

**A talajvíz és talajnedvesség, valamint a
tápanyagellátás hatása a növénytermesztési
hozamokra a Szigetközben**

PhD dolgozat

Írta:

Koltai Gábor

Készült a Veszprémi Egyetem Georgikon
Mezőgazdaságtudományi Karán
Növénytermesztési és kertészeti tudományok doktori iskola

Programvezető:

Dr. Horváth József

Egyetemi tanár, az MTA rendes tagja

Témavezető:

Dr. habil. Szűcs Mihály

Egyetemi tanár

Mosonmagyaróvár
2003.

**A talajvíz és talajnedvesség, valamint a tápanyagellátás hatása
a növénytermesztési hozamokra a Szigetközben**

Írta:
Koltai Gábor

Készült a Veszprémi Egyetem Növénytermesztési és kertészeti
tudományok doktori iskolája keretében

Témavezető: Dr. habil. Szűcs Mihály

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

.....
(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el.
Veszprém, Keszthely.....

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el
Veszprém/Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése

.....
az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

Kivonat	4.
Abstract	7.
Extrakt	8.
1. Bevezetés	9.
2. Irodalmi áttekintés	12.
2. 1. A Szigetköz általános jellemzése	12.
2. 2. A talajvíz és a talaj nedvességtartalma	17.
2. 3. A növényi tápanyagok a talajban	23.
2. 4. A vizsgált termesztett növények igényei és reakciói	27.
2. 4. 1. Őszi búza	31.
2. 4. 2. Tavaszi árpa	34.
2. 4. 3. Kukorica	35.
3. Anyag és módszer	42.
3. 1. A szántóföldi adatbázis elemzése	43.
3. 2. Három eltérő talajvízhatású mintatér részletes vizsgálata	57.
4. Eredmények, következtetések	63.
4. 1. A talajvíz hatása különböző szántóföldi kultúrákra	63.
4.1.1. Őszi búza	63.
4.1.2. Tavaszi árpa	65.
4.1.3. Szemes kukorica	66.
4.1.4. Silókukorica	69.
4.1.5. Következtetések	70.

4. 2. A tápanyagellátás hatása a különböző szántóföldi kultúrákra	71.
4.2.1. Őszi búza	71.
4.2.2. Tavaszi árpa	76.
4.2.3. Szemes kukorica	79.
4.2.4. Silókukorica	83.
4.2.5. Következtetések	85.
4. 3. A talajvíz és a tápanyagellátás együttes hatása	86.
4.3.1. Őszi búza	86.
4.3.2. Tavaszi árpa	91.
4.3.3. Szemes kukorica	95.
4.3.4. Silókukorica	99.
4.3.5. Következtetések	103.
4. 4. A talajvíz hatása eltérő csapadékviszonyok között	104.
4.4.1. Őszi búza	104.
4.4.2. Tavaszi árpa	108.
4.4.3. Szemes kukorica	111.
4.4.4. Silókukorica	114.
4.4.5. Következtetések	115.
4. 5. A mintaterületek talajában levő vízkészletek összehasonlítása	117.
4. 6. A komplex értékelés példái	132.
5. Összefoglalás	142.
6. Köszönetnyilvánítások	149.
7. Irodalomjegyzék	150.
8. Mellékletek	167.

A talajvíz és talajnedvesség, valamint a tápanyagellátás hatása a növénytermesztési hozamokra a Szigetközben

A disszertáció a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Mosonmagyaróvár, Szigetköz Kutatási Központ Szigetközi Monitoringrendszer keretében 1980-1998 között gyűjtött adatait elemzi.

A Szigetköz természeti értékeiben, változatosságában és sajnos veszélyeztetettségében is szinte egyedülálló egész Európában.

Éghajlata kontinentális, atlanti hatásokkal.

A térség mai vízrendszere a negyedkor elején kezdett kialakulni. A Duna egy néhol 410 m vastagságú hordalékkúpra áradásonként rakta le változó vastagságban hordalékát.

Az üledékre jellemző a nagy mésztartalom, valamint a nagy vertikális és horizontális változatosság. A talajképződési folyamatokra rendelkezésre álló idő valamint a talajvízhez való viszony alapján jelenleg a meghatározó a humuszos öntés, a réti talajok és a terasz csernozjom talaj. A Duna elterelése miatt a közvetlen károkon túl a térségi talajvízszint süllyedés további folyamatos károkat, változásokat okoz.

Mezőgazdasági termelése jelentős, a termelés színvonala hagyományosan jó.

Köztudott, hogy hazánk növénytermesztésében a vízhiány az egyik limitáló tényező és a talajvízből származó vízellátás jelentős terméstöbbletet okozhat.

A talajvízmélység adatok az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság méréseiből származnak.

A talajvízből származó vízellátás hatása akkor érvényesül, ha a talajvíz szintje eléri a fedőréteget. Ennek vastagsága meghatározóan a Magyar Állami Földtani Intézet térképe alapján került hozzárendelésre az egyes táblákhoz.

A talajok jó tápanyag-ellátottságúak, a természetét fejlett agrotechnika jellemzi.

Az adatok talajvízviszonyok és tápanyagellátás szerinti csoportosítása után talajvíz-kategóriánként meghatározásra került, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a stepwise-analízis eredményeit rétegenként értékeltük.

Többváltozós regresszióanalízissel meghatároztuk a kapcsolatot leíró függvényeket. A részletezett hatóanyag és termésátlag kapcsolatot megvizsgálva a backward-módszer alapján a változók rangsorolásával kiemelésre kerültek a meghatározó tényezők (hatóanyagok).

A 19 évet átfogóan, őszi búza esetében több mint 4600, szemes kukorica esetében több mint 2600, silókukorica esetében több mint 1700 és tavaszi árpa esetében szintén több mint 1700 tábla vizsgálata alapján a következő megállapítások tehetők:

A talajvíz szintjének mélysége minden tápanyag-ellátottsági szinten érvényesül, illetve a tápanyagellátás hatása minden talajvízszint esetében hasonló. A tápanyagellátás hatása a talajvízből többletvíz-hatással nem rendelkező táblák esetében határozottabb. Nagy műtrágyaadagokkal kedvezőtlen termőhelyen is jelentősen növelhető a termés mennyisége, noha ez a hozam a kedvezőbb termőhelyeken lényegesen kisebb adagokkal is elérhető. Megállapítható, hogy a vizsgált növények esetében

a 3 méternél nem mélyebb talajvízszint szignifikáns termésmnövelő hatást biztosít. Aszályos évben a három méternél mélyebben levő talajvíznek is kimutatható termésmnövelő hatása van. A termésmnövelő hatások csak abban az esetben jelennek meg, ha a talajvíz szintje a fedőréteget eléri.

A szerző három mintaterület összehasonlításával bemutatta a talajvíz hatását a talaj nedvességtartalmára.

Komplex elemzést adott a talaj nedvességkészletén és a tápanyagellátáson túl más természetési tényezők hozamot befolyásoló hatásáról is. A termőhelyben rejlő lehetőségek kihasználására csak jó tápanyagellátás és -agrotechnika esetén van lehetőség. A magas talajvízű területeken előfordulhat a gyökérszóna időszakos túltelítettsége, és ez terméskiesést okoz. A talajvízből származó vízellátás szerepe csapadékszegény időszakban jelentősebb.

A vizsgálatok eredménye az eddigi ismereteket megerősíti. Segítséget nyújthat javaslatételre a földhasználat racionalizálása során, illetve az öntözési igény megállapítására és a műtrágya-felhasználás gazdaságosabbá tételére.

Abstract

Based on data of the arable land in the Szigetköz region between 1980 and 1998, the investigations aimed to determine the effect of groundwater level and the nutrient supplies on the yield. Data for fields in which winter wheat, maize or spring barley were grown in the relevant years were included in the study. The soils had good nutrient supplies and the cultivation techniques were of a high standard.

In the first step the database was divided into six groups on the basis of the groundwater depth and the thickness of the top-layer. Within each ground-water category, nutrient supply groups were created on the basis of the quantity of the nutrients applied.

The depth of the groundwater had an effect on all nutrient supply levels and the effect of the nutrient supplies was similar for all ground-water levels, though this effect was more pronounced on fields without a surplus water effect due to groundwater.

Extrakt

Mithilfe der Untersuchungsangaben der Ackerfelder in der Szigetköz Region von 1980 bis 1998 beabsichtigten wir die Wirkung des Grundwasserspiegels und der Nährstoffversorgung auf den Ertrag zu bestimmen. Die Arbeit beinhaltet alle Angaben der Ackerfelder, wo Winterweizen, Mais oder Sommergerste in den relevanten Jahren angebaut wurden. Die Böden waren mit Nährstoffen sehr gut versorgt und die Qualität der Anbautechnik war hervorragend. Zuerst wurden die Angaben aufgrund der Grundwassertiefe und der Dicke der Oberschicht in sechs Gruppen aufgeteilt. In jeder Grundwasserkategorie wurden Nährstoffgruppen laut ausgebrachten Nährstoffmengen gebildet.

Die Grundwassertiefe bewirkte alle Nährstoffversorgungsniveaus und die Wirkung der Nährstoffzufuhr war bei allen Grundwasserspiegeln ähnlich. Aber diese Wirkung war viel ausgeprägter auf Feldern ohne Mehrwasserversorgung aus dem Grundwasser.

1. Bevezetés

A Szigetköz természeti értékeiben, változatosságában és sajnos veszélyeztetettségében is szinte egyedülálló egész Európában. A Duna elterelése miatt a közvetlen károkon túl a térségi talajvízszint süllyedés további folyamatos károkat, változásokat okoz. A Duna és a Szigetköz kérdése többször a társadalom érdeklődésének homlokterébe kerül.

Mezőgazdasági termelése jelentős, a termelés színvonala hagyományosan jó.

Köztudott, hogy hazánk növénytermesztésében a vízhiány az egyik limitáló tényező és a talajvízből származó vízellátás jelentős terméstöbbletet eredményezhet.

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Szigetköz Kutatási Központ 1980 óta végez vizsgálatokat a szigetközi mezőgazdasági termelésről. A kutatómunka 1989-től talajnedvesség-mérésekkel is kiegészült.

A szigetközi kavicságyon elterülő fedőréteg vastagsága kevesebb, mint 1 métertől mintegy 6 m-ig terjed. A talajvíz szintje is változó és változatos a talajvíznek a fedőréteggel való kapcsolata is.

Az átlagosan jó tápanyagellátás is jelentős különbségeket takar. Lehetőség volt különböző tápanyag-ellátási szinteken is megfelelő elemszámokkal vizsgálni a termesztési gyakorlatot.

A vizsgálatokat három növényfaj, az őszi búza, a tavaszi árpa és a kukorica esetében végeztük el. A kukorica esetében külön vizsgáltuk a szemes- és silókukoricát.

Az ország egészéhez hasonlóan e növényeket termesztik a legnagyobb területen a Szigetközben is. Az őszi búza vetésterülete általában 4500 ha, a tavaszi árpáé 1200 ha, a szemes kukoricáé 1800 ha, a silókukoricáé 1200 ha körül alakul évente. Az évjáratok között természetesen vannak szóródások e tekintetben is.

Mindegyik növényt általában száraz körülmények között termesztik. A kukorica az öntözést leginkább megháláló növény, de a gyakorlatban a szükségesnél kisebb mind az öntözött terület nagysága, mind a kijuttatott vízmennyiség. Jelentős különbség van a kalászos gabonák és a kukorica között a vegetációs időben és a vízfelhasználásban is. Az őszi-téli, talajban betározott csapadék a kukorica vízigényének sokkal kisebb részét fedezi, mint a kalászosokénak.

Összehasonlításra és elemzésre alkalmas módszert dolgoztunk ki az eltérő tápanyagellátású és eltérő talajvízviszonyokkal rendelkező táblák csoportosítására.

Dolgozatomban arra kerestem a választ, hogy üzemi körülmények között, nagy mintát tekintve, milyen a talajvíznek a termést befolyásoló hatása.

E hatást kívántuk számszerűsíteni és kapcsolatát a tápanyagellátással bemutatni.

Megvizsgáltuk a kísérletekből, a szakirodalomból ismert jelenségek érvényesülését térségi szinten.

A térségre igaz megállapításokat konkrét táblák vizsgálatával ellenőriztük.

Talajnedvesség-mérési adatok alapján megállapítottuk, hogy a talajok nedvességkészletéből mennyi származik a talajvízből.

Megvizsgáltuk, hogy az egyes kultúrák közül melyek reagálnak erősebben és melyek kevésbé a talajvízhatásra.

2. Irodalmi áttekintés

2. 1. A Szigetköz általános jellemzése

A Szigetközt is magába foglaló Kisalföld területét a földtörténeti harmadkor végén, a pliocén korban, a Pannon-beltenger borította. A korszak végére a tenger medencéje a széleken kavics, a belső részeken agyag, márga és finom homok rétegekkel feltöltődött és helyén egy kiédesülő vízü törendszer maradt vissza. Ekkor léptek a medencébe az Alpok és Kárpátok irányából érkező folyók, a Duna, a Morva, a Rába, a Vág és a Nyitra elődei, melyek esésüket elvesztve, lerakódó kavicsos-homokos hordalékukkal tovább töltötték a levantei korszakban viszonylag gyorsan süllyedő medencét. Később, a medence fokozatos feltöltődése miatt a folyók iránya megváltozott; a negyedkor kezdetén - kb. 1 millió évvel ezelőtt - a Duna már a Hainburgi-hegy és a Kis-Kárpátok között tört be a medencébe, kelet felé építve ki új medrét. Ezzel a térség mai vízrendszere kezdett kialakulni. A folyó a hegyek közül kilépve, felső szakasz jellegét elvesztve, átmeneti jellegűvé vált. Esése csökkent, hordalékát lerakta. A lerakódott hordalék többször átrendeződött, kimosódott, miközben a finom hordalék távolabbra került. Így egy hordalékkúp alakult ki és ez néhol 410 m vastagságú kavicsréteg kialakulását eredményezte. Ez a folyamat jelenleg is tart. A hordalékkúp csúcsa Pozsony (Bratislava) térségében van. Oldalait ma a Mosoni-Duna és az Érsekújvári-Duna-ág jelzi, alapja pedig a Győr - Gönyű - Guta (Kolárovo) vonalon van. A legvastagabb kavicsréteg (410,5 m) Lipót

térségében található, ettől távolodva a kavicsrétegek vékonyodnak, szemszerkezetük finomabbá válik (Göcsei, 1979).

A Szigetközben a talajképződés alapanyagát szinte teljes mértékben a folyóvízi üledékek (alluviumok) képezték. Az üledékre jellemző a nagy mésztartalom, valamint a nagy vertikális és horizontális változatosság (foltosság és rétegezetheység). A talajképződési folyamatokra rendelkezésre álló idő valamint a talajvízhez való viszony alapján jelenleg a meghatározó a humuszos öntés, a réti talajok és a terasz csernozjom talaj. A többletvíz-hatással rendelkező területeken a fedőréteg vízutánpótlása a talajvízből évi 100-150 mm. (Várallyay, 1992)

A Szigetköz éghajlata kontinentális, atlanti hatásokkal.

A Szigetköz hazánk egyik legszelesebb területe. Az év napjainak 70-80 %-ában fúj a szél. Az uralkodó szélirány északnyugati, ez jellemző az év szinte minden időszakában.

A terület éghajlati adatait 1951 és 1990 közötti győri mérések alapján közlöm:

Évi középhőmérséklete 10,2 °C, a júliusi 20,4 °C, a januári -1,2°C. A csapadék mennyisége 550 mm körüli, az átlagos napfénytartam 2005 óra. 110 év (1881-1990) adatait vizsgálva megállapítható, hogy a havi középhőmérsékletek évi ingadozása a vegetációs időszakban 10 °C körüli, a téli időszakban azonban ez az érték megközelíti a 20 °C-t. (Varga-Haszonits et al., 1999)

A XX. század folyamán a hőmérséklet tekintetében a Szigetközben tartós egyirányú változás nem következett be. Csapadék esetében az 1931-1960-as éveket összehasonlítva megállapítható, hogy az évi átlagos csapadék mennyisége az országos átlagot meghaladó mértékben,

Győrben 78, Mosonmagyaróváron 59 mm-rel, 10-14 %-kal csökkent. Ez minden bizonnyal kihat a felsőbb talajrétegek vízkészletének alakulására is. (Ambrózy, 1992)

Szigetköz vízi világában az ember ősidők óta megtalálta életlehetőségeit. Az egyre értékesebb mezőgazdasági kultúrák és az állandósult települések védelmére 1892-ben megalakult a Szigetközi Árvízmentesítő Társulat, amely 1892-96 között összefüggő töltéseket épített, ezzel jelentősen javítva Szigetköz árvízvédelmének helyzetét. Az 1970-es évek közepén befejeződött töltéserősítések sikerét az azóta levonult jelentős árhullámok idején tapasztaltak bizonyítják (Dunai, 1989).

A múlt században megkezdett és azóta folyamatosan végrehajtott emberi beavatkozások kőművek építésével véget vetettek a meder vándorlásának, az elöntésektől való megvédés érdekében pedig töltésekkel megakadályozták az árvizek szétterülését. Ennek következményeként az a hordalékmennyiség, amely addig a Szigetköz és a Csallóköz hatalmas területén megoszlott, ezt követően az árvízvédelmi töltések közötti területet tölti fel. A szabályozások következtében a közép- és kisvízi meder megnövekedett energiája, a felső vízlépcsők miatti görgetett-hordalék csökkenés és a nagyszabású ipari kotrások együttes hatásaként a 60-as évek végétől a középvizek emelkedő tendenciája lelassult, a kisvízszintek pedig csökkentek. A hullámtér és az ágrendszerek vízszállítását igénybevevő árhullámok ugyanakkor egyre növekvő szinttel vonulnak le (Dunai, 1991).

A Szigetközt borító fedőréteg (a kavicságyon elterülő talaj) vastagsága változó. Szigetköz felső részén 0,6-1,0 m, helyenként 2-3 m. Legvékonyabb Dunaremete és Ásványráró között, ahol a kavics sok

helyen a felszínig ér, vagy ásónyomra megtalálható. Szap térségétől kezdődően a fedőréteg vastagsága fokozatosan megnő és Szigetköz legalsó részén helyenként eléri a 6,0-8,0 m-t is.

Szigetköz talajvízháztartását, talajvíz-ingadozását és mozgását döntően az alábbi tényezők határozzák meg:

- a) A csapadék beszivárgása és párolgása /vertikális talajvízforgalom/.
- b) A talajvízszint eséséből származó permanens jellegű horizontális áramlás.
- c) A Duna vízállásváltozásainak hatásaként előálló nem permanens szivárgás.

Szigetköz talajvízjárásában és annak hatásaiban három sajátos körülmény emelhető ki:

- A Duna a szigetközi szakaszon nagy vastagságú kavicskúpon függőmederben folyik.
- A talajvíz szintje és a fedőréteg fekvésének a szintje egyaránt döntő a talajvíz mezőgazdaságra gyakorolt hatásának megítélésében.
- A fedőréteg minősége is okozhatja, hogy önálló vízháztartású fedőrétegek jönnek létre (Major, 1992).

A felszín alatti vízjárásban az elmúlt évtizedekben változások történtek. A talajvízszinteket 1954 óta vizsgálva azok süllyedő tendenciája mutatkozik meg. A talajvizek szintje meghatározóan a Duna szintjét követi, bár van ahol egy napon belül és van ahol a késés 9-10 nap is lehet (Poroszlainé, 1992).

Egyes kutatók véleménye szerint a Szigetközben a talajvízbe való átlagos éves beszivárgás 87 mm/ év, a talajvízpárolgás 162 mm/év. Ez

önmagában csak cm-es nagyságrendű talajvízszint ingadozást okozna (Maginecz, 1992/a).

Mind a szigetközi fedőréteg, mind a pleisztocén kavicskúp, mind a pannon rétegsor heterogén. Nem jellemezhetők csak egy-egy szivárgási, vízemelési, áramlási sebességgel. A vizsgált terület pleisztocén kavics rétegének szivárgási tényezői 75 és 200 m/nap értékek között változnak (Maginecz, 1992/b).

A szigetközi talajvíz minősége általában megfelelő vagy jó. Néhány esetben, szennyezőforrások közelében az összes só, a nitrát és ammónia, valamint a foszfortartalom magasabb (Urbányi, 1992).

A Szigetköz mezőgazdasági teljesítményéről a XIX. század végén és a XX. század elején Haller (1998) a következőket írja: „A gazdálkodás egyre több tudást igényelt. Ekkor vette át az irányítást, a tanítás rendkívül fontos szerepét múlt század közepén a magyaróvári gazdasági akadémia, mely a tanult gazdák egész seregét küldte szét a megyébe és az országba. A mezőgazdasági tudományosság fogalma ezen intézetek és a mezőgazdasági kísérletügyi intézményekkel függ össze. Hatása, példaadó gazdálkodása ugyancsak meglátszik a megye földművelő népének munkáján és annak eredményein. Azóta a megyében a legmagasabb fokú és legszebb terméseredményeket elérő gazdálkodás folyik.” Példaként bemutatja az akkori Gazdasági Akadémia 1917-26. évekbeli átlagterméseit és közli az időszak legjobb eredményeit is. Búza esetében az átlag 2,12 t/ha, a legjobb eredmény pedig 2,69 t/ha volt. Kukorica esetében ezek az értékek a következők voltak: 3,51, illetve 4,58 t/ha.

A növénytermesztés eredményeit befolyásoló tényezők közül a talajvíz hatása az irodalomból is ismert.

2. 2. A talajvíz és a talaj nedvességtartalma

A növénytermesztésben a talajnak, mint megújuló természeti erőforrásnak, kiemelt jelentősége van.

Stefanovits (1975) szerint a talaj vízgazdálkodása a talaj termékenységének alapvető feltétele, mivel meghatározza annak levegő-, hő- és tápanyag-gazdálkodását, biológiai tevékenységét, művelhetőségét.

A talaj nedvességtartalma alatt a talajban levő víz (pontosabban különböző töménységű és összetételű vizes oldat) mennyiségét értjük.

A csapadék- és öntözővíz, a felszíni hozzáfolyás, a talajvízből történő és felszín alatti hozzászivárgás növeli, az evapotranszpiráció, a felszíni elfolyás és a felszín alatti elszivárgás csökkenti a talaj vízkészletét.

Vízmozgás vízzel telített (két fázisú) és vízzel nem telített (három fázisú) talajban történhet.

A páramozgás, mely helyenként igen jelentős lehet, elsősorban a talaj fizikai állapotától és hőmérséklet-gradiensétől függ.

Szász (1988) szerint a csapadék hatékonyságát vizsgálva az 5, illetve 10 mm-t elérő vagy meghaladó csapadékmennyiségű napokat kell mértékadónak tekinteni. Ez a mennyiség már a párolgási veszteség ellenére is raktározódik a talajban. A túl nagy mennyiségű vagy túl intenzív csapadék egy része elfolyik, ezért a közepes nagyságú csapadékok a leghatékonyabbak.

Kanadai kutatók is több helyen kiemelik a talaj nedveség-készletének fontosságát, elsősorban a száraz évek negatív vízmérlege miatt (Akinremi et al., 1996, 1998).

Indiai kutatók a talajvíz optimális mélységét a növénytermesztés szempontjából másfél méter körülnek adják meg (Singh et al., 1998).

Portugáliában a talaj optimális víz-levegő arányát öntözetlen körülmények között az 1 m körüli talajvízszint esetén találták (Beltrao et al., 1996).

A Thaya folyó mentén 1994-ben végzett mérések és megfigyelések szerint a talaj nedvességtartalmának a talajvízszint süllyedését követő csökkenése először a 30 cm-en-en elhelyezett érzékelőnél volt kimutatható, ezt követte az evapotranspiráció miatt a 60 cm-es réteg nedvességvesztése. A talaj felső 60 centiméterének nedvességtartalmát csak tartós, kiadós eső volt képes újra megemelni. A kisebb esők azonnal fölhasználódtak a növényzet vízigényének kielégítésére (Michna és Litschmann, ?).

A talaj nedvességtartalmát befolyásoló hidrológiai tényezők esetében periodicitás mutatható ki. Mind vízellátási zavarok, aszálykárok, mind káros víztöbbletből eredő növénykárosodás előfordulhatnak (Nyíri, 1993).

A dunai vízlépcsőrendszerhez kapcsolódóan Bárdy (1981) vizsgálta a talajvíznek a fedőréteg vízellátásában játszott szerepét a Szigetközben.

A dolgozat, mely legközelebbi kapcsolatban áll az általam vizsgált témával számos megállapítást tesz, ugyanakkor számos megválaszolandó kérdésre is felhívja a figyelmet.

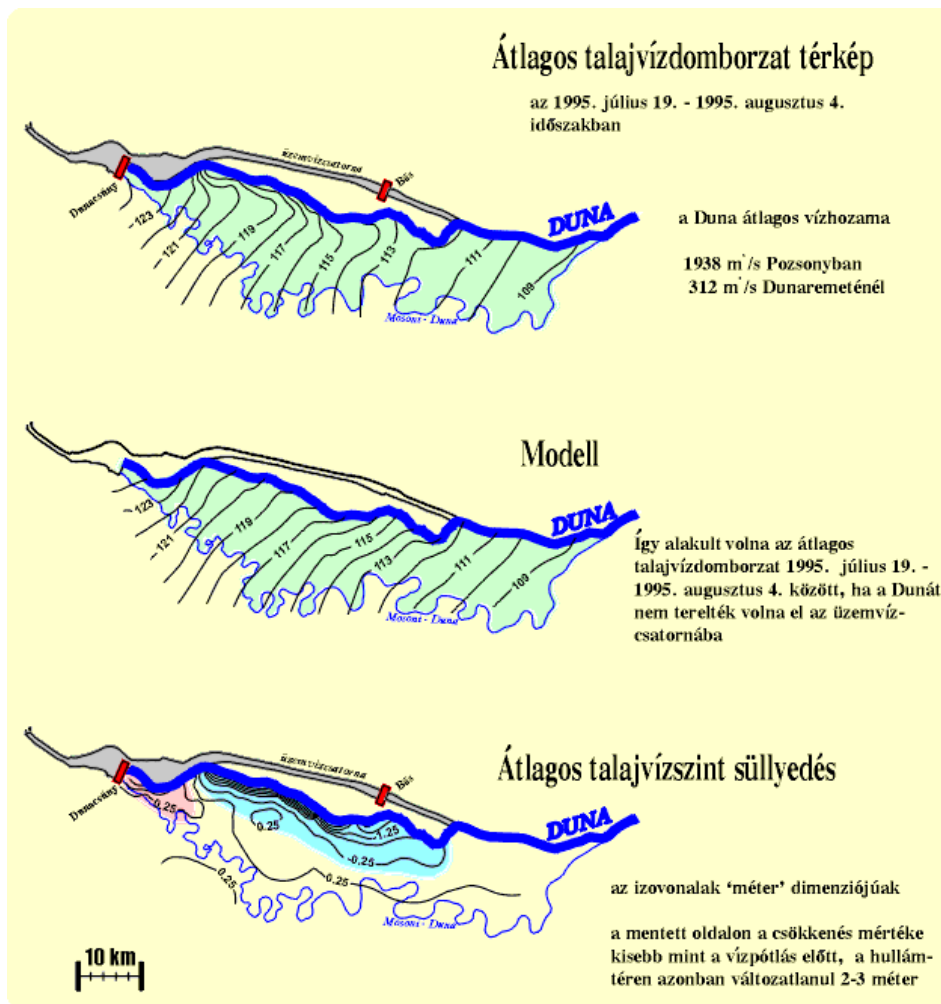
A talajvíznek a fedőréteg vízháztartására gyakorolt hatásáról megállapítja:

- Ahol a tenyészidőben a talajvíz a fedőréteget nem éri el, ott annak vízháztartása szempontjából jelentősége nincs.
- Kapilláris vízpótlás lehetősége ott áll fenn, ahol a talajvíz időszakosan vagy tartósan a fedőrétegben tartózkodik.
- Az árvíz esetén megemelkedő talajvíz a fedőrétegbe nemcsak kapilláris úton, hanem hidrosztatikus nyomás hatására is benyomulhat, könnyen telítve azt, hiszen a talajpórusokban tartózkodó levegő felfelé könnyen távozik. Lesüllyedve a korábban telített háromfázisú zónában a vízkapacitás telítettségi értéken felül még gravitációs vizet is visszahagy (hiszterézis). A gyors talajvízszint süllyedés vákuumot idéz elő, a levegő-beáramlás a nedves fedőrétegen át akadályoztatott, így a háromfázisú zóna kiürülése a szántóföldi vízkapacitás értékéig is lassú.

Szakirodalomra hivatkozva (Kreybig , 1946) a talajvíz szintjéről szólva megállapítja, hogy az hatását csak ott tudja kifejezni, ahol annak kapilláris szintjét a növények gyökereikkel elérhetik és a közbeeső rétegek a gyökerek által hasznosíthatók.

Penyigei (1967) a talajvízszint-változások terméseredményekre gyakorolt hatásáról megállapítja, hogy a vélemények erősen "szórnak" és egy-egy termőhely-típusra megállapított "összefüggés" nem feltétlen általános érvényű. Véleménye szerint a gyökerek számottevő vízutánpótlást csak az 1,5, maximum 2 m mélyen elhelyezkedő kapilláris zónából kaphatnak. A számottevő vízutánpótlást biztosító talajvízmélység szántóföldi növénykultúrák esetében szélső értéként 2 - 2,5 m lehet.

A vizsgálati időszakban történt a Duna elterelése, mely alapvető változásokat okozott a felszíni és felszín alatti vizek mennyiségi viszonyaiban (1. ábra).



1. ábra. A talajvíz szintjének változása a Duna elterelése után a Szigetközben (Liebe, 1999).

Az elterelés előtti időszak vizsgálata alapján megállapítható, hogy a dunai vízszint és a talajvízszint időszora között szoros korreláció van. A két mennyiség között egyszerű, lineáris függvény-kapcsolat állapítható meg. Az összefüggés valamely rögzített helyen mért dunai vízszint és egy kút vízszintje között a t időpillanatban a következő:

$$h(t) = a \cdot H(t-t_0) + b,$$

ahol

H: a dunai vízszint

h: vízszint a kútban

a, b: a kútra jellemző állandók

t_0 : a kút időkézése (Liebe, 1999)

A felszín alatti vizek utánpótlási és megcsapolási viszonyai a Duna elterelése után megváltoztak. A talajvíz utánpótlásában a Duna folyam (Öreg Duna) szigetközi szakaszának szerepét más vízterek vették át és az Öreg Duna maga is nagyobb részt megcsapolóvá vált (Don et al., 1999).

A fedőréteg alatt homok és durva, homokos kavics található. A fedőréteg kapilláris feltöltődésére és a többletvíz-hatás megjelenésére ott van lehetőség, ahol a Dunából származó talajvíz eléri azt, vagy legalább időnként benne tartózkodik (Völgyesi, 1994).

A talajvíz szintjének változásai, ahol az eléri a fedőréteget, jól mérhető változásokat okoznak a talaj nedvességtartalmában is (Palkovits et al., 1999).

Ismertek más eredmények is a talajvízszint termésbefolyásoló hatásáról a szigetközi térségben, megállapítva a többletvíz-hatás termésmenvelő szerepét (Késmárki és Kajdi, 1997).

A többletvíz-hatás jelentőségét mutatja, hogy erdők esetében is megállapításra került, hogy azok növekedése és egészségi állapota a talajvízszint változásainak és a talajnedvesség viszonyoknak a függvénye (Halupa és Csókáné, 1994).

A növények víz- és tápanyagellátása egymástól elválaszthatatlan, csak az egyik megfelelősége önmagában nem elegendő a növények jó fejlődéséhez, a jó termések eléréséhez. Termesztett növényeink tápanyagszükségletüket szinte teljes mértékben a talajból fedezik.

2. 3. A növényi tápanyagok a talajban

A talajok tápanyag-ellátottságának hatását történetileg vizsgálva látható, hogy Cserhádi (1900) különválasztja a talaj nyers, vagy összes és kész, vagy felvehető tápanyagkészletét.

Ismert, hogy szántóföldi művelés alatt a talaj humusztartalma trágyázás nélkül csökken és az új egyensúlyi helyzet kialakulásához 50-100 év szükséges (Körschens, 1994).

A szár, illetve szalmaleszántás valamint az istállótrágyázás a talaj humusztartalmát szignifikánsan képes megnövelni, de a humusztartalom növelésére kizárólag műtrágyát használó trágyázási rendszerek esetében is van lehetőség (Kiss és Kismányoki, 1998/b).

A talaj humusztartalmának ismerete, a talajvizsgálati eredmények segítséget nyújtanak a N-ellátottság megítéléséhez (Balla, 1991/a, 1991/b).

A talajvizsgálati adatokat ma is kalibrálni, értelmezni, a gyakorlat próbájának alávetni kell (Kádár, 1986).

Sigmond (1934) a termést a talaj könnyen oldható tápelem-készletével hozza összefüggésbe, megállapítva azonban, hogy ezt a kapcsolatot számos tényező befolyásolja.

Szász (1988) szerint a talaj hőmérséklete és vízellátása is befolyásolja mind a növényi tápanyagok rendelkezésre állását, mind azok felvételét. Optimális tápanyagellátás közelében a növények abszolút vízfogyasztása növekszik és a produkcióra vetített relatív vízfogyasztás csökken. Mérsékeltébb vízellátottságú területeken az optimális NPK-ellátás szintje alacsonyabb, mint bőséges vízellátás esetén. A növények vízigénye a fajon és fajtán (hibriden) túl nagymértékben függ a növény fenofázisától és más környezeti tényezőktől is.

Várallyay (1954) a 30-as években 125 helyen indított kísérletei alapján a műtrágyahatásokat elemezve a következőket állapítja meg:

Az átlagos P-hatás mintegy 8%. Egyes talajokon ez 12-14%-ra emelkedett, további finomítások esetén pedig 17-21%-ra. Növényenkénti vizsgálatoknál bizonyos esetekben még ennél is magasabb értékek születtek. Az átlagos K-hatás 8% körüli, mely finomítva 16, illetve 28%-ot is elérhet. A N-hatás 17%, viszonylag nagy és kiegyenlített.

A talaj nitrogén, foszfor és kálium mérlegét meghatározó tényezők ismertek (Győri, 1984). A talaj nitrogéntartalmának túlnyomó része szerves kötésben található, mennyisége a talaj humusztartalmával arányos. A talaj nitrogénmérlegében a csökkenés és a gyarapodás főbb okai a következők:

A talaj N-készletének csökkenését okozza a talajból a növények által kivont tápanyag, a kimosódás, az eróziós és gáz alakú veszteség.

A N-készletet gyarapítja a szimbiotikus és nem szimbiotikus N-megkötés, a csapadék nitrogéntartalma, a szerves és műtrágyákkal talajba vitt N.

A talaj szerves és szervesetlen foszfortartalmának csak kis része hasznosítható közvetlenül.

A talaj foszforkészletének csökkenésében a növények által felvett tápanyag, a kimosódás, és az eróziós veszteségek játszanak szerepet.

A gyarapodást elsősorban a természetes szerves anyagok és különféle trágya-anyagok okozzák.

A talajok káliumtartalma nagyrészt szilikátokban kötve található, ezért a növények számára a talaj K-készletének csak kis része a közvetlenül felvehető.

A talaj K-készletének gyarapítására elsősorban műtrágyázással van lehetőség. A veszteségek közül a növények által kivont és az erózióval elvesző K mennyisége a jelentős.

N-trágyázás hatására a kis molekulásúlyú humuszvegyületek aránya nő és a talaj környezetvédelmi kapacitása csökken. A humuszformák arányainak megváltozása nagy adagú N esetében jelentős (Debreczeni és Győri, 1997/b).

A N-műtrágyát a növények átlagosan 50% körül hasznosítják. A másik 50 % részben immobilizálódik, kimosódik vagy gázként távozik (Debreczeni et al., 1998., Heltai et al., 1998).

Az optimális termésszintek eléréséhez csak N-műtrágya alkalmazása nem elég, P hatóanyag kijuttatására is szükség van. A talaj humuszmérlegének

egyensúlyban tartásához is szükséges 67-115 kg/ha N műtrágya hatóanyag kijuttatása (Debreczeni és Győri, 1997/a).

