

Czap Eszter – Pál Katalin

Az őrési erdők talajának változatossága

(TDK-dolgozat)

Konzulens: dr. Bidló András egyetemi docens

Sopron

2010

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. Az erdő és a környezet kapcsolata	3
1.2. A vizsgálat oka	3
1.3. Miért az Őrség?	4
1.4. A vizsgálat tudományos és gyakorlati jelentősége	5
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. A kutatási terület ismertetése	6
2.1.1. Tájbesorolás	6
2.1.2. Domborzati viszonyok	6
2.1.3. Geológiai viszonyok	6
2.1.4. Éghajlati viszonyok	7
2.1.5. Vízrajzi viszonyok	7
2.1.6. Növényföldrajzi viszonyok	8
2.2. Az Őrség talajai	8
2.2.1. Talajképződési folyamatok az Őrség területén	8
2.2.2. Talajviszonyok	10
2.3. Tájhasználat az Őrségben	13
2.4. Az avartakaró	13
3. Anyag- és módszer	17
3.1. Terepi vizsgálatok	17
3.2. Laboratóriumi vizsgálatok	19
3.2.1. A talajminták előkészítése	19
3.2.2. A talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata	20
3.2.3. A talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálata	22
3.3. Az eredmények értékelése	26
4. Eredmények és értékelésük	27
4.1. Laboratóriumi vizsgálati eredmények közös értékelése	27
4.2. Az egyes szintek tulajdonságai	32
4.3. Korrelációs vizsgálatok	41
4.4. Az egyes mintavételi helyek közötti különbség	42
5. Összefoglalás	49
Köszönetnyilvánítás	50
Felhasznált irodalom:	51
Mellékletek	53

1. Bevezetés

Munkánkat egy komplex kutatási projekt részeként végeztük, amelyben több intézet, illetve egyetem vett részt. A projektet Ódor Péter irányítja az Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológiai Intézetének Növényrendszertani és Ökológiai Tanszékéről. Munkánk bemutatása előtt célszerű, ha áttekintjük a kutatási projekt főbb céljait és munkánk csatlakozását a projekthez.

1.1. Az erdő és a környezet kapcsolata

Európa erdeinek jelenlegi összetételét, szerkezetét alapvetően meghatározza a bennük folyó erdőgazdálkodás, és erdőhasználat (PETERKEN, 1996). A jelenlegi erdőgazdálkodás alapvetően az erdők faállományára irányul, de ezen keresztül közvetve, vagy akár közvetlenül is befolyásolja az erdők aljnövényzetét, állat és növényvilágának összetételét, szerkezetét; és hosszú távon szintén megváltoztathatja a termőhelyi viszonyokat is (FRANK, 2000; TÍMÁR et al., 2002).

Hazánk jelenlegi erdőgazdálkodását a vágásos gazdálkodás uralja (Állami Erdészeti Szolgálat, 2002). A természetes bolygatások során fejlődő erdőképhez képest a gazdasági erdők faállománya jelentősen eltér, mind a fafaj-összetétel, faállomány-szerkezet, és a holtfa viszonyok tekintetében. Mivel a gazdálkodói szempontok sok esetben a kevés (alapvetően egy-két) fafaj által uralt állományokat részesítik előnyben, a különböző elegy fafajok (pl. pionír fafajok, erdei gyümölcsfák) aránya kisebb, és idősebb példányai igen kis egyedszámmal képviseltetik magukat erdeinkben. A fafaj-összetételnél jóval drasztikusabb hatások érik a faállomány-szerkezetét. Erdeink zöme erdőrésztlet léptékben (2-25 ha) egykorú, egyenletes záródású, homogén erdő (SOLYMOS, 2000).

A gazdálkodás módszerei jelentős mértékben eltérnek az erdők természetes dinamikai folyamataitól (STANDOVÁR, 1996). A mérsékelt övi üde lombos erdőkben alapvetően a finom léptékű bolygatási folyamatok uralkodnak, vagyis a felújulás mindössze az egy- vagy néhány fa által létrehozott lékekben zajlik (STANDOVÁR és KENDERES, 2003). Emiatt a régió természetközeli erdeire többnyire a vegyes korú erdő folyamatos, hosszú távú jelenléte jellemző (KORPEL, 1995).

Az erdőgazdálkodás további jelentős hatása, hogy a holt faanyag mennyisége jelentősen lecsökkent az erdőkben. A természetközeli erdőkben a holt fa térfogata kb. 5-15-ször nagyobb, mint a gazdasági erdőkben (ÓDOR és STANDOVÁR, 2001; KIRBY et al., 1997).

Számos erdei faj számára a jelenlegi erdők nagy része nem tekinthető potenciális élőhelynek, e fajok túlélési esélye így lecsökkent (LINDENMAYER és FRANKLIN, 2002; STANDOVÁR és PRIMACK, 2001).

1.2. A vizsgálat oka

Fontos kihangsúlyozni, hogy az általunk végzett laboratóriumi vizsgálatok egy több lépcsős projekt részét képezik. A különböző vizsgálódások közül az egyes élőlény csoportokkal kapcsolatos elemzéseket nem tisztünk jelen műben részletezni, így igyekszünk csak azon részeket említeni, melyek közvetlenül vagy közvetve érintik a mi kutatási területünket.

Mivel a faállományhoz közvetve vagy közvetlenül rengeteg állat, gomba és növényfaj kapcsolódik, ezért e közösségek összetételét, sokféleségét alapvetően meghatározzák annak közvetlen, illetve közvetett sajátságai (FRANK, 2000). Az a viszonylag kevés vizsgálat, amely egyszerre több élőlénycsoport esetében elemezte a faállomány hatásait, kimutatta, hogy a különböző élőlénycsoportok nagyon eltérően reagálnak annak egyes komponenseire, azok megváltozására, és a gazdálkodás hatásaira (BERGLUND és JONSSON, 2001; SÆTERSDAL et al., 2004). Emiatt egy-egy élőlénycsoport közösségi jellemzői sokkal jobban leírhatók az őt meghatározó faállomány és termőhely sajátságokból, mint más élőlénycsoportok jellemzőiből.

Sok erdei élőlénycsoport esetében általában nem rendelkezünk megfelelő információkkal arról, hogy közösségi jellemzőik tekintetében mik a legfontosabb háttérváltozók (faállomány jellemzők, termőhelyi változók, táji és gazdálkodás történeti hatások), különösen egy konkrét régióra vonatkoztatva. Hiányterületnek tekinthető, hogy a gazdálkodás és a faállomány hatásait több élőlénycsoport figyelembe vételével összevontan elemezzük.

E problémának alap kutatási fontossága mellett nagy gyakorlati jelentősége is van. Az erdők fatermesztési rendeltetése mellett napjainkban egyre nagyobb szerepet kap az erdők természetvédelmi szerepe, ami nem csak a természetvédelmi célú erdőkezelés, hanem az erdőgazdálkodás feladata is. Ez megmutatkozik az erdőkről és az erdők védelméről rendelkező hatályos törvényben (1996 évi LIV. törvény), valamint Magyarország nemzetközi kötelezettség vállalásaiban is.

A kutatás célja, hogy az őrségi erdőkre vonatkozóan sok élőlénycsoport esetében megállapítsa a közösség fontos biológiai változóit meghatározó háttérváltozókat, és feltárja a köztük levő összefüggéseket.

A potenciálisan ható háttérváltozók: a faállomány-összetétel (meghatározó fafajok, elegyesség), faállomány-szerkezet (méret, ill. kor szerinti megoszlás, lombkorona vertikális szerkezete, záródás horizontális mintázata, holtfa), a faállomány által befolyásolt termőhelyi viszonyok (avarszint és feltalaj fizikai-kémiai viszonyai, fényviszonyok, mikroklíma), táji léptékű vegetáció-tájhasználat viszonyok, erdőtörténeti viszonyok.

1.3. Miért az Őrség?

Az vázolt tényezők szempontjából ideális vizsgálati területnek tűnnek az őrségi erdők hazánkban. Jellemző a régióra, hogy nagyjából hasonló klimatikus és domborzati viszonyok mellett igen változatos fafaj összetételű és szerkezetű erdőket találunk. Ez a heterogenitás elsősorban a múltbéli és a jelenkori változatos erdőhasználati módokkal magyarázható. A régióra a 12. századtól a 19. század közepéig az irtásgazdálkodás jellemző, ezután az állandósult erdőkben kisparaszti szálaló gazdálkodást folytattak (VÖRÖS, 1970; BARTHA, 1998; TÍMÁR et al., 2002; TÍMÁR 2002). Mivel a családoknak folyamatos faanyag ellátásra volt igényük az erdőket nem termelték le, a rendszeres szálalás vegyes korszerkezetet és változatos fafaj összetételt eredményezett. 1948-tól a nagyüzemi erdőgazdálkodás aránya megnőtt a kisparaszti gazdálkodás rovására, azonban az napjainkig is fennmaradt.

1.4. A vizsgálat tudományos és gyakorlati jelentősége

Az erdőgazdálkodás erdei biodiverzitásra gyakorolt hatását már sok vegetációtípusban vizsgálták, kiemelve ebben a faállomány néhány fontos tulajdonságát, mint az elegyfa fajok, ill. a holt fa megléte (LARSSON et al., 2001; BOBIEC et al., 2005). Ilyen irányú vizsgálatok hazánkban is megindultak, azonban meglehetősen kicsi intenzitással (ÓDOR és STANDOVÁR, 2001). E vizsgálatok legfőbb kritikája, hogy az erdei biodiverzitásnak legtöbbször csak egy-egy szempontját vizsgálják, többnyire egy-egy élőlénycsoportra koncentrálnak, valamint a sajátságokat csak egy-egy kitüntetett térléptékben vizsgálják.

A projekt vizsgálatai sokkal sokrétűbben tudják feltárni a faállomány és az erdei életközösségek összefüggéseit, mintha egymástól függetlenül értékelnék az élőlénycsoportokat. Közvetlenül vizsgálhatók, hogy adott élőlénycsoportok biodiverzitása szempontjából melyek az erdő legfontosabb sajátságai, e tekintetben milyen eltérés, ill. összefüggés van a vizsgált élőlénycsoportok között. A faállomány, termőhely és különböző élőlénycsoportok térben közvetlen vizsgálata viszonylag ritka a mérsékelt övi lombos erdők övében, ezért jelen vizsgálat sorozatból számos tudományra nézve új, általános érvényű összefüggés származtatható.

Emellett e vizsgálat számos eredménye elsősorban az adott táji kontextusban érvényes, és tudományos alapozását jelentheti a védett térség erdőgazdálkodási-természetvédelmi stratégiájának. Feltárhatja, hogy a régióban a különböző gazdálkodási módok, illetve a gazdálkodás során kialakított erdőszerkezeti elemek, hogyan befolyásolják egyes élőlénycsoportok gazdagságát. Lehetővé válik, hogy a feltárt modellek felhasználásával néhány, viszonylag egyszerűen megállapítható változó alapján (pl.: faállomány jellemzői) becsülni tudjuk az erdei életközösségek bizonyos sajátságait, amelyek közvetlen mérése időt és szaktudást igénylő feladat. E vizsgálat hozzá kíván járulni a természetközeli erdőgazdálkodás és a természetvédelmi erdőkezelés ökológiai alapjainak megteremtéséhez.

2. Irodalmi áttekintés

A következőkben megpróbáljuk áttekinteni a területtel, a tájjal, a táj talajaival, illetve az avartakaróval kapcsolatos legfontosabb irodalmi ismereteket.

2.1. A kutatási terület ismertetése

2.1.1. Tájbesorolás

Az Őrség Vas megye délnyugati részén helyezkedik el. A Rába és a Zala folyó által határolt területen. A Pannon tenger üledéke építi fel. Keleti része a körmendi, nyugati része a szentgotthárdi járásba tartozik. Elnevezése népi eredetű, lakosai a honfoglalás után határőrök és nemesek voltak (SOLYMOS, 1960). Magyarország kistájainak katasztere az Őrséget a Nyugat-magyarországi-peremvidék nagytájba, azon belül az Alpokalja középtájba sorolja, a kistájak közül pedig a Felső-Őrséget és a Vasi-hegyhátat kategorizálja még ide (MAROSI és SOMOGYI, 1990). Erdészeti táj szempontjából a Nyugat-Dunántúli tájcsoporthoz tartozik, melynek területe 559248 ha, ebből 180300 ha az erdőterület. Erdősültsége 32,2 %. A tájcsoporthoz két tájrészlet tartozik az Őrséghez, melyek a következők: Felső-Őrség, Alsó Őrség.

Táj / Tájrészlet neve	Terület	Erdőterület	Erdősültség
47. Őrség	62. 511,7 ha	35. 627,9 ha	57,0 %
47a. Felső-Őrség	5. 769,2 ha	3. 692,9 ha	64,0 %
47b. Alsó-Őrség	56. 742,5 ha	31. 935,0 ha	56,3 %

1. táblázat Az Őrség erdészeti tájai (HALÁSZ, 2006).

2.1.2. Domborzati viszonyok

Az Őrség területe domborzatilag az Alpok keleti nyúlványainak folytatása. Nyugati szélén 300 m tengerszint feletti magasságot meghaladó dombok emelkednek, melyek fokozatosan kelet felé 240 m-ig csökkennek. Nyugatról keletre a tagoltság is csökken. A Rába természetes határt alkot a Felső-Őrség és az Alsó-Őrség között. A Zala és a Kerka domborzatot alakító tényezője is fontos, hisz völgyet mélyítettek maguknak, így meghatározva a táj képét. Felszínét az állandó vagy időszakos patakok szeszélyesen felszabdalták. A területen szűk völgyek, egymással közel párhuzamosan futó (észak-dél irányú) dombsorok váltakoznak. A szél általi talajelhordás és a víz általi lemosódás is nagyon jelentős (SOLYMOS, 1960).

2.1.3. Geológiai viszonyok

Az egymással közel párhuzamos dombsorokat az észak-dél irányú szelek alakították ki (SOLYMOS, 1960). Geológiai szempontból három folyó (Rába, Kerka, Zala), és azok mellékfolyóinak hordalékából épül fel. A táj nagy részén homokos-agyagos üledék található. A Rába egykori kavicssteraszt patak völgyek tagolják; felszínét kavics- és kavicstakaró borítja, amin pedig jégkori vályog található. A hordalék változó összetételű (kötött agyagrég, homokos-kavicsos összetétel). A vízállások kialakulása a kötött, agyagos alapkőzetten kialakult talajok erős vízzáró jellegének következménye. A kavicsréteg lazábbá teszi a tömörödöttséget, ezzel segítve az elszivárgást (DANSZKY, 1963).

2.1.4. Éghajlati viszonyok

A terület klímája átmenetet mutat az Alpok és a Dunántúl között. Az óceáni és a mediterrán hatás erősen érzékelteti magát. Ennek hatására mérséklődnek a kontinentális jellegű éghajlati tényezők (DANSZKY, 1963). Az évi átlagos középhőmérséklet $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HALÁSZ, 2006). Az Őrség szélcsendes vidék, vihar és szélkár csak ritkán észlelhető. Gyakori a szárazabb északnyugati-nyugati szél, míg az esőt hozó szelek iránya általában délnyugati. A táj egységesen mérsékeltén hűvös. Az Őrség teljes területe a kedvező szubalpin klíma befolyása alatt áll. Legjellemzőbb sajátága, hogy a csapadék-maximum nyár elején jelentkezik, és a tenyészidőszakra jutó csapadék (500 mm felett) az évi csapadékmennyiségnek mintegy 60 %-át teszi ki. A 10 mm-t meghaladó csapadékos napok száma 20-30 nap, ami a Vendvidéket követően az országban a második legmagasabb. A záporoszerűen és nagy mennyiségben lehulló csapadék időszakosan levegőtlen állapotot és pangó vizet hoz létre a talajban, és a páratartalom értéke is magas. Évente több mint 25 zivataros nap van, gyakori a jégesők és a villámcsapások száma, aminek a növénytakaró látja a kárát. Télen gyakori a magas hó, és igen erős a zúzmaraképződés, ami pedig hótörést okozhat. Gyakoriak a kései fagyok (DANSZKY, 1963). A csapadékmennyiség évi összege: 738 mm (HALÁSZ, 2006).



1. kép Vizsgált lombos állomány

2.1.5. Vízrajzi viszonyok

Jelentős folyója a Rába, amely északon mintegy természetes határt alkot. A Zala és a Kerka patakok is szerves részei az Őrségnek. Meg kell említenünk nevezetességnek a Fekete tavat (Szalafő határán található), amely, mint tőzegmohaláp teszi nevezetessé a vidéket (SOLYMOS, 1960).

2.1.6. Növényföldrajzi viszonyok

Az Őrség és a Vendvidék florisztikai-növényföldrajzi szempontból a kelet-alpesi flóratartomány (Noricum) stájer flórajárásba (Stiriacum) sorolható (SOLYMOS, 1960). A tenyészidőszaki hőmérséklet: 15,8 °C. Korábban a természetes vegetációt a bükkösök és gyertyános-tölgyesek jelentették, mozaikszerűen mészkerülő erdőkkel váltakozva. A tájhasználat eredményeképpen ez átalakult. A másodlagos mészkerülő erdők, a fajok tekintetében pedig az erdeifenyő mennyisége növekedett meg jelentős mértékben (erdeifenyő elegyes lombos erdők). A váltógazdálkodás korábban nagyon elterjedt volt, de visszaszorulásával a mai erdők nagy része az egykori irtások vissza-erdősüléséből jött létre. A völgyaljakon és a lankákon réttársulások, láprétek alakultak ki. Színező elemként tartjuk számon a fűzlápokat, égerligeteket és a ritka égerlápokat (HALÁSZ, 2006). A dombhátak agyag- és vályogtalajain tölgy- és bükk elegyes erdeifenyvesek, kavicsos erdeifenyvesek élnek. A gyertyános-tölgyesek és a bükkösök a völgyoldalakra jellemzőek. Extrazonális társulást alkotnak a lucfenyvesek az egyes északi kitettségű völgykatlanokban (TÍMÁR, 2002).

