek az adatok azt mutatják, hogy viszonylag hosszú, 8 éves termesztés esetén műtrágyázással is elérhető olyan eredmény, sőt még több is, mint istállótrágya alkalmazásával.

5.22 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója

8 éves tartamkísérlet összegezett eredményei szerint a szervesztrágyázás és a műtrágyázás egyaránt jelentősen növelte a burgonya és a rozs gabonaegységre át-

számított termését.

A szervestrágya és a műtrágya összehasonlításakor megállapítható, hogy műtrágyázással hasonló, vagy még nagyobb termés is elérhető, mint istállótrágya alkalmazásával. Ha annyi műtrágyát használunk fel, mint amennyi hatóanyagot tartalmazott az istállótrágya, akkor az összegezett terméseredmény szignifikánsan jobb volt a műtrágyázott parcellákon. A különbség kereken 10 % volt.

Amikor a műtrágyázásos kezelésben a hatóanyagok mennyisége az istállótrágyában lévő hatóanyagoknak mintegy 55 %-a volt, akkor a terméseredmények azonosak voltak.

A különböző szántásmélységek /20 cm és 50 cm/ hatása között szignifikáns eltérést nem találtunk.

A különböző módon talajba vitt szervestrágya terméseredménye is közel azonos volt.

Kiegészítő műtrágyázás /burgonyánál NPK, rozsnál N trágyázás/ tovább növelte a termések abszolút szintjét, de csökkentette az egyes kezelések közötti relatív különbségeket.

A műtrágya adagok növelésével több lett a termés is, de ez nem volt arányos az adagok változásával. Maximális műtrágya szintnél /évi 224 kg vegyes hatóanyag/ az 1 kg hatóanyagra jutó gabonaegység többletermés 8,9 kg volt.

5.3 Nitrogén műtrágya hatékonysága monokultúrában termesztett őszi rozsnál

A kísérlet az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Órszentmiklósi Homokkísérleti Telepén folyt.

10 évről nyertünk adatsort. A szem és szalma-termés megállapításán kívül az NPK tartalmat is meghatároztuk. A kísérlet két 5 éves ciklusra bontható. Az első ciklusban a PK együtt szerepelt, a második sorozatban ezt szétválasztottuk és így differenciáltabb megállapításhoz jutottunk.

Még egyszer hangsúlyozom, hogy a kísérlet elsődleges célja nem az volt, hogy a rozs növénytermesztési tulajdonságairól szerzett ismereteket gyarapítsuk, hanem az, hogy rozssal, mint teszt növényvel újabb adatokat nyerjünk a műtrágyázás hatékonyságának változásáról.

5.31 Műtrágyázás hatása az őszi rozs termésére

Az őszi rozs évenkénti terméseredményére és az 5 éves átlagtermésekre vonatkozó adatok a 29., 30. és 31. táblázatokban találhatóak. A 10 éves átlagok adatai a 47., 48. és 49. táblázatokban láthatók. Mivel a kísérletben 10 kezelés és 5 ismétlés volt, latin téglá elrendezésben, ezért minden adat, amely egy évre vonatkozik 5 ismétlés átlagát jelenti, minden 5 éves átlag 25 ismétlést és minden 10 éves átlag 50 ismétlést jelent.

5.311 Nitrogén műtrágya nélkül az őszi rozs alacsony termést ad. A szemtermés a trágyázatlan kontroll parcellán 5,5 - 8,7 q/ha között ingadozott. A vetőmag mennyisége 1,6 q/ha volt, tehát maximálisan is csak ötszörös produktivitást értünk el. 10 év átlagában /47. táblázat/ a szemtermés 6,3 q/ha trágyázás nélkül. Nyírlugoson valamennyi kontroll parcella

és az egész kísérletezési időszak átlagában a szemtermés 14,4 q/ha értéket ért el / 24. táblázat/. Őrszentmiklóson a meteorológiai viszonyok és főleg a talajtani adottságok sokkal kedvezőtlenebbek a rozstermesztéshez, mint Nyírlugoson. Bács-Kiskun megye adottságai rosszabbak a rozstermesztéshez, mint Szabocsszatmár megyéé. A hivatalos statisztikai adatok szerint Bács-Kiskun megyében 1961 és 1970 között 10 év átlagában a rozs szemtermése 8,1 q/ha volt.

Nitrogén nélkül adott PK trágyázás hatástalannak mutatkozott. Az első 5 év szemtermésének átlagát /29. táblázat/ valamelyest növelte, de ez nem érte el a szignifikáns különbség szélső értékét. A második 5 éves ciklusnál /30. táblázat/ nincs szignifikáns különbség a PK javára, bár kétségtelenül látható itt is a növekedési tendencia. A 10 év átlagtermése / 47. táblázat/ ugyanezt a képet tükrözi. A szalmatermésnél némileg más a helyzet. A PK trágyázás itt már sokkal jelentősebb különbségeket okozott. Az első 5 év átlagtermésénél /29. táblázat/ a trágyázatlan parcella szalmatermése 14,7 q/ha volt, amely 17,2 q/ha-ra növekedett. Ez a különbség még nem szignifikáns. A második ciklusban /30. táblázat/ már megbízható különbség van két kezelés szalmatermése között. A 10 év átlagtermésénél /48. táblázat/ éppen csak eléri a különbség a szignifikancia határát. Az adatok tehát azt mutatják, hogy a rozs szem- és szalmatermése nitrogén trágyázás nélkül igen alacsony szinten mozog. A terméseredmények semmi esetre sem csökkennek a 10 év alatt, sőt kisebb - de nem számottevő - növekedés is látható az utolsó két

kísérletezési évben. A nitrogén nélkül adott PK a szemtermést valamelyest növelte, de ez a növekedés csak két évben /1966 és 1972/ volt több, mint a szignifikáns különbség. Az 5 évek átlagainál és a 10 év átlagainál nem volt szignifikáns különbség a szemtermésben.

A szalmatermés az első 5 éves ciklusban nem növekedett szignifikánsan, de a második ciklusban már kialakult a szignifikáns különbség.

5.312 A nitrogén adagok növelése jelentősen fokozta a szem- és szalmatermést.

A növekvő adagok hatásának összehasonlítására legalkalmasabbak a 4. és 6., illetve a 8. és 10. kezelések, ahol az N_1 és N_2 adagokat olyan időpontban /tavasszal/ alkalmaztuk, amikor azok leghatásosabbak voltak.

Az első 5 év átlagában /29. táblázat/ az

N_1 tavasszal: 5,7;	PK N_1 tavasszal: 7,7
N_2 tavasszal: 7,3;	PK N_2 tavasszal: 11,7

termésnövekedést adott q/ha értékben kifejezve és a megfelelő kontroll, illetve PK kontrollhoz viszonyítva.

A második öt év átlagában /30. táblázat/ ez a kép a következő:

KN_1 tavasszal: 5,0;	PK N_1 tavasszal: 8,3
KN_2 tavasszal: 5,6;	PK N_2 tavasszal: 11,4

A második ciklusban szétválasztottuk a PK hatást. Az eredményekből nagy valószínűséggel lehet levonni azt a következtetést, hogy a PK hatás lényegileg csak foszforhatás.

A tiz év átlagában /47. táblázat/ pedig a következő adatokat kaptuk:

N_1 tavasszal / KN_1 /: 5,4; PK N_1 tavasszal: 7,8

N_2 tavasszal / KN_2 /: 6,4; PK N_2 tavasszal: 11,5

A nagyobb nitrogén adag mindig több termést adott, mint a kisebb adag és minden esetben szignifikáns volt a nitrogén műtrágya hatása a megfelelő kontrollhoz viszonyítva. A növekvő nitrogén adag hatása azonban másfajta dinamikát mutat a kísérlet első felében, mint a második felében. Illetőleg eltérő a nitrogén hatékonysága foszfor nélkül, illetve foszfor jelenlétében.

Az első ciklusban az $N_2 - N_1 = 1,6$, a második ciklusban a $KN_2 - KN_1 = 0,6$ q/ha. A csökkenő tendencia mindenképpen kirajzolódik a trágyázási idő előrehaladásával. PK alapon az első ciklusban $N_2 - N_1 = 4,0$, a második ciklusban $N_2 - N_1 = 3,1$. Itt is van csökkenő tendencia, de ennek relatív értéke kisebb, mint az előbbi esetben.

Teljesen világos és egyértelmű a kép, ha az adatokat úgy vizsgáljuk, hogy van-e jelen foszfor, vagy nincs. Ha alkalmaztunk foszfortrágyát, az $N_2 - N_1$ különbség lényegesen és szignifikánsan nagyobb, mint a foszfor műtrágya nélkül. Ez jól bizonyítható a tiz év előbb közölt termésnövekedési adataival, illetve azok közötti különbséggel:

Foszfor nélkül : $N_2 - N_1 = 1,0$

Foszfor jelenlétében: $N_2 - N_1 = 3,7$

A szalmatermés növekedése hasonló képet mutat. A termésmnövekedés az első öt év átlagában a következő:

/29. táblázat/

N_1 tavasszal: 15,4; PK N_1 tavasszal: 20,5

N_2 tavasszal: 19,8; PK N_2 tavasszal: 30,3

Vagyis :

$$N_2 - N_1 = 4,4$$

$$N_2 - N_1 = 3,2$$

A második ötéves ciklusban ugyanezek a különbségek ily módon alakultak:

/30. táblázat/

KN_1 tavasszal: 8,1; PK N_1 tavasszal: 13,8

KN_2 tavasszal: 8,3; PK N_2 tavasszal: 17,0

Vagyis :

$$N_2 - N_1 = 0,2$$

$$N_2 - N_1 = 3,2$$

Tehát a szalmatermésnél is jól látható, hogy a nagyobb nitrogén adag hatékonysága fokozott mértékben függ a foszformütrágya jelenlététől.

A szem:szalma arány a tiz év átlagterméseiből kiindulva /47. és 48. táblázat/ az alábbi képet mutatja:

N_1 tavasszal - 1 : 2,38

N_2 tavasszal - 1 : 2,38

PK N_1 tavasszal - 1 : 2,42

PK N_2 tavasszal - 1 : 1,30

A szem:szalma arány igen konstans értéknek mutatkozott, amelyet sem a nitrogén adag növelése, sem a foszfor műtrágya adagolása lényegileg nem változtatt meg.