A talaj felső 200 cm-ének átnedvesedésekor az összes N mennyisége növekszik, a P_2O_5 -é csökken (Kreybig, 1953).

A talajban az ásványi anyagok mozgását befolyásoló tényezők nagy része azonos a víz forgalmát befolyásolókkal. A szarvasi kutatóintézetben 1 m mély liziméterekben 13 év vizsgálatai alapján a következőket állapították meg:

Az átlagosan 550 mm csapadék- és öntözővíz 8,7%-a, benne a kiadott N-mennyiség 27%-a jutott 1 m-nél mélyebbre. Jelentős volt a kálium és a kalcium kimosódása is. A kimosódó sók anionjai többnyire a műtrágyákból, a kationok pedig a talajból származtak. Az öntözés segíti a talajélet nem szimbiotikus N-fixálását is (Szalóki, 1995).

A nagyhorcsöki kísérleti telepen tartamkísérlet részeként vizsgálták a talaj 0-600 cm-es rétegének nitrát-N tartalmát, annak mélységi eloszlását és a parcellák nitrogénmérlegét. A 22 év átlagában a 200 kg/ha/év dózis évi 50 kg, a 300 kg-os dózis évi 143 kg N-többletet okozott (Németh és Kádár, 1999).

Finnországi szabadföldi vizsgálatok során 1994. és 1996. között nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni sem a termés nagyságának, sem a talajvíz N-tartalmának alakulása és a csapadék mennyisége valamint a talajvíz-szint magassága között. A talajvíz mélységéről közlik, hogy szintjét és minőségét egy-három méteres mélységben mérték és csapadékszegény időben öntözés nélkül a szintje erősen csökkent (Paasonen-Kivekäs et al., 1998).

A mezőgazdasági rendszerek tartamosságára 50-300 éves időkeretben és 15 indikátor-paramétert használva amerikai szerzők két alaptételt közölnek:

1. Fenntartható mezőgazdasági rendszer az, amely a talajt és a vízkészletet, melyek a mezőgazdasági termelés támaszai, fenntartói, az idők során megőrzi vagy javítja.
2. Fenntartható mezőgazdasági rendszer az, amelyben nincs káros anyagok kilúgzása, vízszintes elfolyása (Sands és Podmore, 2000).

2. 4. A vizsgált termesztett növények igényei és reakciói

A talajvíz és talajnedvesség, valamint a tápanyagellátás hatását vizsgálva a Szigetközben és az országban is a legnagyobb területen termesztett növényeket választottuk: őszi búza, tavaszi árpa, kukorica. A kukorica esetében külön vizsgáltuk a szemes kukoricaként és silókukoricaként betakarított állományokat.

Kreybig (1956) ma is mértékadó művében a „Magyaróvári Duna-öntés”-ről többek között az alábbiakat írja: „A talajvízszint ... növénytermesztési szempontokból a mélyen gyökerező növények által jól értékesíthető. ... A termések eredményeiben itt is igen nagy különbségek állapíthatók meg. ... A műtrágyákkal kapcsolatosan elsősorban a nitrogénnel, majd a foszforsavval érnek el kielégítő eredményeket.”

A tápanyag és a vízellátás kapcsolatáról 1983-ban jelent meg magyar nyelvű összefoglaló mű (Debreczeni és Debreczeniné, 1983).

Először ismertetem a szerzők saját megállapításait, majd néhányat más szerzők eredményeiből.

A talaj nedvességtartalékainak kimerülése együtt jár a növényi szövetek relatív N-tartalmának növekedésével, illetve a K-tartalom csökkenésével. A talajnedvesség változása a foszfáttáplálkozást nem befolyásolja hasonló mértékben.

A talaj túlnedvesedése esetén a rossz szellőzöttségből származó kedvezőtlen, gyöngébb gyökérfejlődés okozta hátrány nagyrészt kiküszöbölhető volt N-trágyázással, részben a N-veszteségek kompenzálása miatt is. A vízfelesleg miatti oxigénhiányt a növények átmenetileg, ahhoz alkalmazkodva, elviselik.

A vízhiányról általában elmondható, hogy ha a gyökérnek csak valamelyik ága nedves talajréteggel érintkezik, az képes az egész növény számára elegendő vizet biztosítani.

A talajok természetes tápanyag-szolgáltató képességét a váltakozó kiszáradás és átmedvesedés az intenzívebb mobilizációs és mineralizációs folyamatok eredményeképpen, fokozza. Tartós öntözés esetén trágyázás nélkül ez a tápanyagkészlet csökkenését is okozhatja.

Különbéféle víz- és tápanyagszinteken a föld feletti részek tömegében nagyobb különbségek figyelhetők meg mint a gyökér esetében, hiszen a gyökérrendszer gyakran a limitáló tényezők felvétele miatt kényszerül fokozott növekedésre. Mind a föld feletti, mind a föld alatti részek a legnagyobb tömeget optimális víz- és tápanyagellátásnál adják.

Tenyészedényes vizsgálatok alapján megállapítható, hogy mind az őszi búza, mind a kukorica vízfelvételenek dinamikáját a műtrágyázás és a vízellátás lényegesen nem módosítja, hanem csak mennyiségi eltérést idéz elő. A N, a P és a K felvétele nincs a növények tényleges és relatív

vízfogyasztásával egyenes összefüggésben. A vízfogyasztást legjobban a kivont P mennyisége követi.

Az őszi búza szárazanyag-felhalmozódásának sebessége Mergenthaler (1978) szerint az egész növényt tekintve a szemképződés idején a legnagyobb, 400 kg/ha/nap.

Kolpakov (1966) a szervesanyag-képződést veti össze a tápanyag- és vízfelvétel dinamikájával. A tápanyag-felvétel vizsgálata során kísérletekkel igazolták, hogy a vízfelvételhez hasonlóan a növény képes P-szükségletét fedezni abban az esetben is, ha csak gyökérzetének egy részén keresztül tudja azt fölvenni. (Sztankov, 1964).

A növények vízfelhasználását a legnagyobb mértékben a N fokozza, mely a levélfelületet növelő hatásával magyarázható (Szász, 1973).

Különböző műtrágyaféleségek és -dózisok vízellátástól függő hasznosulását vizsgálták Markgraf et al., (1978), Peschke et al., (1978), Szmirnov (1977).

A talaj vízkészletének, mint a hozamot befolyásoló önálló tényezőnek, pontos kimutatása a hozamoknak rendkívül sok tényezőtől való befolyásoltsága miatt nehéz (Késmárki et al., 1993, Palkovits és Schummel, 1992, Szűcs, 1984, Szűcs és Palkovits, 1987/a, 1987/b.).

A legtöbb szántóföldi növénynek és talajélőlénynek a talaj víz : levegő arányával szembeni igénye az összpórus térfogatszázalékában kifejezve 70:30 körüli (Bocz et al., 1992):

Több cikkben elemzik az éghajlatváltozás miatti aszálykár, illetve öntözővíz-igény várható növekedését (Lelkes, 1996., Nováky, 1996., Gáspár (1994). A vízigény növekedése is szükségessé teszi a talajvíz szerepének vizsgálatát.

Szalóki (1973) szerint a talajvíz szintjének emelkedésével a növény a vízigényének egyre nagyobb hányadát fedezi abból.

Szász (1998) a vízhasznosulás mértékének becslésére a következő képletet használja:

$$WUE = 0,9 * P_H / \Sigma C_s + \Delta R,$$

ahol

WUE: a vízhasznosulási tényező

P_H : a hasznos termék (kg/ha)

ΣC_s : a tenyésztési időszaki csapadékösszeg

ΔR : a gyökérzóna hasznos vízkészletének csökkenése a tenyésztési idő alatt (átlagosan 50 mm)

A WUE értékét a csapadék mennyiségén túl annak eloszlása is módosítja. Szalóki (1999) a Maros hordalékkúpján a földhasználat és a talajvíz kölcsönhatásával foglalkozó dolgozatában több növénycsoportra közöl adatokat a kedvező talajvízszintről. Kalászosok és kukorica esetében ez a felszín alatti 150-200 cm. Kiemeli, hogy a talajvíznek elsősorban a vízellátási szélsőségek kiegyenlítésében, az aszálykárok mérséklésében van nagy jelentősége. A talajvíz szintjének 4 m alá csökkenése a fenti növényeknél a szerző szerint a vizsgálati területen már nem okoz potenciális termés csökkenést.

Németországi kutatók részletekbe menően alapos közleményt jelentettek meg több kultúrnövény vízfelhasználásáról és a talajnedvesség alakulásáról. A 2 méteres talajréteg hasznosvíz-betározó képessége (nutzbare Feldkapazität) méréseik szerint 290 mm volt. Vizsgálataik "melléktermékeként" megállapítják, hogy a talaj szintjén mért csapadék mennyisége mintegy 10 %-kal meghaladja az 1 m-es magasságban mért

értékeket. (Magyarországi mérések szerint a harmatnak a vizsgálatba bevont növények vízellátása szempontjából elsősorban a kukorica és a silókukorica esetében van hatása. Képződésének leggyakoribb ideje a nyár vége és a kora ősz, tenyészidőszaki mennyisége az Alföldön mintegy 35 mm (Szász, 1999).

Őszi búza esetén a vízkészlet felhasználásának mélysége ottani körülmények között augusztus közepére elérte az 1,8-2 m mélységet, noha a vízigénye már az 1,4 m-es rétegben is rendelkezésre állt. Kukorica esetében a vízfelvétel mélysége 1,4 m-ig terjedt (Roth et. al. 1997).

Őszi búza és kukorica növényeknél eredményeink egy részét már közöltük, ezeket a megfelelő helyeken megismétlem (Koltai et al. 2002/a, 2002/b).

Ahol lehetőség volt, ott igyekeztünk az irodalmi adatokat a vizsgált növények szerint csoportosítani is. Mivel a tápanyagellátás hatását hatóanyagokként is megvizsgáljuk, ezért több adatot is közlünk.

2. 4. 1. Őszi búza

A búza vetésterülete Magyarországon 1980-ban 1,276 millió hektár, 2000-ben a betakarított terület 1,024 millió hektár volt.

Fejlődése 9 szakaszra osztható: kelés, fiatal növény fejlődése, bokrosodás, szárbaindulás, kalászolás, virágzás, tejesérés, viaszérés, teljes érés.

Gyökérzetének lehatolási mélysége erősen változó, általában 200 cm-nél alig hatolnak mélyebbre. Gyökérzetének 70-80 %-a a talaj felső 40 cm-es rétegében található.

Fajlagos N:P:K-igénye 1 t szemtermésre vetítve:

25-29: 12-15: 18-22 kg.

A N-felvétel görbéje a szárazanyag-felhalmozódás görbéjéhez hasonló. A növény az összes N 15-20 %-át bokrosodásig, 40-50 %-át szárba indulásig és 90 %-át a kalászolás végéig fölveszi. A N-táplálás egyik legkritikusabb időszaka a tél vége-kora tavasz, mikor a búza N-igénye meghaladja a talajok természetes N-szolgáltató képességét. A fajták és évek között jelentős különbség van a N-igény és -felhasználás között.

A búza a tenyészidő elején és a virágzás időszakában igényel bőséges P-ellátást. K^+ -felvevő képessége jó. A legtöbb káliumot a vegetatív növekedési szakaszban igényli, virágzás után káliumigénye minimálissá válik.

A hazai fajták és agrotechnika mellett a búza vízigénye 350-410 mm-re tehető. Ezt a csapadék nem fedezi, a vízhiány az alföldön a 120 mm-t is elérheti.

A búza szempontjából alapvető jelentősége van a tél végére a talajban betárolt víznek. Legvízigényesebb szakasza a szárbaszökéstől a szemképződésig tart. A búza vízfogyasztásának 8%-át a kelése során, 28%-át a bokrosodás alatt, 33%-át a szárbaindulás idején, 5%-át a kalászolás időszakában, 3%-át a virágzás idején, 23%-át a szemfejlődés utolsó szakaszában fogyasztja (Barabás, 1987).

Az őszi kelés optimális megerősödése akkor történik meg, ha a tenyészideje alatt igényelt csapadékmennyiség mintegy 60 %-a augusztustól októberig lehullik (Bocz, 1992).

Mikroparcellás kísérletek a nitrogén-felvételéről a következő eredményeket adták:

A N-felvétel minden fajtánál viaszérésig tartott. A legintenzívebb szakasz virágzáskor, június elején volt. A felvett N kedvező évjáratban nagyobb arányban származott a talaj nitrogén-készletéből, csapadékszegény évben közel azonos mértékű volt a műtrágyából és a talajból származó arány (Debreczeni, 1989).

Egy 1973 őszen beállított kísérlet az őszi búza tápaanyagfelvételével kapcsolatban a következőket állapította meg: A NxP kölcsönhatás kifejezett volt és a K felvételében is megmutatkozott a NxK kölcsönhatás (Kádár és Elek, 1999).

Kádár et al. (1999) kísérleteiben kiegyensúlyozott növénytáplálással 4 t/ha termésnövekedés volt elérhető a kontrollhoz képest. A liztharmatfertőzöttség is csökkenthető. A K-trágyázás valószínűleg ennek köszönhetően igazoltan 0,5-0,6 t/ha terméstöbbletet eredményezett. Kedvezőtlen téli-tavaszi csapadékviszonyok esetében a K-műtrágyával kivitt CI mérgező hatása miatt bokrosodáskor mérgezési tüneteket okoz. Szarvason 1995-ben búza esetében az NPK-hatás (a P-dózistól függően) 22-34 %, a P-hatás 15-16 %-os volt, mindkettő 95 %-on szignifikáns. A kísérletet száraz körülmények között végezték, mikoris a szemfejlődés második szakaszában a talajnedvesség a hasznosvíz-tartalom 50 %-a alá süllyedt (Dombovári és Bíróné, 1997).

1987 és 1989 között Olaszországban nagy termőképességű búzafajtával végzett kisparcellás szabadföldi vizsgálatok szerint a maximális termés 210 kg/ha N kijuttatásával érhető el (N_0 : 5,6 t/ha, N_{140} : 6,9 t/ha, N_{210} : 7,5 t/ha). A szentelítődéskori N-felvétel erősen korrelál az alkalmazott N-dózissal (Delogu et al., 1997).

A Gödöllői Agrártudományi Egyetem két kísérleti területén 1984-és 1987 között vizsgálták őszi búza fajták reakcióját a különböző dózisu fejtrágya megosztására. A termés nagyságában nem volt szignifikáns különbség a kontroll és a kezelések között. Ennek okai között az évjárathatás, a talaj meglévő tápanyagkészletének hasznosulása és a fajták tápanyagra való különböző reakciója szerepel (Pethes et al., 1994). A kalásztömeget és a kalászszaámot vizsgálva megállapítható, hogy 120, 160 és 200 kg/ha N fejtrágya hatóanyag esetében az évjárat hatása a megosztás hatását elfedi (Pethes et al., 1997).

A N-fejtrágya megosztásának hatását vizsgálva megállapították, hogy a műtrágya minden esetben növelte a szemtermés N-koncentrációját (Pethes et al., 1996).

2. 4. 2. Tavaszi árpa

A tavaszi árpa vetésterülete Magyarországon 1980-ban 131 ezer hektár, 2000-ben a betakarított terület 174 ezer hektár volt.

A tavaszi árpa fenofázisai: kelés: 12-15 nap, bokrosodás: 33-35 nap, szárbaindulás: 17-27 nap, kalászosulás, virágzás: 10-12 nap, virágzás, érés: 24-26 nap. Vetése márciusban, betakarítása júliusban történik. Sekélyen gyökerező, előveteményre igényes növény. Általánosan elfogadott, hogy 60-70 kg/ha-nál magasabb N-dózisok az évek legnagyobb részében minden termőhelyen minőségromlást és termésesökkenést okoznak. N-szükségletének 60-70%-át a talaj tápanyagkészletéből fedezi. Megfelelő időben vetve a télen betározott csapadékot jól ki tudja használni. Vízigénye mérsékelt, az aszályra a beporzás idején a legérzékenyebb. (Lőrincz, 1984).

A szem- és szalmatermésrel a talajból kivont tápanyagok mennyisége eltérő mértékben, de a növény N-ellátását követi (Kismányoky, 1980). Szarvasi kutatók együtt vizsgálták a tárgyévi tápanyagellátás hatását és az előző évi utóhatását. A N-K illetve az NPK műtrágyák együttes hatása 23 % szemtermés-többletet jelent. A P-hatás 11 %-kal több termést eredményezett. Mindkét különbség szignifikáns. Öntözés (egy alkalommal 40 mm) a kísérlet átlagában 18 %-kal növelte meg a termést. Öntözés nélkül a nagyobb P-dózisok (300 ill. 400 kg/ha) utóhatása a szemfejlődéskori csapadékhiány miatt nem érvényesült (Dombovári és Bíróné, 1997).

Barta (1996) a talaj nedvességtartalmának hatását vizsgálta csallóközi mészlepedékes csernozjom talajon az őszi búza és a tavaszi árpa termésének mennyiségére. Összefoglalóan megállapítja, hogy őszi búzánál vegetációs öntözésnek csak sekély termőréteg és rossz gyökérfejlődés esetén lehet jelentősége. Tavaszi árpánál a tartós száraz meleg az öntözést indokoltá teheti.

2. 4. 3. Kukorica

A szemes kukorica vetésterülete Magyarországon 1980-ban 1,229 millió hektár, 2000-ben a betakarított terület 1,193 millió hektár volt. A silókukoricáé 1980-ban 292 ezer hektár (és 33 ezer hektár csalamádé), 2000-ben a betakarított terület (silókukorica és csalamádé együtt) 147 ezer hektár volt. A kukorica fejlődése 11 szakaszra osztható: csírázás, kelés, 3-4 leveles állapot, szárba menés, 6-7 leveles állapot, címerhányás, nővirágzás, csőképződés, tejesérés, viaszérés, biológiai érés. Egyes szerzők más fenofázisokat különítenek el. A növény 4-6 leveles korában

megindul az intenzív tápanyagfelvétel. 8-11 leveles korban a tápanyaghiány 10-20 % terméseszkkenést okozhat. Címerhányás után öt nappal, a hímvirágzás és az azt követő nővirágzás ideje a víz- és a tápanyagellátás szempontjából a legkritikusabb időszak. A levelek leszáradása miatt a termésveszteség 20-30 % is lehet. A N és a P a fejlődés kezdetétől az érés időszakáig fontos, a K-felvétel a nővirágzás idején a végéhez közeledik.

A kukorica fajlagos tápanyagigénye (NPK) különböző szerzők szerint erős szórást mutat (4-5,80 kg/100 kg szemtermés) (Menyhért, 1985).

Berzsenyi és Gyórrffy (1995) Martonvásáron 1960 óta folyó tartamkísérlet 35 éves adatsora alapján megállapították, hogy öt növénytermesztési tényező a kukorica termésmnövekedéséhez a következő arányokban járult hozzá: trágyázás 30,7 %, fajta 30,0 %, növényszám 20,3 %, ápolás 16,3 %, talajművelés 2,7 %. A növénytermesztési tényezők optimális kombinációjával nemcsak a termés nagysága növelhető, hanem a termésmbiztonság is.

A termésmnövekedésről számos külföldi szerző véleményét is ismertetik:

A termésmnövekedésnek a fele a nemesítésnek és fele az agrotechnikának tulajdonítható (Evans, 1993). Az agrotechnikában bekövetkezett változásoknak tulajdonítható a termésmnövekedés 43 %-a (Cardwell, 1982). A termésmnövekedés 44 %-a a trágyázásnak, 34 %-a a gyomirtószereknek, 22 %-a a fajtának a hatása (Schroder et al., 1982).

Egy másik tartamkísérletben határozott trágyahatás növekedés állapítható meg: százalékos hatása 18,6-ról 30,7-re nőtt. A fajta, a hibrid szerepe is egyértelműen nőtt, 26,6 %-ról 30,0 %-ra. A termésmnövekedésben a növénytermesztési tényezők aránya a következő: műtrágyázás 48 %,

öntözés 28 %, talajművelés 18 %, növényszám 6 %. Az öntözés-műtrágya és a növényszám-műtrágya kölcsönhatása évjáráttól függetlenül pozitív, de a hatás mértéke eltérő (Nagy, 1995/a).

Arnon (1975) szerint bármelyik makrotápelem hiánya más makroelemek felvételét is csökkenti.

Az MTA Mezőgazdasági Kutató Intézete martonvásári kísérleti telepén 1970 és 1991 között folyó tartamkísérlet megállapítja, hogy a 13. évtől kezdődően a 160 kg/ha N-hatóanyag dózis nagyobb termést ad, mint a 240 kg/ha. A termés nagyságára a N-hatóanyagon kívül az év és a hibrid is szignifikáns hatást gyakorol (Berzsenyi, 1993/a).

A szemtelítődés időszakában a legnagyobb levélszáradást a trágyázott és öntözés nélküli kezelésben mérték (Wolf et al., 1988).

A biomassa produkció és a növekedési sebesség a legmagasabb a 160 és 240 kg N hatóanyag/ha kezelésben volt. Fontos a nem limitált N-ellátottság. Száraz években a produkció mindegyik N-kezelésben szignifikánsan csökkent, a legnagyobb mértékben az N_0 kezelésben. A kísérleti adatokból a N-hiány és a vízhiány additív hatására is lehet következtetni (Berzsenyi, 1993/b).

A szemtermésre mind a műtrágya hatása, mind az évjárat szignifikáns volt (Dobos és Nagy, 1998).

Kukorica esetében öntözés nélkül a 90-120 kg/ha N dózis lehet az irányadó (Nagy, 1995/b).

Más termőhelyen végzett szabadföldi kísérletek során mind az őszi búza, mind a kukorica esetében a legnagyobb terméseket megfelelő P és K ellátás mellett mintegy 150 kg/ha N hatóanyag felhasználásával érték el (Debreczeni, 1997., Kiss és Kismányoki, 1998/a).

A megfelelő N-ellátottság eredményezte kezdeti gyors levélfelület-növekedés szárazságban nem jelent előnyt, mert a kukorica korábban vízhiányba kerül, mely a generatív szakaszban tetőzik és termés csökkenéssel jár. A szemterméssel pozitív korrelációban van mind az elővetemény betakarításától a vetésig eltelt időben, mind a tenyészidőszakban lehullott csapadék (Nagy és Huzsvai, 1995).

Kompolton végzett tartamkísérlet alapján megállapították, hogy különféle vetésforgók használata, különféle tápanyagszinteken, 0,6-1,92 t/ha terméstöbbletet jelent. A növényi sorrend hatása a legnagyobb a nem trágyázott kezelésnél (Pummer et al., 1997).

A vetésforgó termésmenvelő hatása fordított arányban volt a kukorica részarányával a vetésforgóban. Trágyázás esetében az elővetemény termésmenvelő hatása kisebb (Berzsenyi és Gyórfy, 1996).

Az agrotechnikai kérdések közül több szerző kiemeli az őszi szántás hasznosságát: Az őszi szántás a szántás nélküli változathoz és a tavaszi szántáshoz képest (többek között a talaj tápanyagainak feltáródását segítve) számottevően növeli a kukorica termését. A terméskülönbség kedvező csapadékellátottság mellett nagyobb, mint aszályos években. A műtrágyázás a kedvezőtlen agrotechnikai hatásokat részben kompenzálni képes (Nagy, 1996/a). Talajművelési rendszereket összehasonlítva, a talajnedvességben azonos körülmények között csak a 0-10 cm-es rétegben van különbség a direktvetéses módszer javára a forgatásos és a bakhátas műveléshez képest (Gyuricza et al., 1999). Őszi szántásban az öntözés hatása aszályos években kiemelkedő, 5,1 t/ha-os terméstöbbletet ad. Másfajta talajművelés ezt a hatást csökkenti. Átlagos

csapadékellátottság esetén az öntözés hatása minden esetben kicsi (Nagy, 1996/b).

Magyarországon a kukoricatermesztésben a víz jelenti az egyik legfontosabb korlátozó tényezőt.

A kukorica 150-240 cm mélységből képes fölvenni a vizet. A kritikus periódus a címerhányást közvetlenül megelőző és az az alatti időszak. Ekkor veszi fel a növény a vízigényének 50-60 %-át. A levelek irreverzibilis hervadását előidéző vízhiány 50 %-os terméseszkökenést is okozhat. A vegetáció első felében a túl nedves talaj okozhat terméseszkökenést. A kukorica transzspirációs együtthatója 600 l víz/1 kg szemtermés (Menyhért, 1985). A kukorica vízfelhasználása, ha a növény eléri e legnagyobb levélfelületet és elegendő víz áll rendelkezésre, 5-6 mm/nap, de elérheti a 6-9 mm-t is (Larson és Hanway, 1977). Zárt növényállományok esetében (ahol az evaporáció értéke a transzspiráció értékéhez képest minimális) (Oke, 1978) közlik, hogy Európa kontinentális részén a nyári napi vízvesztés értéke átlagosan 5 mm-nek vehető (Anda és Burucs, 1997). A növényállomány sűrítésével a szárazság, a vízhiány-stressz hatása fokozottabban jelentkezik (Berzsenyi et al., 1994). Száraz évjáratokban az alacsonyabb (60 000), jó vízellátás esetén a magasabb (70-80 000) tőszám adja a nagyobb termést (Megyes és Nagy, 1999). Két kukoricahibrid összehasonlítása során az öntözés a vízigényes hibrid esetében 18 %-os, a szárazságtűrő esetében 5,3 %-os termésmnövekedést eredményezett. Mindkettő szignifikáns növekedést jelent az öntözetlen viszonyokhoz képest és a két hibrid között is szignifikánssá vált a különbség (Anda és Bakos, 1996). A termésátlag mind a víz-, mind a tápanyagellátással pozitív korrelációban van. A

szárazgazdálkodásra megadott fajlagos N-igények öntözött körülmények esetében túlzottak (Szalókiné, 1997). A víz- és tápanyagellátás optimális határig növeli a víz hasznosulását. A növények vízigényét a párologtató felület nagysága és élettartama határozza meg. A tényleges vízfogyasztás a vízellátástól függ leginkább. Az evapotranszspiráció (ET) 450-550 mm-nél tetőzik; ebben a tartományban a termést egyre inkább más tényezők határozzák meg. Ezen érték alatt a vízhiány exponenciális mértékben csökkenti a termésátlagot (Szalókiné és Szalóki, 1998).

Alena (1996) kukorica növényvel (szemes kukorica) 1986-ban és 1989-ben a Csallóközben végzett vizsgálatok alapján a potenciális evapotranszspiráció (PET) és az aktuális evapotranszspiráció arányának vizsgálatával megállapítja, hogy mind száraz, mind átlagos csapadékellátottságú év esetében a talajvíz kívánatos szintje stabilan 110 cm mélyen lenne. A kapilláris vízemelő-képesség számításai szerint ebben az esetben biztosítja a PET 95 %-ának megfelelő mennyiségű víz meglétét a gyökérszónában. Dinamikusan változó talajvízmélység (szint) esetén ez az érték száraz évben 95-115 cm, normális csapadékellátottságú évben 100-270 cm. (A mi megállapításaink ezt nem támasztják alá, ennél mélyebb talajvízszinteket is megengednek.) Takac (1996) a csallóközi régió vízigényét és terméspotenciálját a dán DAISY modell adaptálásával vizsgálta. Megállapítja, hogy a legnagyobb termést a gyökérszónában található talajvíz esetén, a legkisebbet a többletvíz-hatás nélküli 1 m-nél vékonyabb fedőrétegű területeken szimulálták. (Ez utóbbi megállapítása egyezik a mi eredményeinkkel.) Az öntözővíz igényt tekintve a helyzet fordított. Az öntözési igény és az öntözés hatékonysága a legnagyobb a lucernánál, a legkisebb a tavaszi árpánál volt.

Az irodalmi adatokat összefoglalóan értékelve kijelenthetők a következők:

1. Az évjáráthatás minden növény esetében jelentős.
2. A fajták, hibridek között minden tekintetben nagy különbségek vannak.
3. A kijuttatott tápanyagok mennyiségén és arányán túl azok kijuttatásának ideje és módja is meghatározó.
4. A növény által fel nem vett tápanyagok a talaj tápelem-készletét gyarapítják (a N a humusztartalom megőrzésével vagy növelésével, a P és K közvetlenül).
5. A tápanyagellátás a termés mennyiségén túl annak beltartalmi értékére, minőségére is hatással van.
6. Magyarországon a légköri csapadék a növénytermelési hozamok limitáló tényezője.
7. A talajvíz szerepe a növények vízellátásában jelentős lehet.

3. Anyag és módszer

A tápanyagellátás és a talajvíz szintjének a termés befolyásoló hatására kerestük a választ a Szigetközben termelt legfontosabb szántóföldi növényeknél.

A Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztályának a Szigetközi Monitoring rendszer keretében létrehozott adatbázisát elemeztük.

A rendszeres adatgyűjtő munka 1980-ban kezdődött meg.

A szántóföldi adatbázis az üzemek hiteles bizonylatai alapján készült, majd táblaszinten feldolgozásra került. Az adatgyűjtési munka a Szigetköz térség szántóterületének mintegy 80%-ára terjed ki.

1984-től megkezdődtek a fenológiai és növény-egészségügyi megfigyelések. Ezek, méréseken alapuló nagypontosságú adatokat szolgáltatottak a termesztés valamennyi körülményéről és a növényállomány fejlődéséről, állapotáról.

A talajvízszint észlelő kutak térségében 1983. és 1984. években 69 helyen talajszelvény-feltárások készültek. (Szűcs és Palkovits, 1987/c; 1988)

A talajminták részletes laboratóriumi vizsgálatra kerültek. A helyszíni felvételezés és morfológiai leírás után rétegenként megállapításra került a mechanikai összetétel és az összporozitás. Meghatározásra kerültek a különböző erővel kötött nedvességfrakciók (a pF-görbe adatai) és hidraulikus vezetőképesség. Megállapították az aktuális nedvesség-

tartalmat és –tenziót. Megtörtént a talajok genetikai rendszertani besorolása.

1989-ben a szelvényfeltárásokra alapozva megkezdődött a talajok térfogatszázalékban mért nedvességtartalmának rendszeres mérése. A mérőhelyek száma jelenleg 40. A mérések SMM-001 típusú elektromos - kapacitív elven működő -, mélyszondás készülékkel történtek, évente 10-14 alkalommal, a tenyészidő folyamán általában kéthetente. A szelvény nedvességtartalmát 10 centiméterenként mértük. A kijelzett érték térfogat %-ában mutatja az adott talajréteg összes nedvességtartalmát, ami a nedvességkészlet mm-ben.

Általánosságban elmondható, hogy a térség növénytermesztési színvonala jobb (volt) a megyei átlagnál. A térségben kialakult és állandósult a vetésszerkezet. Az üzemek intenzív műtrágya-felhasználók voltak, mindenkor a legjobbnak tartott fajtákat, hibrideket használták, a gyomirtást és a növényvédelmet a szükségleteknek megfelelően alkalmazták. A gépellátottság megfelelő volt.

Az öntözési lehetőségeket csak részben használták ki. (Palkovits, 1992)

3.1. A szántóföldi adatbázis elemzése

Az elemzést a térségben három meghatározó növény: az őszi búza, a kukorica (megtörtve szemes- és silókukoricára) és a tavaszi árpa táblák 1980-1998 közötti időszakból származó adatai alapján végeztük

Az elemzéshez az adatbázisból az alábbi adatokat használtuk föl:

- a kultúra kódja

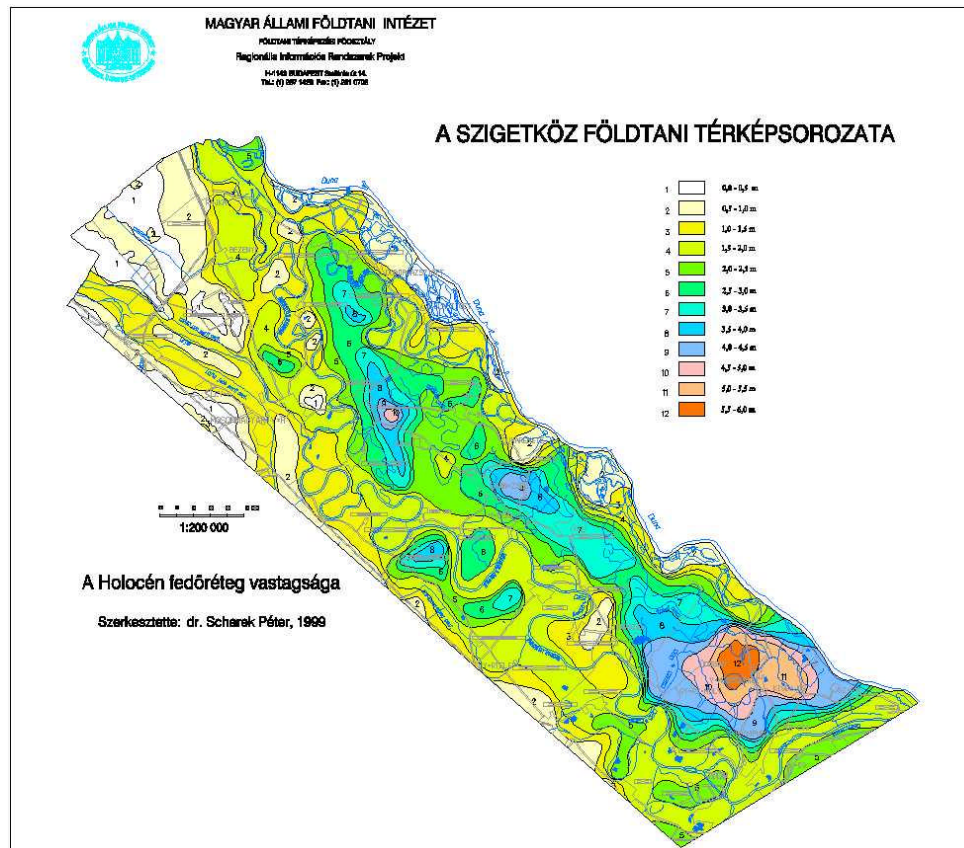
- műtrágyadózis (N, P, K hatóanyagok alaptrágyaként és N fejtrágya)
- a táblák vegetációs időszaki átlagos talajvízmélysége (minden évben az április-szeptember hónapok átlagainak átlaga az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság adatai, 50 észlelőkút alapján)
- a fedőréteg vastagsága (Scharek, 1999), 2. ábra
- a termés nagysága (t/ha)

A növénytermesztési hozamokat sok tényező befolyásolja. Megvizsgáltuk a táblaméreteket, az alkalmazott agrotechnikát, a légköri csapadék helyi különbségeit. Elemeztük a táblánkénti előveteményt és a fajtakérdést. Megállapítottuk, hogy ezekben a növénytermesztési tényezőkben nincs jelentős különbség a vizsgált időszakban.

A növénytermesztés eredményeit meghatározó tényezők közül csak a tápanyagellátást és a talajvíz mélységét vontuk be a vizsgálati modellbe. A táblaszintű adatokat a fedőréteg vastagsága, a talajvíz mélysége és a tápanyagellátás alapján csoportosítottuk.

E mellett három ok szól:

- A létrehozott kategóriák elemszáma megbízható matematikai elemzésre ad módot
- A nagy, sok évet átfogó adatbázisban csökkenthető az évjáráthatás
- Számos más tényező (agrotechnika, fajtakérdés, stb.) a nagy elemszám miatt minden vizsgált kategóriában az összehasonlítást nem veszélyeztető, hasonló képet mutat.



2. ábra. A holocén fedőréteg vastagsága a Szigetközben

A Duna 1992 őszen történt elterelése a vizsgálati terület egy részén, azon belül sem egységesen, a talajvíz szintjének süllyedését okozta. Az árhullámok hatása is elmaradt, vagy csökkent. A Duna vízjárásának évenkénti változása miatt a táblák vegetációs időszaki talajvízszintje évente változó. A táblákat ennek megfelelően évente soroltuk a talajvíz-kategóriákba és így előfordul, hogy némelyik tábla az évek során több talajvíz-kategóriában is szerepel.

Külön megvizsgáltuk, hogyan hatott a talajvíz a termésátlagra egy csapadékos (1987.) és egy aszályos (1993.) évben.

Az adatbázisból kiválasztottuk a vizsgálatra kijelölt növények tábláit, és ezekből képeztük a kiindulási adatállományokat.