KÓD	B	EL-B	GY-KTT	GY-KST	KTT	KST	CS	A	EKL	NNY	HNY	ELL	EF	FF	LF	EFE
47.	1,1	10,6	3,4	2,8	6,2	4,8	0,2	1,7	2,3	0,0	0,1	3,8	52,0	0,0	10,4	0,6
47a.	1,2	7,9	5,2	2,6	10,8	3,1	0,1	1,4	4,0	0,1	0,0	2,9	39,7	0,0	18,9	2,1
47b.	1,1	10,9	3,2	2,9	5,8	4,9	0,2	1,7	2,1	0,0	0,1	3,9	53,1	0,0	9,6	0,5

2. táblázat A faállományok területaránya (%) (HALÁSZ, 2006).

2.2. Az Őrség talajai

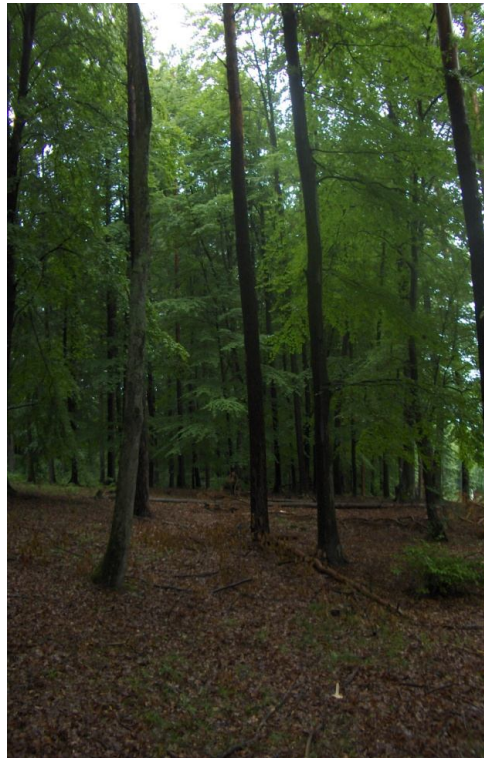
2.2.1. Talajképződési folyamatok az Őrség területén

Az Őrségre jellemző talajképződési folyamatok visszavezethetők a táj adottságaira jellemző talajképző tényezőkre, melyek fontos szerepet játszottak az Őrség talajainak kialakulásában. A táji adottságok azok, amik befolyásolják a talajképződési folyamatokat a területen. A táj meghatározó talajképződésének okai a következők: a táj talajtakarójának legfőbb jellegzetessége a nagy területekre jellemző pangó víz eredetű redukció, podzolosodás (agyagszétesés) formájában.

Az atlanti jelleget mutató, csapadékban gazdag éghajlatnak megfelelően (a terület nagy részét barna erdőtalajok borítják) felerősödött kilúgozási folyamat érzékelhető; az alapkőzet rossz vízvezetéssel rendelkező karbonát-mentes, savanyú, agyagosodott vályoga kedvez a redukciós viszonyok kialakulásának, így nagy szerepe van a szélsőséges talajtípusok kialakulásában (BERKI, 1995).

A hidrológiai adottságok (sok vízfolyás, talajvíz nagy mennyisége) tőzegképződést és glejesedést okoznak. A domborzat hatására létrejöhetnek felhalmozódások, az erózió hatása is jelentős (ez a területhasználattal is összefügg). Ha az Őrségi talajok korát nézzük, változatos

képet mutatnak: hiszen találhatunk viszonylag fiatal és folyamatosan változó talajképződményeket, de emellett megvannak a hosszú időn keresztül kialakult talajok is, melyek kialakulását az agyagelmozdulás, illetve a podzolosodás segítették elő.



2. kép Vizsgált állomány

Az emberi tevékenységet is a talajalakító tényezők közé soroljuk. Az Őrségben jelentős múltra tekint vissza a talajhasználat, ezek közül kiemeljük a legeltetést, a makkoltatást, a kaszálást, az irtásos gazdálkodást, az erdei alomszedést, a lecsapolást, a speciális talajművelő formákat (bakhátalás, parlagoltatás) és a szálaló gazdálkodást.

Igen jelentős tényezőnek számítanak még az őrségi területeken a talajképződésben a biológiai tényezők, ezen belül a növény- és állatvilág játszik nagy szerepet. A jelentős területeket borító tűlevelű állományok tápanyagban szegények, savanyú kémhatásúak, biológiailag kevésbé aktív feltalajt eredményeznek, ami kedvezőtlen talajképződési folyamatokat indít be (podzolosodás). A fenyőkben lévő gyanta humifikációs tényezője jóval gyengébb, mint a lombos növényeké, ami szintén negatívan hat a talajéletre.

A talajok szárazodását okozza, hogy a mesterségesen telepített fenyőállományok lombkoronájuknak köszönhetően nagyon sok csapadékvizet tartanak vissza. A felsorolt tényezők talaj-degradációs folyamatokhoz vezetnek.

Az erózió nagymértékben felerősödött a bakhátalás és az alomszedés következtében. Talajtömörödést okozott a legeltetés. Ezek a tevékenységek jelentősen kivonták a tápanyagot a talajból, ami termőképesség csökkenéshez vezetett (TÍMÁR, 2002; GYÖNGYÖSSY, 2003).

2.2.2. Talajviszonyok

Az Őrségben a pszeudoglejes barna erdőtalajok, főleg az agyagbemosódásos altípusok uralkodnak. A következőkben megpróbáljuk összefoglalni az Őrségben előforduló legfontosabb talajtípusokat és ezek tulajdonságait.

Pszeudoglejes (pangóvizes) barna erdőtalaj

Ebben a típusban azokat a talajszelvényeket tartjuk számon, amelyek dinamikájában a humuszosodás, a kilúgozás, az agyagosodás, az agyagszétesés és az agyagvándorlás folyamatához a redukció jelensége is társul, és a savanyodás erős méreteket ölt (STEFANOVITS, 1992). A Nyugat-Dunántúl, azon belül az Őrség jellegzetes talajtípusa, hazánkban csak ezen a területen borít több tízezer hektárt. A rossz lefolyású sík felszínek uralkodó talajtípusa. Lejtős térszíneken agyagbemosódásos barna erdőtalajjal, a sajátos felszíni-geológiai sajátosságai miatt pszeudoglejes barna erdőtalajjal találkozhatunk.

Talajtípus	TVLEN	VÁLT	SZIV	IDŐSZ	ÁLLV	FELSZ	VIZB	Összesen
ABE	98,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5
PGBE	87,2	7,8	1,6	3,3	0,1	0,0	0,0	80,0
EGYÉB	KV, HÖ, RBE, R, ÖR, RÉTIE, ÖE, LHE							4,5
Összesen	87,0	6,4	2,3	3,9	0,4	0,0	0,0	100,0

3. táblázat A terület talajainak megoszlása (%), (HALÁSZ, 2006).

Az Őrségi pszeudoglejes barna erdőtalaj eltérést mutat a talajtípus általános képétől. A redukciós viszonyok elsősorban nem a felhalmozódási szintben, hanem a talajképző réteg vízzáró sajátosságai miatt, a C szintben alakultak ki. Általában az alapkőzet legalább annyi anyagot tartalmaz, mint a felhalmozódási szint. Az alapkőzet általában jégkori vályog és nehézagyagos kavics lehet. A talajszelvények mélységgel növekvő agyagtartalma következtében a redukció hatására kialakuló szürke márványozottság a legnagyobb agyagtartalmú BC- illetve C szinten jelenik meg, nem pedig a kilúgozási- és felhalmozódási szinten (BERKI, 1995). Kis mértékű rozsdásodás és vasszeplők jellemzik. Az A-, és a B-szint határához közel pedig vasborsók jelenhetnek meg (STEFANOVITS, 1992). Az agyagosodott vályog illetve a nehézagyagos talajképző kőzetű Őrségi pszeudoglejes barna erdőtalaj tulajdonságai szerint több formában jelenhet meg. A kilúgozási szint élénkszürke, a felhalmozódási szint és az alapkőzet élénk kékesszürke márványozottsága a nagy agyagtartalom következtében jön létre. Ha a kilúgozási szint fakószürke, akkor összefüggésbe hozható: vályog, homokos vályog fizikai féleségekkel, kilúgozással, podzolossággal.



3. kép Vízmosás az Őrségben

A felhalmozódási szint élénkszürke, illetve néhol kékesszürke márványozottsága az agyag fizikai féleségétől függ és foltokhoz, felületekhez kötődik; a márványozottság nem homogén. A márványozottság színének árnyalata a mélységgel, az agyagtartalom változásával fokozatosan mélyül (BERKI, 1995).

Ezeknek a talajoknak a vízgazdálkodása kedvezőtlen, ahogy a pórusviszonyok és a tápanyag gazdálkodásuk is (STEFANOVITS, 1992).

Gyengén podzolos pszeudoglejes barna erdőtalaj

A podzolos barna erdőtalajokhoz azokat a szelvényeket soroljuk, amelyek a humuszosodás, a kilúgozás, az agyagosodás, valamint az agyagbemosódás alapvető folyamata mellett a podzolosodás, az agyagos rész szétesésének jeleit mutatja; bennük a savanyodás erőteljesen megmutatkozik (STEFANOVITS, 1992). A talajtípus kilúgozási szintjének színe nedvesen világosbarnás-szürke, szárazon fehéres fakó-szürke. Az agyagos rész SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 meghatározása során kiszámítható (gyengén podzolos). A szántóföldi művelés megnehezíti a podzolos és a pszeudoglejes erdőtalajok megkülönböztetését, mert 30 cm-es réteget homogenizál, az A szintbe pedig agyag kerül a felhalmozódási szintből (BERKI, 1995).

Morfológiailag a podzolosodás a következőkben jelentkezik: a kilúgozási szint kifehéredése, ibolyás árnyalattal való kifutása és a felhalmozódási szintben fellépő rozsdaszínű szabad vas-oxihidrárok megjelenése. Vékony, humuszos A_1 -szint alatt a szárazon világos, fakó színű, poros, leveles szerkezetű A_2 -szint található. A felhalmozódási szint jóval tömöttebb a kilúgozási szintnél és agyagosabb is, színe sötétebb, barnás, rozsdavörös. Szerkezete gyakran diós, helyenként hasábos. A szerkezeti elemek felülete vöröses rozsdabarna, fekete erek is találhatóak rajta és vasas hártáival van bevonva (STEFANOVITS, 1992).

Agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj

Az agyagbemosódásos barna erdőtalaj pszeudoglejes változatának tekintjük. A B szint B_1 -és B_g szintre különíthető el. Az utóbbi szinten gyökök nem nagyon találhatóak, mert levegőtlen a réteg. Inkább hegytetőn, hegyoldalon, tagolt, hullámos terepen található. Hidrológia szempontjából változó vízhatású vagy szivárgó vizes területen található meg. A talaj minősége függ a pszeudoglejességtől (ADORJÁN, 1975).

Erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj

Nagy területet foglal el az Őrségben. Kavicsos, sóderen alakul ki, a kiugró domb élek meredek lejtőin. Sekély termőréteggel rendelkezik. 25-30 cm-ig a kavicsarány nem haladja meg az 50 %-ot, de alatta azonban 90-95 % is lehet. A magas váztartalom miatt a talaj rossz vízgazdálkodással rendelkezik, amihez hozzájárul még a sekély termőréteg is (SZODFRIDT, 1969).

Agyagbemosódásos barna erdőtalaj

Ezt a típust a humuszosodás, a kilúgozás, az agyagosodás, folyamatait az agyagos rész vándorlása és közepes mértékű savanyodás kíséri. A szintekre tagozódás felismerhető rajta, a kilúgozási szint fakó színe és a sötétebb, agyaghártyás felhalmozódási szint alapján (STEFANOVITS, 1992). Nyugat-Dunántúl valamennyi táján megtalálható talajtípus. Az Őrségre kevésbé jellemző. Valamely talajképződési tényező hatására jöhet csak létre. A kisesésű lejtőkön alakulhat ki összefüggő réteg. Fokozatosan megy át a lejtő megszűntével pszeudoglejes barna erdőtalajba (BERKI, 1995).

Nem karbonátos lejtőhordalék talaj, lejtőhordalék erdőtalaj

Ebbe a típusba azokat a talajokat soroljuk, amelyekben az egyes rétegeket nem köti össze genetikai kapcsolat, mivel ezek nem a helyi talajképződés eredményei, csak a közelben lévő magasabb területekről lehordott talajról van szó, és kőzetek egymásra halmozódásáról (STEFANOVITS, 1992). A völgyek alsó részén és a völgyekben folyó patakok mentén nem karbonátos lejtőhordalék talaj alakul ki. A talajszelvény 8 cm-től lefelé erősen glejes, tömörödött a levegőtlenesség és a talajvíz miatt. A pangó vizet képes elvezetni a 70 cm alatt lévő 25 % körüli kavicsréteg miatt. Magas az agyag- és az iszaptartalom minden egyes rétegében. A talajszelvény tömörödött, amit a magas iszaptartalom is mutat. Egyes szelvényekben 32 cm alatt már sóderos réteg következik.

A felszín közeli talajrétegekben magas a humusztartalom. Ezek a talajok gyorsan fejlődnek az erózió és a lemosódás következtében, de erdőtalajjá nem mindig alakulnak (TÍMÁR, 2002).

Csonka erdőtalaj és kavicsos váztalaj

Jelenkori vagy régi folyók volt árterületein, teraszain található. Kavicsstartalmuk elég nagy a földes részhez képest, ami a szelvény vízgazdálkodását és tápanyag szolgáltató képességét nagymértékben lerontja. Ha kavicsstartalma 80-90% akkor csak váztalajok képződnek, mert nincs elegendő anyag a talajképződéshez (STEFANOVITS, 1992). Akkor minősíthetünk egy talajt csonka erdőtalajnak, ha olyan mértékben hiányzik az A szint, hogy a megmaradt B szint nem éri el az 50 cm-t. Az eredeti genetikai talajféleségekhez sorolhatók, hiszen a termőhely minőségét nem befolyásolja számottevően. Kis számban fordulnak elő az Őrségben az agyagbemosódásos és az agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalajoknál. A tetőn többletvíz-hatásúak, a síkságon változó vízhatásúak.

Kavicsos váztalajhoz tartozik az a talaj, amelynél a durva homokos, sóderos alapkőzet keveredik a humuszos homokkal vagy iszapos homokkal, de a termőréteg nem teljes értékű a durva homoktartalomnál és a nagy sódertartalomnál fogva. A termőrétegük legfeljebb 35-45 cm-es. Többletvíz hatástól független vagy változó vízháztartásúak (ADORJÁN, 1975).

2.3. Tájhasználat az Őrségben

Már az első írásos emlékek is utalnak az Őrség termékenységére:

„Szentgotthárdtól egy kőhajításnyira keletre van, ... tartozéka még egy fenyőerdő, mely épületfát és tüzelőt ad. Makktermő erdeje, halastava, szőlője vagy más hasonlója nincsen.” (úrbéres összeírások). „... a fenyőerdőben (*Silva pinnata*) 100 marhát lehetne legeltetni. Ez a fenyő ad épületfát és tűzrevalót a helybelieknek.” (felmérés Zsidáról) (TÍMÁR, ÓDOR, BODONCZI, 2002).

A legkisebb léptékű, vegetációra közvetlenül ható tényezők a következők: az erdei alomgyűjtés és a bakhátalás.

Az erdei alomgyűjtés oka az, hogy a terület gabonatermesztésre kevésbé alkalmas, így az állatok alá szükséges szalma nem állt megfelelő mennyiségben rendelkezésre. Ami volt azt tetőfedésre használták fel. Az elsődleges megélhetési forrást az állattartás jelentette, így az ezt fedező almot az erdő avarja adta. Hatása nyilvánvaló és súlyos volt: tápanyag elvonása, nyers talajfelszín kialakítása, az erdeifenyő (és más, a széllel könnyen terjedő növények) számára megfelelő magágy létrehozása, a nagyobb méretű magok eltávolítása, valamint az erózió megkönnyítése.

A bakhátalás speciális talajművelés (szántás). Ez a talajművelési „technika” szabályos közönként hátaakat és mélyedéseket alakít ki. Az Őrségre és a Vendvidékre jellemző csapadék és talajviszonyok mellett ez a talajművelés jelentős mértékben hozzájárult az erózió növekedéséhez (BELÁK, 1963).