Ezek az adatok ismételten bizonyítják, hogy homoktalajon a nitrogén műtrágya alkalmazása jelenti az alapvető kiindulási pontot. Nélküle nem lehet szignifikánsan fokozni a rozs szemtermését. A nitrogén műtrágya hatása igen szembetűnő és szignifikánsan jelentkezik a tavaszi fejtrágyázás formájában való alkalmazás esetén. A növekvő adagok /50 kg és 100 kg N/ha/ hatékonysága nagymértékben függ attól, hogy egyidejűleg alkalmaztunk foszfor műtrágyát, vagy sem. A foszfor jelenléte szignifikánsá teszi a nitrogén adagok közötti termésnövekedést.

5.313 Az alkalmazás ideje igen lényeges volt a nitrogén műtrágyáknál.

Három különböző alkalmazási idő volt a kísérletben ; őszi, tavasszal és megosztva /őszi+tavasszal/. Az első ciklusban e vonatkozásban a 3., 4., illetve a 7. és 8. kezelések hasonlíthatók össze az őszi, vagy tavaszi alkalmazás hatékonyságára vonatkozóan. /29. táblázat/

Az első öt év átlagos szemtermésének növekedése ezt a képet adta:

N_1 őszi	: 2,7;	PK N_1 őszi	: 2,9
N_1 tavasszal	: 5,7;	PK N_1 tavasszal	: 7,7

Mindegyik terméshnövekedés szignifikáns a megfelelő kontrollhoz / \emptyset vagy PK/ viszonyítva. Azonban a tavaszi alkalmazás az esetek többségében szignifikánsan jobb volt, mint az őszi kiszórás. A PK jelenléte itt is jelentősen fokozta a nitrogén hatékonyságát.

A nagyobb adagu nitrogén alkalmazásánál két időpont volt; megosztva, vagyis fele ősszel és a fele tavasszal, illetve a teljes adag tavasszal. Ezeknél a kezeléseknél a terméshnövekedés az alábbiak szerint alakult:

/29. táblázat/

N_1 ősszel + N_1 tavasszal : 5,9; PK N_1 ősszel + N_1 tavasszal: 10,8
 N_2 tavasszal: 7,3; PK N_2 tavasszal: 11,7

Minden esetben a terméshnövekedés szignifikáns.

A teljes adag tavaszi alkalmazása általában jobb, mint a megosztott kiszórás, de a különbségek nem mulják felül a 29. táblázatban megadott 1,8 értékű szignifikáns különbséget. Különösen PK alapon van közel egymáshoz a terméshnövekedés mértéke.

Az őszi nitrogén alkalmazás is hatásos volt a nagyobb adagok megosztása során és megfelelő PK / feltehetően csak P/ ellátás során.

A 9. és 8. kezeléseek összehasonlítása is igazolja az őszi alkalmazás hatékonyságát.

$PK+N_1$ ősszel + N_1 tavasszal - $PK+N_1$ tavasszal =
 17,1 - 14 = 3,1 q/ha

A különbség szignifikáns. Ugyanakkor a 10. és 9. kezelés között a különbség nem szignifikáns.

18,0 - 17,1 = 0,9 q/ha

A második ötéves ciklusban némileg módosítottuk a kezeléseket. A 3. és 7. kezelésekből az N_1 adagot N_2 -re módosítottuk, így módon ezek a kezeléseket most már a 6. és 10. kezelésekkal hasonlíthatók össze. A terméskülönbségek az alábbi érdekes képet adták:
/30. táblázat/

K + N_2 őszi	: 4,3	PK + N_2 őszi	: 6,8
K + N_2 tavasszal	: 5,6	PK + N_2 tavasszal	: 11,4

Mindegyik terméshozadék szignifikáns. Az öt év átlagában foszfortrágyázás nélkül az őszi, vagy tavaszi nitrogén alkalmazási idő között van ugyan különbség a tavaszi javára, de ez nem szignifikáns. Foszfor jelenlétében lényegesen javul a tavaszi nitrogén trágyázás hatékonysága és már szignifikáns különbségek alakulnak ki.

Érdekes még összehasonlítani a 9. és a 8. kezeléseket. A szemtermést most abszolút számokban adom meg:

$$\begin{aligned} & \text{PK} + N_1 \text{ őszi} + N_1 \text{ tavasszal} - \text{PK} + N_1 \text{ tavasszal} \\ & 18,3 - 17,1 = 1,2 \text{ q/ha} \end{aligned}$$

A különbség nem szignifikáns.

Ebben az esetben eltérés van az előző öt év átlageredményéhez képest. Viszont nincs szignifikáns különbség a 10. és a 9. kezelés között:

$$\begin{aligned} & \text{PK} + N_2 \text{ tavasszal} - \text{PK} + N_1 \text{ őszi} + N_1 \text{ tavasszal} \\ & 20,2 - 18,3 = 1,9 \text{ q/ha} \end{aligned}$$

A második öt éves ciklus eredménye tehát nem igazolta olyan szembetűnően a nitrogén trágya részleges őszi alkalmazásának eredményességét, mint az első ciklus eredménye.

A tíz éves kísérletezési periódus átlageredményei azonban alátámasztották azt, hogy bizonyos adottságok esetén /a növények megfelelő foszforellátása, nagyobb nitrogén adagok/ nem okoz szignifikáns termés-csökkenést a nitrogén egy részének őszi kiszórása. A 47. táblázat adataiból kiindulva kiszámíthatjuk, hogy a 9. és 8. kezelések között szignifikáns különbség van a 9. kezelés javára.

$$\text{PK} + \text{N}_1 \text{ őszelel} + \text{N}_1 \text{ tavasszal} - \text{PK} + \text{N}_1 \text{ tavasszal} \\ 17,7 - 15,3 = 2,4 \text{ q/ha}$$

Tehát, az őszi nitrogéntrágyázás növeli a termést. Ugyanakkor a 10. és 9. kezelés között nincs szignifikáns különbség.

$$\text{PK} + \text{N}_2 \text{ tavasszal} - \text{PK} + \text{N}_1 \text{ őszelel} + \text{N}_1 \text{ tavasszal} \\ 19,0 - 17,7 = 1,3 \text{ q/ha}$$

A nitrogén műtrágya tavasszal alkalmazva az esetek többségében hatékonyabb, mint őszelel kiszórva. Az érvényesülés azonban alapvetően függ a növény általános táplálkozási feltételeitől. Ha az ásványi táplálkozás nem kiegyensúlyozott és nincs biztosítva megfelelő mennyiségű foszfor, akkor az őszelel kiszórt nitrogén nagy része "elvész" a növény számára. Amennyiben gondoskodunk foszfortrágyázással a megfelelő tápanyagellátásról, akkor őszelel alkalmazott nitrogén műtrágya is jelentősen érvényesül. A tíz év átlageredményei szerint nem volt szignifikáns különbség a $\text{PK} + \text{N}_2$ tavasszal és a $\text{PK} + \text{N}_1$ őszelel + N_1 tavasszal kezelések termésmenővelő hatása között.

Tehát a nitrogén műtrágya őszi kiszórásakor nemcsak a talaj mechanikai és kémiai összetétele határozza meg az eredményességet, hanem a növény általános táplálkozási feltételei is. Érdekes lenne részletesen foglalkozni ezzel az érdekes táplálkozás-élettani kérdéssel.

5.314 A foszfor hatásosságát az eddigi értékelési menet is jól bizonyította. A kezelések további csoportosításával ezt a jelenséget még jobban be lehet mutatni.

Az első öt éves ciklusban /29. táblázat/ az N_1 adagok átlagát szembeállíthatjuk a PKN_1 adagok átlagával/3. és 4. kezelések, illetve a 7. és 8. kezelések/.

N_1 adagok átlaga : 10,0 q/ha

PKN_1 adagok átlaga : 11,6 q/ha

A nagyobb adagok átlagainál az 5. és 6., illetve a 9. és 10. kezelések hasonlíthatók össze.

N_2 adagok átlaga : 12,4 q/ha

PKN_2 adagok átlaga : 17,5 q/ha

A PK jelenléte a nagyobb adagoknál igen jelentősen növelte a szemtermést. A különbségek szignifikánsak. A második öt éves ciklusban szétválasztva használtuk fel a PK trágyákat és így teljesen egyértelműen állapítható meg a foszfor pozitív hatása.

Az egyes kezeléspárok szembeállításakor a következő képet kapjuk a 30. táblázat öt éves átlagadatainak felhasználásával. Az adatok a szemtermésre vonatkoznak.

K + N₁ tavasszal : 11,8 q/ha
PK+N₁ tavasszal : 17,1 q/ha

A foszforhatás igen erősen pozitív.
Nagyobb nitrogén adagot a 3., 5., 6. kezelések, illetve a 7., 9., 10. kezelések kaptak. Ezek átlagtermése a következő:

K + N₂ adagok átlaga : 11,5 q/ha
PK + N₂ adagok átlaga : 18,0 q/ha

Itt is egyértelmű - kálium jelenlétében - a foszfor szignifikáns termésmenővelő hatása.

A szemtermés 10 éves átlagadatai /47. táblázat/ hasonló képet tükröznek.

N₁ tavasszal foszfor nélkül : 11,7 q/ha
N₁ tavasszal foszfor jelenlétében: 15,3 q/ha

A tíz év folyamán az 5. és 6. kezelések, valamint a 9. és 10. kezelések kaptak minden évben N₂ adagot /47. táblázat/

N₂ átlaga foszfor nélkül : 12,0 q/ha
N₂ átlaga foszfor jelenlétében : 18,3 q/ha

A monokulturában termesztett őszi rozs igen érzékenyen reagált a nitrogén műtrágyázásra. A növények foszfortáplálkozási szintje azonban nagymértékben befolyásolja a nitrogén érvényesülését. Kisebbségi nitrogén adagnál 10 év átlagában a foszfor 3,6 q/ha további növekedést eredményezett, nagyobb nitrogén adagnál pedig ugyanez a foszfor mennyiség 6,3 q/ha szemtermés növekedést váltott ki.

Ez arra mutat, hogy pozitív N x P kölcsönhatásnak kell lenni adott esetben.