Első lépésként minden növénynél a vegetációs időszak átlagos talajvízmélysége és a fedőréteg vastagsága alapján az adatbázist 6 tartományra (a továbbiakban: talajvíz-kategória) soroltuk, és az alábbi jelölésekkel hivatkoztunk:

A többletvíz-hatás nélküli területek kategóriájában (TVN)

a vegetációs időszak átlagában a talajvíz nem éri el a fedőréteget. Ezt tovább bontottuk 1 méternél vékonyabb (TVN1), 1 méternél vastagabb (TVN2) fedőrétegű területekre.

A többletvíz-hatás alatti területeket további 4 kategóriába soroltuk:

A talajvíz mélysége 0 és 150 cm között van (TV1), 151 és 200 cm között van (TV2), 201 és 300 cm között van (TV3) és 301 cm alatt van (TV4).

A továbbiakban ezeket a jelöléseket alkalmaztuk.

A fenti csoportosításnak tapasztalati okai voltak:

A többletvíz-hatású területeknél az átlagos talajvízmélység szerinti csoportosítás miatt a 0-150 cm kategóriában (TV1) a talajvíz időnként magasra emelkedik, közvetlen belvízkárok is előfordulhatnak, illetve sajátságosan alakíthatja a talaj víz-levegő-tápanyag gazdálkodását.

A 151-200 cm átlagos talajvízmélységű területek a közvetlen talajvízhatású területek. A víz a kapilláris erők segítségével a gyökérszónába emelkedik, folyamatos, jó vízellátást biztosítva.

A 201-300 cm átlagos talajvízmélység közvetett nedvességpótló hatású, jelentőssé válik a pára formájú vízmozgás.

A 301 cm alatti talajvízmélység esetén annak nedvességpótló hatása kisebb.

A talajvíz-hatású táblák esetében a kategóriákon belül 10 cm-es bontásban bemutatjuk az egyes vízszintekhez tartozó esetszámokat is (1. sz. melléklet).

A többletvíz-hatás nélküli területeken a növények gyökerezési mélysége és a talajban betárolt víz mennyisége alapján történt a felosztás.

A fedőréteg vastagsága szerint első lépésként négy csoportot hoztunk létre: 1 m vagy annál vékonyabb (Fedő1), 1 és 2 m között (Fedő 2), 2 és 3 m között (Fedő 3) és 3 méternél vastagabb (Fedő 4)

A talajvíz-kategóriák közé történő besorolásnál az 1 méternél vastagabb fedőrétegű területeket már nem kezeltük külön, ugyanis a hozamokban már nem volt sem szignifikáns, sem jelentős különbség.

A tápanyagellátás hatásának vizsgálatára valamennyi talajvíz-kategórián belül a kijuttatott tápanyag mennyisége alapján, vegyes hatóanyagban számolva tápanyagcsoportokat (a továbbiakban: csoportok) hoztunk

létre: 0-50 kg/ha (NPK1), 51-150 kg/ha (NPK2), 151-300 kg/ha (NPK3), 301-450 kg/ha (NPK4) és több, mint 451 kg/ha (NPK5) vegyes hatóanyag.

Ez a csoportosítás is bizonyos fokig önkényes, de a következők szólnak mellette:

A 0-50 kg/ha-os csoportban a kijuttatott tápanyag mennyisége mind a növény igényeihez, mind a talaj természetes tápanyag-szolgáltató képességéhez, mind a reziduális tápanyag mennyiségéhez képest kicsi, valamint - ha egyáltalán került sor műtrágyázásra - az esetek túlnyomó részében csak N fejtárgya volt. Ezen táblák esetében általában egy alacsonyabb agrotechnikai szint is jellemző.

Az 51-150 kg/ha-os csoport esetében jellemző az egyoldalú N-ellátás.

A 151-300 és a 301-450 kg/ha-os csoportokban beszélhetünk a növények igényének megfelelő tápanyagellátásról. Ezek megosztása a dózisok nagysága miatt indokolt.

A 451 kg/ha-nál nagyobb dózisu táblákat a nagy dózis némiképp eltérő hasznosulása és a Szigetközben gyakran alkalmazott vinasz magas káliumtartalma miatt kezeljük külön.

Az előkészítő munkák során meggyőződünk a talajvíz-kategóriák és a tápanyagcsoportok összehasonlíthatóságáról.

A fenti szempontok alapján csoportosítottuk az adatbázisban gyűjtött adatokat, és elkészítettük az alapstatisztikákat (1 - 8. táblázat).

1. táblázat Az őszi búza termésátlaga és tápanyagellátása talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	Esetszám	Termés- átlag (t/ha)	Szórás	NPK átlag (kg/ha)	Szórás
TV1	494	5,609	1,23	301	136,59
TV2	656	5,592	1,07	268	140,11
TV3	757	5,541	1,14	299	142,11
TV4	145	5,268	1,13	232	163,51
TVN	2645	5,002	1,17	267	146,18
--TVN1	199	4,451	1,11	233	120,96
--TVN2	2446	5,046	1,17	270	147,69
Összes/Átlag	4697	5,244		276	

2. táblázat Az őszi búza termésátlaga és tápanyagellátása a többletvíz-hatás nélküli területeken

	Esetszám	Termés- átlag	Szórás	NPK átlag	Szórás
Fedő1	199	4,451	1,103	233	121,00
Fedő2	1517	5,059	1,192	272	141,53
Fedő3	863	5,021	1,122	266	156,61
Fedő4	66	5,056	1,231	271	166,77

3. táblázat A tavaszi árpa termésátlaga és tápanyagellátása talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	Esetszám	Termés- átlag (t/ha)	Szórás	NPK – átlag (kg/ha)	Szórás
TV1	187	4,832	1,16	198	136,39
TV2	282	4,983	1,05	195	136,78
TV3	377	4,949	1,04	199	137,03
TV4	54	4,570	1,21	190	130,59
TVN	816	4,514	1,14	169	150,89
--TVN1	41	4,412	0,94	151	136,50
--TVN2	775	4,519	1,15	170	151,63
Összes/Átlag	1716	4,723		184	

4. táblázat A tavaszi árpa termésátlaga és tápanyagellátása a többletvíz hatás nélküli területeken

	Esetszám	Termés- átlag	Szórás	NPK átlag	Szórás
Fedő1	41	4,412	0,943	151	136,50
Fedő2	467	4,501	1,118	156	144,71
Fedő3	282	4,536	1,190	186	159,00
Fedő4	26	4,657	1,174	259	149,75

5. táblázat A szemes kukorica termésátlaga és tápanyagellátása talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	Esetszám	Termés- átlag (t/ha)	Szórás	NPK – átlag (kg/ha)	Szórás
TV1	314	7,423	1,5078	360	134,41
TV2	322	7,372	1,6462	342	176,28
TV3	359	7,126	1,7568	298	172,04
TV4	114	6,604	1,9550	318	147,63
TVN	1560	6,184	1,8625	266	184,48
--TVN1	108	5,428	1,8920	230	177,11
--TVN2	1452	6,240	1,8486	269	184,80
Összes/Átlag	2669	6,618		293	

6. táblázat A szemes kukorica termésátlaga és tápanyagellátása a többletvíz-hatás nélküli területeken

	Esetszám	Termés- átlag	Szórás	NPK átlag	Szórás
Fedő1	108	5.428	1,892	230	177,11
Fedő2	801	6.442	1,919	271	183,66
Fedő3	611	6.008	1,734	271	185,88
Fedő4	40	5.737	1,623	200	182,15

7. táblázat A silókukorica termésátlaga és tápanyagellátása talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	Esetszám	Termés- átlag (t/ha)	Szórás	NPK – átlag (kg/ha)	Szórás
TV1	186	29,587	8,42	362	146,89
TV2	172	29,199	9,55	315	153,77
TV3	198	29,350	9,03	311	168,30
TV4	76	27,171	10,91	267	162,26
TVN	1140	27,071	9,51	254	178,79
--TVN1	35	21,875	7,84	154	191,97
--TVN2	1105	27,235	9,52	258	177,54
Összes/Átlag	1772	27,844		278	

8. táblázat A silókukorica termésátlaga és tápanyagellátása a többletvíz hatás nélküli területeken

	Esetszám	Termés- átlag	Szórás	NPK átlag	Szórás
Fedő1	35	21,875	7,845	154	191,97
Fedő2	618	26,512	9,714	259	168,89
Fedő3	468	28,228	9,138	262	185,93
Fedő4	19	26,315	10,396	89	168,27

A fenti táblázatokban a termésátlagok az egyes talajvíz-kategóriákban lényegesen különböznek. Ez igazolja a csoportosítást és jelzi, hogy további vizsgálatokat kell végeznünk.

A következő elemzési szakaszban a szántóföldi adatbázisból növényenként kigyűjtött és a fenti csoportosításban összeállított adatokat használtuk fel.

Csoportonként ellenőriztük, hogy az alapadatok között nincs-e kiugró érték és kiszűrtük a hiányos adatú táblákat.

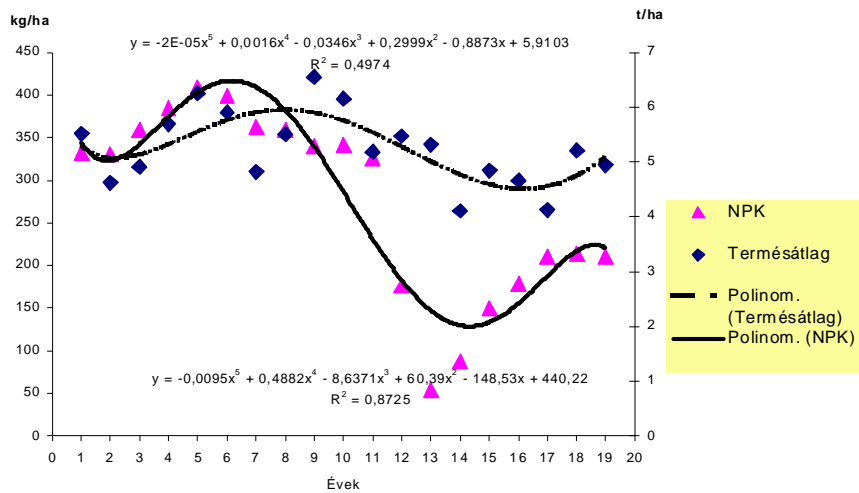
A rendelkezésünkre álló adatokat olyan koordináta rendszerben ábráztuk, amelyben a vízszintes tengelyen az éveket, a függőleges tengelyen a terméshozamokat (t/ha), ill. a második függőleges tengelyen a felhasznált műtrágya mennyiségét vegyes hatóanyagban (kg/ha) kifejezve tüntettük fel. A pontthalmazok időbeli változásának tendenciáját a folytonos vonallal jelölt trendfüggvények mutatják. Ezek összeállításánál valamennyi talajvíz-kategóriát együtt kezeltük.

A tápanyagellátás és a hozamok időbeli trendjét ábráztuk a vizsgált négy kultúra esetében a (3 – 6. ábrák). A növénytermesztés eredményességében a természeti körülmények mellett az agrotechnikának (trágyázás, fajtakérdés, technológia, növényvédelem) is jelentős szerepe van. Ezek az alapvető mezőgazdasági tényezők évről évre csak kis mértékben változtak. A terméshozamok azonban jelentősen ingadoztak, ezeket az eltéréseket okozhatták a meteorológiai tényezők, a talajvíz és a tápanyagellátás mértéke. A tápanyagellátás és a hozamok időbeni alakulását vizsgálva látható, hogy az őszi búza, a tavaszi árpa és a szemes kukorica hozamainak alakulása kis késéssel és tompítottan

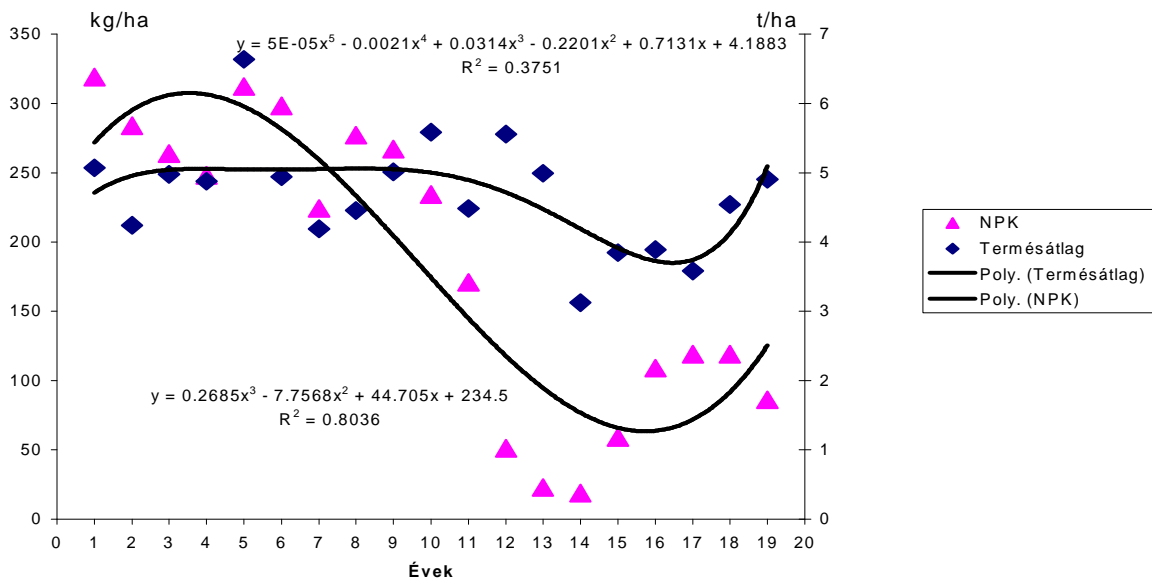
követi a tápanyagellátás változását. A silókukorica esetében ez nem figyelhető meg. A silókukorica később is megfigyelhető, a többi vizsgált növényétől eltérő reakcióra a későbbiekben megpróbálunk magyarázatot adni.

Vegyük sorba az eltéréseket okozó tényezőket.

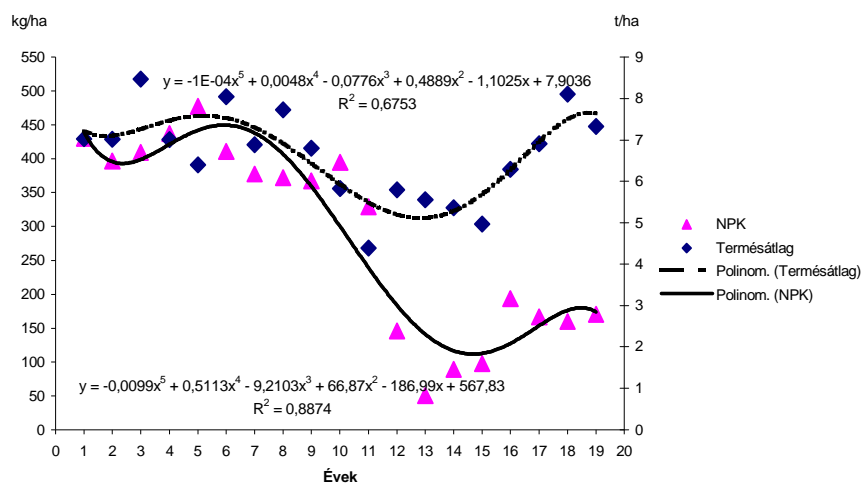
Az elemzés során első lépésben kultúránként varianciaanalízissel külön megvizsgáltuk, hogy a talajvízmélység-kategóriák, mint kezelések, hogyan hatnak a terméseredményre. Értékeléskor a különböző kezelések szórásának homogenitását Bartlett-próbával ellenőriztük. A kezelések közti szignifikáns különbséget az F-próba jelezte. Szignifikáns különbség esetén a csoportok közti vizsgálathoz a t-próbát használtuk. A legkisebb szignifikáns differencia módszerét választottuk és $p=95$ és 99 %-on vizsgáltuk az eltéréseket és meghatároztuk a szignifikáns kategóriák középértékei közti különbségeket.



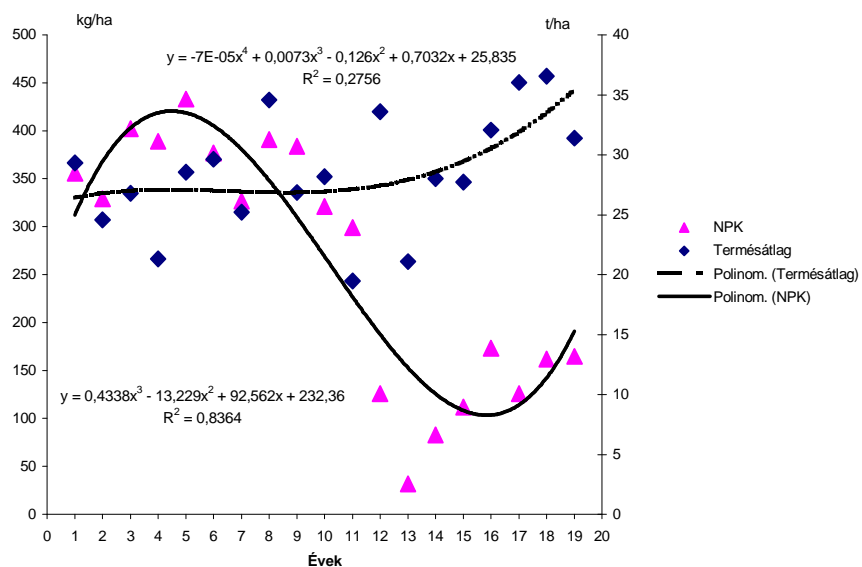
3. ábra Az őszi búza termésátlag és NPK átlag trendje 1980-1998.



4. ábra A tavaszi árpa termésátlag és NPK átlag trendje 1980-1998.



5. ábra A szemes kukorica termésátlag és NPK átlag trendje 1980-1998.



6. ábra A silókukorica termésátlag és NPK átlag trendje 1980-1998.

A következő lépés a kialakított tápanyagcsoportok, mint kezelések vizsgálata volt. Növényenként varianciaanalízissel külön megvizsgáltuk, hogy a tápanyagdózisok, mint kezelések, hogyan hatnak a terméseredményre.

Az adatbázis megfelelő bontásával a két tényezőt együtt vizsgálva, nem elemeztük a tényezők kölcsönhatását, csak az együttes hatást.

További vizsgálódásunkban arra kerestünk választ, hogy az egyes talajvíz-kategóriákban milyen kapcsolat van a tápanyagellátás és a termésátlag között és meghatároztuk a kapcsolatot leíró függvényt. Az összefüggést regresszió analízissel a növényenként rendelkezésre álló termésadatokból és a kijuttatott tápanyagok (N, P, K) adatai alapján határoztuk meg különböző módszerek segítségével.

Vizsgáltuk a N, a P és K hatását külön és a kijuttatott összes vegyes hatóanyag termést befolyásoló hatását is. A lépésenkénti regresszió analízis eredményeit talajrétegenként értékeltük.

3. 2. Három eltérő talajvízhatású mintatér részletes vizsgálata

A szántóföldi adatbázis vizsgálata alapján meghatároztuk a különböző talajvízmélységű és –tápanyagellátású területek hozamait. A kapott eredményeket összehasonlítottuk három konkrét megfigyelőhely adataival. A mintaterületeket, melyeket a község nevével és a hozzájuk tartozó talajvízszint mérő kút számával jelölök, a 2-4. számú mellékletekben mutatjuk be.

A megfigyelőhelyek Rajkán, Ásványrárón és Nagybajacson találhatóak. A rajkai mintaterület gyakorlatilag nem rendelkezik többletvíz-hatással, az ásványrárói és a nagybajcsi igen.

Mindhárom esetben rendelkezésre álltak a szántóföldi adatbázisból származó adatok, a fenológiai megfigyelések és a talajnedvességmérések adatai. A fenológiai megfigyelések a növények állapotán túl valamennyi lényeges technológiai elemről részletes információval szolgálnak a termesztés során.

Összefüggést kerestünk a talajvíz észlelőkútban mért szintje és a talajok nedvességtartalma között. A vizsgálatokat a 10-200 cm-es talajszelvényben végeztük, egyben és megbontva is a 10-100 és 110-200 cm-es rétegekre. A talajnedvesség-mérések és a talajvizsgálatok adatai alapján 10 cm-es talajrétegenként számolva lehetőség van a talajszelvények nedvességekészletének összehasonlítására. Összehasonlítható az összes-nedvesség tartalom, a szelvényekben levő diszponibilis víz mennyisége és ennek aránya szántóföldi vízkapacitáshoz. Bemutatható a talajvíz hatása a növények vízellátásában. A többletvíz-hatást a gyakorlat számára egyértelműen, mm-ben fejeztük ki. Megvizsgáltuk a hozamok alakulását és ennek viszonyát a várt értékhez. Növényenként összegyűjtöttük a termesztésre ható tényezők jellemzőit (Palkovits és Schummel, 1997). A fenológiai megfigyelések eredményeit és valamennyi adatot együtt kezelve ez egyfajta ellenőrzése a megállapításainknak, illetve bemutathatók a várt értéktől előforduló eltérések okai.

A légköri csapadék mennyiségét, mely a talajvízhatással nem rendelkező területeken az egyetlen jelentős nedvességforrás, valamint a gyökerekkel

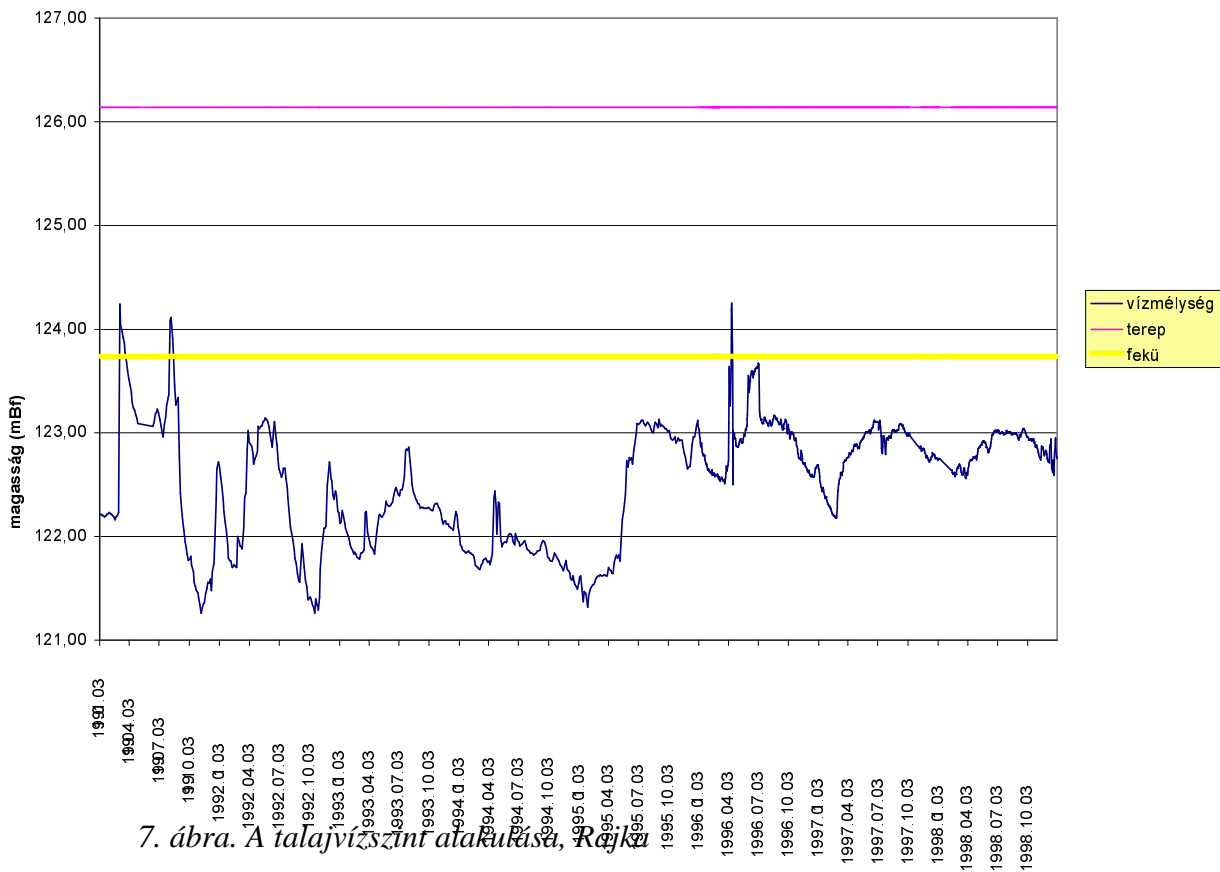
legsűrűbben átszótt zóna nedvesítése és a hozzá kapcsolódó más időjárási tényezők miatt a többletvíz-hatású területeken is kiemelt fontosságú, az 5. sz. mellékletben mutatjuk be. A táblák mérete az évek folyamán többször változott, az átlagértékeket közöljük.

A vizsgálatban szereplő főbb növénytermesztési adatokat a szántóföldi adatbázisból mintaterenként a 6. sz. mellékletben közöljük.

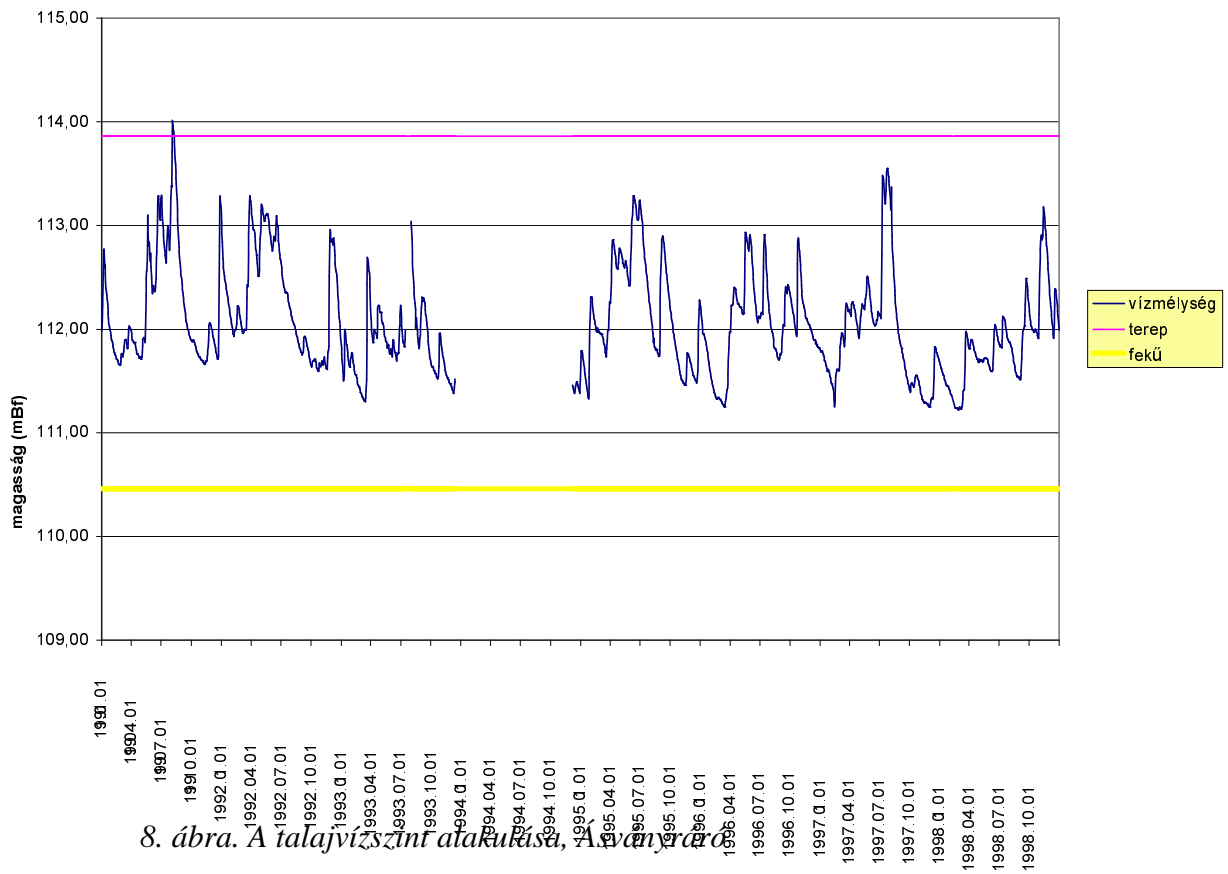
A 7 – 9. számú mellékletben bemutatjuk a mintaterék nedvességkészletének időbeli változásait. Bemutatjuk az összes és a diszponibilis nedvességkészlet alakulását a talaj felső és második egy méter vastag rétegében külön, valamint a két méteres szelvényben együtt. Az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság törzsadatai alapján három helyen bemutatjuk a talajvízszintek alakulását (7., 8., 9. ábra). Az ábrákon a talajvízszintek mellett föltüntettük a terepszintet és a fekü (a fedőréteg alja) szintjét is. Jól látható, hogy mely helyeken mikor tartózkodott a talajvíz a fedőrétegben, mikor tudta nedvességpótló szerepét kifejteni.

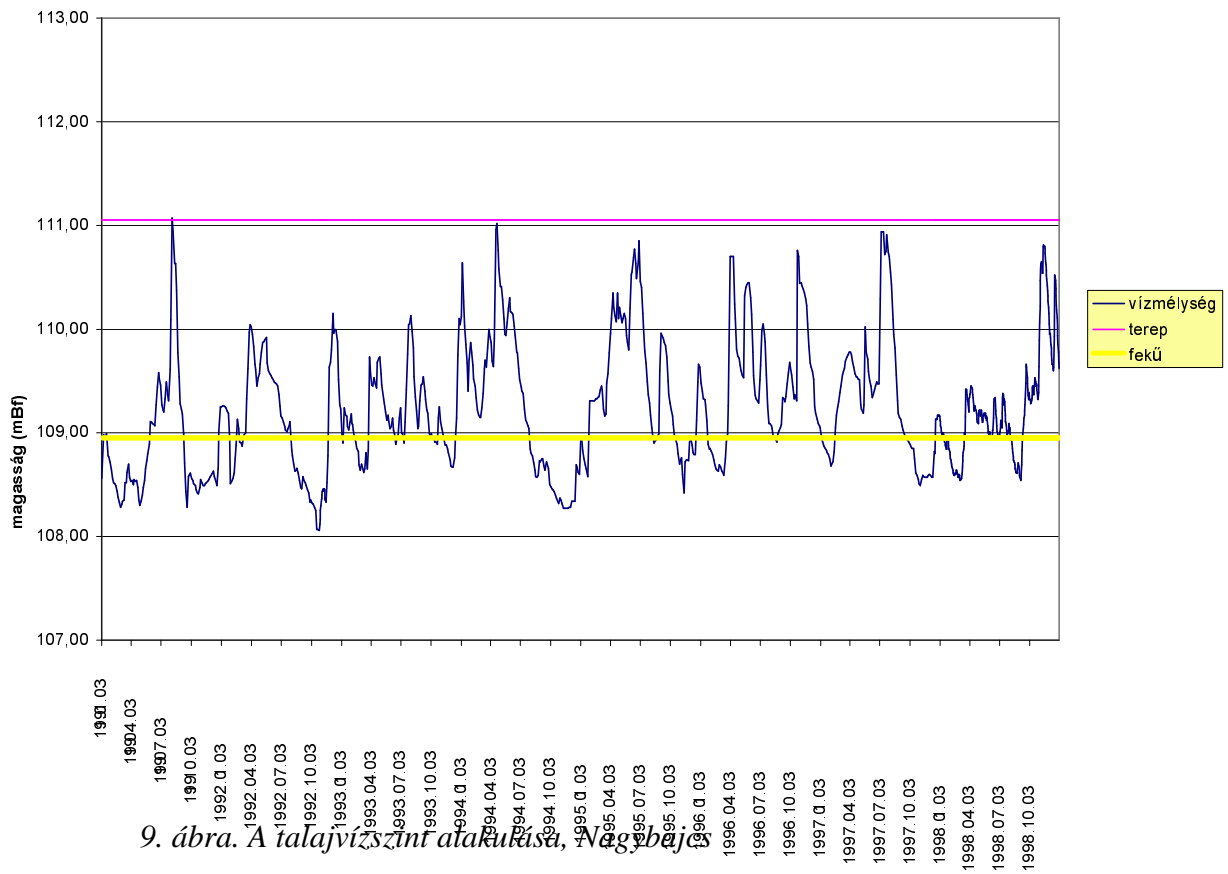
Az adatfeldolgozáshoz és –értékeléshez a matematikai statisztikai és a számítástechnikai módszereket, programokat alkalmaztunk.

Az adatbázis szükséges elemeit kigyűjtöttük megfelelő csoportosításban és táblázatokban tároltuk. A számításoknál felhasználtuk az egyszerű statisztikai módszereket (átlag-, eltérések számítása), a szórásелеmzés technikáját és az egy- és többváltozós összefüggésvizsgálatot is. A számítógépes programok közül elsősorban az Excel és az SPSS különböző verzióival dolgoztunk.



7. ábra. A talajvízszint alakulása, Rajka





9. ábra. A talajvízszint alakulása, Nagybajcs

4. Eredmények és következtetések

4.1. A talajvíz hatása a különböző szántóföldi kultúrákra

4.1.1. Őszi búza

A 19 év alatt 4697 tábla adatait együtt vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a többletvíz-hatással és azzal nem rendelkező talajvíz-kategóriák termésátlagának összehasonlítása során megfigyelhető a termésátlagoknak a talajvízszintet követő csökkenése (1. táblázat).

A különféle talajvíz-kategóriákat vizsgálva megállapítottuk, hogy a TV1, a TV2 és a TV3 talajvíz-kategóriába tartozó táblák termései egymáshoz képest nem mutatnak szignifikáns különbséget, de azok a TV4 (301 cm-nél mélyebb talajvizű) és a TVN1 és TVN2 (felszín alatti vízből többletvíz-hatással nem rendelkező) táblacsoportokénál szignifikánsan nagyobbak. A 301 cm alatti talajvizű csoport eredménye szignifikánsan nagyobb a leggyengébb termést adó táblacsoporténál, ahol a vegetációs időszak átlagos talajvízszintje nem éri el a kavicsénál nagyságrendileg nagyobb kapilláris vízemelő-képességgel és más szempontból is kedvezőbb vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező fedőréteget. A többletvíz-hatás nélküli táblák esetében szignifikáns különbség mutatható ki a kétféle fedőréteg-vastagságú csoport között is.

A többletvíz-hatás nélküli területek különféle fedőréteg-vastagságú csoportjainak alapadatait és ezek összehasonlítását a 2. táblázat mutatja. A rétegek termésátlagainak szórása nem különbözik lényegesen, ezt a Bartlett-próba eredményei is igazolták.

Varianciaanalízissel vizsgáltuk a talajvíz-kategóriák termésátlagait, a

számított F-érték= 68,19, nagyobb, mint a P=95%-ra megadott kritikus érték $F_{5\%}$ -kritikus=2,21. Ezek alapján megállapítható, hogy a különböző talajvíz-kategóriák középértékei között szignifikáns különbségek vannak. Mivel az adatok száma kategóriánként eltérő, ezért a középértékek különbségének szórását minden középérték-párra külön kiszámoltuk. A legkisebb szignifikáns differencia módszerével ellenőriztük, melyik csoportok átlagai között vannak szignifikáns különbségek (9-10. táblázat).