2.4. Az avartakaró

Az avartakaró jelentősége

A növényi maradványok avartakarót hoznak létre. A lombhullató erdők mélyre hatoló gyökérzet, és bázikus kationokban bővelkedő avartakaró a jellemző. Az elbomló alkotók kevésbé savanyúak, és mérsékeltebb a kilúgzás, mint a tűlevelű erdőkben. A tűlevelű erdők kationokban szegény avarral rendelkeznek, ami a gyér aljnövényzetnek köszönhető. Az intenzív savanyú kilúgzás a víz kimosását nem gátolja, ezért a talaj pH-ja csökken. Az erdő változásával az avarprodukciónak minőségi és mennyiségi összetételének a változása magától értetődő, ami jelentősen befolyásolja a talaj mineralizációs és humifikációs folyamatainak intenzitását, szerves anyagainak alakulását. A klímaváltozás során a felmelegedés minden bizonnyal növelni, ugyanakkor a szárazodás csökkenteni fogja az avarprodukciónak. A változó avartakaró hatására meg fog változni a talaj hőháztartása, ezzel vízfelvevő kapacitása, szerves anyagok bomlási sebessége, párologtatása, azaz a talaj légzése.



4. kép Az avartakaró az Örségben

A talajt borító avartakaró rendkívül jó hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik, a tavaszi-nyári időszakban gátolja a talaj felmelegedését, a besugárzást, télen viszont meggátolja a talaj kihűlését, a kisugárzást, ezáltal szabályozza a talaj hőmérsékletét. Ha hiányzik az avartakaró, megszűnik a szigetelő hatás. A hiány magasabb hőmérsékletet eredményez. Télen az avartakaró gátolja a talaj kisugárzását, lehűlését. Avartakaró hiányában a talajnak nagy a kisugárzása, ami annak erőteljes lehűlését, gyakori átfagyását eredményezi. Ez azért fontos, mert a talajhőmérséklet hatással van a talaj-mikroorganizmusok aktivitására, ezzel a lebontó folyamatokra és a talajlégzésre is. Ezen élőlények humuszsavakat termelve állandóan savas oldatokat bocsátanak a talajba, savanyítva a talaj pH-ját (MOROZOV, 1952).

Az humusz a talaj egyik legfontosabb, bomlással keletkező terméke. A talajra került növényi termékekből jönnek létre, amiből a könnyen bomló anyagok mineralizálódnak, a mikroszervezetek által nehezen bomló részek pedig a talajban felhalmozódnak. Ilyen felhalmozódó anyag például a lignin (SZODFRIDT, 1993).

A lebomlás fázisai

Először a szerves anyagok darabolódnak fel, melyet a talajlakó állatok végeznek, keverő tevékenységükkel homogenizálják a talajt. Majd a mikroszervezetek (baktériumok, gombák) egyszerűbb vegyületekre bontják ezeket: a szénhidrátokból monoszaharidokat, aminosavakat, míg a zárt szénláncú vegyületekből fenolokat és kinonokat hoznak létre. A szerves anyagok egy része az állatok szervezetében marad, és csak elhullásuk után épül be a lebontási láncba. Az így létrejött sötét színű, nagy molekulájú anyagok további átalakulás után válhatnak humuszanyagokká.

A lebontás szerves részét képezi a giliszta is, mely bélcsatornáján át bocsátva a talajt nemcsak porhanyóssá teszi azt, hanem mészmirigyének váladékával keverve a bekerülő lebontandó szerves anyagból stabilabb vegyületeket alkot. A talajban megtalálható szerves anyagot két csoportra bonthatjuk: élő és holt szerves anyagra. Az élő, a talajlakó makro- és mikroszervezetek részét képezi, mely a teljes szerves anyag mennyiség 10-15 %-át adja. A holt rész pedig a talajon élő növények maradványai, valamint a mikrobiológiai lebontás után újraképződött szerves anyag mennyiség.

Felosztás szerint lehetnek tehát nem humuszanyagok, melyek szénhidrátok, fehérjék, aminosavak, lignin, valamint növényi és állati maradványok úgymint zsírok, viaszok és kitin; új képződmények, ide tartoznak a poliuronidok és az enzimek, melyek a mikroorganizmusok szabályzó részei; és humuszanyagok, melyek lehetnek fulvosavak, huminsavak és humin (STEFANOVITS, 1992). Funkció szerinti felosztásban elhatárolunk táphumuszt és tartóshumuszt. Amíg a táphumusz a növények tápanyagellátásában, energiaellátásában kap elsősorban jelentősebb szerepet, addig a tartóshumusz hatása a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaiban érzékelhető (SZODFRIDT, 1993).

Az avartakaró és a faállomány közötti kapcsolat

A fák állományban egyesülve, még egy új elemmel bővülnek, amely addig, amíg egymástól elszigetelten állnak – számuktól függetlenül – hiányzik. A levelek működéséhez (lélegzés, asszimiláció) az állomány még egy harmadikat is kapcsol: a levelekből a lehullást követően ún. erdei-alom jön létre. Az erdei-alom név onnan származik, hogy a mezőgazdaságban (a szalmát helyettesítve) a marhaállásokban a jóság alá alomként hordták. Ezután az állatok ürülékével együtt, trágya formájában a talajba jut, és ezért igen fontos tényezője a mezőgazdaságnak. Fontos megjegyezni, hogy az alomtakaró – bomlási folyamataival, amelyet a beárnyékolás, nagy nedvesség és kevés meleg következtében maga az állomány hoz létre – kimagasló szerepű az erdőnek a talajra kifejtett hatásában. Az erdei talajok vegyi folyamatai az alomnak a sajátjaiban és bomlásának a feltételeiben gyökereznek (MOROZOV, 1952).

Az alom mennyisége a lombhullás és a bomlás közötti viszonytól függ. Mindkét körülmény 1. az éghajlattól, 2. a talajviszonyoktól, 3. az állományok földrajzi helyzetétől, 4. összetételétől, 5. alakjától, 6. korától és 7. sűrűségétől függ. Minél jobbak a termőhelyi viszonyok valamely fafaj számára, minél jobb a talaj termőhelyi osztálya, annál több lomb vagy tű hull a rudaserdő-korban és a közepes záródású állományban. Több almot adnak a sűrű lombosított árnytűrő fafajok, mint a fényigényes gyérkoronájúak. Alomszolgáltatási szempontból – fokozatosan csökkenő mennyiséggel – a következő felállítható sorrend: jegenyefenyő, lucfenyő, bükk, gyertyán, hárs, juhar, mogyoró, feketeenyő, mézgás-éger, szil, tölgy, kőris, rezgőnyár, erdeifenyő, nyír és vörösfenyő. Az állományok összetételének a befolyása még abban is megnyilvánul, hogy a különböző fafajok lombozata eltérően bomlik; ez a levélszervek lágy felépítéséből, a bennük lévő fás részek mennyiségéből, a cserzőanyag-, gyanta-, stb. tartalomtól adódik.

Fontos szerepe van annak is, hogy a levéllap a földre hulláskor elgömbül-e avagy sem; utóbbi esetben szoros réteg jön létre, amely gátolja a levegő átjutását, ez pedig nyershumusz képződéshez vezet.

Az alom típusát kialakító tényezők:

A levelek anatómiai sajátosságai, alakjuk, vegyi összetételük; a körülmény, hogy lehullásuk és elszáradásuk alkalmával hullámos felületet alkotnak-e vagy simák maradnak; a rovarok kirágják-e puha részeit vagy sem; a levézet mennyisége; az állományok sajátosságai (alak, sűrűség, kor, összetétel); a talajviszonyok (a több-kevesebb mésztartalom és nedvesség) és a hely éghajlati sajátosságai. Az erdőművelők az almot elsődlegesen holt talajtakarónak tekintik, amely kedvező hatást fejt ki a talaj fizikai tulajdonságaira. Az erdei talajok természetes trágyáját értékelik benne, mert a fák hamualkotó részekben leggazdagabb összetevői (apró gallyak, levelek) az erdőben maradvá alakulhatnak. Az alomnak, mivel közvetlenül is befolyásolja a talajt, természetesen közvetve is hatnia kell az állományra. Az

alom összegyűjtése és elvitele vagy alapvető hiánya mindig a talaj elszegényedését, tömörödését és kiszáradását hozza magával. Lényeges, hogy az alom hatásának az értékelésekor feltétlenül figyelembe kell vennünk a típusát. Az alomgyűjtésnél meghatározó tények: a szelíd típusú (semleges) alomnak az elvitele káros az erdőre nézve, de a savanyútelevény megsemmisítése nem jár hátrányos következményekkel, sőt ellenkezőleg: hasznos is lehet.

Az alomnak, mint holt talajtakarónak a talaj nedvességére kifejtett hatásai:

Az alom a saját súlyát 1,5-2-szer meghaladó nedvességet tud magában visszatartani. Elpárologtató képessége nem nagy. A légköri víz bizonyos mennyiségét nem engedi be a talajba, hanem képes azt a felszínen összegyűjteni; vizet lekötő képessége következtében pedig rendszerint felszívja a nedvességet. Másrészt a felszíni elfolyást megakadályozva növeli a talaj vízfelszívását és megvédi az elpárologtatás ellen (MOROZOV, 1952).

Az alom erdőművelési jelentősége az előbb felsoroltakon kívül: nagy tömötsége és vastagsága megakadályozhatja a csemeték meggyökeresedését, mert azok nem érik el a talaj ásványi rétegét, ami miatt idő előtt száradásnak indulnak. Az ilyen csemeték igen sokáig tengődnek, mert a tömött alom tulajdonságai nagyon erős elnyomást helyeznek rájuk. A szárazság és levegőhiány miatt a gyökérrendszer sokkal sekélyebbé válik. Az alom igen jelentős tényezője az őt létrehozó erdő növekedésének és fejlődésének. Előfordulhat, hogy az alomnak az erdő nitrogén-ellátásában is nagy szerep jut; mint rossz hővezető befolyásolja az erdei talaj hőmérsékletét, és komoly jelentősége van az erdő dinamikájában, a fajok cseréjében is.

3. Anyag- és módszer

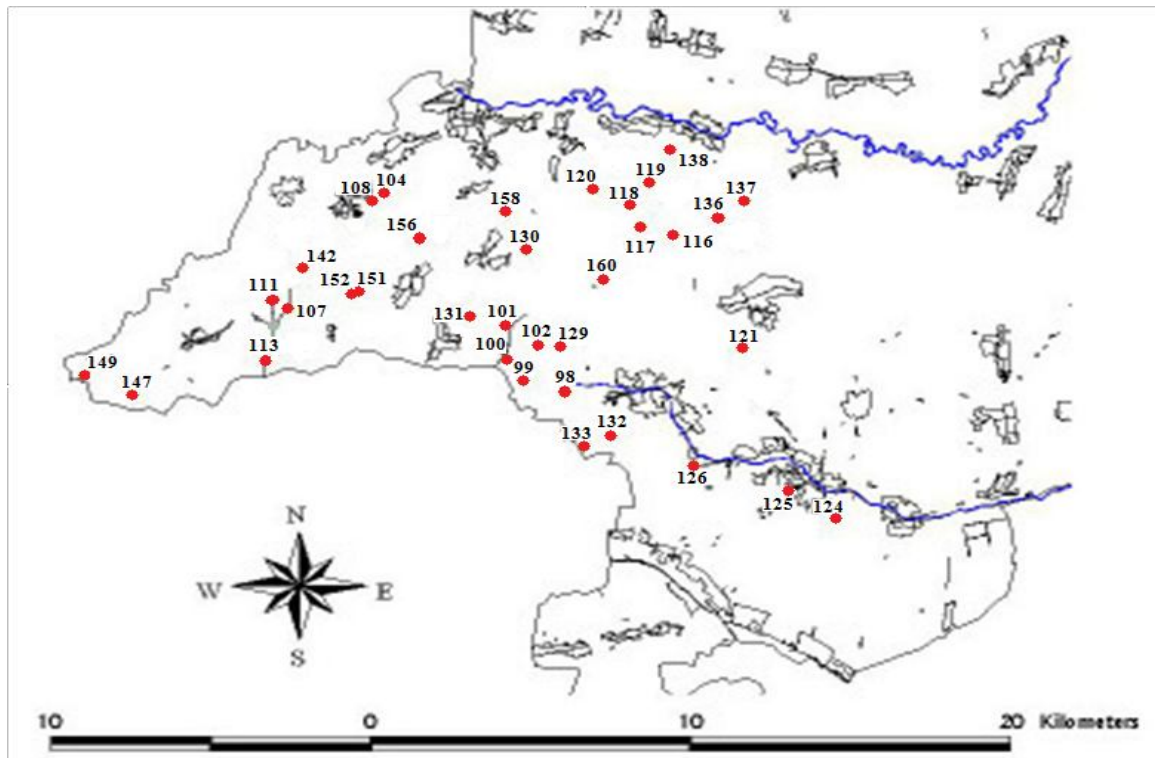
3.1. Terepi vizsgálatok

A mintavételeket megelőző elővizsgálatok során az erdészeti üzemtervi adatok és térképek, valamint a domborzati térképek alapján létrehoztak egy térinformatikai adatbázist, amely segítségével került kiválasztásra a vizsgálathoz szükséges 40 erdőrészlet a régióban. Mivel elsősorban a faállomány közvetett és közvetlen hatásait kívántuk vizsgálni, igyekeztünk kiiktatni a termőhelyi viszonyait tekintve szélsőséges területeket, vagyis kihagytuk a talajvíz által befolyásolt területeken, valamint a meredek lejtőkön megjelenő erdőrészleteket. A vágásos gazdálkodással kezelt erdők esetében meghatározó faktor a faállomány kora. Mivel a folyamatos vegyes korú erdőborítással rendelkező, kisparaszti szálaló erdőkkel az idősebb vágásos állományok összevethetőek, csak a 70 évesnél idősebb uralkodó faállománnyal rendelkező erdők kerültek be a vizsgálatba (vagyis a faállomány korát, mint faktort kiiktattuk).

Olyan állományokban dolgoztunk, amelyeknek a vágását nem tervezi az elkövetkezendő 6 évben a gazdálkodó. A gazdálkodókkal és a természetvédelemmel való egyeztetés során igyekeztük figyelembe venni az általuk preferált területeket is (pl. erdőrezervátumok bevonása), amennyiben a mintavételi stratégiát nem sértették. Úgy választottuk ki a területeket, hogy változatos módon lefedjék a régióra jellemző uralkodó fafajok (kocsányos és kocsánytalan tölgy, bükk, gyertyán, erdeifenyő, pionír lombos fafajok) elegyarány kombinációit, valamint a különböző szerkezeti jellemzőket (holtfa mennyisége, alsó szintek megjelenése).

A tájon belül mintavételezésünk a következő 35 helyszínről történt:

Alsószölnök 108, Alsószölnök 142, Apátistvánfalva 156, Csörötnök 116, Csörötnök 117, Csörötnök 118, Csörötnök 119, Csörötnök 136, Csörötnök 138, Farkasfa 130, Farkasfa 160, Felsőszölnök 111, Felsőszölnök 147, Felsőszölnök 149, Kétvölgy 107, Kétvölgy 113, Magyarlak 120, Orfalu 101, Orfalu 131, Óriszentpéter 121, Óriszentpéter 124, Óriszentpéter 125, Óriszentpéter 126, Rábagyarmat 137, Szakony 104, Szakonyfalu 151, Szakonyfalu 152, Szalafő 98, Szalafő 99, Szalafő 100, Szalafő 102, Szalafő 129, Szalafő 132, Szalafő 133, Szentgotthárd 158.



1. térkép A mintaterületek elhelyezkedése

Minden állományban egy 40 x 40 m-es mintaterületet választottunk ki, ezek tekinthetők a vizsgálat alapegységeinek. A vizsgálatok egy része a faállományhoz kötött, más része a talajszintben végzett mintavételen alapul. Ez utóbbi alapegysége 35 db érintkező 5 x 5 m-es kvadrát, melyek teljesen lefedik a mintaterület belső 30 x 30 m-es részét. Az összes vizsgált élőlénycsoport esetében a mintavétel célja a mintaterületre vonatkozó teljes fajkészlet kvantitatív (mennyiség szerinti) (egyedszám, termőtestszám, borítás stb.) regisztrálása, míg a háttérváltozók esetében az átlagértékeken túl azok mintaterületen belüli heterogenitásának is mérése.



5. kép A talajminták begyűjtése

A feltalaj és az avar fizikai-kémiai viszonyainak elemzésére mintaterületenként 5 mintavételi pontot jelöltünk ki. Az avartakaró esetén, minden mintavételi pontban egy 30 x 30 cm-es keret segítségével gyűjtöttük be a mintákat, amelyekből később meghatároztuk a mennyiségét, a tű- és lombavar arányát, kémhatását és a bomlottság mértékét.

A kiválasztott 5 mintavételi pontban vettünk talajmintákat a 0-5, a 5-10, a 10-20 és a 20-30 cm-es rétegből. A középső pontokban Vér-hengerrel vettünk bolygatatlan talajmintákat 3 ismétlésben a talaj térfogattömegének meghatározására. A többi pontban a talajmintákat ásóval vettük, oly módon, hogy igyekeztünk az áson egyenletes vastagságú „szeleteket” levágni.

3.2. Laboratóriumi vizsgálatok

A bolygatott szerkezetű talajminták célszerűen vászonzacskóban, az eredeti szerkezetű talajminták mindkét végükön gumisapkával lezárt mintavételi hengerekben, talajfelvételi jegyzőkönyvek kíséretében érkeznek a laboratóriumba. (A laboratóriumi vizsgálatokat Bellér Péter jegyzete alapján végzetük, így az ismertetésben is ezt a művet használtuk fel.) (BELLÉR, 1997).

3.2.1. A talajminták előkészítése

A helyszínen vett talajmintákat a vizsgálat céljának megfelelően elő kell készíteni. A bolygatott szerkezetű talajmintákat műanyag tálcákra öntjük ki, ellenőrizzük a jelzőcédula és a talaj-mintavételi jegyzőkönyv adatait.