5.315 Az idő függvényében a foszfor termés-növelő hatása valamelyest növekszik. Ezt legegyszerűbben az első és második ciklusban elért átlagtermés szembeállításával illusztrálhatjuk. /29. és 30. táblázat/

Szemtermés relativ számokban

	1961-66	1967-72
N ₁ tavasszal	100	102
PKN ₁ tavasszal	100	122
N ₂ tavasszal	100	94
PKN ₂ tavasszal	100	112
N ₁ ősszel + N ₁ tavasszal	100	94
PKN ₁ ősszel + N ₁ tavasszal	100	107

Mindhárom esetben látható az a tendencia, hogy fokozódik a kedvező foszfor hatás. Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a hosszabb termesztési ciklus eredményeként jelentősen lecsökkenhet a felvehető foszfor mennyisége azokban a parcellákban, ahol foszfor trágyát nem használtunk, ellenben nitrogént bőségesen alkalmaztunk. Ezekben a parcellákon a termés vagy csökken, vagy azonos szinten marad, míg foszforral való normális ellátás esetén a pozitív hatások összegeződnek. Ezt jól lehet demonstrálni a következő számításokkal:

Az első ciklusban valamennyi foszfor nélküli nitrogén kezelés átlagában a szemtermés

11,2 q/ha volt.

A második ciklusban ugyanezen kezeléseknek összegezett átlaga

11,6 q/ha átlagértéket adott.

Vagyis a szemtermés - foszfor nélkül - azonos szinten maradt.

Ha összeadjuk az első ciklus valamennyi olyan nitrogén kezelésének adatait, amelyek egyidejűleg foszfort is kaptak, akkor

14,6 q/ha átlagtermést kapunk.

Ugyanezek a kezelések a második ciklusban

17,8 q/ha átlag szemtermést adtak.

Tehát a foszfor pozitív hatása a műtrágyázás időtartamának növekedésével egyre fokozottabban kerül előtérbe.

A szalmatermésnél nem kaptuk ezt a képet. A 29. és 30. táblázat szalmatermésének adatai azt mutatják, hogy az N_2 tavasszal kezelés szalmatermése az első 5 éves ciklusban átlagosan 34,5 q/ha volt és a második ciklusban 25,9 q/ha értékre csökkent. Ugyancsak csökkenés van a $PK+N_2$ tavasszal kezelés megfelelő értékei /47,5-ről 40,1-re/ között. Ennek megfelelően az össztermés /Szem + szalma/ adatai is csökkenő tendenciát mutatnak /31. táblázat/. Kivételt képez az N_1 tavasszal és a $PK+N_1$ tavasszal kezelés szembeállítása.

Ugyanis az N_1 tavasszal kezelés az első ciklusban 41,7 q/ha átlagos össztermést adott, a másodikban pedig 32,6 q/ha-t. Vagyis csökken a szárazanyag hozam. Ugyanakkor a $PK+N_1$ tavasszal kezelésnél 51,6-ról 54,0 q/ha -ra növekedett az átlagos össztermés.

5.32 Mütrágyázás hatása az őszi rozs kémiai összetételére

A nagyszámu kémiai analízis eredményét a következő elv szerint csoportosítottam a táblázatokban.

5 éves ciklusonként állítottam össze a nitrogén, foszfor és kálium százalékos előfordulását, illetőleg hozamát a szemben, és külön a szalmában. Az össztermés értékeknél csak a tápanyag hozamokat adtam meg évenként és 5 évenként. Végül a 10 év átlag értékeit közlöm a szemtermésnél, a szalmatermésnél és az összes termésnél. Ezek az adatok a 32., 33., 34., 35., 36., 37., 38., 39., 40., 41., 42., 43., 44., 45., 46., 47., 48., és 49. táblázatokban láthatók.

Mivel a mintavételezés és a kémiai analízis parcellánként történt, ezért az egyes évekre vonatkozó minden adat 5 ismétlés átlagát jelenti, az 5 éves átlag adatoknál 25 ismétlés, a 10 éves átlag adatoknál pedig 50 ismétlés van.

5.321 A nitrogén tápanyag mennyisége jelentősen függ a nitrogén trágyázás adagjától és idejétől. A szemtermés nitrogén tartalma az első ciklusban /32. táblázat/ azt mutatja, hogy a szemben a nitrogén %-os mennyisége csak a két legnagyobb nitrogén adagnál és csak a leghatásosabb tavaszi alkalmazás esetén növekszik szignifikánsan. A második ciklusban /38. táblázat/ a szem átlagos nitrogén tartalma valamelyest csökken. A kontrollhoz viszonyított szignifikáns növekedés itt is elsősorban a nagy adagu nitrogén trágyázásnál figyelhető meg.

A szalmatermésben a %_N-os nitrogén tartalom az első ciklusban /35. táblázat/ hasonló képet mutat. Szignifikáns növekedés csak a nagy adagu nitrogén trágyázásos kezeléseknél van. A második ciklusban /41. táblázat/ a szalmánál is csökken valamelyest a nitrogén %_N-os mennyisége. Szignifikáns növekedést csak az 5. és 6. kezeléseknél láthatunk, ahol nagyobb adagu nitrogén műtrágyát alkalmaztunk.

A nitrogén hozam a termés és a %_N-os tápanyag mennyiség szorzata, ezért a hozam abszolút értékét elsősorban a termés szintje határozza meg.

A szemtermés nitrogén hozama az első ciklusban /32. táblázat/ azt mutatja, hogy valamennyi nitrogénes kezelés szignifikánsan több nitrogént tartalmaz, mint a nitrogén nélküli kontrollok. Az összes N₁ adagu kezelés /3., 4., 7. és 8. kezelése/ 5 éves átlag adatainak átlaga egyenlő 5,5 kg/ha-val, az összes N₂ adagu kezelése /5., 6., 9. és 10. kezelése/ hasonló átlaga 23,7 kg/ha. Ha mindkét számból levonjuk a két kontroll kezelés átlag értékét, /8,9 kg/ akkor az átlagos nitrogén hozam növekedés

N₁ adagoknál : 6,6 kg/ha

N₂ adagoknál : 14,8 kg/ha

Ez azt mutatja, hogy az első 5 éves ciklusban a nitrogén adagok növelésével teljes mértékben arányos volt a felvett nitrogén mennyisége a szemtermésben.

A második ciklusban is elvégezhető hasonló számítás. N₁ adag itt már csak a 4. és 8. kezelésnél van /38. táblázat/. Ezek átlaga 18,3 kg/ha. Az N₂ adagok a 6. és 10. kezeléseknél vannak. Ezek átlaga 23,0 kg/ha.

Ha levonjuk a kontrollok átlagát, akkor az átlagos nitrogén tartalom növekedés

N_1 adagoknál : 7,9 kg/ha

N_2 adagoknál : 12,6 kg/ha

Vagyis a második ciklusban már nem volt egészen arányos a felvett nitrogén mennyisége a nitrogén adag növelésével. Végezzük el a teljesen hasonló számításokat a szalmatermésnél is /35. és 41. táblázatok/.

A felvett többlet nitrogén mennyisége

	1. ciklus	2. ciklus
N_1 adagoknál :	4,2 kg/ha	4,4 kg/ha
N_2 adagoknál :	10,3 kg/ha	7,7 kg/ha

A tendencia teljesen hasonló ahhoz, amit a szem nitrogén hozamánál láttunk. Vagyis az első ciklusban a növekedés arányos /sőt még fokozottabb is/ az adag növekedésével, a második ciklusban már jelentősen csökken ez az arányosság.

Ilyen előzmény után az össztermés nitrogén hozama sem nyújthat más képet. Hasonló számítások elvégzése után /44. táblázat/ az alábbi adatsort kaphatjuk:

A felvett többlet nitrogén mennyisége

	1. ciklus	2. ciklus
N_1 adagoknál :	11,4 kg/ha	12,2 kg/ha
N_2 adagoknál :	25,1 kg/ha	20,2 kg/ha

A 10 éves átlag adatoknál /47. és 48. táblázatok/ a nitrogén %-os mennyisége a szemben szignifikánsan növekedett olyan három kezelésnél /5., 6. és 10./, ahol rendszeresen nagy nitrogén adagokat alkalmaztunk. A szalmában a nitrogén százalékos mennyisége már négy kezelésnél szignifikánsan több, mint a kontrollnál /4., 5., 6., 10. kezelések/ és két kezelésnél pedig eléri a szignifikancia határát. A szalma kémiai összetétele tehát változékonyabb, mint a generatív szemé, de elég régi, közismert ez a megállapítás, ami itt is bebizonyosodott.

A 10 éves átlag adatok nitrogén hozam értékei /47., 48. és 49. táblázatok/ azt mutatják, hogy az összesen felvett nitrogén mennyisége függ az adagok szintjétől és az alkalmazás idejétől, valamint a foszfor műtrágya jelenlététől. Ennek illusztrálására érdemes néhány összehasonlítást elvégezni az össztermés 10 éves adatainál /49. táblázat/.

A 4. és 8. kezelések reprezentálják az N_1 adagot, a 6. és 10. kezelések az N_2 adagot. Az átlagos hozam növekedés /a kontroll parcellák értékeinek levonása után/

N_1 adagnál: 14,4 kg/ha

N_2 adagnál: 24,4 kg/ha

A nitrogén műtrágya alkalmazási idejénél a 3. és 7. kezelések az őszi bevitelt jellemzik, az 5. és 9. kezelések a megosztott alkalmazást, a 6. és 10. kezelések pedig a tavaszi kiszórást illusztrálják. A hozam növekedés a következő:

N őszelel : 8,4 kg/ha
N megosztva : 18,4 kg/ha
N tavasszal : 24,4 kg/ha

Igaz, hogy az "N őszelel" összevonásakor a nitrogén szint 1,5-tel egyenlő, mert az első ciklusban N_1 volt, a másodikban pedig N_2 . Jól látható a felvett mennyiség növekedése az alkalmazási időtől függően. A foszfor hatás kiszűrésére a 3., 4., 5. és 6. kezelések állíthatók szembe a 7., 8., 9. és 10. kezelések összegezett átlagaival. A nitrogén hozam növekedése a következő képet mutatja:

N kezelések átlaga foszfor nélkül :12,9 kg/ha
N kezelések átlaga foszfor jelenlétében:19,9 kg/ha

5.322 A foszfor tápanyag mennyisége is változik a műtrágyázás hatására.

A szemtermés %-os foszfortartalma az első ciklusban /33. táblázat/ legnagyobb értékeket a kontroll parcelláknál mutat. Ezekhez viszonyítva nincs is szignifikáns növekedés egyik kezelésnél sem, még azoknál is szignifikáns csökkenés van, ahol foszfor műtrágyát alkalmaztunk.

A második ciklus eredményei /39. táblázat/ lényegileg hasonló képet mutatnak. A szignifikancia határát meghaladó növekedés csak az 1. és 2. kezelések között van. Szignifikáns csökkenés viszont többször előfordul, mégpedig az N_2 tavasszal kezeléseknél /6. és 10. kezelések/, vagyis ott, ahol a nitrogén %-os mennyisége szignifikánsan növekedett.