9. táblázat. *Szignifikáns különbségek az őszi búza hozamaiban talajvíz-kategóriánként*

Talajvíz-kategória	Termés- átlag (t/ha)	Talajvíz- kategória	Középérték különbsége (t/ha)	Talajvíz- kategória	Középérték különbsége (t/ha)
TV1	5,609	TV1-TV4	0,225	TV3- TV4	0,203
TV2	5,592	TV1- TVN1	0,200	TV3- TVN1	0,179
TV3	5,541	TV1- TVN2	0,114	TV3- TVN2	0,095
TV4	5,268	TV2- TV4	0,195	TV4- TVN1	0,241
TVN1	4,451	TV2- TVN1	0,173	TV4 – TVN2	0,195
TVN2	5,046	TV2- TVN2	0,099	TVN1 – TVN2	0,170

10. táblázat. Szignifikáns különbségek az őszi búza hozamaiban fedőrétegenként

Fedőréteg	Termés- átlag (t/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (t/ha)
Fedő1	21,875	Fedő1-Fedő2	0,176
Fedő2	26,512	Fedő1-Fedő3	0,174
Fedő3	28,228	Fedő1-Fedő4	0,320
Fedő4	26,315		

4.1.2. Tavaszai árpa

A vizsgált időszakban 1716 tábla adatait dolgoztuk föl (3. táblázat). Varianciaanalízissel összehasonlítottuk a talajvíz-kategóriák termésátlagait, a számított F-érték= 12,71, nagyobb, mint a P=95%-ra megadott kritikus érték $F_{5\%}$ -kritikus=2,21. Ezek alapján megállapítható, hogy a különböző talajvíz-kategóriák középértékei között szignifikáns különbségek vannak A talajvízhatású és azzal nem rendelkező kategóriák termésátlagának összehasonlítása során szignifikáns különbség a TV1, TV2, TV3 kategóriák és a többi között mutatható ki (11.táblázat).

A 301 cm alatti talajvízmélységű és a talajvízhatás nélküli területek hozamai között a fedőréteg vastagságától függetlenül nincs különbség. A talajvízhatással nem rendelkező területek fedőrétegének vastagsága a termésre nem gyakorolt szignifikáns hatást. A talajvízhatás nélküli táblák esetében a minták 90%-a (749 eset) a 101-200 és a 201-300 cm fedőréteg vastagságú területről származik (4. táblázat). A fedőréteg-vastagságbeli

különbség nem okozott lényeges különbséget a hozamokban, így az összes talajvízhatás nélküli területet a későbbiekben együtt kezeljük.

11. táblázat *Szignifikáns különbségek a tavaszi árpa hozamaiban talajvíz-kategóriánként*

Talajvíz-kategória	Termés- átlag (t/ha)	Talajvíz- kategória	Közéérték különbsége (t/ha)
TV1	4,832	TV1-TVN1	0,376
TV2	4,983	TV1-TVN2	0,177
TV3	4,949	TV2-TV4	0,263
TV4	4,570	TV2-TVN1	0,363
TVN1	4,412	TV2-TVN2	0,151
TVN2	4,519	TV3-TV4	0,258
		TV3-TVN1	0,357
		TV3-TVN2	0,136

4.1.3. Szemes kukorica

Az 1980-1998 közötti 19 év alatt 2669 táblát vizsgáltunk (5. táblázat). Varianciaanalízissel vizsgáltuk a talajvíz-kategóriák termésátlagait, a számított F-érték= 47,44, nagyobb, mint a P=95%-ra megadott kritikus érték $F_{5\%}$ -kritikus=2,21. Ezek alapján megállapítható, hogy a különböző talajvíz-kategóriák középértékei között szignifikáns különbségek vannak. A különféle talajvíz kategóriákat vizsgálva megállapítottuk, hogy az őszi

búzához hasonlóan a TV1, a TV2 és a TV3 talajvíz-kategóriába tartozó táblák termései egymáshoz képest nem mutatnak szignifikáns különbséget, de a 301 cm-nél mélyebb talajvízű (TV4) táblákénál szignifikánsan nagyobbak. Szignifikáns a fenti talajvízmélységű és a felszín alatti vízből vízellátással nem rendelkező táblák (TVN1 és TVN2) termésátlaga közti különbség is. A 301 cm alatti talajvízű csoport eredménye is szignifikánsan magasabb a talajvízhatás nélküli táblacsoportokénál, ahol a vegetációs időszak átlagos talajvízszintje nem éri el a fedőréteget. A talajvízhatás nélküli táblák hozamai esetében szignifikáns különbség mutatható ki a kétféle fedőréteg vastagságú csoport között is. A szignifikáns kategóriákat 12. táblázat mutatja.

Megállapítható, hogy a talajvízhatással nem rendelkező 1 m vagy annál vékonyabb fedőrétegű táblák átlagtermése szignifikánsan kevesebb, mint a 2 és 3 m vastag fedőrétegűeké (13. táblázat). A 3 m-nél vastagabb fedőrétegű táblacsoport alacsony hozama (5,737 t/ha) a legkisebb műtrágyadózissal (200 kg/ha vegyes hatóanyag) magyarázható.

A talajvízhatás nélküli tábláknak a fedőréteg vastagsága alapján két csoportra bontása a kukorica esetében is indokolt.

12. táblázat *Szignifikáns különbségek a szemes kukorica hozamaiban talajvíz-kategóriánként*

Talajvíz-kategória	Termés- átlag (t/ha)	Talajvíz- kategória	Középérték különbsége (t/ha)	Talajvíz- kategória	Középérték különbsége (t/ha)
TV1	7,423	TV1-TV4	0,501	TV3- TV4	0,376
TV2	7,372	TV1- TVN1	0,654	TV3- TVN1	0,644
TV3	7,126	TV1- TVN2	0,365	TV3- TVN2	0,346
TV4	6,604	TV2- TV4	0,381	TV4- TVN1	0,787
TVN1	5,428	TV2- TVN1	0,652	TV4 – TVN2	0,340
TVN2	6,240	TV2 – TVN2	0,361	TVN1 – TVN2	0,585

13. táblázat. *Szignifikáns különbségek a szemes kukorica hozamaiban fedőrétegenként*

Fedőréteg (cm)	Termés- átlag (t/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (t/ha)
Fedő1	5,428	Fedő1-Fedő2	0,620
Fedő2	6,442	Fedő1-Fedő3	0,494
Fedő3	6,008	Fedő2-Fedő3	0,325
Fedő4	5,737	Fedő2-Fedő4	0,584

4.1.4. Silókukorica

A 19 évet átfogó, több mint 1700 tábla vizsgálata alapján látható, hogy az eredmények kevésbé kiegyenlítettek, mint a többi növénynél (7 - 8. táblázat).

Fő okai a következők:

- néhány esetben kritikusan alacsony esetszám
- a nagy tömegű vegetatív rész
- az évjáratoktól függően előforduló kényszersilózás, illetve a silókukorica meghagyása szemes kukoricának

A különböző mélységű talajvíz hatása a korábban vizsgált növényekhez képest kevésbé érvényesül. Varianciaanalízissel vizsgáltuk a talajvíz-kategóriák termésátlagait, a számított F-érték= 7,44 nagyobb, mint a $P=95\%$ -ra megadott kritikus érték $F_{5\%}$ -kritikus=2,21. Ezek alapján megállapítható, hogy a különböző talajvíz-kategóriák középértékei között szignifikáns különbségek vannak

A talajvízhatású és azzal nem rendelkező kategóriák termésátlagának összehasonlítása során megbízható különbség csak a talajvízhatás nélküli, vékony fedőrétegű terület esetében adódik (14 - 15. táblázat).

14. táblázat *Szignifikáns különbségek a silókukorica hozamaiban talajvíz-kategóriánként*

Talajvíz-kategória	Termés- átlag (t/ha)	Talajvíz-kategória	Közéérték különbsége (t/ha)
TV1	29,587	TV1-TVN1	4,496
TV2	29,199	TV2-TVN1	4,385
TV3	29,35	TV3-TVN1	4,787
TV4	27,171	TV4-TVN1	3,796
TVN1	27,071	TVN1-TVN2	3,191
TVN2	21,875		

15. táblázat. *Szignifikáns különbségek a silókukorica hozamaiban fedőrétegenként*

Fedőréteg	Termés- átlag (t/ha)	Fedőréteg	Eltérés t/ha
Fedő1	21,875	Fedő1-Fedő2	3,215
Fedő2	26,512	Fedő1-Fedő3	4,268
Fedő3	28,228	Fedő2-Fedő3	1,134
Fedő4	26,315		

4.1.5. Következtetések

A vizsgált négy kultúra szignifikáns talajvíz-reakciója a 19 évet átfogó adatok alapján a silókukorica kivételével nagyon hasonló.

Az őszi búza és a szemes kukorica egyformán reagál: a legnagyobb hozamokat a 3 méternél nem mélyebb talajvízű területek adják. Ezt követik a mélyebben elhelyezkedő talajvízzel rendelkezők, majd a

talajvízhatással nem rendelkező, de vastag fedőrétegű táblák. A legkisebb hozamokat a talajvízhatás nélküli, 1 méter vagy annál vékonyabb fedőrétegű táblák adják. A tavaszi árpa termésmennyiségét csak a 3 méternél nem mélyebb talajvíz határozottabb nedvesítő hatása növelte meg. A talajvízhatás nélküli területeken a fedőréteg vastagságának különbségei nem okoztak szignifikáns hozamkülönbséget.

4.2. A tápanyagellátás hatása a különböző szántóföldi kultúrákra

4.2.1. Őszi búza

A többletvíz-hatású és azzal nem rendelkező talajvíz-kategóriák műtrágyadózisait összehasonlítva megállapítottuk, hogy az átlagos tápanyag-ellátásuk jónak mondható, 232 és 301 kg/ha közötti csoportátlagokkal (1. táblázat).

Varianciaanalízissel megvizsgáltuk a talajvíz-kategóriák műtrágyadózisait. Megállapítottuk, hogy a különböző talajvíz-kategóriák műtrágyadózisainak középértékei között szignifikáns különbség van, mely nem esik egybe a termések közti különbséggel (16. táblázat).

A többletvíz-hatás nélküli területek két csoportjának (TVN1, TVN2) tápanyagellátása 233 és 270 kg/ha átlagértékekkel szintén jónak tekinthető. A különböző fedőréteg-vastagságú táblák NPK középértékei között szignifikáns különbségek vannak. A vékony fedőrétegű, szignifikánsan kevesebb termést adó terület szignifikánsan kevesebb tápanyagot is kapott (17. táblázat).

16. táblázat Szignifikáns különbségek az őszi búza tápanyagellátásában talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	NPK átlag (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)
TV1	301	TV1-TV2	17	TV2 – TV4	26
TV2	268	TV1-TV4	27	TV3 – TV4	26
TV3	299	TV1-TVN1	14	TV3 – TVN1	12
TV4	232	TV2 – TV3	15	TV4 – TVN2	24
TVN1	233				
TVN2	270				

17. táblázat Szignifikáns különbségek az őszi búza tápanyagellátásában fedőrétegenként

Fedőréteg	NPK átlag (kg/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (kg/ha)
Fedő1	233	Fedő1-Fedő2	23
Fedő2	272	Fedő1-Fedő3	22
Fedő3	266	Fedő1-Fedő4	41
Fedő4	271		

Vizsgáltuk a N, P, K hatását külön, valamint a N alap, N fej, P, K hatását is külön (a N-t megosztva a kijuttatás szerint). Talajvíz-kategóriánként meghatároztuk, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a lépésenkénti analízis eredményeit kategóriánként értékeltük.

A többszörös regresszióanalízis eredményei alapján a következő megállapításokat tehetjük:

A többszörös korrelációs együttható értéke 0,18 és 0,54 között mozog. A részletezett hatóanyag és természetlag kapcsolatot megvizsgálva a backward-módszer alapján a változók eliminálása után a TV1-talajvíz-kategóriában a N fej, a TV2-ben és TV4-ben a N alap, a TV3 kategóriában a P a meghatározó tényező. A többletvíz-hatás nélküli rétegeknél N alap, P, K hatóanyagok is meghatározóak (18. és 19. táblázatok).

18. táblázat Az őszi búza regressziós vizsgálata: a tápanyag és termésátlag összefüggése (Nfej, Nalap, P, K bontásban)

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Többszörös korreláció	Szignifikáns változó	Változó szignifikanciája
TV1	NS	-	-	-
TV2	15,10*	0,29	N alap	0,000
TV3	6,20*	0,18	P	0,021
TV4	7,90*	0,48	N alap	0,007
TVN	102,02**	0,37	N alap	0,000
			P	0,001
			K	0,001
TVN1	19,28*	0,54	N alap	0,000
TVN2	87,96*	0,35	N alap	0,000
			P	0,001
			K	0,028

A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$

19. táblázat Az összes műtrágya hatóanyag hatása az őszi búza hozamaira

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Korrelációs együttható	Egyenlet
TV1	NS	-	
TV2	53,12*	0,27	$Y = 0,021 * NPK + 5,029$
TV3	21,45*	0,17	$Y = 0,013 * NPK + 5,14$
TV4	25,53*	0,39	$Y = 0,0027 * NPK + 4,646$
TVN	375,23**	0,35	$Y = 0,0028 * NPK + 4,244$
TVN1	73,05**	0,52	$Y = 0,0048 * NPK + 3,388$
TVN2	313,79**	0,34	$Y = 0,0027 * NPK + 4,325$

A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$

Egy kivétellel valamennyi talajvíz-kategória esetében a kijuttatott összes hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolat szignifikáns. Az ilyen kapcsolatot nem mutató 0-150 cm-es vegetációs idejű átlagos talajvízmélység esetében több feltételezés is lehetséges, legvalószínűbbnek a következő három tűnik (akár mindegyik egyszerre):

- Az időszakosan felemelkedő talajvíz az alaptrágyaként kijuttatott hatóanyagok egy részét elviszi. Erre utalhat, hogy ebben a talajvíz-kategóriában van a változók külön vizsgálatakor a termés mennyisége és a fejtrágyaként kijuttatott N között szignifikáns kapcsolat.
- Ebben a talajvíz-kategóriában a gyakoribb váltakozó nedvesedés-kiszáradás miatt fokozottabb lehet a humuszanyagok ásványosodása,

gyorsabb az előző évi szármaradványok lebomlása, azaz a többihez képest nagyobb lehet a talajból rendelkezésre álló tápanyagok aránya.

- Az összes talajvíz-kategóriák közül ebben a legkedvezőbb a növények vízellátása. Ez (a jó közelítéssel ad libitum vízellátás) okozza az őszi búza esetében a tápelemek eltérő hatását, hasznosulását.

4.2.2. Tavaszi árpa

Az átlagos tápanyagellátás jónak mondható, 151 és 199 kg/ha közötti csoportátlagokkal (3. táblázat). A talajvíz-kategóriák közötti tápanyag-ellátásbeli szignifikáns különbségek (*18-46 kg/ha*) minden esetben megjelennek a hozamokban is (20. táblázat). A többletvíz-hatás nélküli különböző fedőréteg vastagságú területeken a tápanyag-ellátásbeli szignifikáns differenciák (*60-75 kg/ha*) nem jelennek meg a hozamokban (21. táblázat).

20. táblázat Szignifikáns különbségek a tavaszi árpa tápanyagellátásában talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	NPK –átlag (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)
TV1	198	TV1-TVN2	23
TV2	195	TV2-TVN2	20
TV3	199	TV3-TVN1	46
TV4	190	TV3-TVN2	18
TVN1	151		
TVN2	170		

21. táblázat Szignifikáns különbségek a tavaszi árpa tápanyagellátásában fedőrétegenként

Fedőréteg	NPK átlag (kg/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (kg/ha)
Fedő1	151	Fedő1-Fedő2	75
Fedő2	156	Fedő1-Fedő3	72
Fedő3	186	Fedő1-Fedő4	60
Fedő4	259		

Talajvíz-kategóriánként meghatároztuk, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a stepwise-analízis eredményeit kategóriánként értékeltük.

A többszörös regresszióanalízis eredményei alapján a következő megállapításokat tehetjük:

Mind külön vizsgálva a hatóanyagokat, mind egyben, szignifikáns regressziós kapcsolatot a hozammal a TV2, TV4 és TVN kategóriákban találtunk (22. táblázat).

22. táblázat *Az összes műtrágya hatóanyag hatása a tavaszi árpa hozamaira*

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Korrelációs együttható	Egyenlet
TV1	NS	-	
TV2	4,8*	0,13	$Y = 0,0009 * NPK + 4,74$
TV3	NS	-	
TV4	11,26**	0,42	$Y = 0,0391 * NPK + 2,825$
TVN	66,54**	0,27	$Y = 0,0021 * NPK + 4,164$
- TVN1	NS	-	
- TVN2	65,53**	0,28	$Y = 0,0021 * NPK + 4,159$

*A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$*

A többszörös korrelációs együttható 0,19 és 0,62 közötti értéket mutat. A részletezett hatóanyag és termésátlag kapcsolatot megvizsgálva a backward-módszer alapján a változók eliminálása után TV2-ben a K, a TV4-ben a N, P a meghatározó tényező. A talajvízhatás nélküli rétegeknél a N, P, K hatóanyagok is meghatározóak (23. táblázat).

23. táblázat A tavaszi árpa regressziós vizsgálata: a tápanyag és termésátlag összefüggése (N, P, K bontásban)

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Többszörös korreláció	Szignifikáns változó	Változó szignifikanciája
TV1	NS	-	-	-
TV2	3,48*	0,19	K	0,005
TV3	NS			
TV4	10,19**	0,62	N, P	0,000
TVN	33,54**	0,33	N,P,K	0,000
- TVN1	NS	-	-	-
- TVN2	32,69**	0,34	N,P,K,	0,000

A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$

4.2.3. Szemes kukorica

A szemes kukorica átlagos tápanyagellátása jónak mondható (5. táblázat). A felhasznált tápanyagok mennyiségét vizsgálva megállapítottuk, hogy a középértékek között 10 esetben szignifikáns különbség van (24. táblázat). A TV1 tápanyagellátása szignifikánsan nagyobb a többi kategóriánál. A többi talajvízhatással rendelkező táblák (TV2, TV3, TV4) egymástól nem térnek el szignifikánsan, de a talajvízhatás nélküli tábláknál szignifikánsan nagyobb a felhasznált tápanyag mennyisége. A hozamokban 12 esetben megjelenő szignifikáns differencia 9 esetben követi a tápanyagellátás különbségét

A talajvízhatás nélküli két táblacsoport tápanyagellátása 230 és 269 kg/ha átlagértékekkel ebben az esetben is jónak tekinthető (25. táblázat).

24. táblázat *Szignifikáns különbségek a szemes kukorica tápanyagellátásában talajvíz-kategóriánként*

Talajvíz-kategória	NPK – átlag (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)
TV1	360	TV1-TV3	45	TV2 – TVN2	35
TV2	342	TV1-TV4	38	TV3 – TVN1	38
TV3	298	TV1 – TVN1	61	TV4 – TVN1	77
TV4	318	TV1-TVN2	36	TV4 – TVN2	44
TVN1	230	TV2 – TVN1	64	TVN1 – TVN2	34
TVN2	269				

25. táblázat *Szignifikáns különbségek a szemes kukorica tápanyagellátásában fedőrétegenként*

Fedőréteg	NPK átlag (kg/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (kg/ha)
Fedő1	230	Fedő1-Fedő2	37
Fedő2	271	Fedő1-Fedő3	38
Fedő3	271	Fedő2-Fedő4	58
Fedő4	200	Fedő3-Fedő4	59

Vizsgáltuk a N, P, K hatását külön, valamint az összes hatóanyag együttes mennyiségét. Talajvízmélység kategóriánként meghatároztuk, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a stepwise-analízis eredményeit talajvízmélységi kategóriánként értékeltük (26. táblázat).

26. táblázat *A szemes kukorica regressziós vizsgálata: a tápanyag és termésátlag összefüggése (N, P, K bontásban)*

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Többszörös korreláció	Szignifikáns változó	Változó szignifikanciája
TV1	NS	-	-	-
TV2	11,655**	0,25	N	0,000
TV3	4,463*	0,31	N	0,005
TV4	4,534*	0,33	N	0,005
TVN	68,766**	0,34	N,P,K	0,000
- TVN1	10,36*	0,48	N	0,001
- TVN2	58,64**	0,33	N,K	0,000

*A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$*

A többszörös regresszió-analízis eredményei alapján a következő megállapításokat tehetjük:

Egy kivételével valamennyi talajvízmélységi kategória esetében a kijuttatott hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolat

szignifikáns. A TV1 kategória nem mutat szignifikáns regressziós kapcsolatot a termés és a kijuttatott összes hatóanyag között.

A részletezett hatóanyagok (N, P, K) és a termés kapcsolatát megvizsgálva, a továbbiakban arra kerestünk választ, hogy az egyes tényezők szignifikánsan befolyásolták-e a termés alakulását. A többszörös korrelációs együttható értéke 0,25 és 0,48 közötti értékeket mutat. A backward-módszer segítségével, a változók eliminálása után megállapítható, hogy minden vizsgált kategóriában a N hatóanyag a meghatározó tényező. A talajvízhatás nélküli, TVN2 kategóriában a N hatóanyag mellett a K hatóanyagot is bevonta a regressziós kapcsolatba.

A kijuttatott összes hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolatot vizsgálva megállapítható, hogy a TV1 talajvíz-kategória ebben az esetben sem mutat szignifikáns kapcsolatot, valamint megszűnik a kapcsolat a TV4 kategória esetében is. A magas talajvízű kategóriában az okok valószínűleg megegyeznek az őszi búzánál leírtakkal, a TV4 kategória esetében a jelenségre szabatos választ még nem tudunk adni (27. táblázat).

27. táblázat Az összes műtrágya hatóanyag hatása a szemes kukorica hozamaira

Talajvíz-kategória	Regresszió F érték	Korrelációs együttható	Egyenlet	
TV1	NS	-	-	-
TV2	27,68**	0,22	Y = 0,0021*NPK+6,562	
TV3	2,78*	0,15	Y = 0,0014*NPK+6,75	
TV4	NS	-		
TVN	201,79**	0,34	Y = 0,0034*NPK+5,274	
- TVN1	23,61*	0,43	Y = 0,0046*NPK+4,36	
- TVN2	175,15**	0,33	Y = 0,0032*NPK+5,357	

A regresszió szignifikanciája: $P_{95\%} = *$, $P_{99\%} = **$

4.2.4. Silókukorica

A silókukorica tápanyagellátását a 7. táblázat mutatja. A talajvízhatású és azzal nem rendelkező kategóriák műtrágyadózisait összehasonlítva varianciaanalízissel megállapítottuk, hogy a TVN1 kategória (mely a legkisebb hozamot adta) tápanyagellátása szignifikánsan gyöngébb volt az összes többinél, 115 kg/ha (28 - 29. táblázat). A többi kategória tápanyagellátásának szignifikáns különbségei nem jelennek meg a termésben. Az átlagos tápanyagellátásuk jónak mondható, 258 és 362 kg/ha közötti átlagokkal

28. táblázat Szignifikáns különbségek a silókukorica tápanyagellátásában talajvíz-kategóriánként

Talajvíz-kategória	NPK –átlag (kg/ha)	Talajvíz-kategória	Középérték különbsége (kg/ha)
TV1	362	TV1-TV2	42
TV2	315	TV1-TV4	60
TV3	311	TV1-TVN1	105
TV4	267	TV1-TVN2	45
TVN1	154	TV2-TVN1	101
TVN2	258	TV2-TVN2	38
		TV3-TV4	51
		TV3-TVN1	110
		TV3-TVN2	35
		TV4-TVN1	69
		TVN1-TVN2	75

29. táblázat Szignifikáns különbségek a silókukorica tápanyagellátásában fedőrétegenként

Fedőréteg	NPK átlag (kg/ha)	Fedőréteg	Középérték különbsége (kg/ha)
Fedő1	154	Fedő1-Fedő2	101
Fedő2	259	Fedő1-Fedő3	102
Fedő3	262	Fedő2-Fedő4	136
Fedő4	89	Fedő3-Fedő4	137

Vizsgáltuk a N, P, K hatását egyben és hatóanyagokként külön. Kategóriánként meghatároztuk, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a stepwise-analízis eredményeit kategóriánként értékeltük.

A többszörös regresszióanalízis eredményei alapján a következő megállapításokat tehetjük:

Mind külön vizsgálva a hatóanyagokat, mind egyben, szignifikáns kapcsolatot a hozammal csak a TV2 kategóriában kaptunk. A regresszió szignifikanciáját P= 95%-os szinten kifejezi $F= 14$, a bevont változók: N, P és K. A többszörös korrelációs együttható értéke $R=0,45$.

Az összes műtrágya hatóanyag hatására a silókukorica hozamaira is a TV2 kategóriában kaptunk szignifikáns regressziót, $F=11,73$, a korrelációs együttható $R=0,25$. A lineáris regresszió egyenlete: $Y = 0,0156*NPK+24,264$.

4.2.5. Következtetések

A jó tápanyagellátási körülmények között termesztett kultúrák adataiból a tápanyagellátás és a hozamok kapcsolatáról eredményeink alapján a következő megállapítások tehetők:

Őszi búza a többszörös regresszióanalízis eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a TV1-talajvíz-kategóriában a N fej, a TV2-ben és TV4-ben a N alap, a TV4 kategóriában a P a meghatározó tényező. A többletvízhatás nélküli rétegeknél N alap, P, K hatóanyagok is meghatározóak. A TV1 (magas talajvízszintű) kategória kivételével a kijuttatott összes hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolat szignifikáns.

Tavaszi árpa növénynél mind külön vizsgálva a hatóanyagokat, mind egyben, szignifikáns regressziós kapcsolatot a hozammal a TV2, TV4 és TVN kategóriákban találtunk. A TV2-ben a K, a TV4-ben a N, P a meghatározó tényező. A talajvízhatás nélküli rétegeknél a N, P, K hatóanyagok is meghatározóak.

Szemes kukorica esetében az őszi búzához hasonlóan a TV1 kivételével valamennyi talajvízmélységi kategória esetében a kijuttatott hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolat szignifikáns. A részletezett hatóanyagok (N, P, K) és a termés kapcsolatát megvizsgálva megállapítható, hogy minden vizsgált kategóriában a N hatóanyag a meghatározó tényező. A talajvízhatás nélküli, TVN2 kategóriában a N hatóanyag mellett a K hatóanyagot is bevonta a regressziós kapcsolatba.

A silókukorica esetében, mind külön vizsgálva a hatóanyagokat, mind egyben, szignifikáns kapcsolatot a hozammal csak a TV2 kategóriában kaptunk, és a N, P és K hatóanyagok meghatározó szerepet kaptak a termés alakulásában.

4. 3. A talajvíz és tápanyagellátás együttes hatása

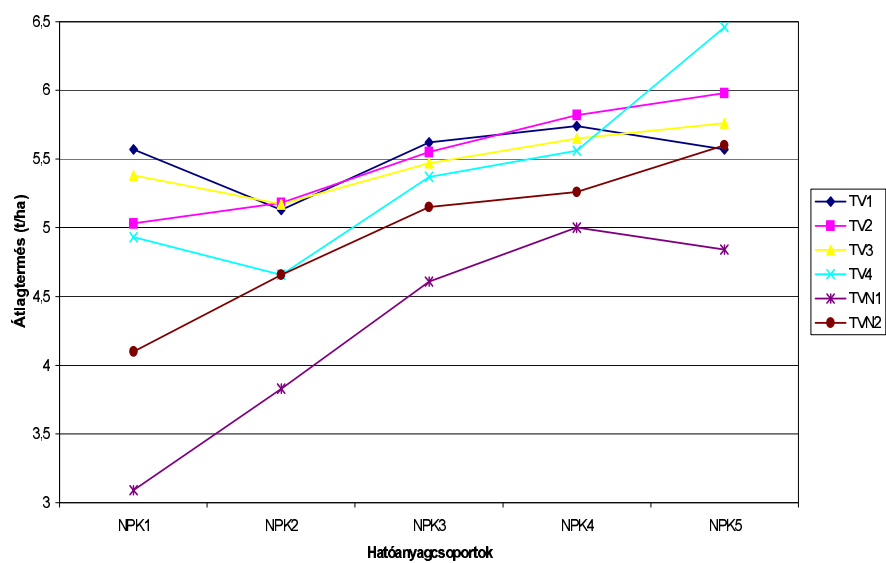
4.3.1. Őszi búza

Tekintsük át a tápanyagellátás hatását a talajvíz-kategóriákon belül, valamint a szignifikáns kategória-hatásokat (a talajvíz hatását) csoportonként (tápanyagdózisonként). Ezeket a 30. és 31. táblázatokban mutatjuk be.

A tápanyagellátás hatását a különféle talajvízmélységű területeken a 10. ábrán is bemutatjuk.

Megállapítható, hogy a különböző mélységű talajvíz hatása minden tápanyag-ellátottsági szinten érvényesül, illetve a tápanyagellátás hatása minden talajvízszint esetében hasonló. A talajvízből vízellátással nem rendelkező táblák esetében ez a hatás határozottabb. Nagy műtrágyaadagokkal kedvezőtlen termőhelyen is jelentősen növelhető a termés mennyisége, noha ez a hozam a kedvezőbb termőhelyeken lényegesen kisebb adagokkal is elérhető. A terméskülönbség a termőhelytől és a tápanyagellátás szintjétől függően, de azonos tápanyagellátási szinteket vizsgálva meghaladhatja az egy tonnát is hektáronként. Megállapítható, hogy 300 kg/ha-nál több vegyes hatóanyag kijuttatása jelentős termésnövekedést már nem okoz.

Az eredmények finomítása érdekében elvégeztük az általunk létrehozott tápanyagcsoportokon belül a talajvíz-kategóriák tápanyag-ellátása közti különbség vizsgálatát is: a határozott különbségeket mutató csoportokon belüli tápanyag-ellátási különbségek a termésre már érdemi hatást nem gyakorolnak.



10. ábra Az őszi búza terméseredményeinek változása a talajvízhatás és a tápanyagellátás függvényében

30. táblázat A tápanyagellátás hatása az őszi búza termésére a talajvíz-kategórián belül

TALAJVÍZ-KATEGÓRIA			A SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)				
TV1			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db'	Átlagtermés	kg/ha vha					
25	5,574	0-50					
64	5,135	51-150	-				
112	5,622	151-300	-	0,377*			
238	5,744	301-450	-	0,569**	-		
55	5,568	450 fölött	-	-	-	-	
TV2			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
62	5,027	0-50					
89	5,183	51-150	-				
183	5,550	151-300	0,299*	0,263**			
290	5,823	301-450	0,477***	0,448***	0,192**		
32	5,980	450 fölött	0,833***	0,703***	0,438*	-	
TV3			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
48	5,384	0-50					
95	5,167	51-150	-				
181	5,470	151-300	-	0,281*			
346	5,648	301-450	-	0,432***	-		
87	5,761	450 fölött	-	0,553***	-	-	
TV4			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
20	4,929	0-50					
37	4,657	51-150	-				
22	5,369	151-300	-	0,474*			
57	5,558	301-450	0,402*	0,789***	-		
9	6,455	450 fölött	0,474**	0,593***	0,412**	0,380*	
TVN1			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
20	3,088	0-50					
32	3,825	51-150	0,598*				
77	4,605	151-300	0,780***	0,865***			
67	4,997	301-450	0,794***	0,679***	0,312*		
3	4,843	450 fölött	-	-	-	-	
TVN2			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
265	4,103	0-50					
352	4,658	51-150	0,294***				
569	5,150	151-300	0,269***	0,245***			
1089	5,259	301-450	0,247***	0,221***	-		
171	5,598	450 fölött	0,332***	0,308***	0,276*	0,256***	

*p=95%, **p=99%, ***p=99,9%

31. táblázat A szignifikáns kategória-hatások (a talajvíz hatása) az őszi búza termésére csoportonként (tápanyag-dózisonként)

NPK1		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
25	5,574	0-150					
62	5,027	151-200	-				
48	5,384	201-300	-	-			
20	4,929	301 alatt	-	-	0,439*		
20	3,088	TVN1	1,334***	0,995***	0,855***	1,223***	
265	4,103	TVN2	1,163***	0,546**	0,607***	0,701**	0,897***
NPK2		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
64	5,135	0-150					
89	5,183	151-200	-				
95	5,167	201-300	-	-			
37	4,657	301 alatt	0,475*	0,450*	0,445*		
32	3,825	TVN1	0,844***	0,805***	0,798***	0,734**	
352	4,658	TVN2	0,410**	0,458***	0,446***	-	0,723***
NPK3		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
112	5,622	0-150					
183	5,550	151-200	-				
181	5,470	201-300	-	-			
22	5,369	301 alatt	-	-	-		
77	4,605	TVN1	0,532***	0,488***	0,489***	0,679***	
569	5,150	TVN2	0,372**	0,305**	0,307***		0,450***
NPK4		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
238	5,744	0-150					
290	5,823	151-200	-				
346	5,648	201-300	-	0,169*			
57	5,558	301 alatt	-	-	-		
67	4,997	TVN1	0,501***	0,491***	0,484***	0,506**	
1089	5,259	TVN2	0,255***	0,235***	0,220***	-	0,213*

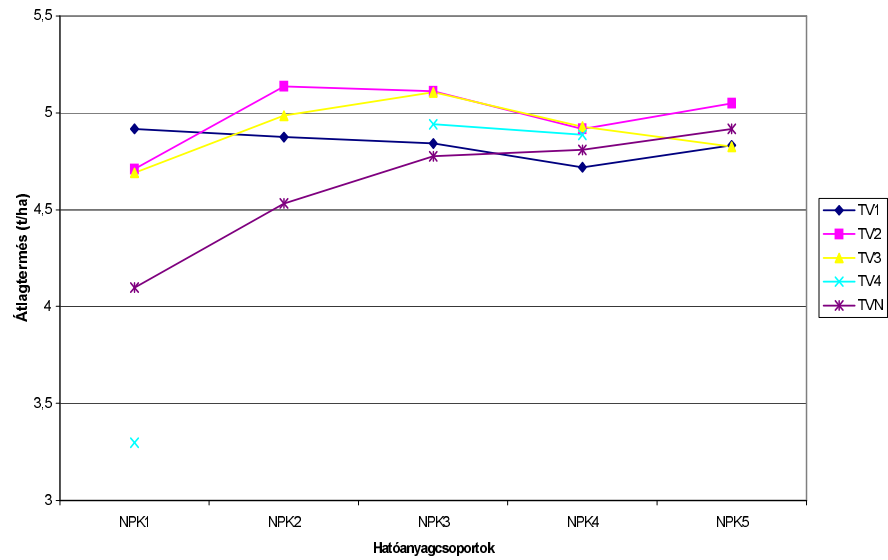
*p=95%, **p=99%, ***p=99,9%

Megjegyzés: Az NPK5 tápanyagcsoportban a szignifikáns különbséget mutató talajvíz-kategóriák elemszáma nagyon kevés (TV4=9, TVN1=3).

4.3.2. Tavaszi árpa

A tápanyagellátás hatását a talajvíz-kategóriákon belül, valamint a szignifikáns kategóriahatásokat (a talajvíz hatását) csoportonként (tápanyag dózisonként) a 32. és 33. táblázatokban mutatjuk be. A varianciaanalízis számításánál a 10 elemszám alatti csoportokat nem vontuk be. Ezeket a táblázatokban szürke színnel jelöltük. Megállapíthatjuk, hogy a tápanyagellátás fokozásának terménynövelő hatása szignifikánsan a mély talajvizű és a talajvízhatás nélküli területeken mutatkozik meg.

A talajvíz hatása minden tápanyagellátási szinten kismértékűnek tekinthető, a nagy műtrágyaadagok meg is szüntetik. Az eredményeket a 11. ábrán is bemutatjuk. Itt föltüntettük a kis esetszámú TVN1 kategória értékeit is (csak az NPK1, NPK3 és NPK4 hatóanyagcsoportban természetítették). Adataink és elemzéseink alapján a tavaszi árpa termesztése során semmilyen termőhelyen nem ajánljuk 150 kg/ha vegyes hatóanyagnál több kijuttatását.