A minta-előkészítés menete és a váz százalék meghatározása

A talajmintát 1-2 cm vastagságban műanyag tálcára terítjük ki. A nagyobb talajrögöket kézzel elaprózzuk. Egy-két rögöt meghagyunk a talaj száradásának ellenőrzésére. A növényi maradványokat kiszedjük a talajmintából. A szárítás ideje alatt a talajmintát többször átkeverjük, ami elősegíti a száradást és egyben homogenizálja is a mintát. A szárítást száraz, huzatmentes helyiségben végezzük. Talajunk légszáraz, ha az eltört nagyobb talajrög törési felületének színe megegyezik a talajrög külső felületének színével. A megszáradt talajt papírzacskóba merjük, és táramérlegen lemérjük. Ez a talaj összes tömege (m).

Az erősen kötött, ásványi és kőzettörmeléket nem tartalmazó talajt az erre a célra üzembe helyezett őrlőberendezéssel ledaráljuk. A darálóban 2 mm átmérőjű szitát helyezünk el. A szitán áthulló talajmintát jól zárható műanyag dobozban tároljuk. A kavicsot és kőzettörmeléket tartalmazó, vagy kevésbé kötött talajt gumilapon sodrófával aprózzuk fel és 2 mm átmérőjű szitán átszitáljuk. A szitán fennmaradt kavics-, kőzetdarabokat maradék nélkül összegyűjtjük, vízszaggal a rátapadt talajt lemossuk és kiszárítjuk. Táramérlegen lemérjük. Ez a talaj váza (m_v). Értékét százalékban adjuk meg.

A szitán átment talajt jól zárható műanyag dobozban tároljuk. A 2 mm-nél kisebb talajfrakciót "finomföld"-nek vagy "szokásosan előkészített talaj"-nak nevezzük. A finomföld a laboratóriumi vizsgálatok kiinduló anyaga.

Értékelés:

$$\text{váz \%} = 100 \frac{m_v}{m}$$

, ahol

m a lemért összes talaj tömege g-ban,
 m_v a vázrész tömege g-ban.

Megjegyzés:

- A talajminták szárítását tűző napon, kályhán, szárítószekrényben és infralámpával nem megengedett.
- A tözeges talajmintákat darálással tudjuk felaprítani.
- A darálót az egyes minták őrlése után alaposan ki kell tisztítani, hogy a minták egymást ne szennyezzék. A darált minta első részét mindig öntsük el.
- A mintatároló műanyag edényekben a mintajelző cédulát helyezzük el, az edényre zsírkrétával vagy vízzel le nem moshatóan írjuk rá a jelzőcédula adatait.
- A talajmintákat száraz, pormentes, polcrendszerrel ellátott talajraktárban tároljuk a felvételi jegyzőkönyvekkel együtt.

3.2.2. A talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata

A talajok kémiai tulajdonságai mellett, igen fontosak a fizikai sajátosságai, amelyek meghatározzák a talaj vízbeeresztő, víztartó és vízleadó, valamint a tápanyag-szolgáltató képességét. A talajok fizikai tulajdonságát elsősorban az alapkőzet, illetve a talajképződési folyamatok határozzák meg, így azzal számolhatunk, hogy jelentősebb változásukhoz több évtized is kell.

A talaj szemcseösszetételének meghatározása

A talajok fizikai tulajdonságának (elsősorban fizikai féleségének) megállapítására a gyakorlatban a legelterjedtebb vizsgálat a szemcse-összetételi elemzés. A fizikai és kémiai talajképző tényezők hatására az alapkőzet különböző nagyságú szemcsékké aprózódik fel. A talaj különböző nagyságú szilárd részecskékből, valamint ezeknek egymással képzett kötélékéből - mikro- és makro-aggregátum, illetve morzsa - áll. Ez a talaj szilárd fázisa. A talaj mechanikai összetétele, szövete a különböző nagyságú egyedi részecskék egymáshoz viszonyított mennyisége. Ez nagyrészt meghatározza a talaj víz- és táp-anyaggazdálkodását, valamint egyéb fizikai és kémiai tulajdonságát. Egy adott mérettartományba eső szemcséket egy szemcsefrakcióba sorolunk. Magyarországon az Atterberg-féle nemzetközi szemcsefrakció beosztás terjedt el.

Gyűjtőnév		Szemcsefrakció neve	A talajszemcsék Ø-je (mm)
Váz		kő, kavics, durva rész	> 2,0
finom	Leiszapolható rész	durva homok (Dh)	2,0 - 0,2
		finom homok (Fh)	0,2 - 0,02
föld		iszap, kőliszt (I) anyag (A)	0,02 - 0,002 < 0,002

4. táblázat Az egyes szemcsefrakciók osztályozása

A 2 mm átmérőnél nagyobb kavics- és kőzettörmelékét már a talajminták laboratóriumi előkészítésénél száraz szitálással elkülönítjük. A 2 mm átmérőnél kisebb szemcsefrakciókat nedves szitálással és vizes szuszpenzióban történő ülepitéssel különítjük el. A finomabb szemcsefrakciók ülepitéssel történő elválasztása a szilárd részecskék ülepedésére vonatkozó Stokes-féle törvényen alapszik. A vízben egy elemi részecske ülepedési sebessége - egy

bizonyos egyensúlyi állapot elérése után - egyenletes. Ez akkor áll be, amikor a közeg ellenállása egyenlő lesz a szemcsére ható gravitációs erővel. A Stokes-egyenlet a vizsgálat körülményei között gömb alakú testekre, 0,1 mm átmérő alatti tartományban érvényes. A talaj primér részecskéi a legritkább esetben gömb alakúak. Ezért szükség volt az ún. "ekvivalens átmérő", vagy "egyenlő hidraulikus értékű" részecskék fogalmának bevezetésére. Ez alatt az egyenlő ülepedési sebességű részecskéket értjük tekintet nélkül a részecskék alakjára. Olyan gömb alakúnak képzelünk részecske átmérője, amely azonos sebességgel ülepedik, mint a szabálytalan alakú, de azonos sűrűségű talajszemcse. A másik körülmény, amit figyelembe kell venni, hogy a talajrészecskék ásványi és kémiai összetétele nem azonos, ezért sűrűségük és következésképpen az ülepedési sebességük sem. Mivel nincs mód minden talajszemcse, vagy talajalkotó ásvány sűrűségének meghatározására, ezért az átlagsűrűséggel számolunk. A különböző részecskeátmérőkre és részecskesűrűségekre a folyadék hőmérséklet függvényében meghatározhatjuk az ülepedési sebességet, illetve egy adott úthosszra (10 cm) az ülepedési időket.

Ahhoz, hogy a talajszemcséket meg tudjuk határozni, először szét kell választani az egyes szemcséket egymástól. A talajszemcséknek a szétválasztását úgy kell elvégezni, hogy a különböző nagyságú talajszemcséket összetartó ragasztóanyag eltávolítása során - másodlagosan - szilárd frakció ne keletkezzen. A humuszanyagokat hidrogén-peroxidos roncsolással, a szénsavas meszet híg sósavas oldással távolítjuk el. A szabaddá vált talajszemcséknek vízben történő tartós eloszlását - szől állapot létesítését - illetve szuszpenzió készítését lúgosan hidrolizáló nátriumsókkal, vagy lítium-sókkal tudjuk elérni. A többféle előkészítő eljárás közül, a hazai talajtani gyakorlatban, a nemzetközi "A" eljárás módosított változatát, a hidrogén-peroxidos roncsolást, vízfürdőn történő főzést (digerálás) és Na-hexametafoszfátos előkészítést szokták végrehajtani. A szemcseösszetétel vizsgálati eljárások közül a Köhn-féle pipettás eljárási módszert alkalmazzuk. A módszer lényege, hogy a homogén talaj-suszpenzió meghatározott mélységéből az ülepedési időkre a fenti műveletet megismételve megkapjuk a különböző frakciók mennyiségét.

A meghatározás során táramérlegen bemérünk 20,00 átlagolt légszáraz finomföldet (m) 500 ml-es magas főzőpohárba. Mérőhengerrel hozzáadunk 20 ml 6 %-os H_2O_2 -ot és vízfürdőn szirupsűrűségűre pároljuk. Újabb 20 ml H_2O_2 -ot adunk mindaddig, míg a talaj habzik, illetve szürke nem lesz. Ezalatt a humusz ragasztóanyag vízzé és széndioxiddá roncsolódik el. A talajpépet maradék nélkül meleg vízzel 500 ml-es rázólabikba mossuk át. A főzőpohár oldalára ragadt talajrészeket gumiecsettel dörzsöljük le. Hozzáadunk 10 ml 100 g/l-es Na-hexametafoszfát oldatot és kb. 400 ml-re egészítjük ki desztillált vízzel, majd körforgós rázógépen 6 órán át rázatjuk. Ezalatt a talaj aggregátumok elemi részecskékké diszpergálódnak. A talaj-suszpenziót a rázólabikából 0,2 mm lyukátmérőjű szitára visszük, és nagy porcelántálba mossuk át meleg desztillált víz és gumiecset segítségével. Az átmosást addig végezzük, míg a lecsöpögő víz tiszta nem lesz. A szitán fennmaradt durva homok frakciót desztillált vízzel veszteségmentesen ismert tömegű (x_a) kis porcelántálba mossuk át. A porcelántál tartalmát szárazra pároljuk homok- vagy vízfürdőn és szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig szárítjuk. A szerves anyagot tartalmazó durva homokot izzítókemencében kiizzítjuk. Kalcium-kloridot tartalmazó exszikkátorban lehűtjük, és analitikai mérlegen lemérjük (a_1). A 0,2 mm lyukátmérőjű szitán átjutott talaj-suszpenziót 1000 ml-es üleptető hengerbe mossuk, és desztillált vízzel 1000 ml térfogatra egészítjük ki.

Az iszap+agyag frakció meghatározása (I+A):

Mérjük a víz hőmérsékletét és a Köhn-féle táblázatból kikeressük a 0,02 mm átmérőjű 2,7 g/cm³ sűrűségű talajrészecske ülepedési idejét 10 cm úthosszra. A talaj-suszpenziót ezután

keverőtárcsával 1 percig homogenizáljuk. Az ülepedési idő letelte után 10 cm mélységből kipipettázzunk 25 ml talaj-szuszpenziót 50 ml-es, ismert tömegű (x_b) bepárló edénybe (főzőpohár, fémfedény). Homok vagy vízfürdőn szárazra pároljuk, majd szárítószekrényben 105 °C-os tömegállandóságig szárítjuk. Kalcium-kloridos exsikkátorban lehűtjük, és analitikai mérlegen lemérjük (b_1).

Az agyagfrakció meghatározása (A):

A Köhn-féle táblázatból kikeressük a szuszpenzió hőmérsékletén a 0,002 mm átmérőjű, 2,7 g/cm³ sűrűségű talajrészecske ülepedési idejét. A továbbiakban ugyanúgy járunk el, mint az iszap+agyag frakció meghatározásánál.

Az iszap (I) és finom homok (Fh) frakció mennyiségét számítás útján kapjuk meg.

Durva homok:

$$D_{h\%} = (a_1 - x_a)$$

Iszap+agyag:

$$(I + A)_{\%} = 100 \frac{(I + A)}{m}; \quad (I + A) = [(b_1 - x_b) - Z] \cdot 40$$

Agyag:

$$A_{\%} = 100 \frac{A}{m}; \quad A = [(c_1 - x_c) - Z] \cdot 40$$

Iszap:

$$I_{\%} = (I + A)_{\%} - A_{\%}$$

Finom homok:

$$F_{h\%} = 100 - (D_{h\%} + I_{\%} + A_{\%})$$

, ahol:

- a_1 a durva homok + mérlegedény tömege g-ban,
- x_a a mérlegedény tömege g-ban,
- b_1 az iszap + agyag + mérlegedény tömege g-ban,
- x_b a mérlegedény tömege g-ban,
- c_1 az agyag + mérlegedény tömege g-ban,
- x_c a mérlegedény tömege g-ban,
- m a bemért talaj tömege g-ban,
- Z a 25 ml pipettázott szuszpenzióban lévő Na-hexametafoszfát tömege (0,025 g)

Az értékelés során az egyes frakciókat külön értékeltük és hasonlítottuk össze.

3.2.3. A talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálata

A talaj pH-értékének meghatározása

A talajok savas vagy lúgos kémhatása a pórusvízben lévő fölös hidrogén (H^+) illetve hidroxil (OH^-) ionok következménye. A semleges vagy neutrális kémhatás esetén a kétféle ion mennyisége azonos, a savanyú közegben több a hidrogén, a lúgos vagy bázikus közegben több a hidroxil ionok száma. A kémhatás jellemzésére a hidrogénion koncentrációt használjuk. A pH érték azt adja meg, hogy egy liter vízben mennyi hidrogénion van. A semleges kémhatás esetén 1 liter vízben 10^{-7} g hidrogén és ugyanennyi hidroxil ion van. Ha ennek a mennyiségnek a negatív előjelű logaritmusát vesszük, akkor kapjuk meg a 7-es pH

értéket. Amennyiben több a hidrogénion, a negatív előjelű logaritmus miatt alacsonyabb lesz a pH érték, ekkor a kémhatás savas, ha kevesebb a hidrogénion, magasabb a pH érték, lúgos lesz a kémhatás. A laboratóriumban elektrometriás módszerrel határoztuk meg a talaj kémhatását. A kémhatás vizsgálata során a talajmintákból 10-10 g-ot mértünk két 50 ml-es magas főzőpohárba. Az elsőhöz 25 ml kiforralt desztillált vizet, a másodikhoz 25 ml 1 mol/l-es KCl oldatot adunk. A mintákat üvegbottal alaposan felkevertük és savgőzöktől mentes helyen 24 óráig állni hagytuk. A mérést elektromos pH-mérővel végeztük, amelyet a gyári előírások szerint készítettünk elő.

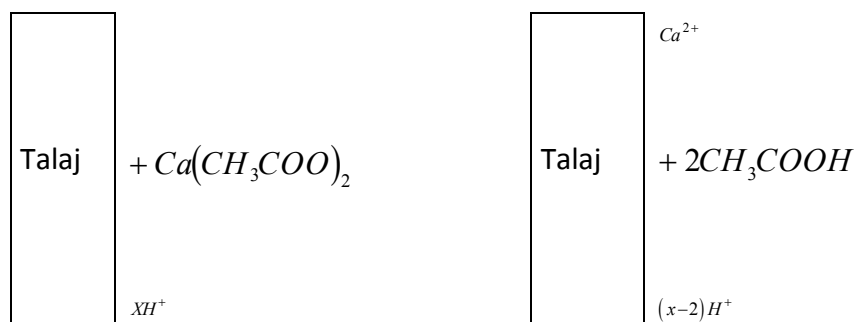
A talajok osztályozása kémhatásuk alapján (pH_{H_2O})

erősen savanyú	4,5 pH alatt
savanyú	4,5 - 5,5 pH
gyengén savanyú	5,5 - 6,5 pH
semleges vagy közömbös	6,5 - 7,5 pH
gyengén lúgos	7,5 - 8,2 pH
lúgos	8,2 - 9,0 pH
erősen lúgos	9,0 pH felett

A talaj savanyúságának meghatározása

Savanyú kémhatású talajoknál a talaj savanyúságának mennyiségi meghatározására sóoldatok hatásán alapuló jelenségeket használunk fel. A növények életére a talaj kémhatása van nagy hatással. A talaj savanyúságát jelző értékszámoknak a talaj savanyúságát mérsékelő, illetve megszüntető talajjavítási eljárásoknál vesszük hasznát. Erdőtelepítésnél, felújításnál a talaj savanyúságát figyelembe kell venni az egyes termőhely típusokon alkalmazható célállományok megválasztásánál. A talaj savanyúságának mennyiségi jellemzésére két érték terjedt el, a hidrolitos savanyúság (y_1) és a kicserélődési savanyúság (y_2). Az y_1 meghatározásánál lúgosan hidrolizáló kalcium-acetát, y_2 meghatározásánál semlegesen disszociáló kálium-klorid oldatát használjuk. Ca^{2+} -ionok esetében a kicserélődés is intenzívebb, mint a K^+ -ionok esetében. A lúgosan hidrolizáló sóoldattal szemben a talajkolloidok savas jellege nyilvánul meg protolitikus folyamatok révén. A hidrolitos savanyúság mindig nagyobb, mint a kicserélődési savanyúság.

Hidrolitos savanyúságon értjük a talajnak azt a titrálható savanyúságát, amelyet lúgosan hidrolizáló ($pH = 9,4$) 1 mol/l-es kalcium-acetát-oldattal való összerázása után mérhetünk. Megállapodás szerint a hidrolitos savanyúság mértéke 50 g talajnak megfelelő szüredékre fogyott pontosan 0,1 mol/l koncentrációjú NaOH-oldat ml-einek száma, ha a talajt előzőleg 2,5-szeres mennyiségű kalcium-acetát-oldattal ráztuk össze. A kicserélődést a következő ábrával szemléltetjük:



A meghatározás során a talajmintából táramérlegesen 40,00 g-ot rázólabikba mérünk. Hozzápipettázunk 100 ml halvány rózsaszín 1 mol/l koncentrációjú KCl-oldatot. A rázólabikot zárjuk és a talaj-szuszpenziót 1 óráig körforgós rázógépen rázatjuk. Ezután szűrőpapíron át a szuszpenziót a főzőpohárba szűrjük. A szüredék 50 ml-ét fenolftalein indikátor jelenlétében 0,1 mol/l-es NaOH-oldattal halvány rózsaszínűre titráljuk.