A szalmatermésnél lényegileg hasonló képet kaptunk. Az első ciklusban minden kezelésnél szignifikánsan

csökkent a ‰-os foszfor tartalom a kontrollhoz viszonyítva /36. táblázat/. A második ciklusban teljesen hasonló a helyzet /42. táblázat/.

A foszfor hozamoknál az adatok a ‰-os tápanyag mennyiség és a termés szorzatából alakulnak ki.

A szemtermés első ciklusában és a második ciklusban nyert adatai /33. és 39. táblázat/ azt mutatják, hogy a foszfor nélküli kezelések átlaga /3., 4., 5., 6. kezelések/ és a foszforral ellátott kezelések /7., 8., 9., 10. kezelések/ átlag adatai közötti különbségek az alábbi adatokat adták.

A felvett foszfor mennyisége

	1. ciklus	2. ciklus
P nélküli kezelések :	7,7 kg/ha	7,2 kg/ha
P-vel ellátott kezelések:	10,9 kg/ha	12,2 kg/ha

Szalmatermésnél is elvégezhetjük ugyanezt a számítást. Ebben az esetben az alábbi kép alakul ki /36. és 42. táblázatok/:

A felvett foszfor mennyisége

	1. ciklus	2. ciklus
P nélküli kezelések:	4,3 kg/ha	3,7 kg/ha
P-vel ellátott kezelések:	6,4 kg/ha	5,9 kg/ha

A 2. ciklusban valamelyest növekszik a szemterméssel felvett foszfor mennyisége, de csökken a szalmatermésben található P összege a foszfortrágyázás hatására.

Az össztermés foszfor hozamánál végzett számítások /45. táblázat/ az alábbi képet adták:

A felvett foszfor mennyisége

	1. ciklusban	2. ciklusban
P nélküli kezelések	: 12,0 kg/ha	10,9 kg/ha
P-vel ellátott kezelések	: 17,3 kg/ha	18,2 kg/ha

A 10 éves átlagadatoknál azt a képet láthatjuk ismét, hogy a nitrogén trágyázás az esetek többségében szignifikánsan csökkenti a szem %-os foszfortartalmát /47. táblázat/ és a szalma %-os foszfortartalmát is /48. táblázat/. A nitrogén antagonistá hatással van a foszfor relativ mennyiségének növelésére, ugyanakkor - amint ez már kiderült a termésadatok analiziséből - a foszfor műtrágya alkalmazása igen jelentősen fokozza a nitrogén műtrágya hatékonyságát.

Az össztermésre számított foszfor hozam növekedések a szuperfoszfát nélküli kezelések és a szuperfoszfáttal ellátott kezelések átlagában ezt a képet nyújtotta /49. táblázat/.

A felvett többlet foszfor mennyisége

P nélküli kezelések	: 11,4 kg/ha
P-vel ellátott kezelések	: 17,7 kg/ha

Tehát, mintegy másfélszeres a felvett többlet foszfor mennyisége a foszfor trágyázás hatására.

5.323 A kálium tápanyag hatásának elemzése ez a kísérlet nem ad nagyon precíz lehetőségeket, hiszen a kálium hatás seholsem szűrhető ki. Ennek ellenére bizonyos képet alkothatunk a kálium viselkedéséről is, ha megvizsgáljuk a kálium tartalomra vonatkozó táblázatokat. A szemtermés %-os káliumtartalma az első ciklusban csak két esetben növekedett szignifikánsan /34. táblázat/, mégpedig az N_2 tavasszal és a $PK+N_1$ ősszel + N_1 tavasszal kezeléseknél. A második ciklusban már több alkalommal van szignifikáns növekedés. Tulajdonképpen a trágyázatlan 1. kezelés és a többi kezelés között mindig van szignifikáns különbség /az 5. kezelés kivételével/, de ez a növekedés igen minimális.

A szalma több káliumot tartalmaz egységnyi szárazanyagra számítva, mint a szem. Az első ciklusban /37. táblázat/ a legnagyobb relatív kálium tartalom a trágyázatlan kezelésnél van. Hozzá viszonyítva a nitrogén műtrágyázásban részesített kezelések /a 7. kezelés kivételével/ szignifikánsan kevesebb káliumot tartalmaztak. A második ciklusban ez a kép módosul /43. táblázat/. A kontrollhoz viszonyítva már nincs szignifikáns csökkenés, sőt szignifikáns növekedés is jócskán akad. /3., 7. és 8. kezelések/.

A szem és szalma kálium hozama /46. táblázat/ az összes szárazanyag hozamának változását tükrözi. Különösebben érdekes következtetések nem vonhatók le, hiszen a foszfor érdekében "feláldoztuk" a kísérletben a kálium hatás kiszűrhetőségét.

Egy fajta számítást mégis elvégeztem. Összeadtam mind-

két ciklusban az össztermés kálium hozamainak 5 éves átlagait /46. táblázat/ és ebből könnyen megtudható a kísérlet átlaga. Ez a szám jött ki:

első ciklusban : 28,1 kg/ha
második ciklusban: 31,2 kg/ha

Vagyis kisebb méretű kálium felvétel fokozódás látható, amit talán az indokol, hogy a második ciklusban káliumot alkalmaztunk a 3., 4., 5. és 6. kezeléseknél is.

5.324 A tápanyagok hasznosulása könnyen kiszámítható, de nem ad nagyon objektív képet, mert a rozs átlagtermései elég csekélyek voltak. A most következő számítás nem alkalmas arra, hogy abszolút számokban kifejezett hasznosulási értékeket adjon. Arra viszont megfelelő, hogy két, vagy több kezelés összehasonlítása során választ adjon arra, hogy közülük melyiknél volt jobb, vagy rosszabb a műtrágya hasznosulása.

Induljunk ki abból, hogy 10 év alatt az egyes kezelésekre évi átlagban mennyi műtrágya hatóanyagot kaptak. Ezt össze lehet vetni a 49. táblázat adataival, ahol a 10 éves átlagos hozam értékek találhatók.

Kezelés	Évi átlagos hatóanyag kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	-	-	-
2.	-	54	80
3.	75	-	40
4.	50	-	40
5.	100	-	40
6.	100	-	40
7.	75	54	80
8.	50	54	80
9.	100	54	80
10.	100	54	80

A 49. táblázat adataiból kiindulva és a trágyázatlan kezelés tápanyagfelvételi adatainak levonása után az alábbi hasznosulási értékek jelentkeznek.

Mütrágya hatóanyag hasznosulási százaléka

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2.	-	5,5	7,5
3.	9,4	-	18,0
4.	23,6	-	25,7
5.	14,0	-	21,7
6.	18,9	-	29,7
7.	16,5	12,2	21,3
8.	39,4	17,9	27,0
9.	25,4	20,3	32,1
10.	32,5	20,1	33,1

Elsősorban a nitrogén mütrágya hasznosulási foka tűnik alacsonynak, hiszen a maximális érték csak 39,4 % volt. Becslés jellegű számítás végeztem, hogy bizonyos összehasonlítást tehessek a nyirlugosi kísérletekkel.

A 21. táblázatban a Nyirlugoson termesztett rozs öt éves átlagadatai láthatók. Az N₃PK kezelés /15. kezelés/ átlagszemtermése 32,3 q/ha volt, a trágyázatlan parcelláé pedig 15,3 q/ha. Az N₃ adag 90 kg N/ha. Feltételezván 1,50 %-os nitrogén tartalmat a szemben és 0,40 %-os nitrogén tartalmat a szalmában, illetve 1:2,30 szem:szalma arányt /őrszentmiklósi megfelelő átlagadatok/, kiszámítható a nitrogén hozam többlet, amely 41,1 kg N/ha-nak mutatkozott. Ha ezt szembeállít-

juk a 90 kg-os műtrágya hatóanyaggal, akkor 45 %-os hasznosulást kapunk.

A foszfor hasznosulását is megbecsülhetjük ugyanezzel az eljárással és ugyanezekkel az adatokkal. Feltételezvéen 0,70 %-os foszfortartalmat a szemben és 0,20 %-os tartalmat a szalmában a többlet foszforhozam 19,7 kg P_2O_5 /ha lesz. Az évi foszforműtrágya adag 48 kg P_2O_5 /ha. Ilymódon a hasznosulás foka 41 %.

Tehát látható, hogy az őrszentmiklósi kísérletben a műtrágyák hasznosulásának abszolút szintje elég csekély, mert az átlagtermések is kicsik.

Az összes N_1 adag és N_2 adag átlagos hasznosulási foka a következő:

N_1 adagok : 22,2 %
 N_2 adagok : 22,7 %

/A 3. és 7. kezeléseket, ahol tulajdonképpen 1,5 adag volt 10 év átlagában, az N_1 adagokhoz vettem, mivel az őszi N_2 termésmnövelő hatása inkább az N_1 -hez állt közelebb, mint az N_2 -höz./

Az adatok szerint mindkét nitrogén adag átlagos hasznosulási százaléka teljesen azonos volt.

A nitrogén műtrágya alkalmazási ideje szerint is csoportosíthatjuk a kezeléseket.

N ősszel : 12,9 %
N megosztva : 19,7 %
N tavasszal : 28,6 %

A tavaszi alkalmazás esetén éri el a hasznosulási foka a legnagyobb értéket.

A következő csoportosítás úgy végezhető el, hogy használtunk-e foszfor műtrágyát, vagy sem.

N foszfor nélkül	: 16,4 %
N foszfor jelenlétében	: 28,4 %

Foszfor jelenlétében jelentősen megnövekszik a nitrogén műtrágya hasznosulásának mértéke.

A foszfor hasznosulását három csoportba oszthatjuk; kisebb és nagyobb N adagok csoportjára és a nitrogén nélküli csoportokra:

P N nélkül	: 5,5 %
P kisebb N szintnél	: 15,0 %
P nagyobb N szintnél	: 20,2 %

A nitrogén és a foszfor együttes jelenléte kölcsönösen fokozza mindkét műtrágya érvényesülésének mértékét.

5.33 Hatásvizsgálatok

A 10 éves kísérleti időszak terméseredményeinek és kémiai analízisének adatsoraiból hatásvizsgálatokat is elvégeztünk. Ezek a számítások tulajdonképpen összegezik a korábbi megállapításokat. Az adatok az 50., 51., 52., 53., 54., 55., 56., 57., 58. és 59. táblázatban találhatóak. A foszforral kapcsolatos számításoknál /56., 57., 58. és 59. táblázatok/ a lineáris trendeket is megállapítottuk és kiszámítottuk a regressziós együtthatót /b érték/. A lineáris regressziós együttható azt mutatja, hogy a szóbanforgó hatás évenként átlagosan mennyivel változott.