11. ábra A tavaszi árpa terméseredményeinek változása a talajvízhatás és a tápanyagellátás függvényében

32. táblázat A tápanyagellátás hatása a tavaszi árpa termésére a talajvíz-kategórián belül

TALAJVÍZ KATEGÓRIA		SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)	
TV1		TÁPANYAG	0-50
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.	
43	4,916	0-50	
21	4,874	51-150	-
73	4,841	151-300	-
46	4,719	301-450	-
4	4,832	450 fölött	
TV2		TÁPANYAG	0-50
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.	
64	4,708	0-50	
41	5,136	51-150	-
113	5,110	151-300	-
55	4,917	301-450	-
9	5,048	450 fölött	
TV3		TÁPANYAG	0-50
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.	
84	4,691	0-50	
52	4,985	51-150	-
141	5,105	151-300	-
96	4,929	301-450	-
4	4,825	450 fölött	
TV4		TÁPANYAG	0-50
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.	
13	3,297	0-50	
3	5,621	51-150	
25	4,941	151-300	0,936**
13	4,886	301-450	1,066**
0	-	450 fölött	
TVN		TÁPANYAG	0-50
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.	
290	4,098	0-50	
106	4,532	51-150	-
202	4,775	151-300	-
204	4,809	301-450	-
14	4,917	450 fölött	-

Megjegyzés: A termésátlag vizsgálatánál talajrétegenként csak a 0-50 kg/ha vha. csoport mutat szignifikáns különbséget a TV4 rétegben ** p=99%

33. táblázat A szignifikáns kategóriahatások (a talajvíz hatása) a tavaszi árpa termésére csoportonként (tápanyag-dózisonként)

TÁPANYAGCSOPORT		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)			
Elemszám db	Átlagtermés t/ha		0-150	151-200	201-300	301 alatt
NPK1						
43	4,916	0-150				
64	4,708	151-200	-			
84	4,691	201-300	-	-		
13	3,297	301 alatt	1,029**	1,354**	1,202**	
290	4,098	TVN	0,521**	0,532**	0,503**	0,680*
NPK2						
21	4,874	0-150				
41	5,136	151-200	-			
52	4,985	201-300	-	-		
3	5,621	301 alatt				
106	4,532	TVN		0,282*	0,297*	-
NPK3						
73	4,841	0-150				
113	5,110	151-200	-			
141	5,105	201-300	-	-		
25	4,941	301 alatt	-	-	-	
202	4,775	TVN	-	0,240*	0,225*	-
NPK4						
46	4,719	0-150				
55	4,917	151-200	-			
96	4,929	201-300	-	-		
13	4,886	301 alatt	-	-	-	
204	4,809	TVN	-	-	-	-
NPK5						
4	4,832	0-150				
9	5,048	151-200				
4	4,825	201-300				
0	-	301 alatt				
14	4,917	TVN				

*p=95%, **p=99%,

Megjegyzés: Az NPK5 tápanyagcsoportban az elemszáma nagyon kevés.

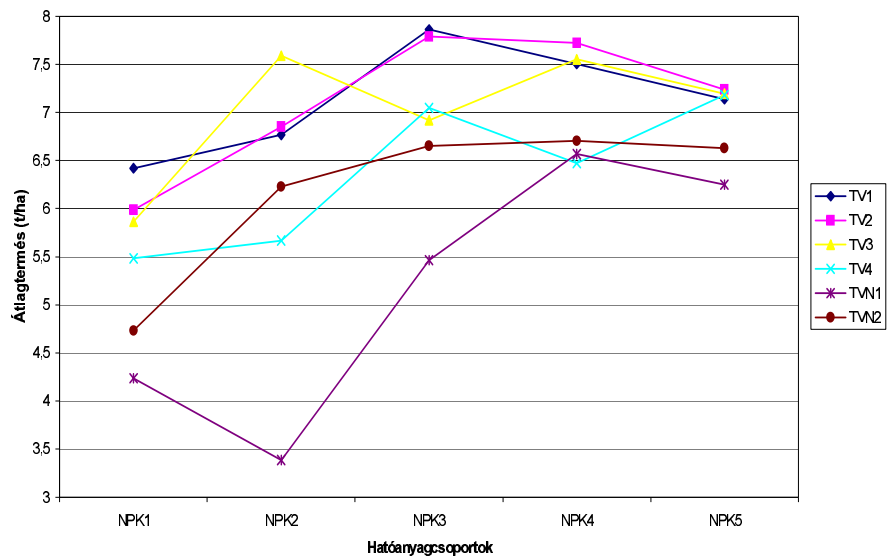
4.3.3. Szemes kukorica

A tápanyagellátás hatását a talajvíz-kategóriákon belül, valamint a szignifikáns kategóriahatásokat (a talajvíz hatását) csoportonként (tápanyag dózisonként) a 34. és 35. táblázatokban mutatjuk be.

A varianciaanalízis számításánál a 10 elemszám alatti csoportokat nem vontuk be. Ezeket a táblázatokban szürke színnel jelöltük. Az esetleges kiugró értékeket a naturáliák grafikus ábrázolása mutatja. A vizsgálataink alapján a szemes kukorica tápanyagellátási optimuma a hektáronkénti 150 és 300 kg vegyes hatóanyag közé esik. Egyértelműnek tűnik, hogy a 450 kg/ha vegyes hatóanyagnál nagyobb tápanyagdózis már termésdepressziót okoz.

A tápanyagellátás fokozásának hatékonysága a szemes kukorica esetében is a talajvízhatás nélküli területek esetében a legnagyobb.

A 12. ábrán is bemutatjuk a tápanyagellátás hatását a különféle talajvízmélységű területeken.



12. ábra A szemes kukorica terméseredményeinek változása a talajvízhatás és a tápanyagellátás függvényében

34. táblázat A tápanyagellátás hatása a szemes kukorica termésére a talajvíz kategórián belül

TALAJVÍZ KATEGÓRIA			A SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE				
TV1			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám	Átlagtermés	kg/ha vha.					
10	6,421	0-50					
14	6,766	51-150	-				
69	7,860	151-300	0,995*	0,849*			
142	7,505	301-450	0,957*	-	-		
79	7,137	450 fölött	0,672*	-	0,477*	0,407*	
TV2			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
19	5,986	0-50					-
41	6,854	51-150	0,863*				-
59	7,792	151-300	1,092**	0,839**			-
102	7,724	301-450	1,038**	0,763**	-		-
101	7,240	450 fölött	0,992**	-	0,509*		0,329*
TV3			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
13	5,864	0-50					
17	7,593	51-150	1,266*				
34	6,919	151-300	1,098*	-			
46	7,551	301-450	1,241**	0,543*	-		
20	7,196	450 fölött	1,224**	-	-		0,512*
TV4			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
9	5,485	0-50					
8	5,667	51-150					
28	7,048	151-300					
49	6,475	301-450			-		
20	7,180	450 fölött			-		-
TVN1			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
28	4,236	0-50					
5	3,385	51-150					
33	5,466	151-300	0,845*				
25	6,567	301-450	1,176**		0,872*		
17	6,247	450 fölött	1,011*		-		-
TVN2			TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzészám db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.					
280	4,732	0-50					
193	6,229	51-150	0,408**				
245	6,653	151-300	0,473**	0,319*			
475	6,708	301-450	0,422**	0,283*	-		
259	6,629	450 fölött	0,466**	0,315*	-		-

*p=95%, **p=99%.

Megjegyzés: Néhány tápanyagcsoportban az elemszám nagyon kicsi, a 10 elemszám alatti csoportokat nem vizsgáltuk.

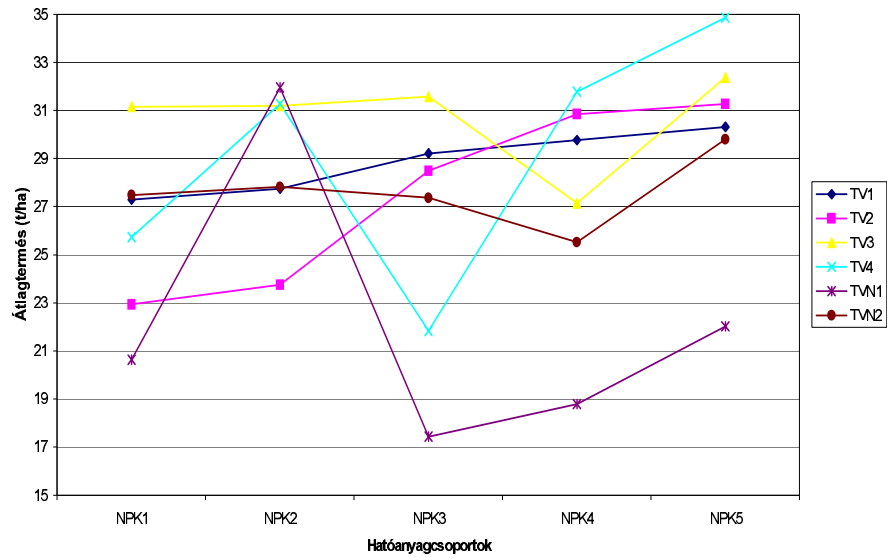
35. táblázat A szignifikáns kategória hatások (a talajvíz hatása) a szemes kukorica termésére csoportonként

TÁPANYAGCSOPORT		A SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)					
NPK1		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
10	6,421	0-150					
19	5,986	151-200	-				
13	5,864	201-300	1,004*	-			
9	5,485	301 alatt					
28	4,236	TVN1	1,821**	0,821*	0,706*		
280	4,732	TVN2	1,466**	0,642*	0,512*		-
NPK2		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
14	6,766	0-150					
73	6,854	151-200	-				
17	7,593	201-300	-	0,897*			
8	5,667	301 alatt					
5	3,385	TVN1					
193	6,229	TVN2	-	-	-		
NPK3		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
69	7,860	0-150					
118	7,792	151-200	-				
34	6,919	201-300	0,763*	0,709*			
28	7,408	301 alatt	-	-	-		
33	5,466	TVN1	0,778*	1,460*	1,534*	0,955*	
245	6,653	TVN2	0,501*	0,408*	-	-	0,679*
NPK4		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
142	7,505	0-150					
183	7,724	151-200	-				
46	7,551	201-300	-	-			
49	6,475	301 alatt	0,572*	0,553*	0,705*		
25	6,567	TVN1	0,756*	0,732*	0,676*	-	
475	6,708	TVN2	0,327*	0,299*	0,530*	-	-
NPK5		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
79	7,137	0-150					
140	7,240	151-200	-				
20	7,196	201-300	-	-			
20	7,180	301 alatt	-	-	-		
17	6,247	TVN1	0,754*	0,725*	0,674*	0,931*	
259	6,629	TVN2	0,297*	0,293*	-	-	-

Megjegyzés: Néhány tápanyagcsoportban az elemszám nagyon kicsi, a 10 elemszám alatti csoportokat nem vizsgáltuk.

4.3.4. Silókukorica

A műtrágyadózisokat kategóriánként vizsgálva a TVN1 kategóriát az alacsony elemszámok miatt (összesen 35 eset) a varianciaanalízisbe nem vontuk be. Nem vontuk be a 10 elemszám alatti csoportokat sem, melyeket a táblázatokban szürke színnel jelöltük. Az értékeket a naturáliák grafikus ábrázolása mutatja. Megállapítható, hogy a silókukorica esetében (kategórián belül) a nagyobb műtrágyadózisok csak a TV2 kategóriában okoztak termésnövekedést. Megegyező műtrágyaadagok esetén a talajvíz hatásáról sem lehet egyértelmű következtetést levonni. Üzemi adatok földolgozásával végzett vizsgálatainkhoz a silókukorica volt a legkevésbé alkalmas kultúra. Ennek oka a korábban már vázolt mezőgazdasági gyakorlat. Az eredményeket a 36. és 37. táblázatok és a 13. ábra mutatja. A grafikon léptéke a terméskülönbségeket jól kiemeli.



13. ábra A silókukorica terméseredményeinek változása a talajvízhatás és a tápanyagellátás függvényében

36. táblázat A tápanyagellátás hatása a silókukorica termésére a talajvíz kategórián belül

TALAJVÍZ KATEGÓRIA		A SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)				
TV1		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
4	27,297	0-50				
18	27,749	51-150	-			
35	29,224	151-300	-	-		
72	29,768	301-450	-	-	-	
57	30,324	450 fölött	-	-	-	-
TV2		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
16	22,943	0-50				
10	23,753	51-150	-			
42	28,492	151-300	5,330*	-		
74	30,851	301-450	5,053*	4,955*	-	
30	31,264	450 fölött	5,732*	5,428*	-	-
TV3		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
21	31,148	0-50				
8	31,201	51-150				
52	31,568	151-300	-	-		
85	27,136	301-450	-	-	3,060*	
32	32,367	450 fölött	-	-	-	3,624*
TV4		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
14	25,732	0-50				
2	31,266	51-150				
30	21,832	151-300	-	-		
19	31,776	301-450	-	-	5,843*	
11	34,865	450 fölött	-	-	7,025*	-
TVN1		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
18	20,636	0-50				
5	31,960	51-150				
3	17,443	151-300				
5	18,792	301-450				
4	22,021	450 fölött				
TVN2		TÁPANYAG	0-50	51-150	151-300	301-450
Elemzés db	Átlagtermés t/ha	kg/ha vha.				
222	27,479	0-50				
117	27,827	51-150	-			
261	27,373	151-300	-	-		
358	25,524	301-450	1,569*	1,956*	-	
147	29,798	450 fölött	1,953*	-	-	2,394**

*p= 95%, **p= 99%

Megjegyzés: Néhány kategóriában az elemszám nagyon kicsi, a 10 elemszám alatti kategóriákat nem vizsgáltuk.

37. táblázat A szignifikáns kategóriahatások (a talajvíz hatása) a silókukorica termésére csoportonként:

TÁPANYAGCSOPORT		A SZIGNIFIKÁNS DIFFERENCIA ÉS ÉRTÉKE (t/ha)					
NPK1		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
4	22,297	0-150					
16	22,943	151-200					
21	31,148	201-300		6,036*			
14	25,732	301 alatt		-	-		
18	20,636	TVN1		-	9,348**	-	
222	27,479	TVN2		-	-	-	4,391*
NPK2		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
18	27,479	0-150					
10	23,753	151-200	-				
8	31,201	201-300					
2	31,266	301 alatt					
5	31,960	TVN1					
117	27,827	TVN2	-	-			
NPK3		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
35	29,227	0-150					
42	28,492	151-200	-				
52	31,568	201-300	-	-			
30	21,832	301 alatt	4,65**	4,468**	6,967**		
3	17,443	TVN1					
261	27,373	TVN2	-	-	-	-	
NPK4		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
72	29,768	0-150					
74	30,851	151-200	-				
85	27,136	201-300	-	-			
19	31,776	301 alatt	-	-	-		
5	18,792	TVN1					
358	25,524	TVN2	2,739*	3,413**	-	4,112*	
NPK5		TALAJVÍZ KATEGÓRIA	0-150	151-200	201-300	301 alatt	TVN1
Elemzés db	Átlagtermés t/ha						
57	30,324	0-150					
30	31,264	151-200	-				
32	32,367	201-300	-	-			
11	34,865	301 alatt	-	-	-		
4	22,021	TVN1					
147	29,798	TVN2	-	-	-	-	

*p=95%, **p=99%.

Megjegyzés: Néhány tápanyagcsoportban az elemszám nagyon kicsi, a 10 elemszám alatti csoportokat nem vizsgáltuk.

4.3.5. Következtetések

Megállapítható, hogy a különböző mélységű talajvíz hatása minden tápanyag-ellátottsági szinten érvényesül, illetve a tápanyagellátás hatása minden talajvízszint esetében hasonló. A talajvízből vízellátással nem rendelkező táblák esetében ez a hatás határozottabb. Nagy műtrágyaadagokkal kedvezőtlen termőhelyen is jelentősen növelhető a termés mennyisége, noha ez a hozam a kedvezőbb termőhelyeken lényegesen kisebb adagokkal is elérhető.

Őszi búza esetében a 300 kg/ha-nál több vegyes hatóanyag kijuttatása jelentős termésnövekedést már nem okoz.

Tavaszi árpa esetében a talajvíz hatása minden tápanyagellátási szinten kismértékűnek tekinthető, a nagy műtrágyaadagok meg is szüntetik. A tápanyagellátás fokozásának termésnövelő hatása szignifikánsan a mély talajvízű és a talajvízhatás nélküli területeken mutatkozik meg. Adataink és elemzéseink alapján a tavaszi árpa termesztése során semmilyen termőhelyen nem ajánljuk 150 kg/ha vegyes hatóanyagnál több kijuttatását.

A tápanyagellátás fokozásának hatékonysága a szemes kukorica esetében is a talajvízhatás nélküli területek esetében a legnagyobb. A vizsgálataink alapján a szemes kukorica tápanyagellátási optimuma a hektáronkénti 150 és 300 kg vegyes hatóanyag közé esik.

Silókukorica esetében (talajvíz-kategórián belül) a nagyobb műtrágyadózisok csak a TV2 kategóriában okoztak termésnövekedést. Megegyező műtrágyaadagok esetén a talajvíz hatásáról sem lehet egyértelmű következtetést levonni. Üzemi adatok földolgozásával végzett vizsgálatainkhoz a silókukorica volt a legkevésbé alkalmas kultúra.

4.4. A talajvíz hatása eltérő csapadékviszonyok között

A talajvíz évjáráttól függő hatását egy aszályos és egy csapadékos év összehasonlításával is megvizsgáljuk.

1987-ben Mosonmagyaróváron 636 mm, Győrött 647 mm csapadék hullott. Áprilistól szeptemberig Mosonmagyaróváron 395 mm, Győrött 431 mm eső volt. Ugyanezek az értékek 1993-ban a következőképpen alakultak: 510 és 528, illetve 245 és 204 mm.

Az 1987. és 1993. évek csapadékviszonyait a 10. melléklet közli.

Összefoglalóan megállapítható, hogy 1987-ben magasabb induló nedvességek mellett lényegesen több volt az aranyat érő májusi eső, valamint a talaj nedvességekészleteinek kimerülése miatt fontos augusztusi csapadék mennyisége.

A csapadékos időszakokhoz általában alacsonyabb hőmérsékletek és alacsonyabb párolgási értékek is tartoznak.

A két év összehasonlítása során minden kultúránál szembeötlő a magyar mezőgazdaság átalakulása miatti eltérés a tápanyagellátásban. Ehhez hasonló a technológia változása is.

4.4.1. Őszi búza

Összehasonlítottuk a két vizsgált évet, a talajvíz-kategóriák 19 éves eredményeit, valamint a 19 év adatai alapján a konkrét éveknek és kategóriáknak megfelelő tápanyag-ellátási szintek eredményeit is. A két

vizsgált év tápanyagellátása ez utóbbinál természetesen nagyobb szórást mutat (38. táblázat).

Őszi búza esetében 1987-ben 228, 1993-ban 262 tábla adatait dolgoztuk föl.

Ezek termésátlaga 1987-ben 5,525 t/ha, 1993-ban 4,107 t/ha lett. A felhasznált műtrágya mennyisége 359, illetve 87 kg vegyes hatóanyag/ha volt.

A hozamok és a tápanyagellátás 19 éves átlag adatait az 1. táblázatban mutattuk be.

Az évjárathatásról az elemszám adta korlátokon belül, az alábbi megállapítások tehetők:

A csapadékos 1987. évben a termésátlagok kismértékben meghaladták a sokéves átlagot (5,244 t/ha), a tápanyagellátás is bőségesebb volt az átlagnál (276 kg/ha) (1. táblázat).

1987-ben a talajvíz-kategóriák között nem volt szignifikáns különbség a termés mennyiségében. A kedvező csapadékviszonyok és jó tápanyagellátás mellett a talajvízből származó többletvíz-hatás szerepe gyakorlatilag megszűnt. A többletvíz-hatású területek a sokévi átlagnál általában kisebb termést adtak. A talajvízhatás nélküli vastag fedőrétegű, nagyobb vízkészletekkel rendelkező, több vizet betározni képes talajokon (TVN2) a csapadék hatása kiemelkedő. Jó csapadékviszonyok között a sok év átlagához képest majd 600 kg/ha többlettermést adtak. A tápanyagellátás (345 kg/ha) alapján várhatónál is majd 400 kg/ha volt a többlettermés.

Az aszályos 1993-as évben mind a termésátlagok, mind a tápanyagellátás jelentősen elmaradt a sokéves átlagtól.

1993-ban a talajvíz hatása megnőtt és képes volt a csapadékhiányt kompenzálni, még 301 cm alatti vegetációs időszaki átlagos talajvízmélység (TV4) esetén is. Sok év adatai alapján ez a talajvízmélység már nem okoz szignifikáns termésnövekedést.

Az eredményeket a nagy tápanyag ellátásbeli (és technológiai) különbségek erősen befolyásolhatták. Az őszi búza termesztésekor megfigyeléseink szerint a leggyakrabban elkövetett technológiai hibák a következők: rossz magágyba, egyenetlen sűrűséggel végzett vetés, rossz minőségű vetőmag használata, a gyomirtás és a növényvédelem elhagyása.

A többletvíz-hatás nélküli vékony fedőrétegű területeken (TVN1), alacsony tápanyagellátás mellett az aszály jelentős terméseszkökenést nem okozott. Ezeken a területeken megfelelő tápanyag ellátottság nélkül a sok év átlagában sem érhető el jó termés, a tápanyagellátás hatása azonban itt a legnagyobb.

A többletvíz-hatás nélküli, de vastag fedőrétegű területeken alacsony tápanyagellátás mellett (64 kg/ha) még a megfelelő tápanyagszinttel összehasonlítva is több mint egy tonna az elmaradás a sokévi átlagtól.

38. táblázat Az őszi búza műtrágyaellátása és hozama 1987-ben és 1993-ban

TALAJVÍZ- KATEGÓRIA	1987		1993		19 év átlaga	19 év az aktuális tápanyagellátásnál	
	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	TERMÉSÁTLAG t/ha	
						1987	1993
TV1	5.342	38	6.513	15	5,609	5,744 (301-450)	5,622 (151-300)
TV2	5.620	18	4.705	38	5,592	5,823 (301-450)	5,183 (51-150)
TV3	5,264	35	5.473	23	5,541	5,648 (301-450)	5,470 (151-300)
TV4	5.836	2	5.302	6	5,268	5,558 (301-450)	4,657 (51-150)
TVN	5.626	135	3,566	180	5.002		
--TVN1	-	0	2.934	12	4,451	4,997 (301-450)	3,088 (0-50)
--TVN2	5,626	135	3.612	168	5,046	5,259 (301-450)	4,658 (51-150)
ÖSSZES	5,525	228	4,107	262	5,244		

4.4.2. Tavaszi árpa

Tavaszi árpa esetében 1987-ben és 1993-ban is 82 tábla adatait dolgoztuk föl. A termésátlag 1987-ben 4,543 t/ha, 1993-ban 3,124 t/ha volt. A felhasznált műtrágya mennyisége 277, illetve 19 kg vegyes hatóanyag/ha volt.

A két összehasonlított év tápanyagellátás és hozam adatait talajvíz-kategóriánként a 39. táblázat mutatja.

A két év összehasonlítása során a többletvízhatás nélküli területeket a fedőréteg vastagságától függetlenül ismét együtt kezeljük.

1987-ben a termésátlagok kismértékben elmaradtak a sokéves átlagtól (4,723 t/ha), noha a fölhasznált műtrágya mennyisége lényegesen magasabb volt annál (184 kg/ha) (3. táblázat).

Ebben az évben a legnagyobb termést (4,836 t/ha) a többletvíz-hatás nélküli területek (TVN) adták. E kategória hozama szignifikánsan meghaladta a TV1 és TV2 kategóriáét és sokéves átlagánál (4,514 t/ha) is magasabb lett. A felhasznált műtrágya mennyisége szignifikánsan kevesebb volt, mint a többi talajvíz kategóriáé, de így is átlagosan 198 kg/ha, kismértékben több mint a sokévi átlaga. A talajvízhatású területek eredménye a sokévi átlagtól elmaradt.

Az 1993. évben valamennyi talajvíz kategória kevesebb termést adott a sokévi átlagnál. A tápanyagellátás színvonala nagyon alacsony volt. A visszaesés a többletvíz-hatás nélküli területeken a legnagyobb. Azonos

tápanyag ellátási szinten vizsgálva a sokévi átlagnál 1,2 tonnával kevesebb hektáronként.

A mindkét évben nagyobb elemszámmal rendelkező TV2 és TVN kategóriákat elemezve megállapítható, hogy a terméselmaradás oka nem csak a rossz tápanyagellátás (19 év adatai alapján e két kategóriában szignifikáns a regressziós kapcsolat a kijuttatott műtrágya- és a hozam mennyisége között), nem csak a vízhiány, hanem az aszályhoz társuló magas hőmérséklet is.

39. táblázat *A tavaszi árpa műtrágyaellátása és hozama 1987-ben és 1993-ban*

TALAJVÍZ- KATEGÓRIA	1987		1993		19 év átlaga	19 év az aktuális tápanyagellátásnál	
	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	TERMÉSÁTLAG t/ha	
						1987	1993
TV1	4,260	20	4,662	4	4,832	4,719 (301-450)	4,874 (51-150)
TV2	4,288	17	3,678	14	4,983	4,917 (301-450)	4,708 (0-50)
TV3	4,672	12	3,086	6	4,949	4,929 (301-450)	4,691 (0-50)
TV4	4,432	3	3,536	2	4,570	4,886 (301-450)	3,297 (0-50)
TVN	4,836	30	2,865	56	4,514	4,775 (151-300)	4,098 (0-50)
ÖSSZES	4,543	82	3,124	82			

Megjegyzés: TVN1 rétegben kevés elem van, így együtt kezeljük a TVN2-vel.

4.4.3. Szemes kukorica

Szemes kukorica esetében 1987-ben 176, 1993-ban 162 tábla adatait dolgoztuk föl. A termésátlag 1987-ben 7,729 t/ha, 1993-ban 5,358 t/ha volt. A felhasznált műtrágya mennyisége 372, illetve 89 kg vegyes hatóanyag/ha volt.

A két összehasonlított év adatait a 40. táblázat tartalmazza.

Az 1987-es év a kukorica számára különösen kedvező volt. Termésátlagai és tápanyagellátása jelentősen meghaladták a sokéves átlagot (6,618 t/ha és 293 kg/ha) (5. táblázat).

Ebben az évben a 301 cm-nél mélyebben elhelyezkedő talajvizű és a többletvíz-hatással nem rendelkező táblák magasabb terméseket adtak a magasabb talajvízszintekkel rendelkezőknél. Egy kivétellel valamennyi talajvíz kategória meghaladta a sokéves átlagot. A nagyobb elemszámmal rendelkező TVN kategória azonos tápanyag ellátási szinten vizsgálva több mint 1,2 tonnával termett többet hektáronként.

A TVN1 kategóriában mindkét évben csak 2-2 eset volt, ezért TVN kategóriaként együtt kezeljük a TVN2-vel.

Az aszályos 1993. év során a többletvíz-hatás nélküli táblák (TVN) terméselmaradása minden összehasonlításban jelentős. Hasonló tápanyag ellátási szinten vizsgálva (az átlagos műtrágyadózis 56 kg/ha volt, az ehhez legközelebbi érték az 51-150 kg/ha tápanyagcsoportban van) a sok év alapján várhatótól az elmaradása 0,9 t/ha. A talajvízhatásúak közül a TV4 kategória mindössze 1 elemmel rendelkezik (ennek termése a

várható értéknek megfelel). A TV1 (magas talajvízű) kategória kiemelkedő termést adott, a TV2 és TV3 kategóriák hozama elmaradt a sokéves átlag alapján várttól. Megfigyeléseim alapján a kukorica magas hőmérséklet és légköri aszály esetén a déli és délutáni órákban bőséges vízellátás mellett is furulyázik, ezért a terméselmaradásban a magas hőmérséklet is közrejátszhatott.

40. táblázat *A szemes kukorica műtrágyaellátása és hozama 1987-ben és 1993-ban*

TALAJVÍZ- KATEGÓRIA	1987		1993		19 év átlaga	19 év az aktuális tápanyagellátásnál	
	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	TERMÉSÁTLAG t/ha	
						1987	1993
TV1	7,552	61	8,640	7	7,423	7,505 (301-450)	7,860 (151-300)
TV2	6,868	13	6,443	9	7,372	7,724 (301-450)	6,854 (51-150)
TV3	7,621	19	6,369	32	7,126	7,551 (301-450)	6,919 (151-300)
TV4	8,551	9	5,136	1	6,604	6,475 (301-450)	5,485 (0-50)
TVN	7,948	76	4,785	113	6,184	6,708 (301-450)	6,229 (51-150)
ÖSSZES	7,729	178	5,358	162	6,618		

Megjegyzés: TVN1 rétegben 2 elem van, így együtt kezeljük a TVN2-vel.

4.4.4. Silókukorica

Silókukorica esetében 1987-ben 88, 1993-ban 85 tábla adatait dolgoztuk föl. A termésátlag 1987-ben 34,565 t/ha, 1993-ban 28,002 t/ha volt. A felhasznált műtrágya mennyisége 391, illetve 83 kg vegyes hatóanyag/ha volt.

A hozamok és a tápanyagellátás 19 éves átlag adatait a 7. táblázatban mutattuk be.

A sokévi adatbázis vizsgálata alapján a talajvízmélységre legkevésbé reagáló kultúra. A termés és a kijuttatott műtrágya hatóanyagok között szignifikáns kapcsolat is csak egy, a TV2 kategóriában volt kimutatható. Ennek néhány lehetséges okát korábban felsoroltuk. A négy vizsgált kultúra közül általános szabályokat a silókukorica esetében a legnehezebb megállapítani. A TVN1 kategóriát a kis elemszáma miatt ebben az esetben is együtt kezeljük a TVN2-vel.

A termésátlagok mind a csapadékos, mind az aszályos évben meghaladták a sokévi átlagot (27,844 t/ha), noha tápanyagellátásukban is jelentős különbségek voltak. A két évet egymáshoz hasonlítva azonban jelentős különbségeket látunk, a csapadékos év hozamai lényegesen magasabbak voltak (41. táblázat).

Feltételezhető, hogy a jó tápanyagellátás hatása a silókukorica esetében is a többletvíz-hatással nem rendelkező területeken a legnagyobb. Ezt a hatást a kedvező csapadékviszonyok fölerősítik. Aszályos évben jelentős a talajvíz termésmenvelő hatása.

41. táblázat *A silókukorica műtrágyaellátása és hozama 1987-ben és 1993-ban*

TALAJVÍZ- KATEGÓRIA	1987		1993		19 év átlaga	19 év az aktuális tápanyagellátásnál	
	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	ELEMSZÁM	TERMÉS ÁTLAG t/ha	TERMÉSÁTLAG t/ha	
						1987	1993
TV1	34,367	15	31,354	5	29.587	29,768 (301-450)	29,224 (151-300)
TV2	38,864	5	34,035	3	29.199	31,264 (450 fölött)	23,753 (51-150)
TV3	30,372	7	28,317	6	29.735	27,136 (301-450)	31,201 (51-150)
TV4	24,069	2	31,266	2	27.171	31,776 (301-450)	31,266 (51-150)
TVN	35,104	59	27,375	69	27,071	25,524 (301-450)	27,827 (51-150)
ÖSSZES	34,565	88	28,002	85			

Megjegyzés: TVN1 rétegben kevés elem van, így együtt kezeljük a TVN2-vel. A TV4 kategória esetében az 1987. évi 288 kg vha/ha műtrágyadózishoz a nagy adatbázisból a 301-450-hez tartozó értéket rendeltük, mert a 150-300-as csoport kiugróan alacsony értéket ad.

4.4.5. Következtetések

Őszi búza esetében jó csapadékviszonyok között a talajvíz-kategóriák között nem volt megbízható különbség a termés mennyiségében. A kedvező csapadékviszonyok és jó tápanyagellátás mellett a talajvízhatás megszűnt. A talajvízhatás nélküli vastag fedőrétegű, nagyobb vízkészletekkel rendelkező, több vizet betározni képes talajokon (TVN2) a csapadék hatása kiemelkedő. Aszályos évben a talajvíz hatása a sokévi átlaghoz képest megnőtt és képes volt a csapadékhiányt kompenzálni, még 301 cm alatti vegetációs időszaki átlagos talajvízmélység esetén is.

Tavaszi árpa esetében a csapadékos év csak a talajvízhatás nélküli területeken okozott termésnövekedést. Aszályos évben valamennyi talajvíz-kategória kevesebb termést adott, a visszaesés a többletvíz-hatás nélküli területeken a legnagyobb. Az adatokat elemezve megállapítható, hogy a terméselmaradás oka nem csak a vízhiány, hanem az aszályhoz társuló magas hőmérséklet is.

A csapadékos évben a szemes kukorica termésátlagai (és tápanyagellátása) jelentősen meghaladták a sokéves átlagot. Ebben az évben a 301 cm-nél mélyebben elhelyezkedő talajvízű és a többletvíz-hatással nem rendelkező táblák magasabb terméseket adtak a magasabb talajvízszintekkel rendelkezőknél, tehát a bőséges csapadék kiegyenlítette a talajvízhatást. Az aszályos év során a TV1 (magas talajvízű) kategória kivételével valamennyi terület hozama elmaradt a sokéves átlag alapján várttól. A terméselmaradásban a magas hőmérséklet is közrejátszott.

Silókukorica esetében a termésátlagok mind a csapadékos, mind az aszályos évben meghaladták a sokévi átlagot, noha tápanyagellátásukban is jelentős különbségek voltak. A két évet egymáshoz hasonlítva azonban jelentős különbségeket látunk. A tápanyagellátás hatását a kedvező csapadékviszonyok fölerősítik. Aszályos évben jelentős a talajvíz termésmnövelő hatása.

4.5. A mintaterületek talajában levő vízkészletek összehasonlítása

A talajnedvesség mérések adatai alapján az 1991 és 1998 közötti adatok alapján összehasonlítottuk egy talajvízhatással nem rendelkező terület (Rajka) és kettő, talajvízhatás alatti terület (Ásványráró és Nagybajcs) talajnedvesség tartalmát (7.-9. melléklet). A nedvességmérő műszer gyártó által megadott maximális mérési hibája 3 térfogatszázalék.

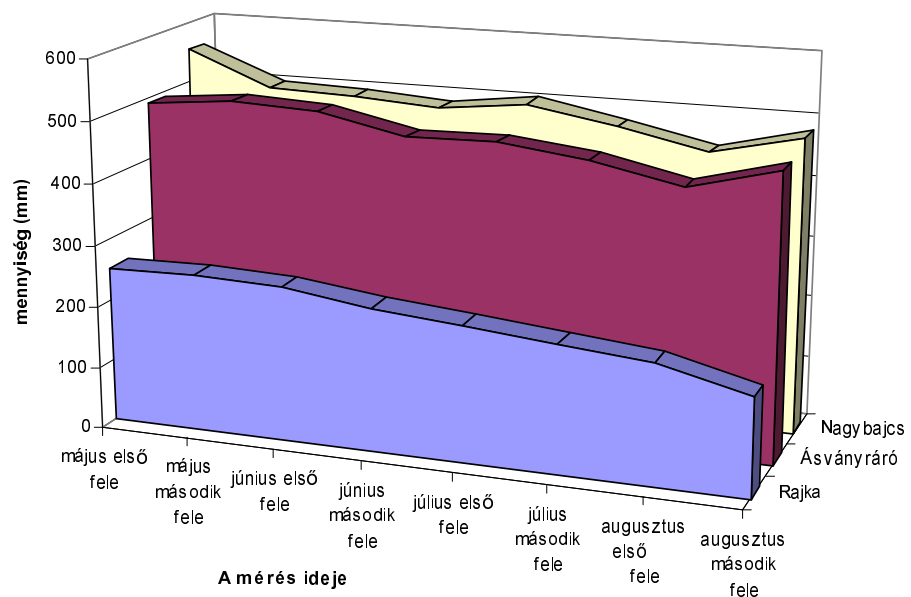
A mintaterék talajvízjárásának alakulását a vizsgált időszakban a 7-9. ábrákon szemléltetjük.

A folyam elterelésének a talajvízre gyakorolt hatását szemléletesebben mutatják a Dunához közeli kutak, ezek közül egyet a 10. mellékletben bemutatunk.

Tanulmányoztuk a három mintahely nedvességtartalmának változását mind az összes, mind a diszponibilis vizeket vizsgálva.

A diszponibilis víz mennyiségét 10 cm-es rétegenként számítottuk ki: a mért nedvességértékekből kivontuk a pF-görbe 4,2 pontjához tartozó értéket. Ezzel kívántuk kiküszöbölni a talajok eltérő tulajdonságaiból (nagy különbség a holtvíztartalomban) adódó torzítást (2., 3. és 4. mellékletek).

A kétméteres talajrétegek diszponibilis vízmennyiségeinek alakulását májustól augusztusig a 8 év átlagában diagramon is bemutatjuk (14. ábra).