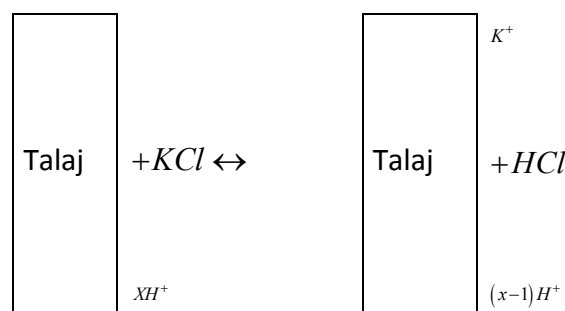
Értékelés:

$$y_1 = V \cdot f_{\text{NaOH}} \cdot 2,5$$

, ahol

f_{NaOH} a NaOH-oldat hatóértéke (faktora),
 V (ml) a titrálásnál fogyott NaOH-oldat térfogata.

Kicserélődési savanyúságon értjük a talajnak azt a titrálható savanyúságát, amelyet semlegesen disszociáló 1 mol/l koncentrációjú KCl-oldattal való összerázása után mérhetünk. Megállapodás szerint a kicserélődési savanyúság értéke 50 g talajnak megfelelő szüredékre fogyott pontosan 0,1 mol/l koncentrációjú NaOH-oldat ml-einek száma, ha a talajt előzőleg 2,5-szeres mennyiségű kálium-klorid-oldattal ráztuk össze. A kicserélődést a következő ábrával szemléltetjük:



A kicserélődési savanyúság meghatározásához táramérlegesen 40,00 g talajmintát rázólabikba mérünk. Pipettával hozzá mérünk 100 ml 1 mol/l koncentrációjú KCl-oldatot, a rázólabikot zárjuk és a talaj-szuszpenziót 1 óráig körforgós rázógépen rázatjuk. Ezután szűrőpapíron át főzőpohárba szűrjük. A szüredék 50 ml-ét fenolftalein-indikátor jelenlétében 0,1 mol/l koncentrációjú NaOH-oldattal halvány rózsaszínűre titráljuk. A fogyás V ml.

Értékelés:

$$y_2 = V \cdot f_{\text{NaOH}} \cdot 2,5$$

A talaj tápanyagtartalmának vizsgálata

A talaj szervesanyag- és összes-nitrogén-tartalmának meghatározása

Az általunk vizsgált talajminták pH értéke nem haladta meg, sőt el sem érte a semleges, azaz 7-es pH-t. Így ezen minták szervesanyag, illetve tápanyag-tartalmát egy ún. elemanalizátorral végeztük el. Pontosabban megnevezve: Vario EL III elemanalizátorral. Ezzel a mérőműszerrel ki lehet elégíteni a vegyipartól kezdve a gyógyszeriparon át egészen a mezőgazdasági és környezetvédelmi területeken jelentkező legkülönbözőbb követelményeket, hiszen a C, H, N, S és O elemeket a különböző kombinációkban együtt vagy egyenként lehet elemezni. Erősen

változó koncentráció viszonyok között is, kutatási vagy analitikai célból. A minta lehet szerves vagy szervetlen, illetve szilárd vagy folyékony.

Esetünkben a talajminták szilárd állapotúak. A szilárd minták 1 mg és 200 mg között lehetnek. Ennek tömegét érzékeny analitikai mérlegen mérjük meg, a pontos mérés rendkívül fontos. A szilárd minták ónkapszulákban kerülnek bemérésre, a nagyobb minta mennyiségek, ónfóliából formázott hengerekben, míg a folyékony minták esetében gáztömör ónkapszulákat alkalmazunk. A minták automatizált módon kerülnek az égetőcsőbe. Magas hőmérsékletű égés garantálja a teljes égést. Az égető kályha hőmérséklete 1200 °C-ig szabadon, és fokozatmentesen állítható, majd az alkalmazott ón mintatartók saját hőfejlesztésének köszönhetően a minta égetése 1800 °C-on történik. A direkt oxigéninjektálás ezen a hőfokon, optimális időprogramok és utáncapcsolt katalizátor alkalmazása mellett biztosítja a tökéletes égést. A gázformájú reakciótermékek a nitrogénoxidok nitrogénné történő redukciója után, He vivőgáz áramban dinamikus szétválasztásra kerülnek. A nitrogén közvetlenül a hővezető-képesség detektorra kerül, miközben a H_2O , SO_2 és a CO_2 a specifikus adszorpciók tölteteken megkötődik. Amikor egy komponens mérése befejeződött, automatikus üzemen bekövetkezik a következő komponens termikus deszorpciója és detektálása. Egy minta analízise anyagtól és súlytól függő, de körülbelül 15 percet vesz igénybe.

A teljesen automatikus analízátor, az automata mintaadagolóval értékes időt spórol meg azzal, hogy emberi felügyelet nélkül működik. Minden nap, és egyik napról a másikra képes üzemelni. A műszer igen felhasználó barát: automatikus szivárgás ellenőrzéssel, automatikus alvás és ébredés funkcióval, karbantartási ellenőrző kártyával, statisztikai jelentéssel és LIMS átviteli képességgel van ellátva. A minták kiértékelése, a mért koncentrációk, a különböző elemek adatai és bemutatása a memóriában tárolt adatok alapján történik meg. A kiértékelés kalibrációs görbén jelenik meg.

A talaj könnyen oldható foszfortartalmának meghatározása

A vizsgálatok során meghatározásra került a talajok AL-oldható foszfortartalma is. A meghatározást kolorimetriás módszerrel végezzük. Első lépésként AL-oldattal talajkivonatot készítünk. Az oldat foszfortartalmát olyan kémiai reakcióba visszük, melynek termékére színes és megfelelő hullámhosszúságú fényenél az oldat fényelnyelése és foszfortartalma között a Lambert-Beer törvény érvényes. A meghatározás során ismert koncentrációjú oldatok felhasználásával kalibrációs diagramot szerkesztünk. Az értékelést a kalibrációs görbe segítségével végezzük. Első lépésként 5 g légszáraz talajmintát táramérlegen 250 ml-es rázólabikba mérünk. Pipettával hozzáadunk 100 ml hígított AL-oldatot és 2 óráig rázatjuk. Ezután foszfor- és kálium-mentes szűrőpapíron leszűrjük. A szűrletből végezzük a könnyen oldható foszfortartalom meghatározását. Ebből a talajkivonatból határozzuk meg a könnyen oldható káliumot is. A P_2O_5 -ra és a K_2O -ra is 1 mg/ml-es kalibráló törzsoldatból a mérés napján tízszeres hígítást készítünk. A talajkivonat szűrletéből, illetve a kalibráló-oldatokból 20 ml-t száraz 50 ml-es normál labikba pipetázunk. A labikot - tartalmát közben többször összerázva - kénsavas ammónium-molibdenát-oldattal jelig töltjük, összerázzuk, majd 2 ml ón-klorid-aszkorbinsav-oldatot pipetázunk rá és ismét összerázzuk. 30 perc után mérjük a kékszínű komplex fényelnyelő képességét 660 nm hullámhosszúságú fényben spektrofotométerrel. Az értékelést kalibrációs diagram segítségével végezzük el.

Oldható foszfortartalom	Agyagos talajok	Vályogtalajok	Laza homoktalajok
Igen kevés	< 2	3	5
Kevés	3-5	4-7	6-10
Mérsékelten közepes	6-8	8-12	11-16
Jó közepes	9-12	13-18	17-25
Sok	13-18	19-25	26-35
Igen sok	> 19	26	36

5. táblázat A talaj foszfortartalmának jellemzése az AL-oldható P_2O_5 mg/100 g talaj alapján

A talaj könnyen oldható káliumtartalmának meghatározása

A könnyen oldható káliumot a könnyen oldható foszfor meghatározásához készített talajkivonatból határozzuk meg emissziós lángfotometriával. Finom permet formájában propán-levegő lángba juttatott oldat bepárlódik, az oldott sók pedig a láng hőmérsékletén atomjaira esnek szét. A láng hőmérséklete elegendő ahhoz, hogy az alkálifémek atomjainak bizonyos hányadát gerjessze, ami meghatározott hullámhosszú foton emissziójával jár. A lángemissziós színekép káliumra jellemző vonalának intenzitását - egyebekben változatlan paraméterek mellett - a lángba porlasztott oldat kálium-koncentrációja határozza meg. Ismeretlen koncentrációjú oldatok esetében mérhető lángemissziós intenzitást ismert koncentrációjú oldatokéval összevetve az ismeretlen kálium-koncentráció meghatározható. A meghatározás során a foszfor meghatározásnál ismertetett módon elkészített oldatot porlasszuk be a lángba. Majd kalibrációs görbe segítségével értékeljük ki az eredményt.

Oldható káliumtartalom	Fizikai talajféleség		
	homok	vályog	agyag
Igen kevés	< 5	7	10
Kevés	6-10	8-12	11-16
Mérsékelten közepes	11-15	13-18	17-23
Jó közepes	16-20	19-24	24-29
Sok	21-25	25-30	30-35
Igen sok	> 26	> 31	> 36

6. táblázat A talaj káliumtartalmának jellemzése az AL-oldható K_2O mg/100 talaj alapján

3.3. Az eredmények értékelése

A mérési adatokat EXCEL táblázatba írtuk be, és az értékelést az említett program, illetve a STATISTICA program csomag segítségével végeztük, az irodalmakban leírt módon (KEMÉNY et al. 2004). Az egyes adatok összehasonlítására t-próbát végeztünk. Az értékeket akkor tekintettük különbözőnek, ha azok legalább 95 %-os szignifikancia szinten különböztek egymástól. Egyes esetekben elvégeztük a varianciaanalízis vizsgálatot is.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Laboratóriumi vizsgálati eredmények közös értékelése

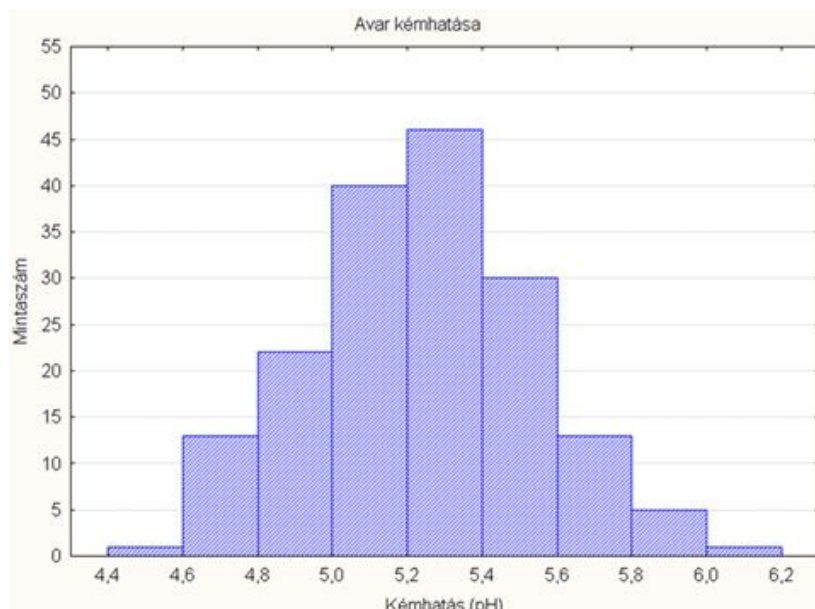
A laboratóriumi vizsgálati eredményeinket több lépcsőben próbáltuk meg kiértékelni. Elsőként az egyes szintek mérési eredményeit ábrázoltuk és értékeltük, majd összehasonlítottuk az egyes szinteket, végül az egyes mintavételi helyeket.

Az avarminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméterek	Db	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
Kémhatás (pH)	171	5,2842	4,60000	6,10000	0,29353
Szén (%)	33	65,7136	42,86665	78,08640	9,73916
Nitrogén (%)	33	1,2776	0,82839	1,84060	0,23223
Levél avar tömeg (g)	172	20,5208	1,60000	69,28000	11,95207
Tű avar tömeg (g)	169	8,7372	0,00000	69,33000	14,99861
Ág avar tömeg (g)	172	17,4605	1,71000	98,53000	12,91174
Bomlott avar tömeg (g)	172	101,396	31,78000	278,05000	43,0784

7. táblázat Az avarminták vizsgálati eredményei

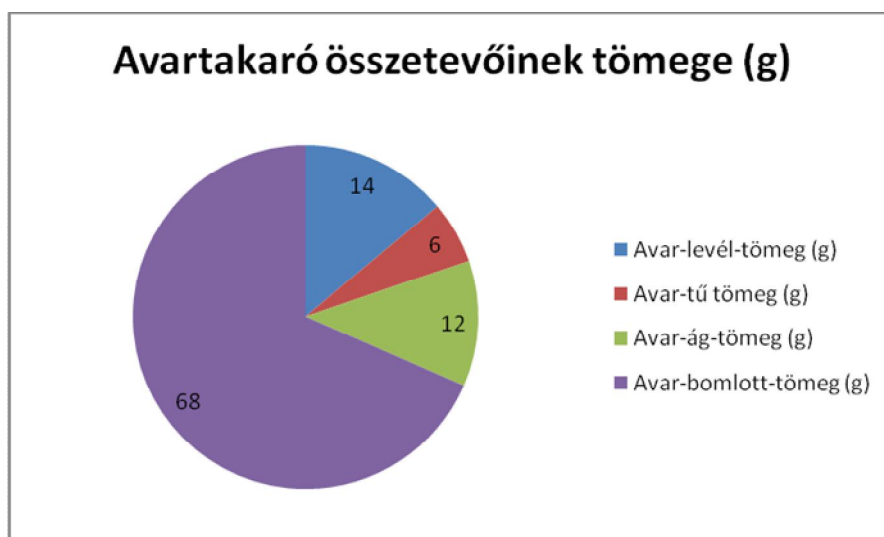
A talajok kémhatása meghatározza, hogy az adott helyen milyen növényt lehet ültetni, hiszen vannak savanyúságot kedvelő, illetve tűrő növények, és azok, melyek a lúgossággal szemben érzéketlenek. Valamint megszabja még a talajban működő mikroorganizmusok tevékenységét (jellegét, irányát).



1.1. ábra Az avar kémhatásának megoszlása

Közvetett hatása is van a kémhatásnak: trágyázás során meghatározott savanyú kémhatás esetén a tápanyagok (elsősorban a foszfátionok) megkötődése tapasztalható. Az avar kémhatása a savanyú (4,5-5,5 pH) tartományba esik. A talajok nitrogén készlete nagyrészt biológiai folyamatok terméke (készletének 95%-a szerves kötésben van). A nitrogén a

növények számára a fontos makro tápanyagok közé sorolható. A nitrogén-gazdálkodása egy talajnak nem csak kizárólag a nitrogén mennyiségétől függ, hanem a szén-nitrogén aránytól is, jelen esetben ez az uralkodó nitrogén megkötésre utal (30%<). Az előzőekben felsorolt mennyiségek az avarok talajjá alakulása során még változnak.



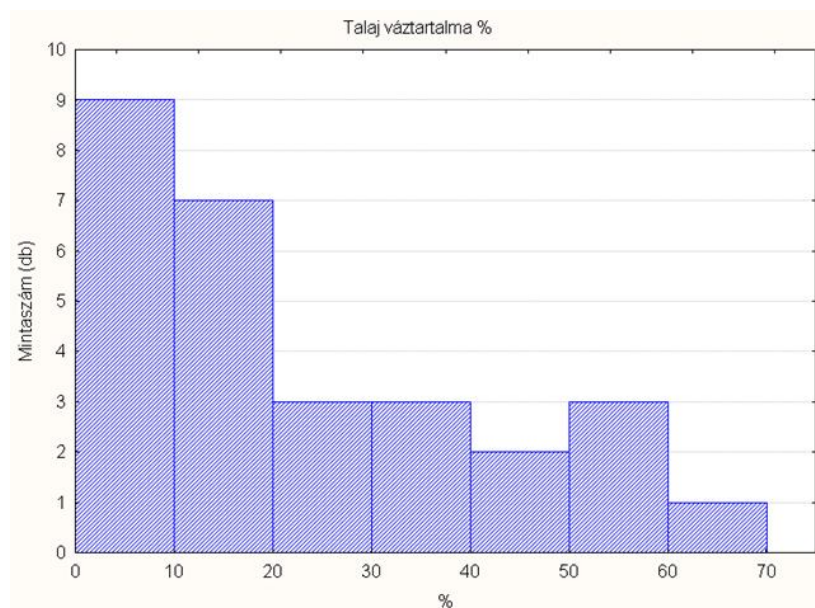
2. ábra Az avar összetevőinek összehasonlítása

Az avarminták összetevőinek átlagos tömegéből kimagasló arányt foglal el a bomlott avar tömege, majd az avar-levél tömege következik, ami arra utal, hogy a vizsgált területen a lombos növények nagyobb hányadot képviselnek az avartakaróban, mint a tűlevelű növények. A lehullott ágak tömege nem kimagasló.
(A többi vizsgálati eredmény lásd melléklet.)