A táblázatokban + jellel tüntettük fel mindazokat a hatásokat, amelyek legalább 5 %-os szinten szignifikánsak.

5.331 Az átlagos nitrogén hatás adatai az 50. és 51. táblázatban láthatók.

Ezt a hatást úgy számítottuk ki, hogy valamennyi nitrogénes kezelés átlagából kivontuk a két nitrogén nélküli kezelés átlagát.

A szemtermésnél és a szalmatermésnél is az átlagos nitrogénhatás mindig szignifikáns. A szem és szalma nitrogén tartalma az esetek többségében - és ennek következtében a 10 év átlagában is - szignifikánsan megnövekedett. A foszfortartalom szignifikánsan csökkent a nitrogéntrágyázás hatására a szemnél és szalmánál is. A káliumtartalom is szignifikánsan megnövekedett, főleg a szalmánál.

A tápanyaghozamok között a nitrogén és a káliumhozam egyértelműen szignifikánsan több lett a nitrogén műtrágya hatására. A foszfor százalékos tartalmának csökkenését a szárazanyag többlet ellensúlyozta, úgyhogy a hozamok itt már pozitív értéket mutatnak, de szignifikáns különbség - a 10 év átlagában - csak a szemtermésnél látható.

5.332 A nitrogén adag hatása az 52. és 53. táblázatokban tekinthető meg.

Ez a hatás az N_2 és N_1 adagok közötti átlagos különbséget jelzi.

A nagyobb nitrogén adag mind a szemnél, mind a szalmánál általában pozitív értéket ad, vagyis az N_2 hatására nagyobb a termés, mint az N_1 -nél. Az esetek

felében a növekedés szignifikáns, de a 10 éves átlag adatoknál mégsem éri el a különbség a szignifikancia határát. Figyelembe kell venni azt, hogy az N_2 adatsorok között szerepelnek azok a kezelések is, amelyeknél a nitrogént megosztva adagoltuk, vagyis ahol az érvényesülés viszonylag gyengébb volt. A nitrogén százalékos mennyisége még így is szignifikánsan növekedett meg a nagyobb nitrogén adagok hatására. A foszfor százalékos mennyisége itt is tendenciózusan csökken. A szalmánál ez a csökkenés már szignifikáns a 10 év átlagában. A kálium mennyisége nem nagyon változik. A tápanyag hozamoknál csak a nitrogén hozamnál szűrhető ki szignifikánsan növekvő tendencia.

5.333 A nitrogén adag megosztásának hatása az 54. és 55. táblázatokban látható.

A számítás során az "ősszel+tavasszal" kezelések átlagos hatásából vontuk ki a "tavasszal" kezelések átlagos hatását.

Ez azt jelenti, hogy ha az eredmény pozitív előjelű, akkor a megosztott nitrogén műtrágyázás /ősz+tavaszi/ volt a jobb, ha negatív előjelű, akkor a tavaszi alkalmazás mutatkozott eredményesebbnek.

A szemtermésnél és a szalmatermésnél is a hatások általában negatívak. A 10 év átlag eredménye is negatív, sőt a szemtermésnél ez is szignifikánsnak mutatkozott. Az átlag eredmények szerint 1,37 q/ha szemtermés csökkenés van akkor, ha a nitrogén felét ősszel szórjuk ki. Megjegyzem, hogy abszolút értékben ez a szám egyáltalán nem jelent túlzottan nagy termés-

csökkenést. A nitrogén %-os mennyisége is szignifikánsan kevesebb lesz a megosztott alkalmazás esetén. A foszfor és a kálium %-os értékei nem változnak sem a szemnél, sem a szalmánál.

A tápanyagok hozamainál a nitrogén mennyisége szignifikánsan csökken. Kevesebb lett az összes foszfor és kálium is, de a 10 éves átlagoknál a csökkenés nem szignifikáns.

5.334 A PK hatás nitrogén nélkül érdekes képet mutat. Az eredmények az 56. és 57. táblázatokban találhatóak.

Ennél a hatás-vizsgálatnál a PK kezelést és a trágyázatlan kontrollt vetettük össze. A pozitív előjeli számok a nitrogén nélkül adagolt PK kedvező hatását mutatják, a negatív értékek a csökkenő tendenciát jelzik.

Nitrogén nélkül alig van PK hatás, de azért mégiscsak megfigyelhető egy szolid növekedési tendencia, amit a regressziós együttható pozitív értékei is mutatnak. A szemtermés évente lineárisan 27,0 kg-mal, a szalmatermés pedig 48 kg-mal növekszik a PK trágyázás hatására hektáronként.

A szalmánál különösen szembetűnő a szignifikáns értékek megjelenése a kísérleti időszak második felében. Érdekes jelenség, hogy a kálium százalékos mennyisége ebben az esetben szignifikánsan növekszik a szemnél és a szalmánál is.

5.335 A P-hatás nitrogén alapon rendkívül szembetűnő. Az adatok az 58. és 59. táblázatokban láthatók.

Ezt a hatást úgy számítottuk ki, hogy az NPK kezelésekből kivontuk az N, illetve a KN kezelésekből az átlagot. A foszfor hatás nagyon következetes. A szem- és a szalmatermés minden esetben szignifikánsan megnövekedett. A regressziós együttható azt mutatja, hogy a szemtermés évenkénti átlagos lineáris növekedése 52 kg, a szalmatermés évenkénti átlagos lineáris növekedése pedig 75 kg hektáronként. A foszfor hatás tehát akkumulálódik.

A nitrogén százalékos mennyisége a 10 év átlagában változatlan a szemnél és némileg csökken /de szignifikánsan/ a szalmánál. A foszfor százalékos értékei pozitív számok, vagyis növekedés figyelhető meg. A szemnél ez eléri a szignifikancia határát. A kálium értékei is pozitív előjelűek, de csak a szalmánál van szignifikáns többlet.

A tápanyag hozamok természetesen szignifikánsan megnövekedtek a foszfor hatására, ami elsősorban a szarazanyag hozamban elért pozitív hatás eredménye.

Az 50. táblázat adataiból megállapítható, hogy az átlagos nitrogén hatás a 10 év átlagában 6,88 q/ha szemtermés többletet eredményezett. Az 58. táblázat szerint az átlagos foszfor hatás a 10 év alatt 4,77 q/ha szemtermés növekedést váltott ki. A két szám egybevetése természetesen a nitrogén nagyobb fokú eredményességét bizonyítja. De a foszforhatás is igen figyelemre méltó és évente növekvő értéket mutat, ha az 58. táblázat szemtermésének adatait alaposan megvizsgáljuk.

5.34 Mütrágyázás hatása a homoktalaj
könnyen felvehető tápanyag
tartalmára

A kísérleti időszak végén, 1972 őszén Kovács Géza talajmintát vett minden parcella felső 0-20 cm-es rétegéből és elvégezte a szokásos kémiai vizsgálatokat. Minden parcellából 20 pontról gyűjtött be mintát botfuróval, majd ezek átlagolása után nyerte a parcellára jellemző átlagmintát. A kísérlet elrendezésének megfelelően minden adat 5 ismétlés átlagát jelenti. Az adatokat variancia analizissel értékeltük.

Az adatok a 60. táblázatban láthatók. A 12 évig tartó mütrágyázás /azért 12 év, mert a két jégveréses esztendőben is alkalmaztuk a mütrágyákat/ nem volt hatással a talaj kémhatását jellemző és befolyásoló értékekre /pH, karbonát tartalom/.

A foszfortrágya rendszeres és hosszú ideig tartó alkalmazása szignifikánsan növelte meg a talaj könnyen oldható foszfortartalmát. A foszfortrágyát sohasem kapott kezelések /1., 3., 4., 5., 6./ átlaga 4,2 mg/100 g, míg a foszforral rendszeresen trágyázott kezeléseké /2., 7., 8., 9., 10./ pedig 9,2 mg. A különbség természetesen igen nagymértékben szignifikáns.

Káliumnál is látszik növekedési tendencia, sőt a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva szignifikáns különbség is van a rendszeres kálium trágyázás hatására. Ez a különbség éppen csak eléri a szignifikancia határát.

Az összes N alakulása már nem mutat ilyen képet. Szignifikáns változás nincs. A humusz tartalom is változatlan.

5.35 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója

A 10 éves műtrágyázási tartamkísérletben a monokulturában termesztett őszi rozs termését elsősorban a nitrogén műtrágya fokozta. A foszfor és kálium műtrágya nitrogén nélkül gyakorlatilag teljesen hatástalan maradt.

A nitrogén műtrágya termésmenvelő hatása elég egyenletes volt a kísérleti periódusban. A nagyobb nitrogén adag /100 kg N/ha/ az esetek többségében szignifikánsan jobb hatást váltott ki, mint a kisebb adag /50 kg N/ha/.

Az őszelel alkalmazott nitrogén műtrágya az esetek többségében szignifikánsan rosszabb volt, mint a tavaszi fejtrágyázás. A nagyobb adagok megosztása, illetve csak tavaszi alkalmazása között is volt különbség a tavaszi adagolás javára. A különbség azonban abszolút értékekben nem túlságosan nagy. A nitrogén trágyázás szignifikánsan növelte a szem és szalma százalékos nitrogén tartalmát és szignifikánsan csökkentette a foszfor tartalmát. A kálium tartalom változása nem mutatott következetes tendenciát.

A foszfor műtrágya jelenléte igen jelentősen fokozta a nitrogén hatékonyságát. A foszfor termésmenvelő hatása évről-évre növekedett és halmozódott.

A kísérlet végén elvégzett talajvizsgálati adatok szerint szignifikánsan több lett a könnyen oldható foszfor mennyisége azoknak a kezeléseknek talajai-ban, amelyek 12 éven keresztül rendszeresen kaptak foszfor műtrágyát.

5.4 Egyszerűsített hiánykísérlet monokulturában termesztett őszi rozsnál

Ezt a kísérletet is az Őrszentmiklósi Homokkísérleti Telepen állítottuk be és 10 évre terveztük. A kísérlet légvonalban kb. 1 km-re volt az 5.3 pont alatt leírt kísérlettől és ez a távolság szerencsére elegendő volt ahhoz, hogy elkerülje a pásztázó jégverést 1963-ban és 1970-ben. Ilymódon a 10 év adatai évkiesés nélkül bemutatathatók.