14. ábra A diszponibilis víz mennyisége a három mintahely kétméteres szelvényében a 8 év átlagában

A mintahelyek összehasonlításának megkönnyítése érdekében kiszámoltuk a kétméteres talajszelvényben levő víz mennyiségét a szántóföldi vízkapacitás százalékában. Kiszámoltuk a diszponibilis víztartalom különbségét is a mérőhelyek között (11. melléklet). A talaj nedvességekészletének a szántóföldi vízkapacitáshoz viszonyításakor a talajvizsgálati eredmények alapján a pF görbe 2,3 pontjához tartozó (számított) értékből vontam le a pF 4,2-höz tartozó értéket.

A mérés táblázatban feltüntetett ideje a rajkai mérés napja, ezt aznap vagy másnap követte a másik kettő, tehát az adatok összehasonlíthatók.

A táblázatokból látható, hogy az évek és évszakok változásával például a holtvíztartalom fölötti vízkészletek különbségében 400 mm körüli különbség is kialakulhat a 2 méteres talajrétegben a mintaterek között.

A 8 éves átlagértékeket tekintve a két talajvízhatású terület diszponibilis nedvességekészlete egymástól alig tér el. A vízkészletek változásait a Duna vízjárásától függő talajvízszint változásai okozzák.

A talajvízből vízellátással gyakorlatilag nem rendelkező mintahelynél mindkettő mintegy 250 mm-nél több diszponibilis vizet tartalmaz.

Ez a duplája a talajvízhatás nélküli talaj készletének.

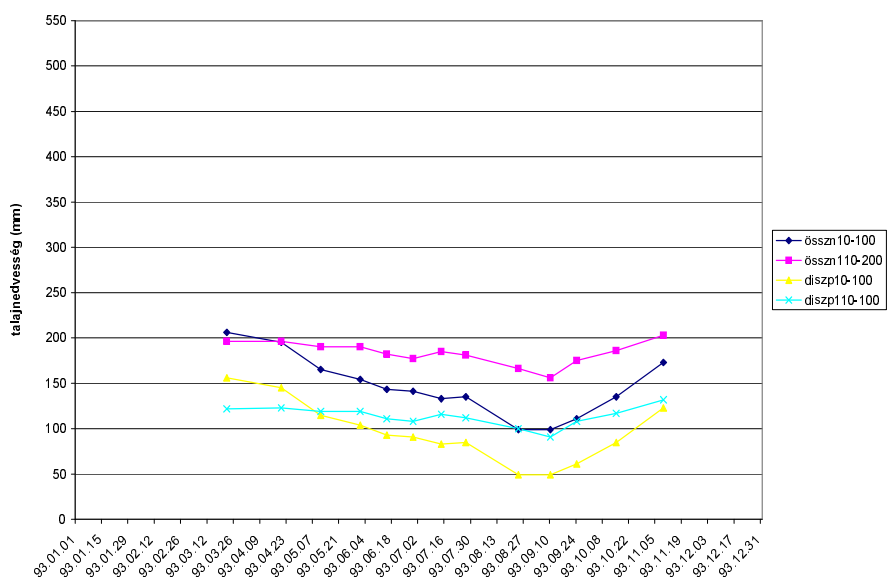
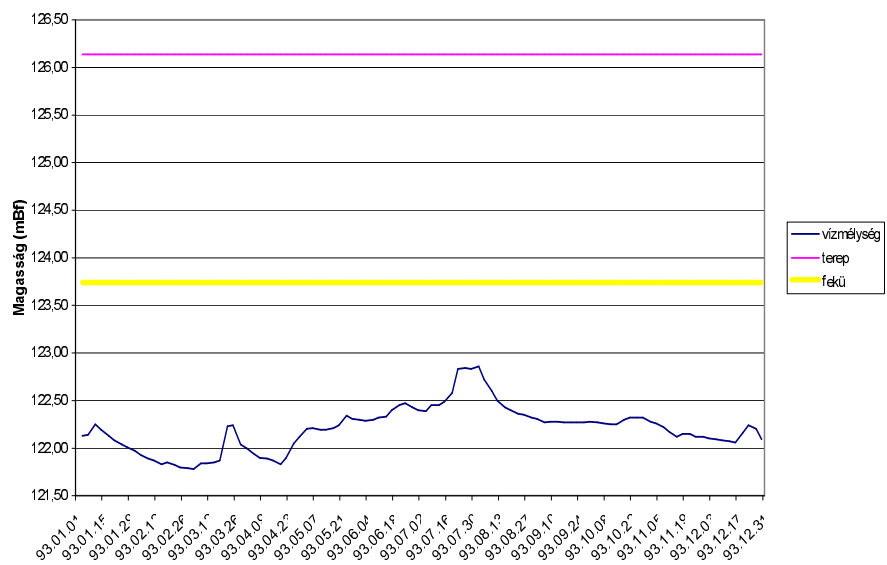
A növények gyökerezési mélysége, valamint a talajban történő víz (pára) mozgás figyelembevételével a 2 méteres rétegvastagság vizsgálata indokolt. Mind a kalászosok, mind a kukorica esetében a legvízigényesebb időszakokban gyökereikkel már képesek a mélyebb rétegekből a víz (és tápanyag) felvételére.

Elsősorban aszályos években a talajvízhatás nélküli terület nedvességekészlete a talaj felső kétméteres szelvényében többször a

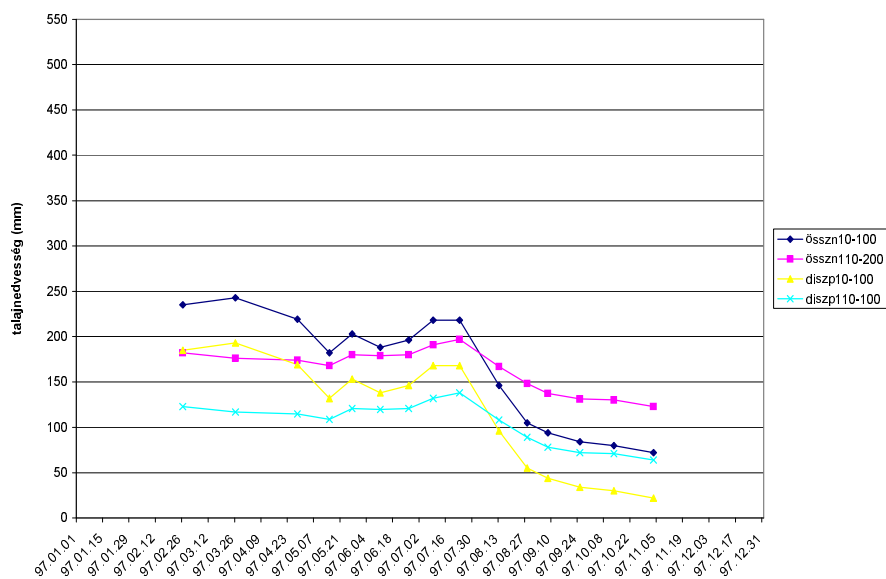
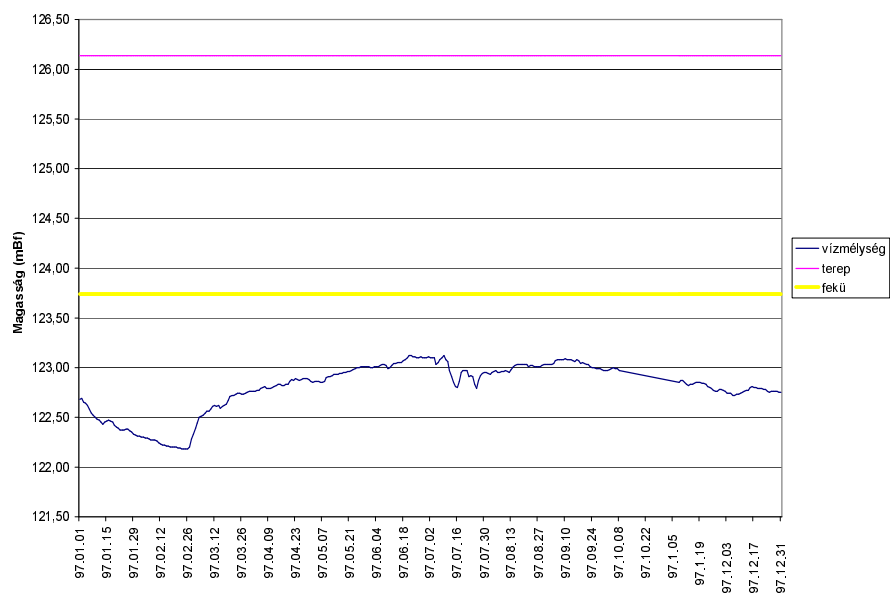
szántóföldi vízkapacitás 50%-ára vagy az alá is csökken, ugyanakkor a talajvíz ezekben az időszakokban is bőséges vízellátást biztosít.

A vizsgálatba vont évek alatt a mintahelyek nedvességtartalmában májustól augusztusig a legkisebb különbségek 1993-ban alakultak ki, a legnagyobbak 1997-ben.

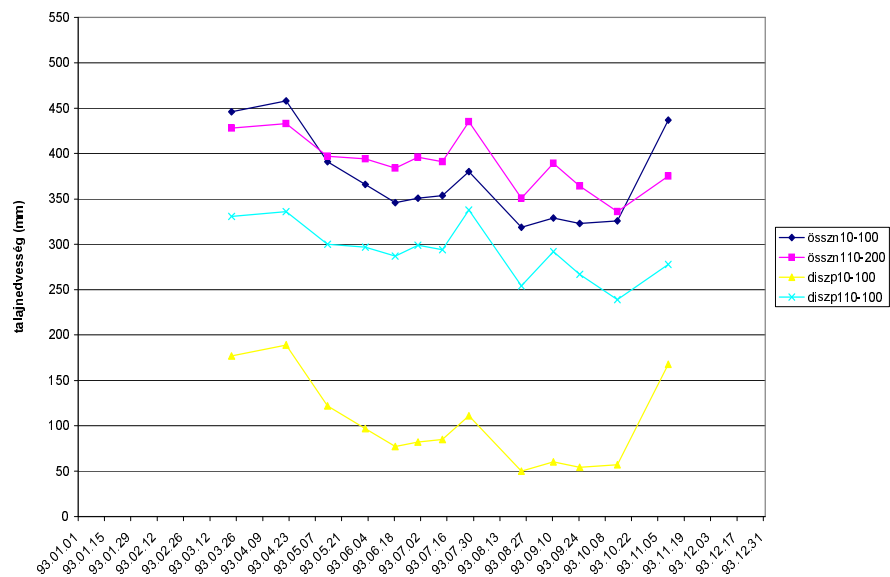
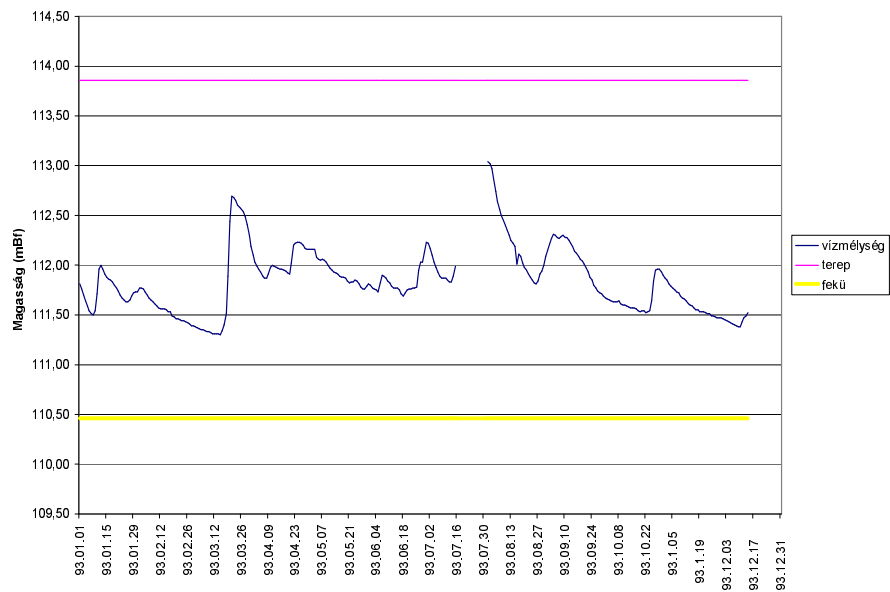
E két évben megvizsgáltuk a talajvíz szintjének változásait és ennek hatását külön a felső 1 méteres és 1-2 méter közötti talajszelvény nedvességtartalmára (15-20. ábrák). Külön föltüntettük az összes és a diszponibilis nedvességtartalom alakulását. Nagyon jól látható a talajvízhatású területeken a folyamatos vízellátáson túl az árhullámok hatása és a talajvízhatás nélküli terület nedvességkészleteinek kimerülése.



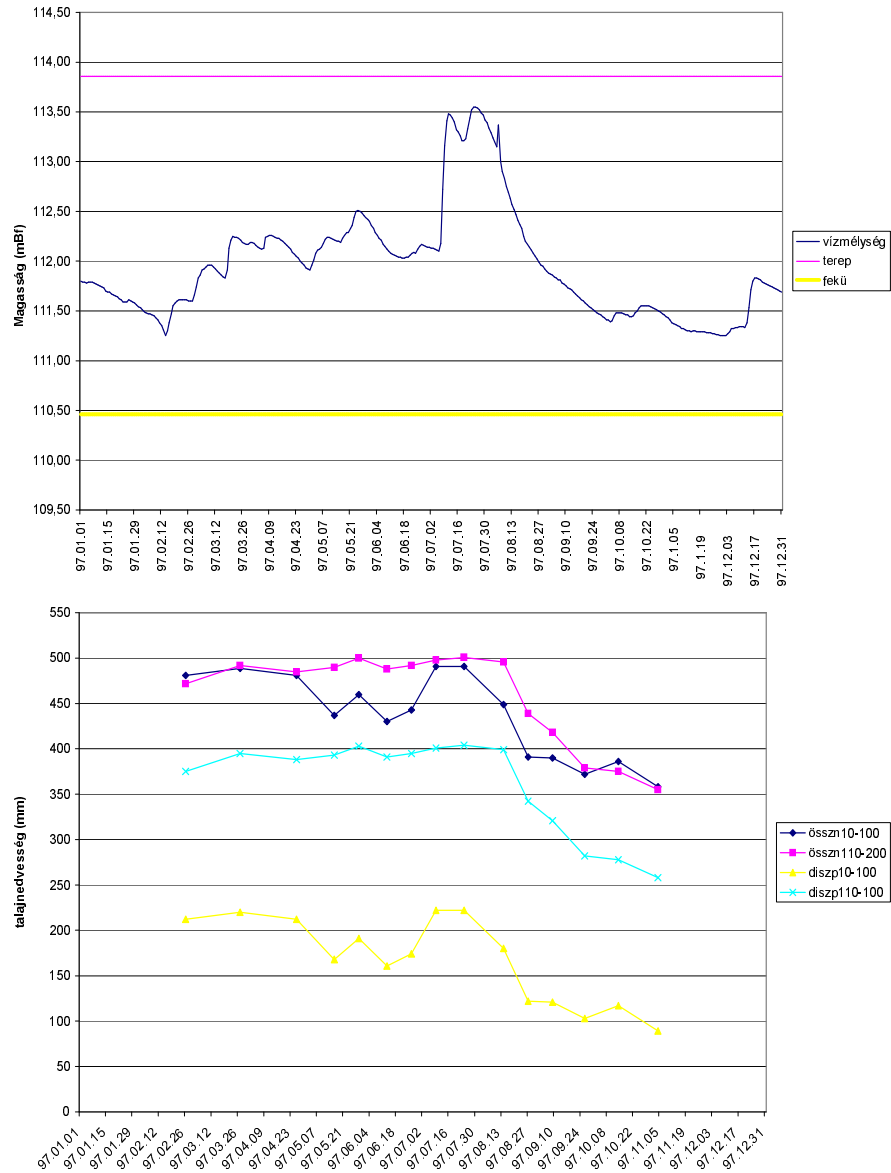
15. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása.
Rajka, 1993



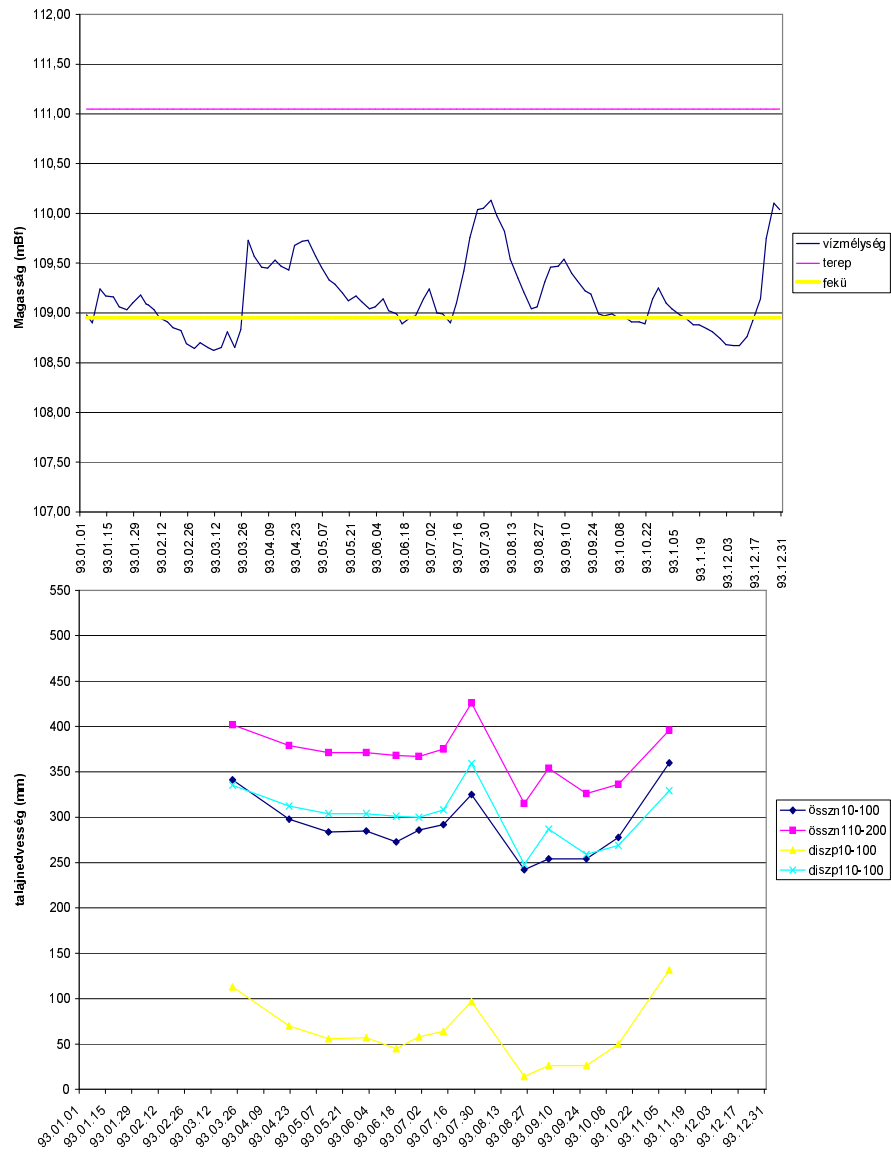
16. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása.
Rajka, 1997



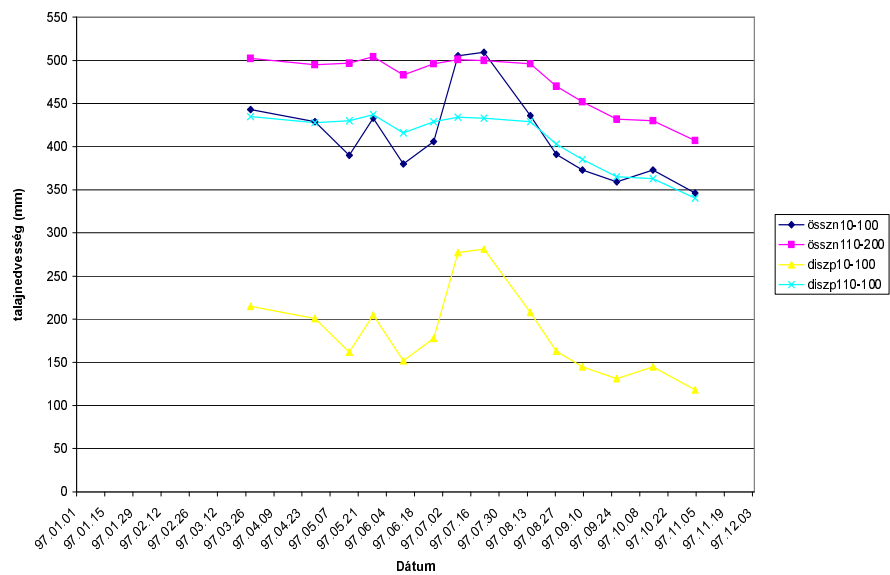
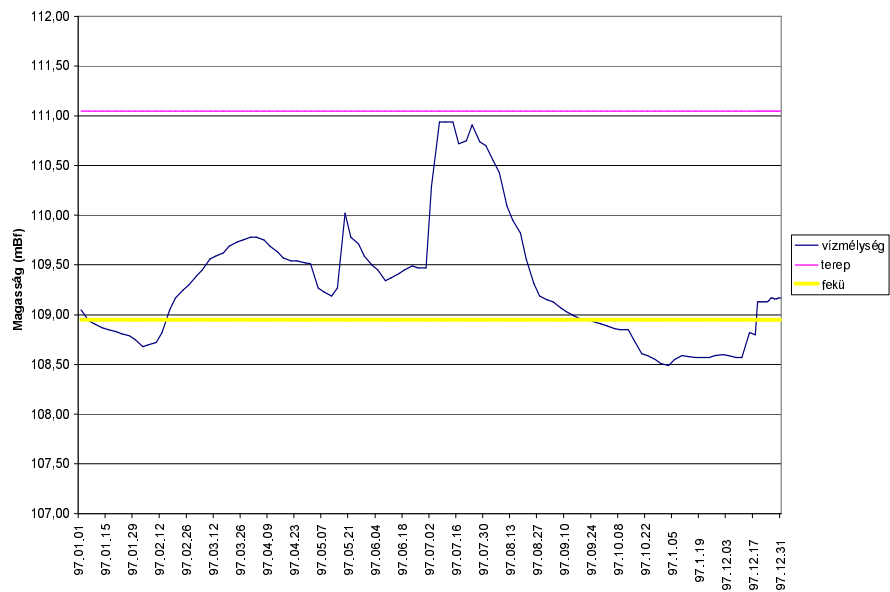
17. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása. Ásványráró, 1993



18. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása.
 Ásványráró, 1997



19. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása.
 Nagybajcs, 1993



20. ábra A talajvíz szintjének és a talaj nedvességtartalmának változása. Nagybajcs, 1997

A csapadéktelekenység hatásának vizsgálata érdekében külön elemeztük a talajvízhatás nélküli mintatéren (Rajka) mért talajnedvesség-értékek alakulását az 1993-as és 1997-es években (42. táblázat). A nagyobb csapadékkülönbség miatt kedvezőbb lett volna az aszályos 1993-as évet ebben az esetben is az 1987-tel összehasonlítani (12. melléklet), de akkor még nem voltak rendszeres talajnedvesség mérések. A csapadék havi mennyiségei a mosonmagyaróvári meteorológiai állomáson mért értékek. Rajkán, mint korábban bemutattuk (15-16. ábrák), a két vizsgált évben a talajvíz szintje nem érte el a fedőréteget. A talajok nedvességkészletében észlelhető különbségek meghatározóan a csapadéktelekenység következményei. Mindkét évben őszi búzát termesztettek, tehát a növényzet vízfelhasználása, a tábla borítása hasonló volt.

Évenként bemutattuk a talajszelvény összes- és diszponibilis nedvességtartalmának alakulását is (7. melléklet). A talajrétegek nedvességtartalmát a csapadékosabb 1997-es évben mért értékekből kivonva a száraz 1993-as év nedvességértékeit hasonlítottuk össze.

42. táblázat A csapadék mennyiségének és a talaj összesnedvesség-tartalmának alakulása. Rajka, két méteres szelvény, 1993. és 1997.

		A csapadék havi mennyisége (mm)			Különbség a nedvességtartalomban (mm) 1997-1993		
					Talajrétegek (cm)		
A mérés ideje		1993	1997	10-100	110-200	10-200	
		január	24	18			
	1997.02.26	február	12	9			
1993.03.22	1997.03.26	március	17	47	37	-5	32
1993.04.20	1997.04.28	április	7	43	24	-8	16
1993.05.11	1997.05.15				17	-10	7
1993.06.01	1997.05.27	május	19	77	49	2	51
1993.06.15	1997.06.11				45	9	54
1993.06.29	1997.06.26	június	71	82	55	13	68
1993.07.14	1997.07.09				85	16	101
1993.07.27	1997.07.23	július	51	129	83	26	109
	1997.08.13						
1993.08.24	1997.08.28	augusztus	25	30	6	-11	-5
1993.09.10	1997.09.08				-5	-13	-18
1993.09.24	1997.09.25	szeptember	72	29	-27	-36	-63
1993.10.15	1997.10.13	október	90	24	-55	-46	-101
1993.11.09	1997.11.03	november	57	62	-101	-68	-169

A csapadék okozta nedvességkülönbség elsősorban a felső 1 méteres talajrétegben jelentkezik. Látható azonban, hogy a csapadék hatása kisebb késéssel az 1 és 2 m közötti talajrétegben is megjelenik. Ebben az összehasonlításban a két év közti különbség növekedése nem feltétlenül jelenti a talaj nedvességkészletének növekedését a kedvezőbb évben, hanem csak a lassúbb kimerülését.

Az első összehasonlítható mérés március végén történt. A csapadék hatása a felső 1 m-ben meggyőző. A mélyebb rétegekben az előző időszak csapadékhiánya látszik.

Az április végi méréskor az 1997. évi erősebb csapadéktevékenység nyomai közvetlenül nem mutathatók ki, de a felső 1 méter nedvességtartalma változatlanul magasabb volt, mint 1993-ban. A nedvességtartalom csapadékot követő növekedésének határt szab a növénykultúra vízfölhasználása is, hiszen nem beszélhetünk ad libitum vízellátásról.

A május végi méréskor a csapadék hatása mindkét talajrétegben megjelent.

A június végi mérésre, mindkét évben hasonló erős csapadéktevékenység mellett a különbség tovább nőtt az 1997-es év javára.

Július végére a két év csapadékkülönbsége határozottan megjelenik a vizsgált szelvény nedvességtartalmában.

Augusztus végére, mindkét évben kevés csapadék mellett, 1997-ben lényegesen nagyobb volt mindkét talajréteg nedvességvesztése, mint 1993-ban. Nehezen magyarázható az alsó réteg erős kiszáradása: oka lehet a kavicságy leszívó hatása, valamint az, hogy az augusztus során hullott csapadék a hónap második felében esett.

Szeptemberben a csapadékviszonyok megváltoztak, ettől kezdve 1993-ban hullott több eső, melyet a nedvességértékek pontosan követnek. A novemberi csapadék hatása a hó eleji méréskor még nem lehetett kimutatható.

Következtetések

A talajvízhatás nélküli területen a talaj vízkészletének csökkenése volt kimérhető a vegetációs időszak folyamán, a talajvízhatású területek nedvességtartalma kiegyenlítettebb volt. Az átlagértékeket tekintve a többletvíz-hatású területek egymástól nem térnek el jelentősen, a talajvízből vízellátással nem rendelkezőnél azonban mindkettő mintegy 250 mm-nél több diszponibilis vizet tartalmaz. Ez a duplája a talajvízhatás nélküli talaj készletének.

Ez a munkarész, az eltérő talajvízhatású területek vizsgálata, további kutatási igényt is fölvet. Cél lenne a talajvízszint mért változásai és a nedvességtartalom mért változásai közötti kapcsolat pontos meghatározása. A feladat néhány nehézsége:

- A vízszintmérő kutak a fedőréteg alá, a kavicságyba mélyülnek és a nagyobb átmérőjük miatt a változások gyorsabbak, mint a talaj kapillárisaiban.
- A talaj vízkészletének változási sebessége más vízszint süllyedés és vízszint emelkedés esetében.
- A szigetközi talaj erős rétegzettség és mozaikossága, mely mind a méréseket nehezíti, mind a víz- és páramozgást erősen befolyásolja.

4.6. A komplex értékelés példái

A tápanyag- és vízellátás térségi hatásainak bemutatása után a gyakorlat körülményei között konkrét eseteket vizsgáltunk meg. A három mintahelyen a vizsgált időszakban összesen 8 esetben termesztettek őszi búzát, 3 esetben tavaszi árpát, 2 esetben kukoricát és egy esetben silókukoricát.

A vetésváltás miatt a három mintahely adatai a szántóföldi adatbázis eredményeivel jól összehasonlíthatók, egymással sajnos nem.

A vizsgált időszak növényrendjét, évenkénti talajvízmélységét, a fedőréteg vastagságát, a tápanyagellátás adatait és a hozamokat a 6. mellékletben már ismertettük.

1991. Rajka, őszi búza

Vízellátás: TVN2 kategória

Tápanyagellátás: 351kg /ha

Elővetemény: tavaszi árpa

Fajta: MV-15, II. fokú

Technológia: jó.

Termésátlag: 5,700 t/ha

E talajvíz-kategóriában a sokévi átlagban semmilyen műtrágyadózissal nem értek el ilyen hozamot. A tápanyagellátása alapján a sokévi átlaghoz képest 108%-os eredményt ért el.

A kijuttatott összes hatóanyag és a termés között e talajvíz-kategóriában a regressziós kapcsolat szignifikáns.

A tábla talajának kétméteres rétegében mért (diszponibilis) nedvességtartalmak májustól júliusig az 1991-1998. évek második legalacsonyabb értékeit mutatják annak ellenére, hogy a talajvíz márciusban rövid időre a fedőrétegbe emelkedett.

A csapadéktevékenységet vizsgálva azonban megállapítható, hogy (minden esetben Győr és Mosonmagyaróvár átlagában) 1991-ben májusban 78,0 mm, júniusban 61,5 mm és július folyamán 86,5 mm csapadék hullott. Ez utóbbi természetesen már csak korlátozottan fejthette ki hatását.

Összességében megállapítható, hogy a jó technológia és – tápanyagellátás, a kedvező elővetemény, a megbízható fajta és a kedvező csapadékviszonyok együttesen okozták a jó termést.

1991. Ásványráró, kukorica

Vízellátás: TV1 kategória

Tápanyagellátás: 331kg /ha

Elővetemény: kukorica

Hibrid: P-3737.

Technológia: jó.

Termésátlag: 6,700 t/ha

A tápanyagellátása alapján várthoz képest 89%-os eredményt ért el.

Ebben a talajvízmélység-tartományban nincs regressziós kapcsolat a termés és a kijuttatott tápanyag mennyisége között, sem hatóanyagoként külön, sem az összes hatóanyagot egyben vizsgálva.

A kétméteres talajréteg diszponibilis víztartalma május első felétől eltekintve végig kedvező értékeket mutatott, azonban a talajvíz szintje

augusztus elején a terepszintig emelkedett és mintegy 2 hétig annak közelében tartózkodott. A termés kiesést ez okozhatta.

1991. Nagybajcs, őszi búza

Vízellátás: TV2 kategória

Tápanyagellátás: 235kg /ha

Elővetemény: silókukorica

Fajta: MV-12, II. fokú

Technológia: közepes (gyomirtási hiba)

Termésátlag: 5,556 t/ha

A tápanyagellátása alapján várthoz képest 100%-os eredményt ért el.

A kijuttatott összes hatóanyag és a termés között e talajvíz kategóriában a regressziós kapcsolat szignifikáns.

A kétméteres talajréteg diszponibilis víztartalma májusban és júniusban az átlagosnál alacsonyabb, ám a rajkai mintatérnél lényegesen magasabb értékeket mutatott. Az augusztusban itt is magasra emelkedő talajvízszint a búzának már nem árthatott. A termés ebben az esetben magasabb is lehetett volna, ha egy szerencsétlen gyomirtás nem okozza az állomány mintegy 15%-os perzselését, melyet az csak májusra tudott kiegyenlíteni.

1992. Rajka, kukorica

Vízellátás: TVN2 kategória

Tápanyagellátás: 0

Elővetemény: őszi búza

Hibrid: Norma

Technológia: jó

Termésátlag: 4,300 t/ha

A tápanyagellátása alapján várthoz képest 91%-os eredményt ért el.

A kijuttatott összes hatóanyag és a termés között e talajvíz-kategóriában a regressziós kapcsolat szignifikáns.

A kétméteres talajréteg diszponibilis víztartalma június első felétől mintegy 140 mm fogyást mutat. Az augusztusi csapadékhiányt a talaj vízkészlete ekkora mértékben tudta kiegyenlíteni. A terméselmaradás oka a csapadékhiány és a talaj vízkészletének kimerülése.

1992. Ásványráró, tavaszi árpa

Vízellátás: TV1 kategória

Tápanyagellátás: 0

Elővetemény: kukorica

Fajta: Orbit, II. fokú.

Technológia: közepes (rossz vetőágy).

Termésátlag: 4,464 t/ha

A tápanyagellátása alapján várthoz képest 91%-os eredményt ért el.

Ebben a talajvízmélység-tartományban nincs regressziós kapcsolat a termés és a kijuttatott tápanyag mennyisége között, sem hatóanyagoként külön, sem az összes hatóanyagot egyben vizsgálva.

A kétméteres talajréteg folyamatosan jó vízellátást biztosított. A terméselmaradás oka a nem megfelelő talajmunka és a rossz vetőágy okozta egyenetlen kelés és lassúbb fejlődés.

1993. Rajka, őszi búza

Vízellátás: TVN2 kategória.

Tápanyagellátás: 34 kg N/ha

Elővetemény: későn betakarított kukorica

Fajta: MV-15, II. fokú

Technológia: rossz vetőágy és nagyon késői vetés (november 2. dekád)

Termésátlag: 2,711 t/ha

A várthoz képest 66%-os eredményt ért el.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma folyamatos, enyhe leürülést mutat. A nedvességtartalom nagyobb volt, mint 1991-ben, noha a májusi és júniusi csapadék mennyisége elmaradt az akkoritól.

A várakozástól elmaradó termésért elsősorban a következő okok tehetők felelőssé: alacsony tápanyagellátás, kedvezőtlen elővetemény, rossz talajmunka és vetőágy, nagyon késői vetés (november 2. dekád).

1993. Nagybajcs, tavaszi árpa

Vízellátás: TV2 kategória

Tápanyagellátás: 0

Elővetemény: cukorrépa

Fajta: Orbit, I. fokú

Technológia: jó

Termésátlag: 4,380 t/ha

A várthoz képest 93%-os eredményt ért el.

E talajvíz kategóriában a tavaszi árpa termése és az összes kijuttatott műtrágya hatóanyag között szignifikáns regressziós kapcsolat van. A hatóanyagokat külön vizsgálva ez a kapcsolat a K és a termés között mutatható ki.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma a tavaszi árpa vegetációs ideje alatt gyakorlatilag állandó volt, a talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított. A hozam limitáló tényezője az alacsony tápanyagellátottság lehetett.

1994. Ásványráró, őszi búza

Vízellátás: TV2 kategória

Tápanyagellátás: 34 kg N/ha

Elővetemény: cukorrépa

Fajta: Alföld

Technológia: jó

Termésátlag: 4,860 t/ha

A várthoz képest 97%-os eredményt ért el.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma június végéig gyakorlatilag állandó volt, július elejére kismértékben csökkent. A talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított. Május-június csapadékmennyisége az átlagosnál több volt.

A hozam limitáló tényezője az alacsony tápanyagellátottság lehetett.

1994. Nagybajcs, silókukorica

Vízellátás: TV1 kategória

Tápanyagellátás: 272 kg/ha

Elővetemény: tavaszi árpa

Hibrid: P-3764.

Technológia: jó

Termésátlag: 35,300 t/ha

A várthoz képest 121%-os eredmény ért el.

Nincs regressziós kapcsolat a termés és a kijuttatott tápanyag mennyisége között sem hatóanyagoként külön, sem az összes hatóanyagot egyben vizsgálva.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma májustól kezdve fokozatosan csökkent, de magas értékeken maradt. A talajvíz július végéig folyamatos utánpótlást biztosított. A csapadék mennyisége az átlagosnál több volt.

A jó eredményt a termesztési feltételek együttesen, a tápanyagellátást is beleértve okozhatták.