A 0-5 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméterek	Db	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
Váztartalom (%)	28	24,46	5	70	18,30
Kémhatás (pH)	178	4,36	3,6	5,3	0,30
Hidrolitos savanyúság (y1)	36	35,28	22,04	66,20	9,56
Kicsérélődési savanyúság (y2)	36	13,97	0	25,88	6,04
Agyagtartalom (%)	36	19,05	7	31	5,11
Iszaptartalom (%)	36	34,16	14	52	7,68
Finom homok tartalom (%)	36	37,82	26,90	51,8	6,20
Durva homok tartalom (%)	36	8,94	0,85	40,25	10,30
Humusz tartalom (%)	36	6,151	2,767	21,31	3,99
Nitrogén tartalom (%)	36	0,217	0,107	0,73	0,11
AL-oldható foszfortartalom	36	3,082	0,800	15,48	2,51
AL-oldható káliumtartalom	36	7,427	3,890	16,37	3,01
Tömeg	36	311,497	160,44	395,09	52,57

8. táblázat 0-5 cm-en vett talajminták vizsgálati eredményei



3.1. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták váztartalma

A vizsgált talajminták egy részének igen nagy volt a váztartalma. Ennek nagy része az alapkőzetre vezethető vissza. Terepi tapasztalataink alapján a talajokban gyakran találtunk kavicsdarabokat.

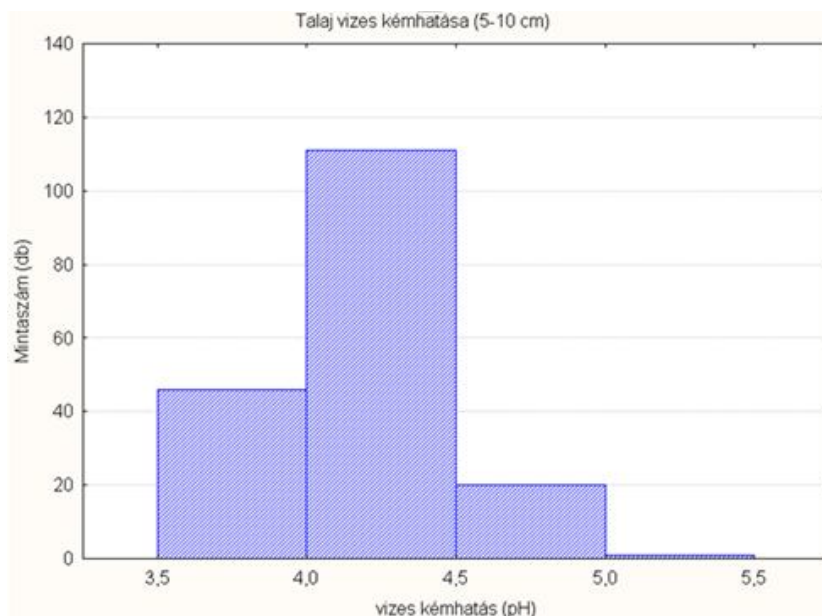
A talajminták kémhatása 3,6 és 5,3 közötti volt. Ez alapján az erősen savanyú - savanyú kategóriába tartoznak. A kémhatásnak megfelelően jelentős volt a hidrolitos és a kicserélődési savanyúság is. A talajokban jelentős volt a leiszapolható részek mennyisége, ez általában jellemző az őrségi talajokra.

Nitrogénnel közepesen ellátottak (0,10-0,25 %). Az oldható foszfortartalmuk kevés. A káliumtartalmuk pedig szintén a kevés kategóriába sorolható. (Vizsgálati eredmények lásd melléklet.)

Az 5-10 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

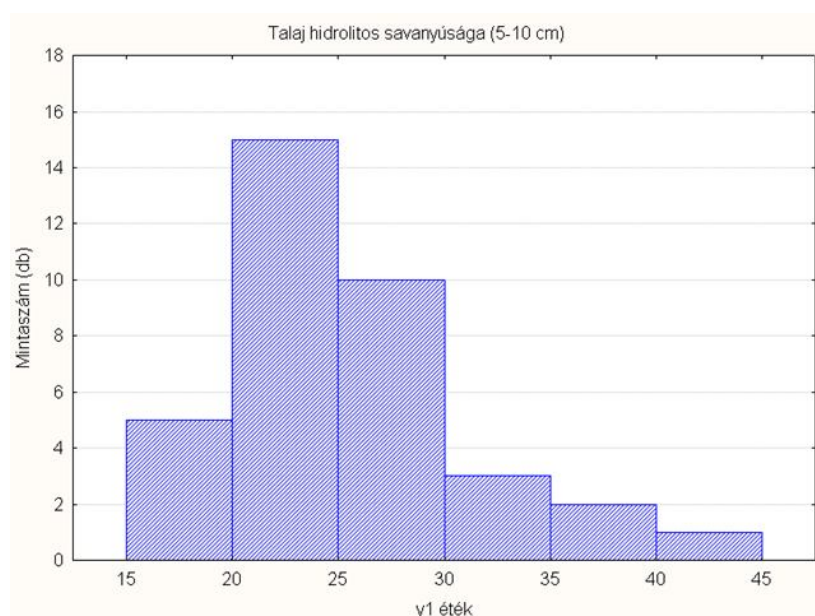
Vizsgált paraméterek	Db	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
Váztartalom (%)	27	25,77	5	71	17,02
Kémhatás (pH)	178	4,23	3,7	5,4	0,27
Hidrolitos savanyúság (y1)	36	25,33	18,51	40,36	5,59
Kicserélődési savanyúság (y2)	36	15,96	3,88	35,04	6,05
Agyagtartalom (%)	36	20,05	11	31	4,97
Iszaptartalom (%)	36	34,5	14	58	8,49
Finom homok tartalom (%)	36	35,06	15,65	49,15	7,41
Durva homok tartalom (%)	36	10,38	0,55	49,95	11,80
Humusz tartalom (%)	36	2,746	1,677	8	1,33
Nitrogén tartalom (%)	36	0,107	0,058	0,27	0,04
AL-oldható foszfortartalom	36	1,683	0,554	12,19	1,94
AL-oldható káliumtartalom	36	3,786	1,638	9,98	1,94
Tömeg	36	402,151	318,89	477,41	34,07

9. táblázat 5-10 cm-en vett talajminták vizsgálati eredményei



4.1. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták vizes kémhatása

Az 5-10 cm-es rétegben a minták egy részében jelentős volt a váz mennyisége. Ezek megoszlása igen különböző volt. Kémhatásuk alapján ezek a minták voltak a legsavanyúbbak, az erősen savanyú és savanyú kémhatású tartományba tartoztak. Jelentős volt a kicserélődési és a hidrolitos savanyúság mennyisége, ami jól mutatta a talajok elsavanyodását.



4.2. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták hidrolitos savanyúsága

A leiszapolható részek mennyisége átlagosan 54 %, ami vályogos szövetre utal. Ugyanakkor az agyag és iszapfrakció igen nagy tartományban változott.

A vizsgált talajok nitrogénnel gyengén ellátott, igen szegény talajok közé tartoznak a mezőgazdasági osztályozás alapján. Oldható foszfortartalmuk igen változatos, megtalálható az igen kevés és a jó, közepes ellátottságú talaj is. A káliumtartalom az igen kevés kategóriába sorolható, ami elsősorban az alapkőzetre vezethető vissza.

(További eredmények lásd melléklet.)

A 10-20 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméterek	Db	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
Váztartalom (%)	28	29,57	7	68	17,06
Kémhatás (pH)	176	4,29	3,8	5,1	0,24
Hidrolitos savanyúság (y1)	36	22,13	16,4	30,9	3,81
Kicszerélődési savanyúság (y2)	36	15,35	4,2	27,1	4,65
Agyagtartalom (%)	36	21	9	37	5,65
Iszaptartalom (%)	36	34,05	12	52	8,02
Finom homok tartalom (%)	36	34,67	16	48,45	6,86
Durva homok tartalom (%)	36	10,27	1,6	48,9	12,12
Humusz tartalom (%)	36	1,73	0,88	4,95	0,75
Nitrogén tartalom (%)	36	0,075	0,03	0,18	0,02
AL-oldható foszfortartalom	36	1,157	0,64	2,98	0,48
AL-oldható káliumtartalom	36	3,065	1,18	7,67	1,43
Tömeg	35	437,497	384,4	635,12	43,59

10. táblázat 10-20 cm-en vett talajminták vizsgálati eredményei

A 10-20 cm-es réteg kémhatása az erősen savanyú, savanyú tartományba tartozik. Ennek megfelelően magasak a savanyúságok értékei is.

A leiszapolható részek aránya jelentősen nem változott.

A talajoknak csekély a humusztartalma, ami jól mutatja, hogy a humuszos szint vastagsága nem volt jelentős. A talajok nitrogénben gyengén ellátottnak (0,05-0,10 %) számítanak. AL-oldható foszfortartalma igen kevés. A réteg káliumtartalma szintén igen kevés.
(Eredmények lásd melléklet.)

A 20-30 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

Vizsgált paraméterek	Db	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
Váztartalom (%)	37	25,08	5	73	16,79
Kémhatás (pH)	178	4,34	3,8	5	0,27
Hidrolitos savanyúság (y1)	36	19,80	14,56	30,75	3,57
Kicserélődési savanyúság (y2)	36	14,25	4,01	28,46	4,64
Agyagtartalom (%)	36	22,94	1	43	7,94
Iszaptartalom (%)	36	34,38	12	48	7,99
Finom homok tartalom (%)	36	32,13	17,35	52,75	7,28
Durva homok tartalom (%)	36	10,53	1	45,15	12,35
Humusz tartalom (%)	36	2,919	0,659	66,78	10,95
Nitrogén tartalom (%)	36	0,087	0,031	1,27	0,20
AL-oldható foszfortartalom	36	1,263	0,015	10,16	1,58
AL-oldható káliumtartalom	36	3,122	1,395	7,21	1,44
Tömeg	36	452,52	225	515,19	45,56

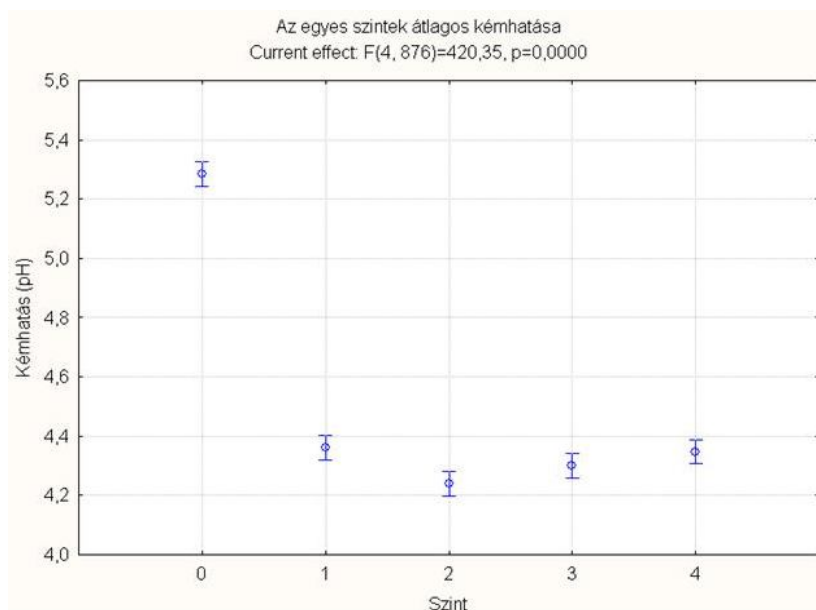
11. táblázat 20-30 cm-en vett talajminták vizsgálati eredményei

A talajminták kémhatása savanyú. Nitrogéntartalmuk pedig a gyengén ellátott kategóriába sorolható. Foszfortartalmuk igen kevés. Káliumtartalmuk szintén.
(Vizsgálataink eredményei lásd melléklet.)

4.2. Az egyes szintek tulajdonságai

Varianciaanalízis segítségével próbáltuk megvizsgálni, hogy az egyes szintek között milyen különbségek jelentkeznek. A vizsgálatba az összes mintavételi helyet bevontuk és együttesen értékeltük ki a mélység hatását az eredményekre. Az eredmények értékelése során 0-val jelöltük az avarszintet, 1-es számmal a 0-5 cm-es réteget, 2-es számmal az 5-10 cm-es réteget, 3-as számmal a 10-20 cm-es réteget és 4-es számmal a 20-30 cm-es réteget. Az ábrákon az egyes rétegek átlagát tüntettük fel, megadva a 95 %-os konfidencia határokat. Szignifikancia szintnek a 95 %-os valószínűséget választottuk.

Kémhatás



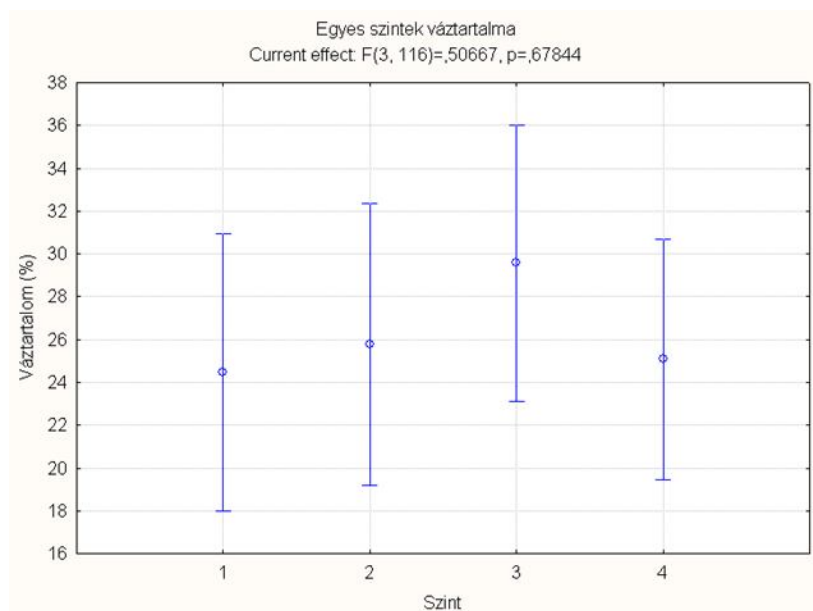
7. ábra Az egyes szintek átlagos kémhatása

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	17883,96	1	17883,96	227805,5	0,00
Szint	132,00	4	33,00	420,4	0,00
Hiba	68,77	876	0,08		

12. táblázat – A variancia analízis eredménye (kémhatás szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

A kémhatások vizsgálatánál kitűnt, hogy a legmagasabb kémhatása (közel 5,3-as) az avarszintnek volt, a talajszintek kémhatása ennél lényegesen alacsonyabb 4,2 és 4,4 közötti. A talajszintek közül a felső 0-5 cm-es réteg kémhatása a legmagasabb, valószínűleg az avar hatásának köszönhetően. Ez alatt 5 és 10 cm között találjuk a legalacsonyabb kémhatású réteget, majd a kémhatás fokozatosan növekszik. Ez a fokozatosan növekvő kémhatás megfelel a kilúgzás alapján vártaknak. Az egyes rétegek között szignifikáns különbséget tapasztaltunk.

Váztartalom



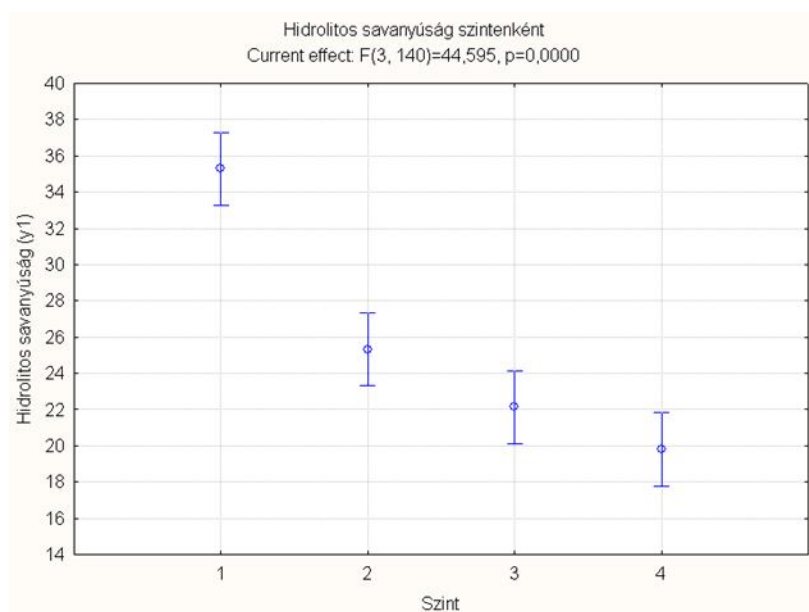
8. ábra Az egyes szintek váztartalma

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	81206,42	1	81206,42	272,2744	0,000000
Szint	453,35	3	151,12	0,5067	0,678440
Hiba	34597,24	116	298,25		

13. táblázat – A variancia analízis eredménye (váztartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az egyes rétegek váztartalmában nem volt jelentős különbség. A váztartalom átlaga 25 és 29 % között változott. Ugyanakkor igen nagy volt az átlagok szórása, ami abból adódott, hogy az egyes mintavételi helyek között jelentős különbséget tapasztaltunk, ennek megfelelően az egyes szintek nem különböztek szignifikánsan egymástól. A váztartalom mennyiségét alapvetően az alapkőzet, illetve ennek kavicstartalma határozta meg, ez elsősorban a valamikori öntésanyag összetételétől függ.