Ebben a kísérletben csak a szemtermést értékeltük. Az utolsó két évben elvégeztük a szemtermés kémiai analízisét is.

5.41 Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésére

A tíz éves ciklus két időszakra bontható. Az első négy év /1963-66./ folyamán viszonylag kisebb, majd a következő hat év során /1967-72./ viszonylag nagyobb foszfor és kálium adagok szerepeltek. A nitrogén szint azonban végig azonos volt és a kezelések elvi elrendezése sem változott.

A szemtermés adatai a 61. és 62. táblázatokban láthatók. Mivel a kísérletben négyszeres ismétlés volt, ezért minden évre vonatkozó adat 4 parcella átlagát jelenti, a 63. táblázatban pedig 1963-66 közötti adatsor 16 ismétlésnek, az 1967-72 24 ismétlésnek és az 1963-72 közötti adatsor pedig 40 ismétlésnek felel meg minden kezelésnél.

A szemtermés kémiai analizisének adatai a 64., 65. és 66. táblázatokban találhatóak. Az egyes évekre vonatkozó adatok itt is négy ismétlés átlagát jelentik. A két év /1971-72 / átlagadata pedig 8 ismétlésnek felel meg.

5.411 A nitrogén trágyázás hatékonysága és eredményessége itt is igen szembetűnő. Nitrogén nélkül nincs termésnövekedés sem a négy év, sem a hat év, sem az összegezett tíz év átlagában. Az adagok növelése nem váltott ki egyértelműen és szignifikánsan emelkedő tendenciát, de ennek az az oka, hogy ebben a kísérletben a talaj heterogenitása olyan nagyfokú volt, ami jelentősen növelte a legkisebb szignifikáns különbség határértékét. Ezért csak a tendencia rögzíthető, a szignifikáns különbség már nem ilyen következetesen látható.

5.412 A foszfor trágyázás eredményessége jól látszik a 63. táblázatban, ahol több év átlagtermését mutatom be. A korábbi értékelési módhoz hasonlóan /5.123 pont/ ábrázolom, hogy volt-e pozitív foszforhatás, vagy sem.

Foszfor terméshnövelő hatása

	1963-66	1967-72	1963-72
N ₁ szint	0 0	0 +	0 0
N ₂ szint	0 0	+ +	+ 0
N ₃ szint	0 0	+ +	0 +

A kísérlet második felében növeltük a foszfor adagokat. Ezért egyértelműen nem lehet megmondani, hogy az 1967-72 közötti pozitív foszforhatás a nagyobb foszfor adag, vagy pedig az időben előrehaladt műtrágyázás belső törvényszerűségeiből adódik. A tíz év átlageredményét természetesen befolyásolja az első négyéves ciklusban észlelt hatástalanság.

5.413 A kálium trágyázás hatástalannak mutatkozott. Nincs értelme, hogy a foszforhoz hasonló kimutatást elkészítsem és bemutassam, mert a 63. táblázat összefoglaló jellegű adatai azt mutatják, hogy szignifikáns káliumhatás egyszer sem volt.

5.414 A tízéves átlagtermés faktorális értékelése hasonló megállapításokra ad lehetőséget. /63. táblázat/ A kísérlet kezeléseit a faktorális értékelés érdekében két részre bonthatjuk.

a., Első faktorális értékelés /1-8 kezelése/

Az első 8 kezelés együttesen egy 2³ hiánykísérlet kombinációt adja meg. Ennek a 8 kezelésnek hatását felbontva a következő variancia analízis mutatja be.

Az 1 - 8 kezelések variancia analizise

	SQ	FG	MQ	F
N	141,96	1	141,96 ***	97,90
P	6,85	1	6,85 *	4,72
NP	0,01	1	0,01	
K	0,32	1	0,32	
NK	0,50	1	0,50	
PK	2,53	1	2,53	
NPK	0,45	1	0,45	
Hiba	60,81	42	1,45	

A variancia analizis azt mutatja, hogy igen erősen szignifikáns N-hatás és gyengén szignifikáns P-hatás volt kimutatható. Sem az NxP kölcsönhatás, sem a K főhatása és kölcsönhatásai nem érték el a szignifikancia határát. A kálium hatástalansága miatt a két kálium-szint /0 és K₁/átlagában fejezhető ki a nitrogén és foszforhatás eredménye, amely a következő képet adta:

10 éves szemtermés átlaga q/ha

	N ₀	N ₁	N hatás	Sz.D. 5 %	Átlag	%
P ₀	5,4	9,6	4,2		7,5	100,0
P ₁	6,3	10,5	4,2	1,2	8,4	112,0
P hatás	0,9	0,9	0,0	1,7	0,9	12,0
SzD.5 %		1,2	1,7		0,9	12,0
Átlag	5,8	10,0	4,2	0,9	7,9	105,3
%	100,0	172,4	72,4	15,5		

Ebből az összeállításból állapítható meg, hogy az N_1 pozitív hatása 10 év átlagában 4,2 q/ha volt és ez 72 %-os terméshövelkedésnek felel meg. A P_1 hatás 0,9 q/ha volt, és éppen elérte az 5 %-os szignifikancia határát.

b., Második faktorális értékelés /5-16.
kezelések./ Ez a 12 kezelés egy 3×2^2 faktorális rendszer kombinációit alkotja. Az első tényező /3 szinttel/ az adag, /vagy műtrágyázási szint/ a másik két tényező együttesen a tápanyagok arányának felel meg, ezen belül a két tényező a P és a K. Ezekre a kombinációkra az alábbi variancia analízis adható meg.

Az 5-16 kezelések variancia analízise

	SQ	FG	MQ	F
Adag	50,73	2	25,37***	17,50
L	47,05	1	47,05***	32,45
Q	3,68	1	3,68	2,54
Arány	117,42	3	39,14***	26,99
P	112,25	1	112,25***	77,41
K	3,63	1	3,63	2,50
P x K	1,54	1	1,54	
Adag x Arány	34,71	6	5,79**	3,99
A x P	26,81	2	13,41***	9,25
L x P	21,78	1	21,78***	15,02
Q x P	5,03	1	5,03 ⁺	3,47
A x K	2,95	2	1,48	
L x K	0,21	1	0,21	
Q x K	2,74	1	2,74	1,89
A x P x K	4,95	2	2,48	1,71
L x P x K	0,00	1	0,00	
Q x P x K	4,95	1	4,95 ⁺	3,41
Hiba	60,81	42	1,45	

C = 6247,20

Az adatokból megállapítható, hogy

- az adag /vagy a műtrágyázási szint/ igen erősen szignifikáns;
- az arány ugyancsak igen erősen szignifikáns, de ezen belül csak a P-hatás volt megbízhatóan kimutatható;
- az Adag x P kölcsönhatás igen erősen szignifikáns;
- a K-hatás, illetve kölcsönhatásai nem voltak szignifikánsak.

A variancia analízis eredményeinek felhasználásával elkészítettük az összevont eredménytáblázatot, amely az alábbi képet mutatja:

10 éves szemtermés átlag/ha

Adag	1.	2.	3.	Sz.D. 5 %
N	9,9	8,9	10,5	
NP	10,0	13,5	13,9	1,7
NK	9,2	10,7	10,1	
NPK	10,9	14,1	15,2	
Sz.D.5%		1,7		
P nélkül	9,6	9,8	10,3	
P-vel	10,5	13,8	14,6	1,2
P hatás	0,9	4,0	4,3	1,7
Sz.D.5%		1,2		

Mivel a kálium hatástalannak mutatkozott, azért a táblázat alsó részében a K-szintek átlagában is megadtuk az eredményeket.

Az alábbi megállapítások vonhatók le;

- a műtrágya adag növelése foszfor nélkül már csak igen kis különbségeket adott, amelyek szignifikánsan már nem is mutathatók ki;

- foszfor jelenlétében a műtrágya adagok növelése viszont jelentős és szignifikáns szemtermés többletet eredményezett. A növelés hatékonysága csökkenő jellegű;

- az előbbi két megállapítással összhangban a P-hatás az adag növelésével megnövekedett;

- szignifikáns K-hatás gyakorlatilag nem volt. Ezek az értékelések tehát azt bizonyítják, hogy a nagyobb adagoknál a jelentősebb N-hatás már csak a foszfor jelenlétében volt elérhető.

5.42 Műtrágyázás hatása az őszi rozs szemtermésének kémiai összetételére

A szemtermés tápanyagtartalmára vonatkozó adatok a 64., 65. és 66. táblázatokban találhatóak.

5.421 A szem százalékos nitrogén tartalma a két év átlagában /66. táblázat/ szignifikánsan nagyobb lett a nitrogén trágyázás hatására. Nitrogén műtrágya nélkül az átlagos N tartalom 1,32 %, az N₁ adagok átlagában 1,34 %, az N₂ adagok átlagában 1,50 %, és az N₃ adagok átlagában pedig 1,51 %. Ez azt jelenti, hogy az N₂ és N₃ adag szignifikánsan növelte a nitrogén vegyületek mennyiségét.

5.422 A szem százalékos foszfor tartalma a két év átlagában /66. táblázat/ szignifikánsan csökkent a nagyobb nitrogén szinteknél. A foszfortrágyázás nem változtatta meg azt a tendenciát, hogy a növekvő nitrogén adagoknál ilyen következetes csökkenés álljon elő. Ez a kép teljesen azonos azzal, amit az előbbieken tárgyalt őszi rozs kísérletnél láthattunk. /5.322 pont./

5.423 A szem százalékos kálium tartalma semmilyen következetes változást nem mutatott. /66. táblázat./

5.43 A kísérlet eredményeinek rövid összefoglalója

10 éven keresztül folytatott kisparcellás kísérletben az őszi rozs - monokulturában természetesen - igen érzékenyen reagált a nitrogén műtrágya alkalmazására. Emelkedő nitrogén szinteken egyszerűsített hiánykísérletet állítottunk be, amelyből a P és K hatások kiszűrhetők voltak. Az összegezett eredmények feldolgozása azt mutatta, hogy a műtrágya adagok növelése általában erősen szignifikáns volt. Ezen belül az adagok növelése csak foszfor jelenlétében okozott jelentős szignifikáns különbséget. Foszfor nélkül a növekedés már nem számottevő.

A szemtermés kémiai analizise azt mutatja, hogy a növekvő nitrogén adagok szignifikánsan fokozták a szem százalékos nitrogén tartalmát, szignifikánsan csökkentették a százalékos foszfortartalmát. A kálium százalékos mennyisége alig változott a növekvő műtrágya adagok hatására.