1995. Nagybajcs, őszi búza

Vízellátás: TV1 kategória

Tápanyagellátás: 417 kg/ha

Elővetemény: silókukorica

Fajta: Fatima, II. fokú

Technológia: jó.

Termésátlag: 5,600 t/ha

A várthoz képest 98%-os eredmény ért el.

Az őszi búza esetében a TV1 kategóriában a termés és a kijuttatott összes tápanyag mennyisége között nincs regressziós kapcsolat. Meghatározó tényező a N fejtrágya. Ennek mennyisége a konkrét esetben 42 kg/ha volt.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma ingadozásokkal végig magas értéken maradt. A talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított. Június hónapban végig magasan, a felszíntől mintegy fél méterre volt. Ez már

levegőtleniséget okoz a gyökérzóna egy részében. Ez az időszakos jelenség a TV1 kategóriában gyakran előfordul.

A technológia kissé alacsonyabb júniusi talajvízszint esetén nagyobb hozam elérését is lehetővé tette volna.

1997. Rajka, őszi búza

Vízellátás: TVN2

Tápanyagellátás: 192 kg/ha

Elővetemény: tavaszi búza

Fajta: ?

Technológia: közepes.

Termésátlag: 4,850 t/ha

A várthoz képest 94%-os eredmény ért el.

A tábla talajának kétméteres rétegében mért (diszponibilis) nedvességtartalmak magasabb értékeket mutatnak, mint az 1991-es és 1993-as években. A május első felében meglévő nedvességekészlet nőtt.

Május, júniusban és július hónapok az átlagnál csapadékosabbak voltak.

Az egyenetlen magágyba történt vetést a növényzet a jobb tápanyag- és vízellátás miatt részben kiegyenlítette.

1997. Nagybajcs, tavaszi árpa

Vízellátás: TV1 kategória

Tápanyagellátás: 101 kg/ha

Elővetemény: istállótrágyázott cukorrépa

Fajta: Maresi, II. fokú

Technológia: jó

Termésátlag: 4,587 t/ha

A várthoz képest 95%-os eredményt ért el.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma a tavaszi árpa vegetációs ideje alatt gyakorlatilag állandó volt, a talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított. Július hónapban végig magasan, a felszíntől mintegy fél méterre volt. Ez kismértékű termés kiesést okozhatott.

1998. Ásványráró, őszi búza

Vízellátás: TV3 kategória

Tápanyagellátás: 244 kg/ha

Elővetemény: parlag

Fajta: ?

Technológia: jó

Termésátlag: 6,450 t/ha

A várthoz képest 118%-os, kiemelkedő eredményt ért el.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma május-július hónapokban 424 és 362 mm között mozgott, a talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított. A pihent talaj, a jó technológia és –tápanyagellátás mellett az eredményt papírformának megfelelőnek tarthatjuk.

1998. Nagybajcs, őszi búza

Vízellátás: TV2 kategória

Tápanyagellátás: 230 kg/ha

Elővetemény: tavaszi árpa

Fajta: Fatima, III. fokú

Technológia: jó.

Termésátlag: 6,316 t/ha

A várthoz képest 114%-os eredményt ért el.

A kétméteres talajréteg nedvességtartalma május-július hónapokban 472 és 396 mm között mozgott, a talajvíz folyamatos utánpótlást biztosított.

A nagy termést ebben az esetben is a kedvező termőhely és a jó technológia együtt okozta.

Következtetések

A mintaterületek elemzése alapján a következőket lehet megállapítani:

1. Tizenöt esetet megvizsgálva hozamok 9 esetben +- 10%-nál kevesebbel tértek el a nagy adatbázis átlagától, két esetben ennél kevesebbet adtak, három esetben pedig többet.
2. A termőhelyben rejlő lehetőségek kihasználására csak jó tápanyagellátás és -agrotechnika esetén van lehetőség. Ebben az esetben kiemelkedő hozamok is elérhetők.
3. A magas talajvízű területeken előfordulhat a gyökérszóna időszakos túltelítettsége, és ez termés kiesést okoz.
4. A talajvízből származó vízellátás szerepe csapadékszegény időszakban jelentősebb.

Összefoglalás

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Szigetköz Kutatási Központ a Szigetközi Monitoringrendszer keretében 1980 óta végez mezőgazdasági megfigyeléseket a Szigetközben.

Az összegyűjtött adatok alapján tanulmányoztuk, hogy milyen kapcsolat van a talajvíz - talajnedvesség változása, a tápanyag-ellátottság és a növénytermesztési hozamok között.

Vizsgálatainkat az 1980-1998-as évek adatai alapján végeztük. A szigetközi szántóterület mintegy 80 %-át vizsgálva azokat a táblákat vettük figyelembe, ahol abban az évben őszi búzát, szemes kukoricát, silókukoricát vagy tavaszi árpat termesztek.

A talajvízből származó vízellátás hatása akkor érvényesül, ha a talajvíz szintje eléri a kavicson elterülő, annál lényegesen nagyobb kapilláris vezetőképességgel és vízvisszatartó-képességgel rendelkező fedőréteget.

A táblákhoz hozzárendeltük az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság méréseiből számolt vegetációs időszakos átlagos talajvízmélységet: a márciustól szeptemberig tartó időszakban mért talajvízszintek havi átlagainak az átlagát.

A kavics hordalékkúpon elterülő fedőréteg vastagságát meghatározóan a Magyar Állami Földtani Intézet térképe alapján rendeltük az egyes táblákhoz.

Első lépésként a vegetációs időszak átlagos talajvízmélysége és a fedőréteg vastagsága alapján az adatbázist 6 részre (a továbbiakban: talajvíz-kategória) osztottuk:

Többletvízhatás nélküli területek (TVN):

A vegetációs időszak átlagában a talajvíz nem éri el a fedőréteget: 1 méternél vékonyabb (TVN1), 1 méternél vastagabb (TVN2).

Többletvízhatás alatti területek:

A talajvíz mélysége 0 és 150 cm között van (TV1), 151 és 200 cm között van (TV2), 201 és 300 cm között van (TV3) és 301 cm alatt van (TV4).

A tápanyagellátás hatásának vizsgálatára valamennyi talajvíz-kategórián belül tápanyagcsoportokat hoztunk létre a kijuttatott tápanyag mennyisége alapján, vegyes hatóanyagban számolva: 0-50 (NPK1), 51-150 (NPK2), 151-300 (NPK3), 301-450 (NPK4), több mint 451 kg/ha (NPK5) vegyes hatóanyag.

Vizsgáltuk a N, P, K hatását külön, valamint a N alap, N fej, P, K hatását is külön (a N-t megosztva a kijuttatás szerint). Talajvíz-kategóriánként meghatároztuk, hogy az egyes műtrágya hatóanyagoknak milyen a termést befolyásoló hatása, a stepwise-analízis eredményeit rétegenként értékeltük.

A többszörös regresszióanalízist végeztünk, megállapítottuk a többszörös korrelációs együtthatók értékeit. A részletezett hatóanyag és termésátlag kapcsolatot megvizsgálva a backward-módszer alapján a változók

kiküszöbölése után megállapítottuk a meghatározó tényezőket (hatóanyagokat).

A három mintaterületen bemutattuk a talajvíz kútban mért szintje és a talaj nedvességtartalma közötti kapcsolatot. A mozaikosság miatt az összes nedvességtartalom mellett bemutatjuk a talajokban meglévő diszponibilis víz mennyiségét is. A vizsgálatokat a 0-100 és a 110-200 cm-es talajrétegekben végeztük el, a vízmennyiséget mm-ben fejezzük ki. Megállapítottuk, hogy a talajvíz 100 mm nagyságrendű felhasználható víztartalmat biztosít a növények számára, mely a kritikus csapadékhiány esetén is rendelkezésre áll. Megvizsgáltuk és számszerűsítettük a légköri csapadék hatását a talaj nedvességekészletére.

Komplex elemzést végeztünk a talaj nedvességekészletén és a tápanyagellátáson túl más természetesi tényezők hozamot befolyásoló hatásáról is. A termőhelyben rejlő lehetőségek kihasználására csak jó tápanyagellátás és -agrotechnika esetén van lehetőség. Ebben az esetben kiemelkedő hozamok is elérhetők. A magas talajvízű területeken előfordulhat a gyökérszóna időszakos túltelítettsége, és ez termés kiesést okoz. A talajvízből származó vízellátás szerepe csapadékszegény időszakban jelentősebb.

A létrehozott „talajvíz-kategóriák” és „tápanyagcsoportok” egymással összehasonlíthatók.

A 19 évet átfogó, őszi búza esetében több mint 4600, szemes kukorica esetében több mint 2600, silókukorica esetében több mint 1700 és tavaszi árpa esetében szintén több mint 1700 tábla vizsgálata alapján a következő megállapításokat tehetjük:

A tavaszi árpa kivételével a talajvíz elhelyezkedése minden tápanyagellátottsági szinten befolyásolja a hozamokat, illetve a tápanyagellátás hatása minden talajvízszint esetében hasonló. A tápanyagellátás hatása a talajvízből többletvízhatással nem rendelkező táblák esetében határozottabb. Nagy műtrágyaadagokkal kedvezőtlen termőhelyen is jelentősen növelhető a termés mennyisége, noha ez a hozam a kedvezőbb termőhelyeken lényegesen kisebb adagokkal is elérhető.

Őszi búza

Őszi búza esetében a különféle talajvíz-kategóriákat varianciaanalízissel vizsgálva megállapítottuk, hogy a 0-150 (TV1), a 151-200 (TV2) és a 201-300 (TV3) cm-es talajvízmélységű táblák termései egymáshoz képest nem mutatnak szignifikáns különbséget, de a 301 cm-nél mélyebb talajvízű (TV4) és a felszín alatti vízből többletvíz-hatással nem rendelkező (TVN1, TVN2) táblacsoportokénál szignifikánsan nagyobbak. A 301 cm alatti talajvízű (TVN4) csoport eredménye szignifikánsan magasabb a leggyöngébb termést adó táblacsoporténál, ahol a vegetációs időszak átlagos talajvízszintje nem éri el a fedőréteget. A többletvízhatás nélküli táblák esetében szignifikáns különbség mutatható ki a kétféle fedőréteg-vastagságú csoport között is.

A tápanyagellátás hatását regresszióanalízissel vizsgálva megállapítható, hogy megfelelő tápanyagellátás esetén egy kivételével valamennyi

talajvíz-kategória esetében a kijuttatott összes hatóanyag és a termés között a regressziós kapcsolat szignifikáns. Ez a kapcsolat csak a magas talajvízszintű területeken nem mutatható ki. A három makrotápelem önálló hatása talajvíz-kategóriánként változó.

Tavaszi árpa

A tavaszi árpa táblák termésátlagának összehasonlítása során szignifikáns különbség mutatható ki a talajvízhatású (TV1, TV2, TV3) kategóriák és a 301 cm alatti (TV4), valamint a többletvízhatás nélküli területek (TVN1, TVN2) között. A 301 cm alatti talajvízmélységű és a talajvízhatás nélküli területek terméshozamai között a különböző fedőréteg vastagságoknál nincs különbség. A talajvíz hatását e növény esetében a nagy műtrágyaadagok megszüntetik, azonban termésében a magas tápanyagdózisokat már nem hálálja meg. A tápanyagellátás szignifikáns termésmenvelő hatását e növényenél kettő talajvíz-kategóriában nem tudtuk kimutatni, ebből egyik itt is a magas talajvízszintű táblacsoport.

Szemes kukorica

Szemes kukorica esetében megállapítottuk, hogy az őszi búzához hasonlóan a 0-150, a 151-200 és a 201-300 cm-es talajvízmélységű táblák termései egymáshoz képest nem mutatnak szignifikáns különbséget, de a 301 cm-nél mélyebb talajvízű táblákénál szignifikánsan nagyobbak. Szignifikáns a fenti talajvízmélységű és a felszín alatti vízből vízellátással nem rendelkező táblák termésátlaga közti különbség is. A 301 cm alatti talajvízű csoport eredménye is szignifikánsan magasabb a talajvízhatás nélküli táblacsoportokénál. A talajvízhatás nélküli táblák

hozamai esetében szignifikáns különbség mutatható ki a kétféle fedőréteg vastagságú csoport között is.

A tápanyagellátás szignifikáns termésmenvelő hatása az őszi búzához hasonlóan itt is a magas talajvízszintű területek kivételével valamennyi esetben kimutatható.

Silókukorica

Silókukorica esetében az eredmények kevésbé kiegyenlítették, mint a többi növénynél. Fő okai a következők: kisebb, néhány esetben kritikusan alacsony esetszám, a nagy tömegű vegetatív rész, az évjáratoktól függően előforduló kényszersilózás, illetve a silókukorica meghagyása szemes kukoricának

A talajvízhatású és azzal nem rendelkező kategóriák termésátlagának összehasonlítása során szignifikáns különbség csak a talajvízhatás nélküli, vékony fedőrétegű terület esetében adódik. A többi terület esetében, a talajvíz mélységétől függetlenül, nem mutatható ki szignifikáns különbség a hozamokban.

Silókukorica esetében a tápanyagellátás és a hozam között szignifikáns kapcsolatot csak egy talajvíz-kategóriában sikerült kimutatnunk.

A talajvíz hatása eltérő csapadékviszonyok között

A csapadékos 1987. és az aszályos 1993. évet összehasonlítva megállapítottuk, hogy a jó csapadékviszonyok a talajvíz hatását kiegyenlítik, annak hatása aszályos évben kiemelkedő.

Három mintatér nedvességkészletének összehasonlítása

Talajvízhatással nem rendelkező terület esetében a talajok nedvességkészletének kimerülése volt kimérhető a vegetációs időszak folyamán. Ez aszályos évben kritikus nedvességihiányt eredményezett, elsősorban az őszi betakarítású növények számára. A talajvízhatású területek nedvességkészletét elsősorban a talajvíz szintje befolyásolta. Nedvességkészleteik magasak és az év folyamán kiegyenlítettek voltak.

Vizsgálataink eredménye az eddigi ismereteket megerősíti. Segítséget nyújthat a földhasználat racionalizálása során javaslattételre a szántóföldi termelésből való kivonására, illetve az öntözési igény megállapítására és a műtrágya-felhasználás gazdaságosabbá tételére.

A dolgozat további kutatási igényeket is fölvet.

Az idősor bővülésével a kidolgozott módszer alapján lehetőség nyílik a Duna elterelése előtti és utáni időszak önálló vizsgálatára.

Az adatállomány gyarapodásával lehetőség nyílik a fajtakérdés és más technológiai elemek elemzésére is.

További vizsgálatokat igényel a talajvízszinteknek a Duna vízjárását követő mért változásai és a nedvességtartalom mért változásai közötti kapcsolat pontos meghatározása. A feladat néhány nehézsége: A vízszintmérő kutak a fedőréteg alá, a kavicságyba mélyülnek és a nagyobb átmérőjük miatt a változások gyorsabbak, mint a talaj kapillárisaiban. A talaj vízkészletének változási sebessége más vízszint süllyedés és vízszint emelkedés esetében. A szigetközi talaj erős rétegzettségű és mozaikosságú.

6. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezném ki oktatóimnak, akik tudásomat bővítették.

Külön köszönöm a munkáját Dr. Debreczeni Béláné Professzorasszonynak, programvezetőnek és Dr. Szűcs Mihály Professzor Úrnak, témavezetőmnek.

Köszönöm kutatóhelyemnek az adatok rendelkezésemre bocsátását és a fölhalmozott nagy tapasztalatok megosztását, a segítséget a kérdések föltevéséhez és megválaszolásához.

Köszönöm az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság munkatársainak segítségét.

Köszönöm Dr. Scharek Péternek (Magyar Állami Földtani Intézet) a fedőréteg-vastagság térképét.

Köszönöm opponenseimnek, Kismányoky Tamás és Schmidt Rezső tanszékvezető egyetemi tanár uraknak az értékes bírálatokat és kérdéseket.

Nagy hálával köszönöm meg Mikéné Dr. Hegedűs Friderika tanárnő segítségét. Cikkeink szerzőtársaként a matematikai elemzéseken túl, a dolgozat megírásakor adott sok-sok segítségét.

Köszönöm végül mindazoknak a segítségét, akiket név szerint nem tudok felsorolni, akik biztatással, jó szóval, vagy más módon segítették a munkát.

7. Irodalomjegyzék

1. **Alena J. (1996).** Optimalizované hĺbky hladín podzemnej vody pre kukuricu v reprezentatívnych podach Zitneho Ostrova. In: Rehák S. (ed.) Vedecké práce Viskumneho Ústavu Závlahoveho Hospodárstva v Bratislave, Pozsony
2. **Akinremi O. O. – McGinn S. M. – Barr A. G. (1996)** Simulation of soil moisture and other components of the hydrological cycle using a water budget approach. Canadian Journal of Soil Science 75 133-142.
3. **Akinremi O. O. – McGinn S. M. – Howard A. E. (1997)** Regional simulation of fall and spring moisture in Alberta. Canadian Journal of Soil Science 77 431-442.
4. **Ambrózy P. (1992)** Meteorológiai hatások és tendenciák, különös tekintettel a Szigetközre. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. Győr. Kézirat. 23-31.
5. **Anda A. - Bakos P. K. (1996)** Fajtaösszehasonlító vizsgálatok optimális és csak természetes vízellátottság esetén. Öntözéses gazdálkodás 9-14. Szarvas.
6. **Anda A. - Burucs Z. (1997)** Növény és víz kapcsolata a talaj-növény-légkör rendszerben. A Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Kiadványa. Keszthely. Kézirat.

7. **Arnon I. (1975)** Mineral nutrition of maize. International Potasch Institute. Bern. In: **Menyhért Z. (szerk.) (1985)** A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
8. **Balla A. H. (1991a)** I. A trágyázási szaktanácsadás fejlődése és módszerei. *Növénytermelés* 40 363-373.
9. **Balla A. H. (1991b)** A trágyázási szaktanácsadás fejlődése és módszerei II. A magyar trágyázási szaktanácsadás fejlődése. *Növénytermelés* 40 553-560.
10. **Barabás Z. (szerk.) (1987)** A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
11. **Barta V. (1996)** Vplyv zmien vodného režimu pody na úrodu zrna odród ozimnej pšenice jarneho jacmena. In: Rehák, S. (ed.) Vedecké práce Viskumneho Ústavu Závlahoveho Hospodárstva v Bratislave, Pozsony
12. **Bárdi P. (1981)** A Gabčíkovi Erőműrendszer várható hatása a szigetközi fedőrétegek vízháztartására. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem Gödöllő Mezőgazdaságtudományi Kar.
13. **Beltrao J – Silva AA-da – Asher JB - Da-Silva-AA (1996)** Modeling the effect of capillary water rise in corn yield in Portugal. *Irrigation-and-Drainage-Systems*. 10: 2 179-189.
14. **Berzsenyi Z. (1993a)** A N-műtrágyázás és az évjárat hatása a kukoricahibridek (*Zea mays* L.) szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben az 1970-1991. években. *Növénytermelés* 42 49-62.

15. **Berzsényi Z. (1993b)** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. *Növénytermelés* 42 457-471.
16. **Berzsényi Z. - Győrffy B. (1995)** Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *Növénytermelés* 44 507-517.
17. **Berzsényi Z. - Győrffy B. (1996)** A vetésforgó és a trágyázás hatása a kukorica termésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés* 45 281-296.
18. **Berzsényi Z. - Varga K. - Berényi Gy. (1994)** A növényszám és az évjárat hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szemtermésének és terméskomponenseinek alakulására az 1981-1992. években. *Növénytermelés* 43 61-75.
19. **Bocz E. (szerk.) (1992)** Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
20. **Cardwell V. B. (1982)** Fifty years of Minnesota corn production: Sources of yield increase. *Agron J.* 74: 984-990. In: **Berzsényi, Z. (1995)** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. *Növénytermelés* 44 507-517.
21. **Cserhádi S. (1900)** Általános és különleges *Növénytermelés*. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda, Magyar-Óvár. In: **Kádár I. (1986)** A talajtápanyag-vizsgálatok értelmezéséről. *Növénytermelés* 36 211-216.
22. **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

23. **Debreczeni B-né (1989)** Az őszi búza és a kukorica fejlődéskori N-felvételének tanulmányozása. Doktori értekezés tézisei. Keszthely. Kézirat.
24. **Debreczeni K. (1997)** The effect of twenty-six years of permanent fertilization on the crop and soil properties. *Agrokémia és Talajtan* 46 57-62.
25. **Debreczeni K. – Fischl K. - Heltai Gy. - Bálint Á. (1998)** A nitrogén műtrágyázás hatása a talajból származó nitrogéntartalmú gázokra. *Növénytermelés* 47 155-164.
26. **Debreczeni B-né – Győri D. (1997a)** A talaj humuszmérlegének egyensúlyához szükséges N-műtrágyaadag megállapítása. *Növénytermelés* 46 603-616.
27. **Debreczeni B-né – Győri D. (1997b)** A talaj humuszminőségének és környezetvédelmi kapacitásának változása műtrágyázás hatására. *Agrokémia és Talajtan* 46 171-183.
28. **Delogu G. – Cattivelli L. – Pecchioni N. - De Falcis D. - Maggiore T. – Stanca A M. (1998)** Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* 9 11-20.
29. **Dobos A. - Nagy J. (1998)** Az évjárat és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szárazanyag-produkciójára. *Növénytermelés* 47 513-524.
30. **Dombovári J. – Bíróné Oncsik M. (1997)** Adatok a műtrágyahatás és a tápanyagszükséglet vizsgálatához. Öntözéses gazdálkodás 51-58. Szarvas.

31. **Don Gy. – Horváth I. – Scharek P. – Tóth Gy. (1999)** Földtani monitoring a Szigetközben A Duna elterelésének hatása az üledékképződésre és a felszín alatti vizekre a Magyar Állami Földtani Intézet kutatásai alapján. In Láng I. és mtsai (szerk.) A Szigetköz környezeti állapotáról. 17-33.
32. **Dunai F. (1989)** A szigetközi Duna folyószabályozási és árvízvédelmi feladatai. Győr. Kézirat.
33. **Dunai F. (1991)** A természetes geológiai folyamatok valamint a szabályozások hatása a szigetközi Duna-szakaszon a főmeder és a mellékágrendszerek kapcsolatára. Győr. Kézirat.
34. **Evans L. T. (1993)** Crop Evaluation, Adaptation and Yield. Cambridge University Press. In: **Berzsenyi, Z. (1995)** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. Növénytermelés 44 507-517.
35. **Gáspár Z. (1994)** Kultúrnövény állományok vízháztartási jellemzői. Növénytermelés 43 253-262.
36. **Göcsei I. (1979)** A Szigetköz természetföldrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest.
37. **Győri D. (1984)** A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
38. **Gyuricza Cs. – Liebhard P. – László P. – Birkás M. (1999)** Bakhátas kukoricaművelési rendszer hatása a talaj fizikai állapotára és a termésre. Növénytermelés 48 631-645.
39. **Haller J. (1998)** Mosonvármegye történelmi földrajza (1941). Hansági Múzeum. Mosonmagyaróvár

40. **Halupa L. - Csókáné Szabados I. (1994)** A Kisalföld erdői.
Hidrológiai Közlöny 1994/5. 269-79.
41. **Heltai Gy. – Debreczeni K. – Bálint Á. - Nótás E. - Tarr Zs. – Józsa T. (1998)** Analytical and methodological development of ¹⁵N tracer technique for soil nitrogen transformation studies.
Commun. Soil Sci. Plant Anal 29 (11-14) 1875-1890.
42. **Kádár I. (1986)** A talajtápanyag-vizsgálatok értelmezéséről.
Növénytermelés 36 211-216.
43. **Kádár I. – Elek É. (1999)** A búza (*Triticum aestivum* L.) ásványi táplálása meszes csernozjom talajon I. Növénytermelés 48 311-322.
44. **Kádár I. - Kazó B. - Bártfai T-né – Zilahy P. (1999)** A búza (*Triticum aestivum* L.) ásványi táplálása meszes csernozjom talajon II. Növénytermelés 48 523-534.
45. **Késmárki I. – Halupa L. - Palkovits G. (1993)** Erdőtársulás és szántóföldi növénytermesztés kapcsolata a vízzel. Symposium "Wasser im Pannonischen Raum". Sopron. 197-203.
46. **Késmárki I. – Kajdi F. (1997)** Interaction of water and plant production of the region Szigetköz. Hungarian Agricultural Research 1997/2. 4-9.
47. **Kismányoky T. (1980)** Sörárpa termesztése barna erdőtalajon. Kandidátusi értekezés. Keszthely. In: Lőrincz J. (szerk.) (1984) A sörárpa termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
48. **Kiss L. – Kismányoki T. (1998a)** A különböző szerves trágyák és a műtrágyázás hatása gabonák termésére tartamkísérletben. Növénytermelés 47 313-326.

49. **Kiss L. – Kismányoki T. (1998b)** A különféle szerves trágyák és a műtrágyázás hatása a talaj humusztartalmára tartamkísérletben. *Növénytermelés* 47 439-448.
50. **Kolpakov V. V. (1966)** Эффективносzt оросенija i udobrenij v razliscnüh zonah Evropejszkoj csaszti SzSzSzR. Biologicseszkiye osznovü orosaemogo zemledelija. Izd. Nauki. Moszkva 69-77. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
51. **Koltai G.-Mikéné H F.-Palkovits G.- Schummel P. (2002)** Az őszi búza terméseredményei a talajvízszint és a tápanyagellátás függvényében a Szigetközben. *Növénytermelés*. 51, 1: 61-69.
52. **Koltai G.-Mikéné H, F.-Palkovits G.- Schummel P. (2002)** A kukorica terméseredményei a talajvízszint és a tápanyagellátás függvényében a Szigetközben. *Növénytermelés*. 51, 5: 581-593.
53. **Körschens M. (1994)** Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstadt nach 90 Jahren. Leipzig. In: **Debreczeni B-né – Győri D. (1997)** A talaj humuszminőségének és környezetvédelmi kapacitásának változása műtrágyázás hatására. *Agrokémia és Talajtan* 46 171-183.
54. **Kreybig L. (1946)** Mezőgazdasági természeti adottságaink és érvényesülésük a növénytermesztésben. Budapest. In: **Bárdi P. (1981)** A Gabcikovói Erőműrendszer várható hatása a szigetközi fedőrétegek vízháztartására - doktori értekezés - Agrártudományi Egyetem Gödöllő Mezőgazdaságtudományi Kar. Kézirat

55. **Kreybig L. (1953)** Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akadémiai Kiadó. Budapest. In: **Szász G. (1988)** Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
56. **Kreybig L. (1956)** Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Második, bővített kiadás. Akadémiai Kiadó. Budapest.
57. **Lelkes J. (1996)** Állásfoglalások az aszályhelyzetről és az öntözés műszaki fejlesztéséről. Öntözéses gazdálkodás 93-94. Szarvas.
58. **Larson W. E. - Hanway J. J. (1977)** Corn production (In Sprague G. F.: Corn and corn improvement). Am. Soc. of Agr. Inc. Madison, Wisconsin, USA. 625-669. In: **Menyhért Z. (szerk.) (1985)** A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
59. **Liebe P. (1999)** A felszíni és felszín alatti vizek szintváltozásainak elemzése. In Láng I. és mtsai (szerk.) A Szigetköz környezeti állapotáról. 35-42.
60. **Lőrincz J. (szerk.) (1984)** A sörárpa termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
61. **Maginecz J. (1992a)** Rétegvizek modellezése a Szigetközben. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 119-127. Kézirat.
62. **Maginecz J. (1992b)** Talajvízminőség a Szigetközben. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 137-155. Kézirat.
63. **Major P. (1992)** A Szigetköz talajvízjárása. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 109-114. Kézirat.

64. **Markgraf G. - Peschke H. - Selle U. - Schmidt O. (1978)** Über die Stickstoffverwertung aus Ammoniumnitrat in Abhängigkeit von Düngerform und Wassergehalt des Bodens. Tag. Ber. Akad. Landw. Wiss., Berlin 155 51-62. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
65. **Megyes A. – Nagy J. (1999)** A növényszám hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. Növénytermelés 48 535-542.
66. **Menyhért Z. (szerk.) (1985)** A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
67. **Mergenthaler N. (1978)** Az őszi búza tápanyagfelvételének dinamikája és az okszerű tápanyagellátás. MÉM Agroinform, Budapest. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
68. **Michna F - Litschmann T (?)** Dauerhafte Beobachtung des Niederschlags - und Wasserspiegelseinflusses auf das Volumen der Bodennässe in der oberen Bodenschicht im Flußgebiet der Dyje (Thaya) <http://www.zf.mendelu.cz/amet/michnem.html>
69. **Nagy J. (1995a)** A talajművelés, a műtrágyázás, a növényszám és az öntözés hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. Növénytermelés 44 251-260.
70. **Nagy J. (1995b)** A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. Növénytermelés 44 493-506.

71. **Nagy J. (1996a)** A műtrágyázás és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. *Növénytermelés* 45 297-305.
72. **Nagy J. (1996b)** Az öntözés és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. *Növénytermelés* 45 389-398.
73. **Nagy J. - Huzsvai L. (1995)** Az évjárat hatás értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Növénytermelés* 44 385-393.
74. **Németh T. – Kádár I. (1999)** Nitrát bemosódásának vizsgálata és a nitrogénmérlegek alakulása egy műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés* 48 377-386.
75. **Nyiri L. (szerk.) (1993)** Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
76. **Nováky B. (1996)** Az éghajlati változások hatása az öntözővízigényre. *Öntözéses gazdálkodás* 69-74. Szarvas.
77. **Oke T. R. (1998)** *Boundary Layer Climates*. London. Methuen and Co Ltd. A halsted Press Book John Wiley and Sons New York. pp. 4-370. In: **Anda A. - Burucs Z. (1997)** *Növény és víz kapcsolata a talaj-növény-légkör rendszerben*. A Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Kiadványa. Keszthely. Kézirat.
78. **Paasonen-Kivekäs M. – Karvonen T. – Vakkilainen P. - Teittinen M. - Kleemola J. (1998)** Potential of water table management for abatement of nitrogen load. *Drainage in the 21st Century: Food Production and the Environment*. Proceedings of the Seventh International Drainage Symposium, Orlando, Florida, USA, 8-10 March 1998. American Society of Agricultural Engineers (ASAE); St Joseph, Michigan, USA. 370-379.

79. **Palkovits G. (1992)** Szigetközi mezőgazdasági és talajtani kutatások eredménye. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 161-178. Kézirat.
80. **Palkovits G. - Schummel P. (1992)** Növénytermesztési kutatási eredmények a Szigetközben. Acta Ovariensis, Mosonmagyaróvár. 34 75-87.
81. **Palkovits G. – Schummel P. (1997)** Szigetköz termő talajrétege betározási valószínűségének meghatározása mérési adatok alapján. Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya. Mosonmagyaróvár. Kézirat.
82. **Palkovits G. – Schummel P. – Koltai G. (1999)** Mezőgazdasági megfigyelések a Szigetközben. In Láng I. és mtsai (szerk.) A Szigetköz környezeti állapotáról. 193-202
83. **Penyigei D. (1967)** Jelentés "A földalatti fejtések hatása a külszíni, mezőgazdaságilag hasznosított területek terméseredményeire, különös tekintettel a talajvízszint fejtések miatti változásaira. Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Gödöllő. Kézirat. In: **Bárdi P. (1981)** A Gabcikovói Erőműrendszer várható hatása a szigetközi fedőrétegek vízháztartására. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem Gödöllő Mezőgazdaságtudományi Kar.
84. **Peschke H. - Markgraf G. - Schmidt O. - Selle U. (1978)**
Ausnutzung des Mineraldüngerstickstoffs in Abhängigkeit von Düngerform und Wassergehalt des Bodens. Probleme des Stickstoffeinsatzes in der Industriemässigen Pflanzenproduktion. Berlin, Tag. Ber. Akad. Landw. Wiss., Berlin 155 63-73. In:

- Debreczeni B. – Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
85. **Pethes J. – Kiss E. – Debreczeni B.-né. (1994a)** Őszi búzafajták nitrogén-trágyareakciója. *Növénytermelés* 43 77-88.
86. **Pethes J. – Kiss E. – Debreczeni B.-né. (1996)** A N-fejtrágya megosztásának hatása őszi búza-fajták szemtermésének N-koncentrációjára. *Agrokémia és talajtan* 46 77-94.
87. **Pethes J. – Kiss E. – Debreczeni B.-né. (1997)** A N-fejtrágya megosztásának hatása őszi búza-fajták kalászának tömegére és kalászszáma. *Növénytermelés* 46 163-175.
88. **Poroszlai J.-né (1992)** Felszín alatti vízjárás a Szigetközben a Monitoringrendszerben gyűjtött adatok alapján. Szigetközi anketé. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 115-118. Kézirat.
89. **Pummer L. – Ladányi E. – Holló S. (1997)** A vetéscserélő hatása a kukorica termésére különböző tápanyagszinteken szántóföldi tartamkísérletben. *Növénytermelés* 46 593-602.
90. **Roth D. - Günther R. - Knoblauch S. (1997)** Wassebilanz sowie Wasserverbrauch und Bodenwasserausschöpfung landwirtschaftlicher Fruchtarten auf einem tiefgründigen Lössstandort. *Agrobiological research* 50 271-278.
91. **Sands G. R. – Podmore T. H. (2000)** A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79 29-41.
92. **Schroder D. - Headley J. D. - Finley R. M. (1982)** The contribution of pesticides and other technologies to corn production in the Corn Belt region, 1964 to 1979, agricultural

- economics paper. 1982-8. Columbia: University of Missouri. In:
Berzsenyi Z. (1993) A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. *Növénytermelés* 44 507-517.
93. **Scharek P. (szerk.) (1999)** A Szigetköz földtani térképsorozata. A holocén fedőréteg vastagsága. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Kézirat.
94. **Sigmond E. (1934)** Általános talajtan. Korda Nyomda, Budapest. In: **Kádár I. (1986)** A talajtápanyag-vizsgálatok értelmezéséről. *Növénytermelés* 36 211-216.
95. **Singh R – Singh J – Wheater H (ed.) - Kirby-C (1998)** Groundwater management for sound agricultural production through modelling and GIS. Hydrology in a changing environment. Volume II. Proceedings of the British Hydrological Society International Conference, Exeter, UK. 281-290.
96. **Stefanovits P. (1975)** Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
97. **Szalóki S. (1973)** A talajvíz hatása néhány szántóföldi növény fejlődésére és szerepe azok vízellátásában. Öntözéses Gazdálkodás 11. k. No. 2. 81-94. In: **Szász G. (1988)** Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
98. **Szalóki S. (1995)** The effect of increasing nutrient and water doses on the vertical water and salt movement of the soil in lysimeters. *Irrigated Farming* 3-7. Szarvas.
99. **Szalóki S. (1999)** A vízkitermelés, a talajvíz és a földhasználat kapcsolatai a Maros-hordalékkúp területén. Öntözéses gazdálkodás. Szarvas. 89-95.