Hidrolitos savanyúság



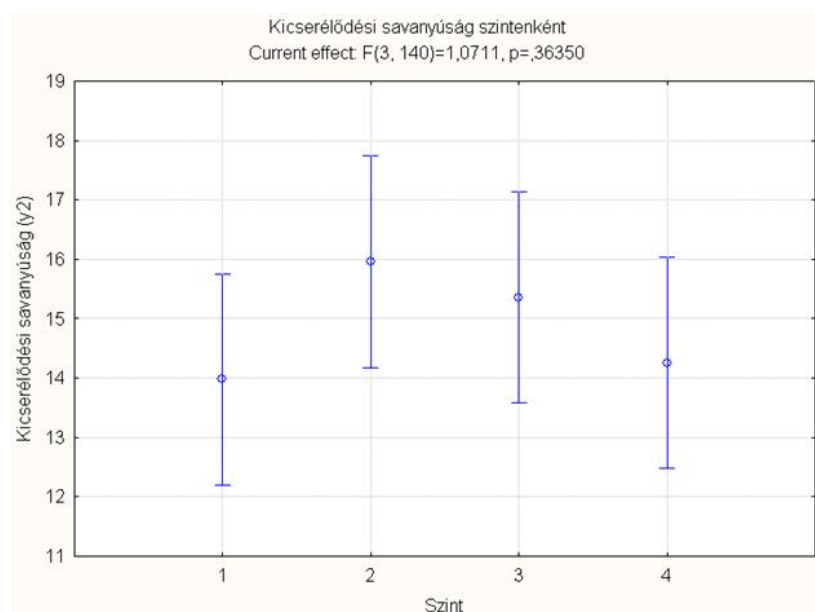
9.ábra A hidrolitos savanyúság szintenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	94663,54	1	94663,54	2524,365	0,00
Szint	5016,92	3	1672,31	44,595	0,00
Hiba	5249,99	140	37,50		

14. táblázat – A variancia analízis eredménye (hidrolitos savanyúság szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az elvárásokhoz mérten a hidrolitos savanyúság fentről lefelé haladva csökken. A legmagasabb átlagos értéket az 0-5 cm-es rétegben mértünk, a legalacsonyabb értéket a 20-30 cm-es szintben. Ez a megoszlás megegyezik az elvártaknak, a fentről lefelé haladó kilúgzás és savanyodás eredménye. Érdekes megjegyeznünk, hogy a kémhatás esetén nem jelentkezett ilyen egyértelműen a tendencia. Az egyes rétegek között szignifikáns különbség van.

Kicserélődési savanyúság



10. ábra A kicserélődési savanyúság szintenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	31922,26	1	31922,26	1096,872	0,000000
Szint	93,52	3	31,17	1,071	0,363503
Hiba	4074,42	140	29,10		

15. táblázat – A variancia analízis eredménye (kicserélődési savanyúság szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

A kicserélődési savanyúságot, a hidrolitos savanyúsághoz hasonlóan, csak a talajrétegekből határoztuk meg. Ebben az esetben a kémhatáshoz hasonló képet kaptunk, azaz a legfelső (0 – 5 cm-es) rétegnek volt a legalacsonyabb, az alatta fekvő 5 – 10 cm-es rétegnek a legmagasabb a kicserélődési aciditása. A mért eredményeknek nagy volt a szórása, így az egyes rétegek között nem találtunk szignifikáns különbséget. Mind a kicserélődési, mind a hidrolitos savanyúság viszonylag nagy értéket mutatott, ami megfelel a kémhatás alapján vártaknak.

Agyagtartalom

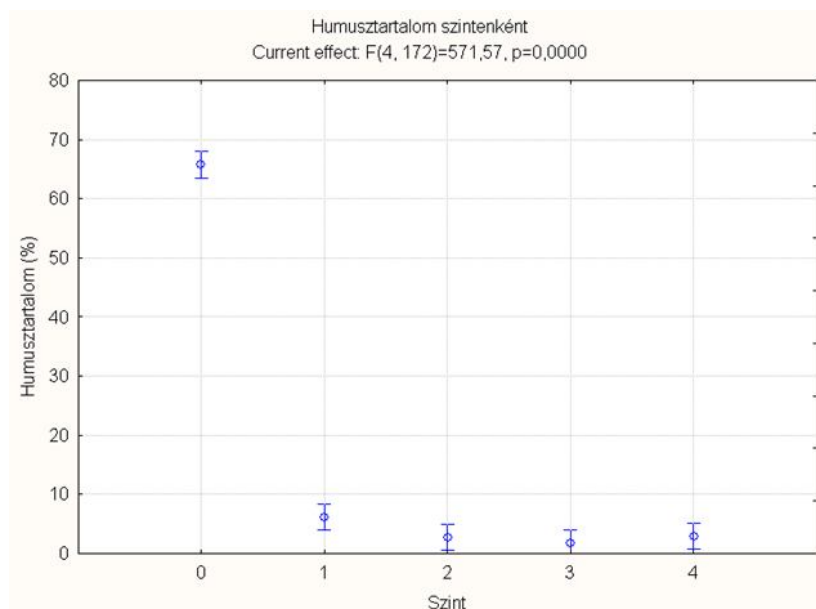
Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	62084,03	1	62084,03	1699,048	0,000000
Szint	296,31	3	98,77	2,703	0,047893
Hiba	5115,67	140	36,54		

16. táblázat – A variancia analízis eredménye (agytartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

A szemcseeloszlási vizsgálatok eredményei közül csak az agyagtartalom rétegenkénti eloszlását mutatjuk be. Az agyagfrakció, amelyben a 0,002 mm alatti szemcsék tartoznak fentről lefelé haladva fokozatos növekedett. Ez több okra vezethető vissza, egyrészt az agyagvándorlásra, másrészt az egyes helyeken esetleg fellépő podzolosodási folyamatokra, harmadrészt arra, hogy a mállási folyamatok során az agyag gyakran a mélyebb rétegekben keletkezik. Az egyes rétegek agyagtartalmában igen nagy volt a különbség, így a szórásnál is

ennek megfelelően a konfidencia határok nagyok, ennek ellenére a különbség (96 %-os szinten) éppen szignifikánsnak minősült. A lefelé növekvő agyagtartalom kedvező a növényzet számára, mivel a beszivárgó vizet képes visszatartani. Ez a folyamat az Őrség egészére jellemző, így alakulnak ki a helyi vízállások.

Humusztartalom



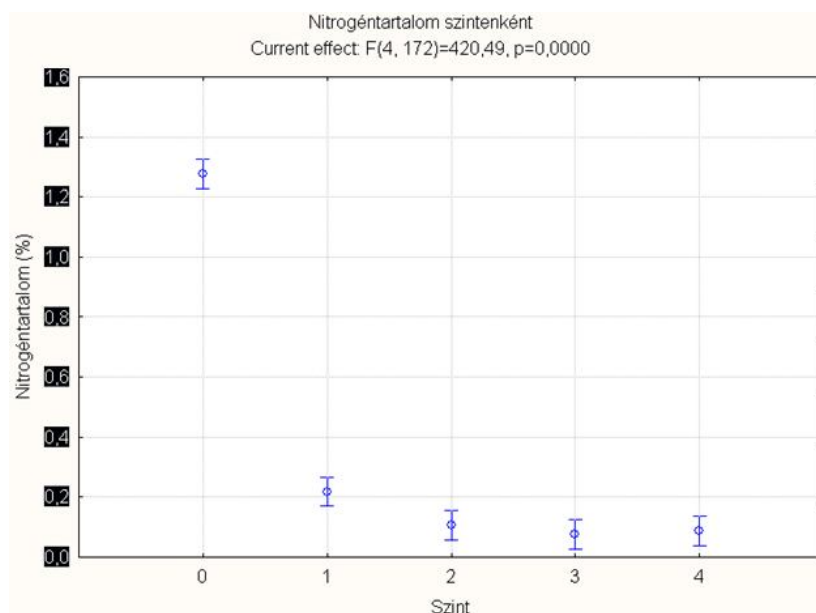
12. ábra A humusztartalom szintenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	44425,5	1	44425,50	970,2134	0,00
Szint	104688,3	4	26172,07	571,5748	0,00
Hiba	7875,8	172	45,79		

17. táblázat – A variancia analízis eredménye (humusztartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az egyes rétegek humusztartalmában jelentős különbség van. Az összehasonlíthatóság érdekében az avar szint széntartalmát is humusztartalommal fejeztük ki. Az ábrán jól látszik, hogy az avarszintben igen nagy a szerves szén tartalom, ami megfelel az elvártaknak. A talajrétegek humusztartalma, ennek kb. tizede. A talajokban a legnagyobb átlagos humusztartalmat a legfelső (0-5 cm-es) rétegekben mértük. Érdekesség, hogy a legalacsonyabb átlagos humusztartalom a 10-20 cm-es rétegben volt. Ennek okát nem tudjuk. Az egyes rétegek humusztartalmában szignifikáns különbség van.

Nitrogéntartalom



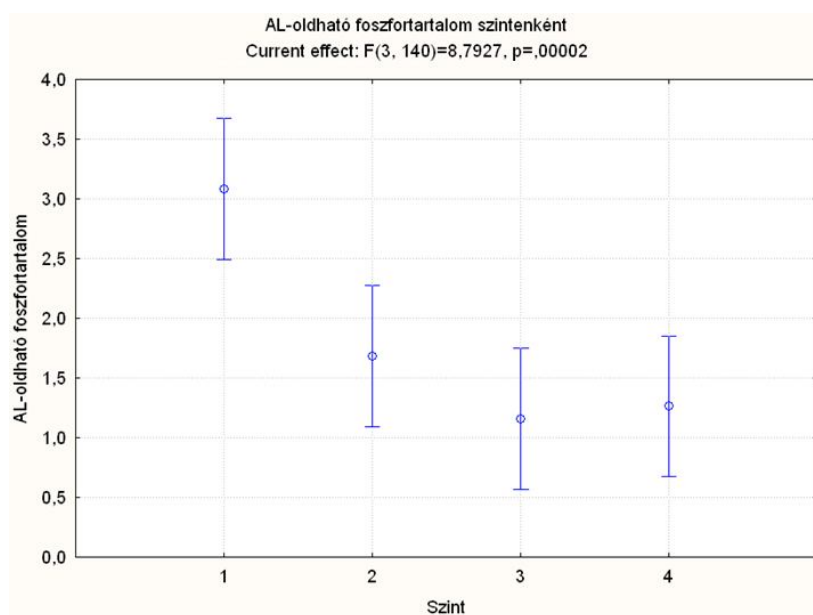
13. ábra A nitrogéntartalom szintenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	22,05082	1	22,05082	1021,518	0,00
Szint	36,30733	4	9,07683	420,490	0,00
Hiba	3,71285	172	0,02159		

18. táblázat – A variancia analízis eredménye (nitrogéntartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az egyes rétegek nitrogéntartalma hasonló lefutást mutat, mint a humusztartalom. Ez természetes is, hiszen mindkét esetben elsősorban a szervesanyag tartalom mennyiségét vizsgáljuk. A legnagyobb átlagos nitrogéntartalom az avartakaróban volt, ennek mennyisége megközelítette az 1,3 %-ot. A talajminták nitrogéntartalma lényegesen kisebb: 0,2 és 0,1 % közötti. A humusztartalomhoz hasonlóan a legkisebb nitrogéntartalom a 10 – 20 cm-es rétegben volt. A nagy különbségnek megfelelően az egyes rétegek között szignifikáns különbséget tapasztaltunk.

AL-oldható foszfortartalom



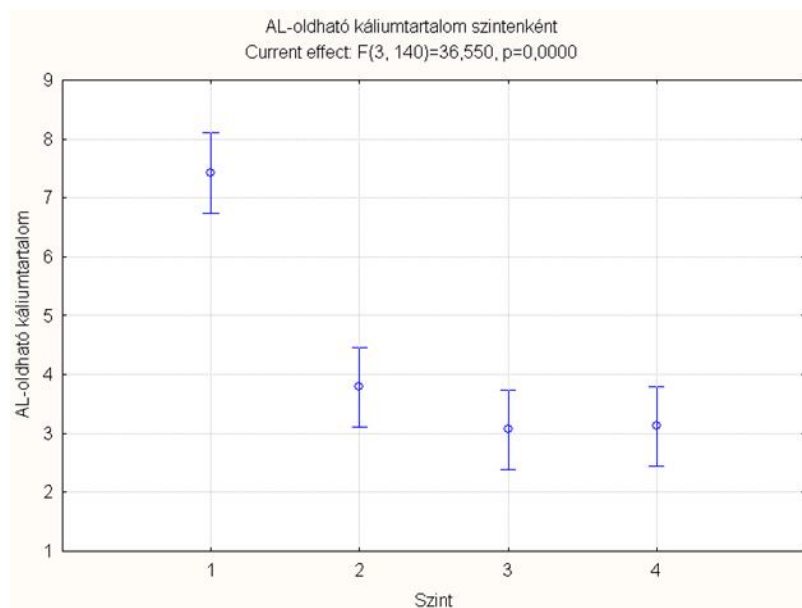
14. ábra Az AL-oldható foszfortartalom szintenként (mg P₂O₅/ 100 g talaj)

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	464,9054	1	464,9054	144,5407	0,000000
Szint	84,8429	3	28,2810	8,7927	0,000022
Hiba	450,3005	140	3,2164		

19. táblázat – A variancia analízis eredménye (AL-oldható foszfortartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

A talajminták ammón-laktát (AL) oldható foszfortartalma tendenciájában fentről lefelé csökkent. A legmagasabb értéket itt is a 0-5 cm-es rétegben mértük. Ebben a talajrétegben a legintenzívebb a talajélet és a mineralizáció. A legalacsonyabb átlagos értéket a 10 – 20 cm-es rétegben mértük, ami nem volt jelentős a 20 – 30 cm-es réteghez képest. Bár az egyes rétegeknek igen nagy a szórása, a különbség mégis szignifikáns.

AL-oldható káliumtartalom



15. ábra Az AL-oldható káliumtartalom szintenként (mg K₂O/ 100 g talaj)

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	2724,988	1	2724,988	641,1632	0,00
Szint	466,024	3	155,341	36,5503	0,00
Hiba	595,010	140	4,250		

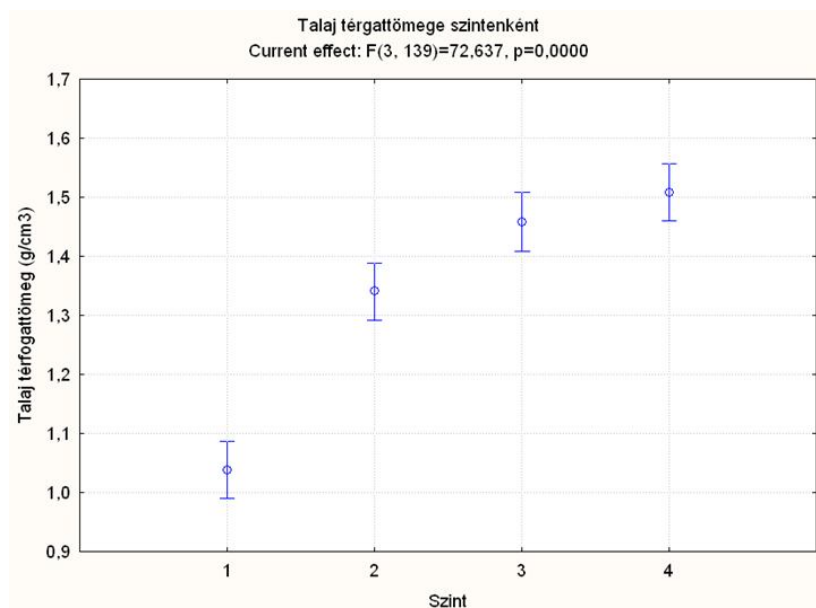
20. táblázat – A variancia analízis eredménye (AL-oldható káliumtartalom szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az AL-oldható foszfortartalomhoz hasonló képet kaptunk a talajminták ammón-laktát (AL) oldható káliumtartalmának vizsgálatakor. Az egyes rétegek eredménye hasonló a foszfortartalom eloszlásához és a különbség is szignifikáns.

Térfogattömeg

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	255,3536	1	255,3536	11629,38	0,00
Szint	4,7848	3	1,5949	72,64	0,00
Hiba	3,0521	139	0,0220		

21. táblázat – A variancia analízis eredménye (talaj térfogattömege szintenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)



16. ábra A talaj térfogattömege szintenként

A talajminták térfogattömegének eloszlása jól mutatja, hogy a talaj fentről lefelé haladva egyre tömörebbé válik, a felső 30 cm-es rétegben. A legalacsonyabb a térfogattömege a 0-5 cm-es rétegnek. Ebben a rétegben még sok a szerves anyag, intenzív a talajélet és sok pórus található. Lefelé haladva a térfogattömeg nő, azaz a pórusok mennyisége csökken. Ennek ellenére megállapítható, hogy a vizsgált talajok mindegyike jelentős pórustérfogattal jellemezhető. Az egyes rétegek között a különbség szignifikáns.