6. Összefoglalás és következtetés

6.1 Homoktalajok műtrágyázási rendszere

A szakirodalom kritikai értékelése és a saját kutatási eredmények alapján egyértelműen állapítható meg, hogy a hazai homoktalajok intenzív műtrágyázása gazdaságos eljárás. Ezek a talajok tápanyagokban elég szegények, ezért általában igen jól reagálnak a műtrágyázásra. Számos hazai kísérlet - köztük a saját kutatásom is - bizonyítja, hogy a szántóföldi növényeink jelenlegi országos átlagtermésének kétszeresét is el lehet érni homoktalajainkon a gondosan megválasztott trágyázási rendszer segítségével.

Termesztett növényfajtáink genetikai potenciális képessége egyelőre nem szab gátat nagyobb termések eléréséhez homoktalajokon. Az intenzív műtrágyázással viszonylag gyorsan, átmeneti időszakok nélkül fokozható növényeink termésátlaga.

6.11 Az általános agrotechnikai követelmények betartása természetesen alapfeltételt jelent a műtrágyák érvényesüléséhez. Három tényezőre kívánom ezzel kapcsolatban elsősorban felhívni a figyelmet.

6.111 Megfelelő növényszám nélkül nincs nagy termés sehol sem, de különösen érvényes ez homoktalajokra. Az apró magvu egynyári gazdasági növények /rozs, napraforgó, szudáni fü, stb./ sokszor igen kedvezőtlen viszonyok közé kerülnek homoktalajokon, melyekre jellemző, hogy a talaj felső rétege gyorsan kiszárad

és deflációs károk keletkezhetnek. Hiába műtrágyázunk, ha nem gondoskodunk a megfelelő növényszámról.

A szél-eróziós és deflációs károk megakadályozására elég sokrétű védekezési mód áll rendelkezésre.

Ebbe tartozik a szélvédő erdősávok telepítése és többek között az őszi gabonafélék korai vetése is. Homokon a vetőmag normák általában nagyobbak, mint más talajfélésegeken. Homokvédelem céljából ujabban különféle természetes és mesterséges kötőanyagokkal is kísérleteznek. Ezek perspektívájához kétség nem fér, de napjaink gyakorlatában egyelőre még nem játszanak szerepet.

6.112 A viz terméslimitáló tényező a világ legtöbb helyén és hazai homoktalajainkon is végsősoron a víz mennyisége határozza meg a termés szintjét. Azokon a homoktalajokon, ahol öntözni lehet, különösebb probléma nincs a növények vizellátásával. Persze akadályok ott is lehetnek, de azok főleg műszaki és gazdasági jellegűek. Öntözési lehetőségeink eléggé korlátozottak. Homokterületeink 80-85 %-án sokáig - hosszú évtizedeken keresztül - öntözés nélkül kell növényeket termesztetni. Ezért a természetes csapadéokra vagyunk utalva, ezzel kell gazdálkodni.

A homoktalaj genetikai felépítése is hatással van a vizgazdálkodásra. A felhalmozódási szintben megjelenő kovárványos rétegek, vagy az eltemetett humuszos, agyagos rétegek kedvezően befolyásolják a víz felhalmozódását és eloszlását. Talajjavítási eljárások - réteges homokjavítás - szintén igen jó hatással vannak a talaj

és a növény vizgazdálkodására.

A téli- tavaszi csapadék gondos felhasználása jól segítheti elő a műtrágyák érvényesülését. Rövidebb tenyészidejű és hidegtűrő fajták nemesítése hozzájárul egyúttal a vízkészlettel való jobb gazdálkodáshoz is. A mélyebb talajművelés elsősorban ott lehet hatásos, ahol tömődött rétegek /pl. kalciumkarbonát lerakódás/ gátolja a gyökerek mélységi irányú elterjedését. Kovárványos barna erdőtalajon, ahol a talaj mechanikai összetételében a finom homok frakció dominált, semmilyen termésmenővelő hatást nem mutatott a 40 cm-es szántás a 20 cm-essel szemben. Azok az állítások, amelyek az ilyen homoktalajok mélyebb művelését szorgalmazták, felülvizsgálatra szorulnak. A mélyebb gyökérszet szintén a természetes vízkészlet hatékonyabb felhasználását segíti elő.

6.113 A növényápolás elsősorban a gyomnövények elleni védekezést jelenti. Az intenzív műtrágyázás nemcsak a gazdasági növények számára teremt jobb táplálkozási feltételeket, hanem a gyomnövényeknek is. A harc tulajdonképpen a vízkészletért folyik, amelyet nem tudunk pótolni, csak megőrizni. Megfelelő gondosságu növényápolás nélkül a műtrágyák nem érvényesülnek. A gyomnövények élelmesebbek, gyorsabban fejlődnek és elnyomják a gazdasági növényeket, elhasználják előlük a vízkészletet. Elhanyagolt vetésekben a műtrágyák sem érvényesülnek.

6.12 Homoktalajok szervestrágyázása igen hatékony eljárás. Az emberiség sokévszázados gyakor-

lata bizonyítja ennek sikerét és eredményességét. A szervestrágyák javítják a talaj fizikai tulajdonságát, fokozzák vízvisszatartó képességét. Együttal olyan tápanyagforrást is jelentenek, amelyből a tápanyagok fokozatosan válnak felvehetővé. A sikeres homoki gazdálkodás egyik alapvető feltétele, hogy lehetőleg minél több szervestrágyát hordjanak ki a homoktalajokra és lehetőleg minél nagyobb mennyiségben szántsák alá.

6.121 A zöldtrágyák alkalmazása egyre veszt jelentőségéből. Termésmenvelő hatásukat senki sem vonja kétségbe, de a gazdaságossági megfontolások nyilván arra kényszerítik a gazdaságok vezetőit, hogy fővetésű zöldtrágyát ne használjanak, hiszen a földterületek általános csökkenése ugyanis már aggasztó méreteket öltött. Nem lebecsülendő azonban az a kedvező hatás, amit a pillangósok /csillagfürt, lucerna, somkóró, büköny, borsó/ tarló és gyökérmaradványai okoznak. Elég nagymennyiségű nitrogén vegyület és szervesanyag marad vissza a talajban termesztésük után. Természetes, hogy kedvezően befolyásolják az utánuk következő növények termését.

6.122 Az istállótrágya gondos begyűjtése, tárolása, környezet-higiéniai okok miatt is elengedhetetlenül fontos feladat. Még mindig a legolcsóbb tápanyag forrás.

Homoktalajokon az istállótrágya gyorsabban ásványosodik, mint más talajfélésegeken. Ezért a nagyobb ada-

gok leszántása - főleg, ha kiegészítő műtrágyázást alkalmazunk - célszerűbbnek mutatkozott a legtöbb kísérletben, mint a kisebb adagokban leszántott istállótrágya.

Gazdaságossági okok arra kényszerítenek, hogy jól válasszuk ki a gazdaságon belül az istállótrágya koncentrálsának helyét. Istállótrágyázásnál nagyobb mennyiségű anyagot kell megmozgatni, szállítani, kiszórni, mint műtrágyázásnál. Ezért elsősorban a belső üzemszervezési megfontolások /távolság, utviszonyok, szállítási kapacitás/ döntik el a szervestrágyák felhasználásának helyét és idejét. Azonos adottságok esetén előnyben részesítendő a nagyobb gazdasági hasznot adó növényfélések /szőlő, gyümölcs, zöldség, takarmánynövények, stb./

6.123 A szalmázás /szalma-mulch/ nem lebecsülendő eljárás. Kedvező hatását elsősorban a talajfelszín megkötésében látom, ami viszont a nagyobb növényszámot biztosíthatja a deflációs károk csökkenése következtében. Véleményem szerint a szalmázás jelentősége egyre inkább növekedni fog, az eljárás viszonylagos egyszerűsége és gépesíthetősége miatt.

6.13 Homoktalajok műtrágyázása napjaink és a jövő gazdálkodásának aktuális kérdése, olyan eljárás, mely ma már véghezvihető, mert fejlődő iparunk és külkereskedelmünk lehetővé teszi a műtrágyák beszerzését. Helyes műtrágyázással nagyobb beruházási igények nélkül igen gyorsan lehet fokozni a növények terméseredményét.

A műtrágyázás eredményessége elsősorban attól függ, hogy az agrotechnika egyéb tényezőit hogyan biztosítjuk /talajművelés, növényápolás, növényszám, stb./.

6.131 A nitrogén műtrágya jelenti a leghatékonyabb műtrágya-formát. Egyedül nitrogénnel is elérhető nagyfoku és gyors termésmenvelés, míg foszfor, vagy kálium műtrágyákkal /nitrogén nélkül/ hazai homoktalajokon ez gyakorlatilag elképzelhetetlen. Hosszabb ideig tartó egyoldalú nitrogén műtrágyázás hatására P, illetve PK hiány léphet fel.

A nitrogén műtrágya formák közül a leguniverzálisabb hatással a pétisó rendelkezik, de a hazai piacon fellelhető többi forma is /ammoniumnitrát, ammoniumsulfát, karbamid, kettős műtrágyák/ közel azonos módon érvényesülnek. Savanyú homoktalajokon mégis célszerűbbnek látszik a kalciumkarbonát kötőanyagot tartalmazó pétisót, vagy a hasonló tartalmu /dolomittal kevert/ borsodi sót alkalmazni.

A karbamid is jól érvényesül homoktalajon. Számos hazai közlemény bizonyítja hatékonyságát. Az utóbbi időben több közlemény jelent meg arról is, hogy a magyar homoktalajokon igen figyelemre méltó termésmenvekedést vált ki a folyékony nitrogén műtrágya, elsősorban a vizes ammonia.

A nitrogén műtrágya adagja nagymértékben határozza meg a termés alakulását. Kalászos növényeknél a 100-120 kg/ha hatóanyag, kapás és takarmánynövényeknél a 200-220 kg/ha adag gazdaságos lehet, ha a növénytermesztés egyéb feltételei is biztosítottak.

Az alkalmazás időpontját általában tavasszal célszerű kitűzni. Nagyobb adagoknál /100 kg N/ha felett/ ajánlatos megosztottan kiszórni a műtrágyát. Mélyebb talajrétegekbe nem ajánlatos bevinni a nitrogén műtrágyát.

Őszi kalászosoknál a nitrogén egy része a vetéssel egyidőben felhasználható. Ez az eljárás csökkentheti a műtrágyák tárolási gondjait a gazdaságokban.