100. **Szalókiné Zima I. (1997)** A víz- és a tápanyagellátás hatása a kukorica N-vegyületeinek alakulására. Öntözéses gazdálkodás. Szarvas. 69-76.
101. **Szalókiné Zima I. – Szalóki S. (1998)** A víz- és a tápanyagellátás hatása a kukorica vízigényére, vízhasznosítására és a beltartalmi értékekre. Öntözéses gazdálkodás. Szarvas. 11-18.
102. **Szász G. (1973)** A termesztett növények vízigényének és az öntözés gyakoriságának meteorológiai vizsgálata. Növénytermelés 22 241-258. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
103. **Szász G. (1988)** Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
104. **Szász G. (1998)** A természetes vízhasznosulás agrometeorológiai vizsgálatának eredményei. Növénytermelés 47 289-300.
105. **Szász G. (1999)** A képződő harmat mennyiségének és hasznosulásának vizsgálata. Növénytermelés 48 79-90.
106. **Szmirnov P. M. (1977)** Voproszű agrohimiiji azota (v isszledovaniyah sz ¹⁵ N). TszHA, Moszkva. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né (1983)** A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
107. **Sztankov N. Z. (1964)** Kornevaja szisztema polevüh kultur. Kolosz, Moszkva. In: **Debreczeni B. - Debreczeni B.-né**

(1983) A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

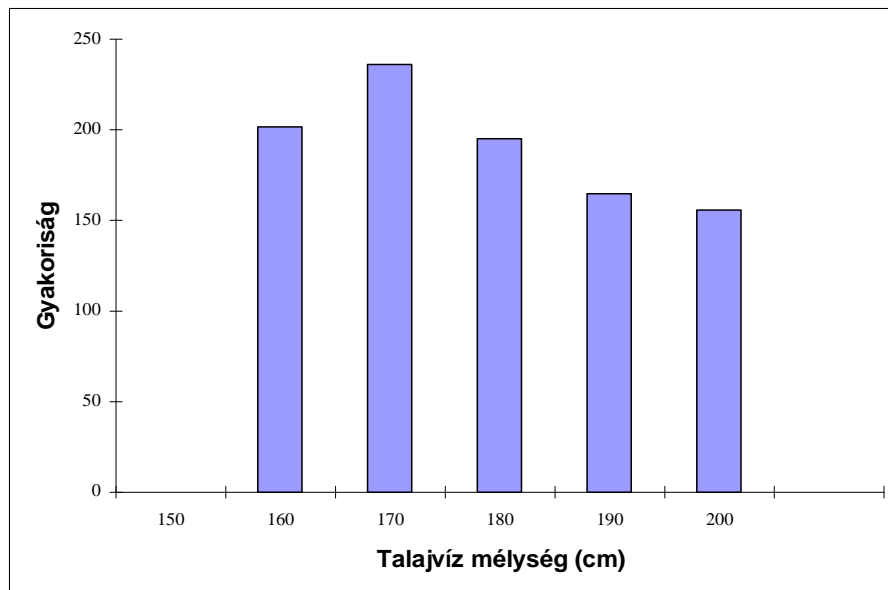
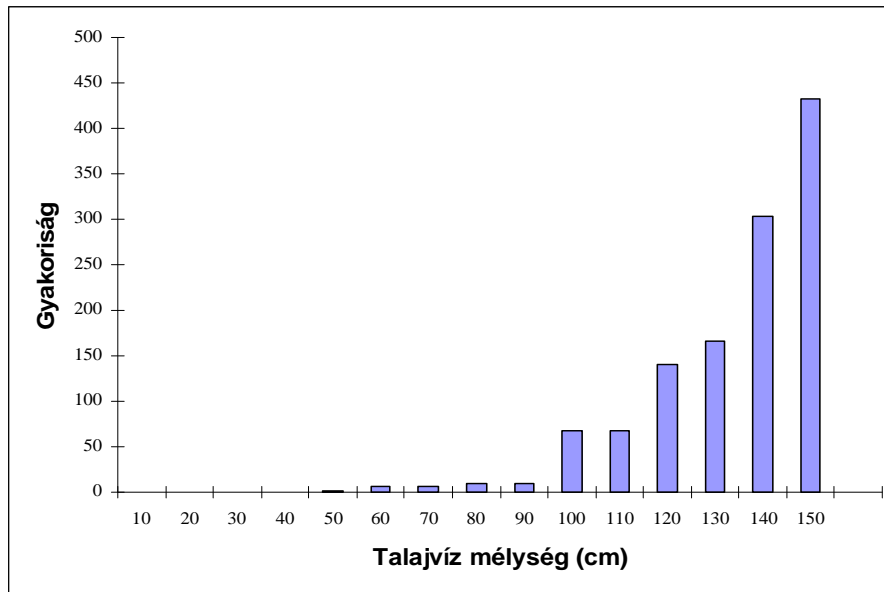
108. **Szűcs M. (1984)** Zárójelentés a GNV Szigetközre eső hatásterületén végzett talajvizsgálatokról 1983-1984-ben. Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya és VIZITERV. Mosonmagyaróvár. Kézirat.
109. **Szűcs M. - Palkovits G. (1987a)** Jelentés a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatásterületén 1986-ban végzett talajvizsgálatokról. Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya és VIZITERV. Mosonmagyaróvár. Kézirat.
110. **Szűcs M. - Palkovits G. (1987b)** Jelentés a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatásterületén 1986-ban végzett talajvizsgálatokról (16-30. talajszelvények). Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya és VIZITERV. Mosonmagyaróvár. Kézirat.
111. **Szűcs M. - Palkovits G. (1987c)** Jelentés a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatásterületén 1987-ben végzett talajvizsgálatokról (31-44. talajszelvények). Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya és VIZITERV. Mosonmagyaróvár. Kézirat.
112. **Szűcs M. - Palkovits G. (1988)** Jelentés a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatásterületén 1987-ban végzett talajvizsgálatokról (45-61. talajszelvények). Pannon Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Osztálya és VIZITERV. Mosonmagyaróvár. Kézirat.

113. **Takac J. (1996)** Produkcný potential závlahová potreba regiónu Zitneho Ostrova. In: Rehák, S. (ed.) Vedecké práce Vísakumneho Ústavu Závlahoveho Hospodárstva v Bratislave, Pozsony
114. **Urbányi A. (1992)** Felszín alatti vízminőség a Szigetközben. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 157-160. Kézirat.
115. **Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Vámos O. (1999)** Hazánk hőmérsékleti és csapadékviszonyainak elemzése 110 évi adatsorok alapján. Acta Agronomica Óváriensis, Mosonmagyaróvár. 41 75-88.
116. **Várallyay Gy. (1954)** A műtrágyázást irányító kísérletek és vizsgálatok. Agrokémia. 2. 287-302. In: **Kádár I. (1986)** A talajtápanyag-vizsgálatok értelmezéséről. Növénytermelés 36 211-216.
117. **Várallyay Gy. (1992)** A szigetközi talajtani kutatások eredményei. Szigetközi ankét. A Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa. 179-187. Kézirat.
118. **Völgyesi I. (1994)** A Kisalföld talajvíz- és rétegvíz helyzete. Hidrológiai Közöny 1994/5. 260-268.
119. **Wolf D. W. - Henderson D. W. - Hsiao T. C. - Alvino A. (1988)** Interactive Water and Nitrogen Effects on Senescence of Maize. I. Leaf Area Duration, Nitrogen Distribution and Yield. Agron J. 80: 859-864. In: **Berzsenyi, Z. (1993)** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési

jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. Növénytermelés
42 457-471.

MELLÉKLETEK

A talajvíz mélységének alakulása talajvíz-kategórián belül



12. melléklet

A csapadék mennyiségének alakulása (mm), 1987, 1993, 1997

		JAN.	FEB.	MÁR.	ÁPR.	MÁJ.	JÚN.	JÚL.	AUG.	SZEPT.	OKT.	NOV.	DEC.	ÁPR.-SZEPT.	TELJES ÉV
1987															
	Mosonmagyaróvár	52	41	38	37	117	66	61	85	29	18	29	63	395	636
	Győr	55	27	34	63	150	38	68	86	26	17	39	44	431	647
1993															
	Mosonmagyaróvár	24	12	17	7	19	71	51	25	72	90	57	65	245	510
	Győr	24	7	28	9	20	44	63	20	48	125	71	69	204	528
1997															
	Mosonmagyaróvár	18	9	47	43	77	82	129	30	29	24	62	33	390	583
	Győr	21	8	39	41	67	59	107	21	24	22	65	28	319	502

A Rajka 2653. mérőhely talajtani adatai

Rajka, 2653.

A talajvizsgálat adatai:

Helye: Rajka, a 2653. sz. kúttól 20 m (36. szelvény)

A kút EOY koordinátái: X=295135,78; Y=515688,14.

Ideje: 1987. július 31.

Fekvése: sík

A szelvény mélysége: 150 cm-ig ásott, 300 cm-ig fúrt

A humuszréteg vastagsága 25 cm

A talajvíz mélysége 232 cm

Morfológiai leírás:

0-25 cm Világos barnás sárga vályog, morzsás szerkezetű, az átmenet határozott.

25-45 cm Világos sárga homok, tömődött, az átmenet éles.

45-60 cm Fehéresszürke homok, omlós, laza, az átmenet színben fokozatos, szerkezetben éles.

60-77 cm Szürkés sárga homok, laza, az átmenet fokozatos.

77-100 cm Világos szürkés sárga homok 3 cm-es iszapos csíkkal.

100-120 cm Glejszürke vályog, tömődött, az átmenet éles.

120-130 cm Világos vöröses sárga homok, omlós laza, vaskiválásokkal. Az átmenet éles.

130-150 cm Glejszürke homokos vályog, tömődött, nedves, vaskiválásokkal.

150-180 cm Fehéresszürke homok.

180-210 cm Világos szürke homok.

210-240 cm Világos szürkés sárga homokos apró kavics, erősen nedves.

240-270 cm Világos szürkés sárga homok, 50% kaviccsal.

270-300 cm Világos szürkés sárga homok, 50% kaviccsal.

Genetikai rendszertani megnevezése: Sekély humuszos rétegű felszíntől karbonátos humuszos öntés talaj.

A tábla átlagos mérete 37 ha. A fedőréteg vastagsága 240 cm.

2. melléklet, folytatás

TALAJRÉTEG MÉLYSÉGE (cm)	LEISZAPOLHATÓ RÉSZ (%)	NEDVESSÉGTARTALOM (térfogat %)		HIDRAULIKUS VEZETŐKÉPESSÉG (cm/nap)
		pF=2,3	pF=4,2	pF=0
0-25	53,27	37,46	15,74	17,46
25-45	12,51	27,52	5,06	140,71
45-60	9,10	7,9	1,59	689,69
60-77	8,99	10,67	1,66	621,65
77-100	3,00	6,86	1,33	540,91
100-120	49,47	41,66	13,56	1500 fölött
120-130	3,00	7,24	1,25	790,03
130-150	21,15	39,77	8,56	1,64
150-180	11,32	15,74	3,36	210,95
180-210	3,98	15,12	1,56	416,39
210-240	7,26	12,96	1,93	470,30
240-270	17,67	12,63	1,81	492,36
270-300	3,78	11,77	2,00	502,60

Az Ásványráró 7920. mérőhely talajtani adatai

Ásványráró, 7920.

A talajvizsgálat adatai:

Helye: Ásványráró, a 7920. (I-14) sz. kúttól 60 m-re (55. szelvény)

A kút EOVS koordinátái: X=276093,80; Y=536946,89.

Ideje: 1987. október 13.

Fekvése: hullámos terület mélyebb részén

A szelvény mélysége: 150 cm-ig ásott, 210 cm-ig fúrt

A humuszréteg vastagsága: 85 cm

A talajvíz mélysége: 160 cm

Morfológiai leírás:

0-25 cm Szürkés barna agyagos vályog, rögös szerkezetű.

Vaskiválások találhatóak. Az átmenet határozott.

25-55 cm Sötét szürke agyagos vályog, poliédes szerkezetű.

Vasborsók és apró csigahéjak találhatóak. Az átmenet fokozatos.

55-85 cm Világos barnás szürkés sárga agyagos vályog, poliédes szerkezetű. Vaskiválások és mészgöbcecsek találhatóak. Az átmenet fokozatos.

85-110 cm Vöröses sötét sárga agyagos vályog, erősen tömődött. Sok vaskiválás. Az átmenet határozott.

110-130 cm Világos szürke vályog vaskiválás foltokkal. Erősen nedves. Az átmenet határozott.

130-150 cm Világos szürke homokos vályog, omlósan laza, sárosan nedves. Vaskiválás foltok találhatóak.

150-180 cm Világos szürkés vályog vaskiválásokkal.

180-210 cm Világos szürkés vályog vaskiválásokkal. 210 cm-től a fúróluk beomlása miatt mintavétel nem lehetséges.

Genetikai rendszertani megnevezés: Mély humuszos rétegű, felszíntől karbonátos öntés réti talaj.

A tábla átlagos mérete 14 ha. A fedőréteg vastagsága 340 cm.

3. melléklet, folytatás

TALAJRÉTEG MÉLYSÉGE (cm)	LEISZAPOLHATÓ RÉSZ (%)	NEDVESSÉGTARTALOM (térfogat %)		HIDRAULIKUS VEZETŐKÉPESSÉG (cm/nap)
		pF=2,3	pF=4,2	pF=0
0-25	60,54	41,54	30,41	5,9
25-55	62,46	38,79	31,75	29,99
55-85	49,56	32,64	23,74	27,68
85-110	54,54	35,36	20,90	23,21
110-130	35,61	37,76	9,57	542,07
130-150	16,89	24,07	3,56	29,99
150-180	26,09	29,86	9,00	31,79
180-210	13,93	29,48	11,27	13,40

A Nagybajcs 2676. mérőhely talajtani adatai

Nagybajcs, 2676.

A talajvizsgálat adatai:

Helye: Nagybajcs, a 2676. sz. kúttól 120 m (57. szelvény)

A kút EOY koordinátái: X=269137,41; Y=548809,00.

Ideje: 1987. október 14.

Fekvése: sík

A szelvény mélysége: 150 cm-ig ásott, 270 cm-ig fúrt

A humuszréteg vastagsága: 33 cm

A talajvíz mélysége: 205 cm

Morfológiai leírás:

0-33 cm Barna agyag, morzsás szerkezetű, erősen tömődött. Az átmenet határozott.

33-55 cm Világos sárga nehéz agyag, tömődött. Vasszeplők és mangánborsó kiválások találhatóak. Az átmenet határozott.

55-85 cm Glejszürke agyag, erősen tömődött. Apró csigahéjak, sok vasszeplő és mangánborsó kiválás található.

85-120 cm Glejszürke vályog, erősen tömődött. Vaskiválások találhatóak. Az átmenet éles.

120-150 cm Világos szürke durva homok 5 és 8 cm agyagos csíkokkal.

150-180 cm Világos szürke durva homok.

180-210 cm Világos szürke durva homok.

210-240 cm Világos szürke durva homok, 50 % murvával.

240-270 cm Világos szürke durva homok és apró kavics. A furat beomlása miatt a további vizsgálat nem lehetséges.

Genetikai rendszertani megnevezés: Közepes humuszos rétegű, felszíntől karbonátos humuszos öntéstalaj.

A tábla átlagos mérete 26 ha. A fedőréteg vastagsága 350 cm.

4. melléklet, folytatás

TALAJRÉTEG MÉLYSÉGE (cm)	LEISZAPOLHATÓ RÉSZ (%)	NEDVESSÉGTARTALOM (térfogat %)		HIDRAULIKUS VEZETŐKÉPESSÉG (cm/nap)
		pF=2,3	pF=4,2	pF=0
0-33	76,03	40,11	24,36	0,57
33-55	82,27	43,03	26,44	34,60
55-85	76,31	42,91	24,27	83,04
85-120	48,16	40,71	14,57	34,60
120-150	10,61	28,36	9,47	10,08
150-180	3,4	18,25	2,27	84,36
180-210	0,25	15,07	1,49	117,36
210-240	0,12	6,43	0,32	329,18
240-270	3,54	10,37	1,07	205,10

A csapadék mennyiségének alakulása a Szigetközben
április-szeptember

HELYSÉG	2001.	2000.	1999.	1998.	1997.	1996.	1995.	1994.	1993.	1992.	1991.	1990.	1989.	1988.	1987.	1986.	1985.	1984.	1983.	1982.	1981.	1980.	40 ÉVES ÁTLAG	
Rajka	279	185	329	364	347	449	476	279	241	189	316	234	308	263	271	193	334	244	208	272	283	293		
Dunakiliti	291	199	330	377	390	517	472	365	253	195	332	267	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Móvár M.Á.	296	206	344	466	390	561	448	358	245	194	308	258	327	275	395	241	293	320	203	308	375	327	332	
Halászi	272	182	311	440	347	550	386	362	219	201	258	246	254	239	357	236	295	312	183	301	307	-		
Darnózseli	311	177	328	390	382	479	339	355	253	304	269	230	307	291	360	287	334	367	208	302	284	303		
Ásványráró	310	184	352	425	401	481	349	362	286	219	265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dunaszeg	278	185	306	361	375	458	324	349	207	259	238	239	359	282	398	265	321	352	212	257	250	288		
Győrzámoly	271	227	366	404	321	400	320	416	197	257	223	231	305		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Győr-Bácsa	270	173	337	387	318	421	359	392	153	216	220	194	280	223	367	213	299	274	172	-	-	-		
Győr M.Á.	287	216	360	402	319	450	333	435	204	253	249	230	298	268	431	255	325	294	254	274	318	301	322	

A csapadék mennyiségének alakulása a Szigetközben

évi összes

HELYSÉG	2001.	2000.	1999.	1998.	1997.	1996.	1995.	1994.	1993.	1992.	1991.	1990.	1989.	1988.	1987.	1986.	1985.	1984.	1983.	1982.	1981.	1980.	40 éves átlag
Rajka	453	486	524	530	518	625	718	510	531	456	513	414	400	501	472	393	596	467	426	463	480	497	
Dunakiliti	468	509	548	577	567	725	717	602	550	478	565	500	391	500	-	-	-	-	-	-	-	-	
Móvár M.Á.	452	501	553	666	583	742	715	573	510	478	546	470	416	542	636	468	527	519	430	541	586	546	573
Halászi	414	493	545	617	515	716	632	583	501	458	513	449	347	546	633	506	544	511	387	547	515	-	
Darnózseli	474	492	563	585	588	710	638	592	605	611	481	442	410	604	633	506	593	587	436	546	486	584	
Ásványráró	478	518	619	632	608	714	644	610	659	536	495	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dunaszeg	406	455	513	543	555	616	601	580	529	547	480	457	456	552	681	502	596	544	467	538	443	550	
Győrzámoly	414	500	585	593	500	589	605	642	514	569	421	442	383	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Győr-Bácsa	414	427	568	556	500	637	632	600	465	493	408	397	365	460	576	420	551	474	400	-	-	-	
Győr M.Á.	441	428	580	572	502	625	592	670	528	536	435	437	387	490	647	463	578	483	484	511	489	559	548

A mintaterék főbb növénytermesztési adatai

6. melléklet

	ÉV	NÖVÉNY	TALAJVÍZ- MÉLYSÉG (cm)	ELŐVETEMÉNY	N ALAP	P	K	N FEJ	ÖSSZES HATÓANYAG (kg/ha)	ÁTLAGTERMÉS (t/ha)
Ásványráró	91	kukorica	120	kukorica	139	59	133	0	331	6,700
	92	tavaszi árpa	125	kukorica	0	0	0	0	0	4,464
	93	cukorrépa	160	tavaszi árpa	0	0	0	0	0	38,000
	94	őszi búza	160	cukorrépa	0	0	0	34	34	4,860
	95	napraforgó	110	őszi búza	0	0	0	0	0	1,820
	96	szója	130	napraforgó	48	48	48	0	144	1,650
	97	parlag	112	szója						
	98	őszi búza	230	parlag	60	60	60	68	248	6,450
Nagybajcs	91	őszi búza	185	silókukorica	58	34	92	51	235	5,556
	92	cukorrépa	185	őszi búza	111	0	0	0	111	41,800
	93	tavaszi árpa	175	cukorrépa	0	0	0	0	0	4,380
	94	silókukorica	140	tavaszi árpa	141	53	78	0	272	35,300
	95	őszi búza	115	silókukorica	123	72	180	42	417	5,600
	96	cukorrépa	140	őszi búza	70	76	140	0	286	56,000
	97	tavaszi árpa	140	cukorrépa	11	53	90	0	154	4,587
	98	őszi búza	195	tavaszi árpa	58	48	90	34	230	6,316
Rajka	91	őszi búza	310	tavaszi árpa	91	107	117	36	351	5,700
	92	kukorica	365	őszi búza	0	0	0	0	0	4,300
	93	őszi búza	380	kukorica	0	0	0	34	34	2,711
	94	burgonya	420	őszi búza	102	0	90	0	192	19,900
	95	cukorrépa	350	burgonya	80	80	80	0	240	49,800
	96	tavaszi búza	310	cukorrépa	48	48	48	0	144	4,150

	97	ősz	320	tavaszi	64	64	64	0	192	4,850
	98	tritikálé	220	ősz	0	37	60	68	165	3,870

A talajszelvény nedvességtartalma
Rajka, 2653. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1991.04.15	142	161	303	92	102	194
1991.05.06	133	161	294	83	102	185
1991.05.22	135	151	286	85	92	177
1991.06.03	150	154	304	100	95	195
1991.06.17	128	147	275	78	88	166
1991.07.01	116	155	271	66	96	162
1991.07.23	118	155	273	68	96	164
1991.08.08	117	255	372	67	196	263
1991.08.27	93	163	256	43	104	147
1991.09.10	121	200	321	71	141	212
1991.10.01	114	185	299	64	126	190
1991.10.22	118	191	309	68	132	200
1992.04.21	209	200	409	159	141	300
1992.05.05	189	197	386	139	138	277
1992.05.27	159	205	364	109	146	255
1992.06.15	184	190	374	134	131	265

1992.06.29	137	187	324	87	128	215
1992.07.15	129	186	315	79	127	206
1992.07.27	107	173	280	57	114	171
1992.08.11	105	181	286	55	122	177
1992.08.31	91	146	237	41	87	128
1992.09.16	131	180	311	81	121	202
1992.10.14	126	184	310	76	125	201
1992.11.02	130	188	318	80	129	209

A talajszelvény nedvességtartalma
Rajka, 2653. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1993.03.22	206	196	387	156	122	278
1993.04.20	195	196	377	145	123	268
1993.05.11	165	190	343	115	119	234
1993.06.01	154	190	332	104	119	223
1993.06.15	143	182	313	93	111	204
1993.06.29	141	177	308	91	108	199
1993.07.14	133	185	308	83	116	199
1993.07.27	135	181	306	85	112	197
1993.08.24	99	166	258	49	100	149
1993.09.10	99	156	249	49	91	140
1993.09.24	111	175	278	61	108	169
1993.10.15	135	186	311	85	117	202
1993.11.09	173	203	364	123	132	255
1994.03.30	195	178	373	145	119	264
1994.04.21	222	187	409	172	128	300
1994.05.12	192	188	380	142	129	271

1994.05.30	231	201	432	181	142	323
1994.06.15	219	200	419	169	141	310
1994.07.04	206	201	407	156	142	298
1994.07.27	211	194	405	161	135	296
1994.08.22	168	177	345	118	118	236
1994.09.06	216	182	398	166	123	289
1994.09.19	220	181	401	170	122	292
1994.10.12	213	172	385	163	113	276
1994.11.07	221	187	408	171	128	299

A talajszelvény nedvességtartalma
Rajka, 2653. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1995.03.30	233	191	424	183	132	315
1995.04.20	227	196	423	177	137	314
1995.05.09	224	200	424	174	141	315
1995.05.29	224	203	427	174	144	318
1995.06.14	247	205	452	197	146	343
1995.07.05	223	203	426	173	144	317
1995.07.26	142	169	311	92	110	202
1995.08.24	158	166	324	108	107	215
1995.09.13	194	168	362	144	109	253
1995.10.17	195	161	356	145	102	247
1996.03.27	254	213	467	204	154	358
1996.04.29	231	201	432	181	142	323
1996.05.15	234	205	439	184	146	330
1996.05.31	240	190	430	190	131	321
1996.06.12	212	188	400	162	129	291
1996.06.27	187	189	376	137	130	267

1996.07.11	200	191	391	150	132	282
1996.07.23	189	193	382	139	134	273
1996.08.12	171	190	361	121	131	252
1996.08.28	173	188	361	123	129	252
1996.09.12	175	194	369	125	135	260
1996.09.25	217	198	415	167	139	306
1996.10.15	208	190	398	158	131	289
1996.11.05	200	187	387	150	128	278

A talajszelvény nedvességtartalma
Rajka, 2653. mérőhely

DÁTUM TALAJRÉTEG (CM)	ÖSSZES VÍZ			DISZPONIBILIS VÍZ		
	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1997.02.26	235	182	417	185	123	308
1997.03.26	243	176	419	193	117	310
1997.04.28	219	174	393	169	115	284
1997.05.15	182	168	350	132	109	241
1997.05.27	203	180	383	153	121	274
1997.06.11	188	179	367	138	120	258
1997.06.26	196	180	376	146	121	267
1997.07.09	218	191	409	168	132	300
1997.07.23	218	197	415	168	138	306
1997.08.13	146	167	313	96	108	204
1997.08.28	105	148	253	55	89	144
1997.09.08	94	137	231	44	78	122
1997.09.25	84	131	215	34	72	106
1997.10.13	80	130	210	30	71	101
1997.11.03	72	123	195	22	64	86
1998.02.26	148	126	274	98	67	165
1998.03.27	140	120	260	90	61	151
1998.04.27	147	123	270	97	64	161

1998.05.11	149	135	284	99	76	175
1998.05.26	137	134	271	87	75	162
1998.06.09	129	126	255	79	67	146
1998.06.25	116	125	241	66	66	132
1998.07.09	106	124	230	56	65	121
1998.07.22	94	115	209	44	56	100
1998.08.11	110	119	229	60	60	120
1998.08.26	111	126	237	61	67	128
1998.09.10	123	125	248	73	66	139
1998.09.24	136	128	264	86	69	155
1998.10.14	171	129	300	121	70	191
1998.11.03	179	129	308	129	70	199
1998.11.17	192	129	321	142	70	212

A talajszelvény nedvességtartalma
Ásványráró, 7920. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1991.04.17	319	295	614	50	198	248
1991.05.07	326	307	633	57	210	267
1991.05.24	415	405	820	146	308	454
1991.06.06	389	401	790	120	304	424
1991.06.19	378	396	774	109	299	408
1991.07.03	394	405	799	125	308	433
1991.07.24	385	414	799	116	317	433
1991.08.30	479	514	993	210	417	627
1991.09.11	401	442	843	132	345	477
1991.10.03	399	436	835	130	339	469
1991.10.24	393	447	840	124	350	474
1992.04.22	471	519	990	202	422	624
1992.05.07	451	499	950	182	402	584
1992.05.28	445	455	900	176	358	534
1992.06.16	483	541	1024	214	444	658

1992.06.30	373	429	802	104	332	436
1992.07.17	405	381	786	136	284	420
1992.07.28	352	393	745	83	296	379
1992.08.12	343	390	733	74	293	367
1992.09.01	343	393	736	74	296	370
1992.09.17	344	394	738	75	297	372
1992.10.15	355	390	745	86	293	379
1992.11.03	368	394	762	99	297	396

A talajszelvény nedvességtartalma
Ásványráró, 7920. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1993.03.23	446	428	874	177	331	508
1993.04.21	458	433	891	189	336	525
1993.05.13	391	397	788	122	300	422
1993.06.02	366	394	760	97	297	394
1993.06.18	346	384	730	77	287	364
1993.06.30	351	396	747	82	299	381
1993.07.13	354	391	745	85	294	379
1993.07.27	380	435	815	111	338	449
1993.08.24	319	351	670	50	254	304
1993.09.10	329	389	718	60	292	352
1993.09.24	323	364	687	54	267	321
1993.10.14	326	336	662	57	239	296
1993.11.10	437	375	812	168	278	446
1994.03.30	448	441	889	179	344	523
1994.04.25	455	450	905	186	353	539
1994.05.13	435	445	880	166	348	514

1994.05.31	452	450	902	183	353	536
1994.06.16	435	457	892	166	360	526
1994.07.06	415	452	867	146	355	501
1994.07.28	402	434	836	133	337	470
1994.08.23	366	359	725	97	262	359
1994.09.08	382	382	764	113	285	398
1994.09.20	361	369	730	92	272	364
1994.10.13	364	358	722	95	261	356
1994.11.09	420	368	788	151	271	422

A talajszelvény nedvességtartalma
 Ásványráró, 7920. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1995.03.31	420	457	877	151	360	511
1995.04.21	429	457	886	160	360	520
1995.05.10	438	470	908	169	373	542
1995.05.31	427	461	888	158	364	522
1995.06.16	453	458	911	184	361	545
1995.07.06	443	470	913	174	373	547
1995.07.27	391	458	849	122	361	483
1995.08.25	387	442	829	118	345	463
1995.09.14	413	457	870	144	360	504
1995.10.18	407	438	845	138	341	479
1996.03.28	481	483	964	212	386	598
1996.04.30	474	498	972	205	401	606
1996.05.16	490	505	995	221	408	629
1996.05.30	495	501	996	226	404	630
1996.06.13	436	488	924	167	391	558
1996.06.28	411	484	895	142	387	529

1996.07.11	438	502	940	169	405	574
1996.07.24	425	493	918	156	396	552
1996.08.12	414	477	891	145	380	525
1996.08.30	416	465	881	147	368	515
1996.09.13	434	490	924	165	393	558
1996.09.26	469	500	969	200	403	603
1996.10.16	473	490	963	204	393	597
1996.11.06	484	499	983	215	402	617

A talajszelvény nedvességtartalma
Ásványráró, 7920. mérőhely

DÁTUM TALAJRÉTEG (CM)	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1997.02.26	481	472	953	212	375	587
1997.03.27	489	492	981	220	395	615
1997.04.26	481	485	966	212	388	600
1997.05.16	437	490	927	168	393	561
1997.05.29	460	500	960	191	403	594
1997.06.13	430	488	918	161	391	552
1997.06.26	443	492	935	174	395	569
1997.07.09	491	498	989	222	401	623
1997.07.24	491	501	992	222	404	626
1997.08.14	449	496	945	180	399	579
1997.08.27	391	439	830	122	342	464
1997.09.09	390	418	808	121	321	442
1997.09.26	372	379	751	103	282	385
1997.10.14	386	375	761	117	278	395
1997.11.04	358	355	713	89	258	347
1998.02.26	391	328	719	122	231	353
1998.03.30	410	411	821	141	314	455
1998.04.28	414	402	816	145	305	450

1998.05.11	393	397	790	124	300	424
1998.05.27	361	388	749	92	291	383
1998.06.10	353	375	728	84	278	362
1998.06.26	338	410	748	69	313	382
1998.07.10	342	423	765	73	326	399
1998.07.23	335	417	752	66	320	386
1998.08.13	333	385	718	64	288	352
1998.08.27	337	376	713	68	279	347
1998.09.11	363	402	765	94	305	399
1998.09.25	401	467	868	132	370	502
1998.10.15	412	451	863	143	354	497
1998.11.04	440	477	917	171	380	551
1998.11.17	438	477	915	169	380	549

A talajszelvény nedvességtartalma
Nagybajcs, 2676. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1991.05.24	288	231	519	60	164	224
1991.06.07	285	241	526	57	174	231
1991.06.21	288	319	607	60	252	312
1991.07.03	286	375	661	58	308	366
1991.07.26	261	322	583	33	255	288
1991.08.06	405	399	804	177	332	509
1991.08.29	411	492	903	183	425	608
1991.09.12	348	412	760	120	345	465
1991.10.05	331	367	698	103	300	403
1991.10.21	334	341	675	106	274	380
1992.04.22	374	464	838	146	397	543
1992.05.07	354	476	830	126	409	535
1992.05.28	318	406	724	90	339	429
1992.06.16	385	515	900	157	448	605
1992.06.30	327	420	747	99	353	452

1992.07.16	341	404	745	113	337	450
1992.07.28	274	342	616	46	275	321
1992.08.12	264	316	580	36	249	285
1992.09.02	274	268	542	46	201	247
1992.09.17	272	258	530	44	191	235
1992.10.15	289	253	542	61	186	247
1992.11.03	307	259	566	79	192	271

A talajszelvény nedvességtartalma
Nagybajcs, 2676. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1993.03.23	341	402	743	113	335	448
1993.04.22	298	379	677	70	312	382
1993.05.13	284	371	655	56	304	360
1993.06.02	285	371	656	57	304	361
1993.06.18	273	368	641	45	301	346
1993.06.30	286	367	653	58	300	358
1993.07.13	292	375	667	64	308	372
1993.07.28	325	426	751	97	359	456
1993.08.25	242	315	557	14	248	262
1993.09.07	254	354	608	26	287	313
1993.09.27	254	326	580	26	259	285
1993.10.14	278	336	614	50	269	319
1993.11.10	360	396	756	132	329	461
1994.03.31	408	450	858	180	383	563
1994.04.25	460	460	920	232	393	625

1994.05.13	450	456	906	222	389	611
1994.06.01	446	450	896	218	383	601
1994.06.17	414	450	864	186	383	569
1994.07.06	386	444	830	158	377	535
1994.07.28	361	429	790	133	362	495
1994.08.23	363	421	784	135	354	489
1994.09.08	402	428	830	174	361	535
1994.09.20	386	413	799	158	346	504
1994.10.13	390	411	801	162	344	506
1994.11.09	400	403	803	172	336	508

A talajszelvény nedvességtartalma
Nagybajcs, 2676. mérőhely

DÁTUM	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
TALAJRÉTEG (CM)	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1995.03.31	432	468	900	204	401	605
1995.04.21	439	469	908	211	402	613
1995.05.10	432	466	898	204	399	603
1995.05.31	449	471	920	221	404	625
1995.06.16	468	457	925	240	390	630
1995.07.06	460	469	929	232	402	634
1995.07.27	389	459	848	161	392	553
1995.08.25	374	447	821	146	380	526
1995.09.14	418	461	879	190	394	584
1995.10.18	404	449	853	176	382	558
1996.03.28	441	483	924	213	416	629
1996.04.30	443	507	950	215	440	655
1996.05.16	506	512	1018	278	445	723
1996.05.29	499	506	1005	271	439	710
1996.06.14	419	498	917	191	431	622
1996.06.28	407	493	900	179	426	605

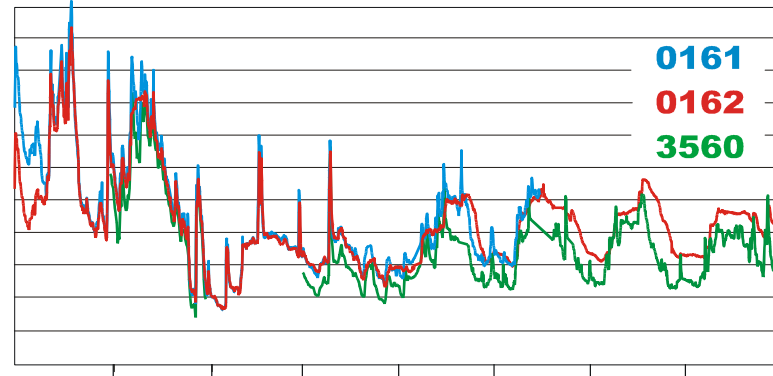
1996.07.12	433	504	937	205	437	642
1996.07.25	408	498	906	180	431	611
1996.08.14	394	492	886	166	425	591
1996.08.30	388	487	875	160	420	580
1996.09.13	402	494	896	174	427	601
1996.09.26	454	505	959	226	438	664
1996.10.16	445	498	943	217	431	648
1996.11.06	461	507	968	233	440	673

A talajszelvény nedvességtartalma
Nagybajcs, 2676. mérőhely

DÁTUM TALAJRÉTEG (CM)	ÖSSZES VÍZ (mm)			DISZPONIBILIS VÍZ (mm)		
	10-100	110-200	10-200	10-100	110-200	10-200
1997.03.28	443	502	945	215	435	650
1997.04.29	429	495	924	201	428	629
1997.05.16	390	497	887	162	430	592
1997.05.28	433	504	937	205	437	642
1997.06.12	380	483	863	152	416	568
1997.06.27	406	496	902	178	429	607
1997.07.09	505	501	1006	277	434	711
1997.07.22	509	500	1009	281	433	714
1997.08.14	436	496	932	208	429	637
1997.08.27	391	470	861	163	403	566
1997.09.09	373	452	825	145	385	530
1997.09.26	359	432	791	131	365	496
1997.10.14	373	430	803	145	363	508
1997.11.04	346	407	753	118	340	458
1998.03.30	365	427	792	137	360	497
1998.04.28	354	418	772	126	351	477
1998.05.12	351	416	767	123	349	472

1998.05.27	316	393	709	88	326	414
1998.06.10	304	387	691	76	320	396
1998.06.26	298	395	693	70	328	398
1998.07.10	324	420	744	96	353	449
1998.07.23	305	408	713	77	341	418
1998.08.13	309	391	700	81	324	405
1998.08.27	325	379	704	97	312	409
1998.09.11	329	387	716	101	320	421
1998.09.25	365	432	797	137	365	502
1998.10.15	379	433	812	151	366	517
1998.11.04	439	484	923	211	417	628

A talajvíz szintjének változása dunaremeteik kutakban
1991-1998.



2.

melléklet

A talajvíz mélységének alakulása talajvíz-kategórián belül