6.132 A foszfor műtrágya termésmenővelő szerepe szintén jelentős homoktalajainkon. Nagyobb nitrogén adagoknál jelenik meg elsősorban a foszfor pozitív hatása és főleg hosszabb műtrágyázási időszak után válik ez szembetűnővé. A hazai gyakorlatban a szuperfoszfát szinte egyeduralkodó, de ennek oka az, hogy minden talajtipuson hatékonynak bizonyult. Meszes és savanyu homoktalajainkon egyaránt eredményes.

A foszfor műtrágya adagjának nagyon pontos meghatározásához ma még elég kevés megbízható adat áll rendelkezésre. Ez részben érthető, mert a legtöbb kutató - köztük én is - elsőrendű figyelmet a nitrogén adagokra fordította.

Ezért még kimunkálásra és további alapos kutatásra vár az optimális foszforadag megállapítása. A gazdasági növények által kivont nitrogén és foszfor mennyiségek között általában 100:40 arány van. A foszfor műtrágya érvényesülési százaléka ugyanakkor mindig csekélyebb, mint a nitrogén műtrágyáé.

A homoktalajok könnyen felvehető foszfortartalma viszont mindig több, mint a könnyen oldható nitrogén

tartalom. Bonyolult összefüggések vannak tehát e vonatkozásban, amelyekre pontos választ majd néhány év múlva kaphatunk az országos műtrágyázási kísérleti program befejezése után. Mindenesetre az a korábban kialakított empirikus szám, amely szerint 2 N-re 1 P₂O₅ jusson, elég valószínűnek és pontosnak látszik.

Egyértelmű a vélemény arról, hogy a foszfor műtrágyát szántással célszerű a talajba juttatni. Egyre több adat bizonyítja azt is, hogy a tartaléktrágyázás hatásosnak mutatkozik. Vagyis 2-3 évre előre lehet talajba vinni a foszfort, ami szintén enyhít a tárolási gondokon és olcsóbbá teszi a kiszórási eljárásokat.

6.133 A kálium műtrágya hatékonysága ma még elég csekély homoktalajainkon. Az elmúlt 10-15 év fényesen bizonyította a nitrogén műtrágya nagy termésmnövelő képességét. Talán most kezdődik a "foszfor műtrágya periódusa", amely nyilvánvalóan az N alapon fejlődhetett ki. Minden logikai és tényszerű feltételezés azt jelzi előre, hogy műtrágyázási gyakorlatunk hasonló ütemű fejlődése esetén talán már 10 év múlva, az NP alapon elkezdődik majd a "kálium korszaka" is. Ez biztosan így lesz és erre fel kell készülni. A hazai homoktalajok nem annyira szegények káliumban, mint a podzolos homokok. Ma még csekély a káliumnak köszönhető termésmnövelés, mégis szükséges szorgalmazni alkalmazását, amit megkönnyít az is, hogy viszony-

lag a legolcsóbb műtrágya a kálisó.

A kálium műtrágyát a szakirodalom ugyis számon tartja, mint a termesztett növények minőségjavítását elősegítő tényezőt. Ez valószínűleg igaz is, bár még számos kísérletre van szükség, hogy reprodukálható és megbízható adatokat szerezzünk ezen a téren.

6.134 A magnézium, kalcium és nyomelem trágyák alkalmazása ma még eléggé vitatott a hazai homoktalajokon. Számos közlemény informál a pozitív magnézium hatásról, de szép számmal vannak olyan kísérletek is, ahol a magnézium hatástalan volt. Savanyu homoktalajokon a kalcium is előtérbe kerülhet, mint növényi tápanyag, melyet időnként alkalmazni szükséges. A nyomelem kérdés is még eléggé tisztázatlan.

Mindenesetre tény, hogy a növekvő adaguNPK műtrágyázás előbb-utóbb ezeket a kérdéseket is napirendre tűzeti. A nyomelem tartalmu összetett műtrágyák alkalmazása megelőzheti a hiánybetegségek fellépését. /preventiv trágyázás/.

6.2 Saját kísérleti eredmények

Négy műtrágyázási tartamkísérletet folytattam le homoktalajokon. Ezek közül egy tiz éves és egy nyolcéves tartamkísérlet kovárványos barna erdőtalaj típusba tartozó, gyengén savanyu homokon volt a Nyírlugosi Állami Gazdaságban. Két másik tartamkísérlet - az egyik 12 éves, a másik 10 éves - meszes homok-

talajon került beállításra az Őrszentmiklósi Homok-kísérleti Telepen. A kísérleti időszak alatt összesen 7220 parcella termését állapítottam meg. Az egyik tartamkísérletben /Őrszentmiklós/ 10 éven keresztül elvégeztem a parcellánkénti szem + szalma tápanyag tartalmának meghatározását is. Valamennyi kísérleti adatot variancia-analizissel értékeltem. Néhány esetben kölcsönhatás összefüggéseket is megállapítottam.

6.21 Fontosabb megállapításaim

6.211 A terméshozás első számú tényezője minden esetben a nitrogén műtrágya volt. Nitrogén műtrágya nélkül nem lehet jelentősebben és gyorsan fokozni növényeink termésátlagát. A nitrogén adagok növelése nem ad lineáris terméshozást, de a kísérletben alkalmazott legnagyobb adag /150 kg N/ha/ is kifizetődő volt burgonyánál. Burgonyánál 100 kg N, 48 kg P_2O_5 és 150 kg K_2O /ha adagoknál 1 kg vegyes műtrágya hatóanyagra 31 kg Aranyalma fajtájú és 20,8 kg Gúlbaba fajtájú burgonya gumótermés növekedés jutott a több év átlagában. Őszi rozsnál 60 kg N, 48 kg P_2O_5 és 80 kg K_2O /ha adagoknál az 1 kg vegyes műtrágya hatóanyag maximálisan 7,8 kg szemterméstöbbletet váltott ki. A burgonya műtrágyázása gazdaságosabb, mint az őszi rozsé.

6.212 A kovárványos barna erdőtalaj típusba tartozó, gyengén savanyu homoktalajon szignifikáns és következetes nitrogén utóhatást állapítottam meg.

6.213 A foszfor műtrágya is szignifikáns terméstöbbletet vált ki. A foszfor kedvező hatása fokozódik a műtrágyázás idejétől függően.

6.214 Igen gyenge kálium-hatást tapasztaltam mindkét homoktalajon.

6.215 Pozitív magnéziumhatást csak burgyánál állapíthattam meg a legnagyobb NPK adagok esetében. Azonban ez a hatás sem jelentkezett minden esztendőben.

6.216 A szerves- és műtrágyák összehasonlítása azt mutatta, hogy a helyesen alkalmazott műtrágyázással ugyanakkora, sőt még nagyobb terméseredmény is elérhető, mint istállótrágyával.

6.217 Az olyan homoktalajon, amely a kovárványos barna erdőtalajok típusába tartozik, a 40 cm-es talajművelés nem váltott ki termésnövekedést a 20 cm-es talajműveléshez képest. A talajművelés és műtrágyázás között nem volt kölcsönhatás.

6.218 Hosszabb időn keresztül végrehajtott műtrágyázás szignifikánsan növeli a rozsszem nitrogén tartalmát és szignifikánsan csökkenti a foszfortartalmat.

6.219 10-12 évig rendszeres műtrágyázás után szignifikánsan növekszik mindkét homoktalajban

a könnyen oldható foszfor és kálium mennyisége. Gyengén savanyu homoktalajon a műtrágyázás kimutatható módon fokozza az aciditást jelző értékeket is.

6.22 Uj tudományos megállapításaim

Az előbbi fontosabb megállapítások közül véleményem szerint 3 olyan következtetés van, amely új eredményt jelent. Ezeknek elméleti jelentősége van, de gyakorlati következtetések is le-szűrhetők belőlük és röviden az alábbiakban összegezhetők:

6.221 Nyolc éves tartamkísérletem adatai szerint homoktalajon műtrágyázással hasonló, vagy még nagyobb terméseredmény is elérhető, mint istállótrágyázással. Ha a műtrágya adag egyenlő volt a szerves-trágya összes tápanyagtartalmával, akkor az összegezett terméstöbblet 10 %-kal volt több a műtrágyázás hatására. Ha a műtrágya hatóanyag az istállótrágya hatóanyagának 55 %-a volt, akkor a termésszintek egyenlően alakultak, de egyuttal jelentősen és szignifikánsan multák felül a trágyázatlan kontroll értékeit.

6.222 Tulzottnak tartom azokat a megállapításokat, amelyek azt állitják, hogy homoktalajokon a nitrogén műtrágyák rendkívül mozgékonyak, gyorsan kimosódnak és hatástalanokká válnak.

Kovárványos barna erdőtalajon igen következetes és szignifikáns nitrogén utóhatást mutattam ki. Ugyanezen a talajon a tizéves műtrágyázás a talaj összes nitrogén tartalmát is némileg növelte. Meszes homoktalajon termesztett őszi rozsnál a nagyobb /100 kg N/ha/ nitrogén adag felének őszi kiszórása nem volt ugyan olyan hatékony, mint az egy alkalommal és tavasszal végrehajtott fejtrágyázás, de a különbség olyan csekély, amely a probléma további gazdaságossági megvizsgálását indokolja. Műtrágya-gyáraink folyamatos termelése és gazdaságaink szűkös tárolási kapacitása arra kényszerítenek, hogy ismételten nézzük meg a megosztott trágyázás gyakorlatát ezen a talajon. Megítélésem szerint homoktalajainkon is lehet előre lépni ebben az irányban.

6.223 Sajátosan alakul a nitrogén és a foszfor kölcsönhatása a homoktalajok műtrágyázásánál. Az első időszakban a foszforhatás viszonylag csekély. Később egyre inkább fokozza a foszfor a nitrogén érvényesülését. A foszfor pozitív termésnövelő hatása lineárisan növekszik az idő függvényében. Meszes homoktalajokon alkalmazott foszfor műtrágya is hatékony marad, a foszfor nem kötődik le olyan vegyületekbe, amelyek felvehetetlenek a növény számára.

A rendszeres műtrágyázás mindkét homoktalajnál szignifikánsan fokozta a könnyen felvehető foszfor mennyiségét.

Megítélésem szerint a homoktalajok műtrágyázásának hazai gyakorlatában körülbelül most kezdődik az a korszak, amikor a foszfor hatékonyságára jelentős figyelmet kell fordítani, anélkül, hogy elhanyagolnánk a nitrogén trágyázást. Ennek előfeltétele a nitrogén műtrágyák rendszeres alkalmazása, ez azonban már visszavonhatatlanul bevonult mezőgazdaságunk gyakorlatába.