4.3. Korrelációs vizsgálatok

	Váztartalom (%)	Kémhatás (pH)	Hidrolitos savanyúság (y1)	Kicserélődési savanyúság (y2)	Agyagtartalom (%)	Iszaptartalom (%)	Finom homok tartalom (%)	Durva homok tartalom (%)	Humusztartalom (%)	Nitrogéntartalom (%)	AL-oldható foszfortartalom	AL-oldható káliumtartalom
Váztartalom (%)	1,00	-0,19	0,16	-0,40	-0,34	-0,29	-0,52	0,56	0,30	0,36	0,65	0,26
Kémhatás (pH)	-0,19	1,00	-0,51	-0,09	0,44	-0,01	-0,12	-0,14	-0,30	-0,31	-0,25	-0,15
Hidrolitos savanyúság (y1)	0,16	-0,51	1,00	0,20	-0,11	-0,13	0,13	0,06	0,17	0,33	0,52	0,79
Kicserélődési savanyúság (y2)	-0,40	-0,09	0,20	1,00	0,58	0,08	0,17	-0,39	-0,29	-0,35	-0,45	-0,16
Agyagtartalom (%)	-0,34	0,44	-0,11	0,58	1,00	0,10	0,04	-0,53	-0,30	-0,35	-0,48	-0,17
Iszaptartalom (%)	-0,29	-0,01	-0,13	0,08	0,10	1,00	0,36	-0,77	-0,14	-0,17	-0,27	-0,19
Finom homok tartalom (%)	-0,52	-0,12	0,13	0,17	0,04	0,36	1,00	-0,69	-0,33	-0,31	-0,14	0,12
Durva homok tartalom (%)	0,56	-0,14	0,06	-0,39	-0,53	-0,77	-0,69	1,00	0,37	0,40	0,44	0,12
Humusztartalom (%)	0,30	-0,30	0,17	-0,29	-0,30	-0,14	-0,33	0,37	1,00	0,97	0,26	0,21
Nitrogéntartalom (%)	0,36	-0,31	0,33	-0,35	-0,35	-0,17	-0,31	0,40	0,97	1,00	0,42	0,39
AL-oldható foszfortartalom	0,65	-0,25	0,52	-0,45	-0,48	-0,27	-0,14	0,44	0,26	0,42	1,00	0,68
AL-oldható káliumtartalom	0,26	-0,15	0,79	-0,16	-0,17	-0,19	0,12	0,12	0,21	0,39	0,68	1,00

22. táblázat A minták korrelációs vizsgálata

Az egyes vizsgálatok közötti kapcsolat jellemzésére elkészítettük a korrelációs táblázatot. A táblázatban a szignifikáns kapcsolatokat piros színnel jelöltük. A táblázatból látható, hogy a szakmailag elvárt kapcsolatok mellett (pl. kémhatás – hidrolitos savanyúság negatív kapcsolat), olyan kapcsolatok is kimutathatóak voltak, amelyek szakmailag nehezen magyarázhatók (pl. váztartalom – nitrogén és foszfortartalom, stb.). A kapcsolatok nagy része nem túl szoros, a korrelációs koefficiens 0,5 alatti. Egyes esetekben (pl. foszfor és káliumtartalom, káliumtartalom – hidrolitos savanyúság) szorosabb kapcsolatot is ki tudunk

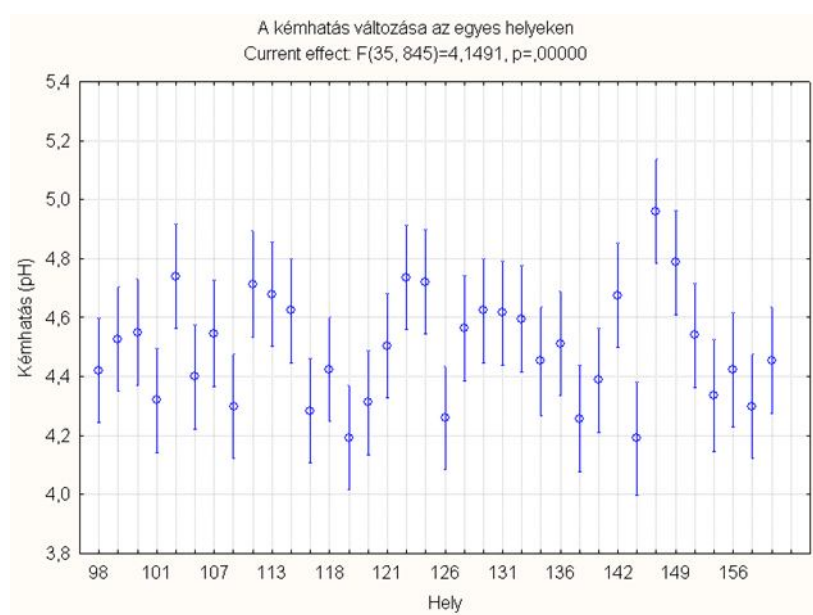
mutatni. További vizsgálatot igényel annak bemutatása, hogy a szoros kapcsolatot milyen tényezők okozhatták.

4.4. Az egyes mintavételi helyek közötti különbség

Az egyes rétegek közötti különbségek bemutatás mellett próbáltuk meghatározni az egyes mintavételi helyek közötti különbségeket is. Mivel egy-egy helyen egy rétegből csak 5-5 mintát vettünk, a statisztikai elemzést az összes réteget összevonva végeztük el, mivel csak így volt az elemzéshez szükséges elemszám. Ez azt jelenti, hogy a rétegekből adódó különbséget „elhanyagoltuk”. További vizsgálati lehetőség lenne – ami jelen dolgozat keretét most meghaladja – a rétegek és a mintavételi helyek együttes értékelése.

A vizsgálatok során az egyes mintavételi helyeket számokkal jelöltük az alábbiak szerint: Alsószőlőnk 108, Alsószőlőnk 142, Apátistvánfalva 156, Csörötnek 116, Csörötnek 117, Csörötnek 118, Csörötnek 119, Csörötnek 136, Csörötnek 138, Farkasfa 130, Farkasfa 160, Felsőszőlőnk 111, Felsőszőlőnk 147, Felsőszőlőnk 149, Kétvölgy 107, Kétvölgy 113, Magyarlak 120, Orfalu 101, Orfalu 131, Óriszentpéter 121, Óriszentpéter 124, Óriszentpéter 125, Óriszentpéter 126, Rábagyarmat 137, Szakony 104, Szakonyfalu 151, Szakonyfalu 152, Szalafő 98, Szalafő 99, Szalafő 100, Szalafő 102, Szalafő 129, Szalafő 132, Szalafő 133, Szentgotthárd 158.

Kémhatás



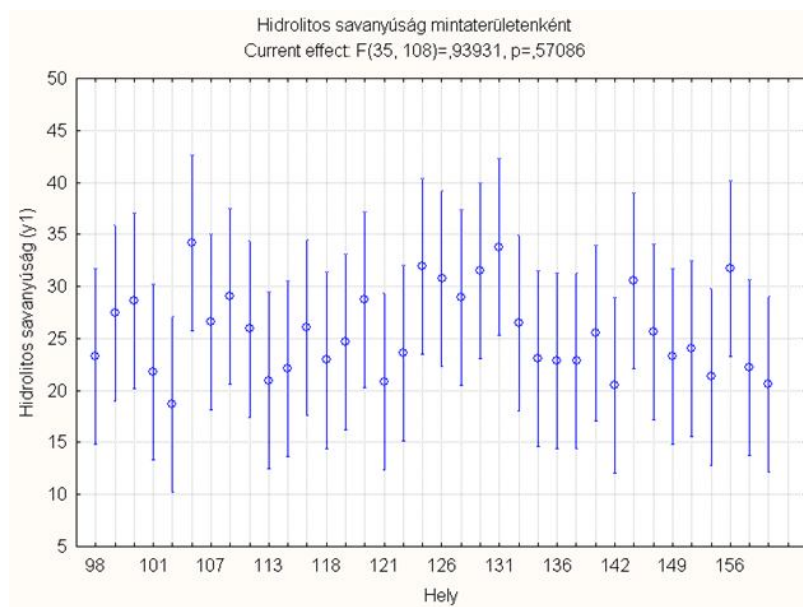
17. ábra A kémhatás változása mintaterületenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	17787,49	1	17787,49	87729,70	0,000000
Szint	29,44	35	0,84	4,15	0,000000
Hiba	171,33	845	0,20		

23. táblázat – A variancia analízis eredménye (kémhatás mintavételei helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Bár az összes vizsgált minta kémhatása közel azonos tartományban volt, még is szignifikáns különbség jelentkezett az egyes mintavételi helyek között. Jól látszik, hogy vannak „kiugró” kémhatású területek, míg néhány terület igen alacsony 4,2 pH-val jellemezhető. A nagy konfidencia határok a minták nagy szórására vezethetők vissza.

Hidrolitos savanyúság



18. ábra A hidrolitos savanyúság mintaterületenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	94663,54	1	94663,54	1298,910	0,000000
Szint	2395,96	35	68,46	0,939	0,570865
Hiba	7870,96	108	72,88		

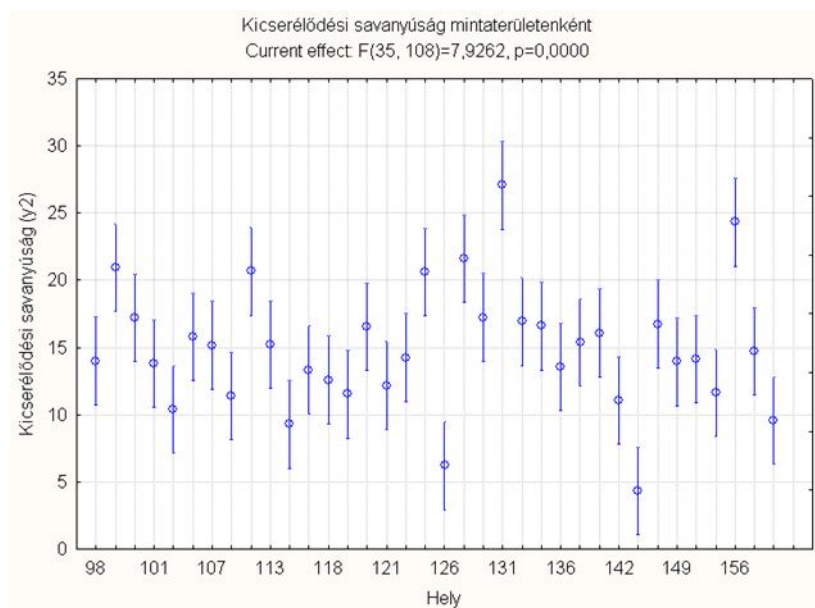
24. táblázat – A variancia analízis eredménye (hidrolitos savanyúság helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Hasonlóan nagy volt a szórása a hidrolitos savanyúság vizsgálatának. Az egyes mintavételi helyeken – a korábban ismertett okok miatt, igen nagy volt az egyes rétegek közötti eltérés. Ennek megfelelően a mintavételi helyek közötti különbség kisebb, így nincsen szignifikáns különbség.

Kicserélődési savanyúság

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	31922,26	1	31922,26	2951,907	0,00
Szint	3000,01	35	85,71	7,926	0,00
Hiba	1167,92	108	10,81		

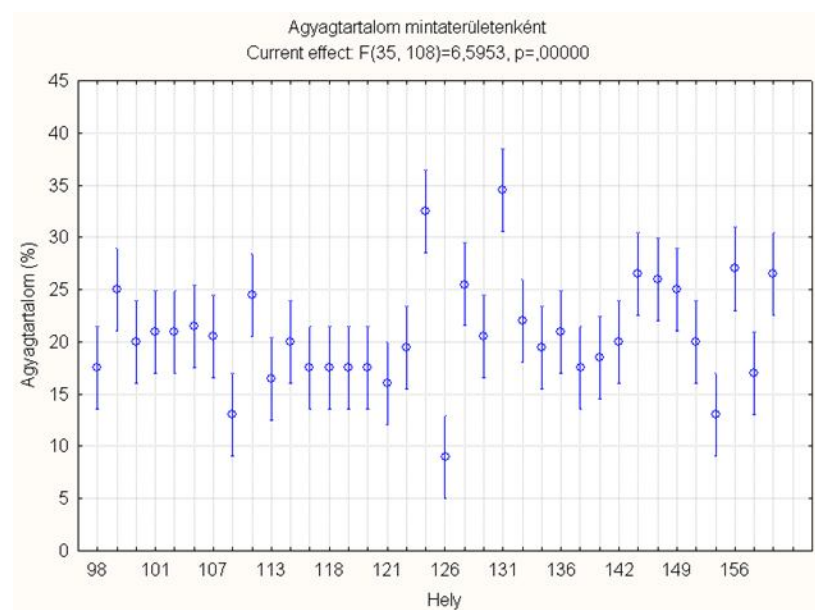
25. táblázat – A variancia analízis eredménye (kicserélődési savanyúság helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)



19. ábra A kicserélődési savanyúság mintaterületenként

A hidrolitos savanyúsághoz képest a kicserélődési savanyúság kisebb szórással, és az egyes helyek között szignifikáns különbséggel jellemezhető. Ebben a vizsgálatban találunk kiugróan magas és igen kicsi értékű területeket.

Agyagtartalom



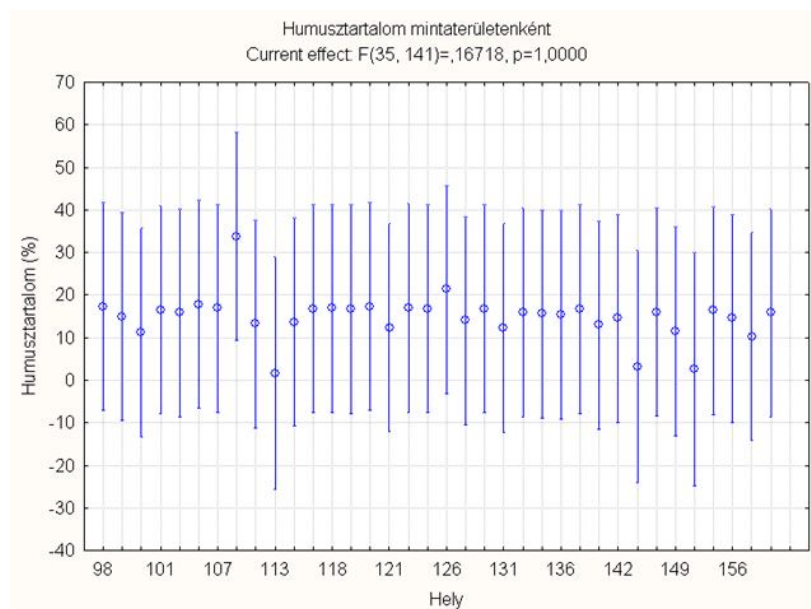
20. ábra Az agyagtartalom mintaterületenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	62084,03	1	62084,03	3887,000	0,000000
Szint	3686,97	35	105,34	6,595	0,000000
Hiba	1725,00	108	15,97		

26. táblázat – A variancia analízis eredménye (agyagtartalom helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az egyes területek agyagtartalmát vizsgálva szignifikáns különbség jelentkezett. Az eltérés elsősorban az alapkőzetre vezethető vissza, hiszen a területeken a többi termőhelyi tényező (klíma, hidrológiai viszonyok, stb.) közel azonosnak tekinthető. Mivel a vizsgált terület nagy része valamikori hordalékokon alakult ki, könnyen érthető a jelentős eltérés.

Humusztartalom



21. ábra A humusztartalom mintaterületenként

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	38617,0	1	38617,00	50,37976	0,000000
Szint	4485,0	35	128,14	0,16718	1,000000
Hiba	108079,1	141	766,52		

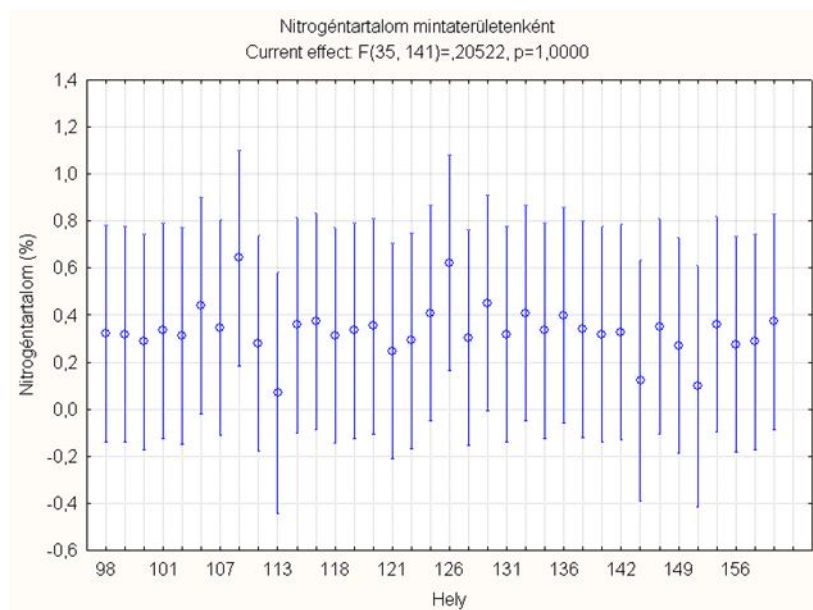
27. táblázat – A variancia analízis eredménye (humusztartalom helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Az előzetesen vártaknak megfelelően a szerves anyagtartalom szórása igen nagy volt. Ennek oka az, hogy a többi vizsgálathoz hasonlóan itt is figyelembe vettük az avarrétegben található szerves anyagot. Mivel ez jelentősen nagyobb, mint a talajban található szerves anyag mennyisége, az egyes területek között nem tudtunk különbséget kimutatni.

Nitrogéntartalom

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	19,60982	1	19,60982	72,60935	0,000000
Szint	1,93989	35	0,05543	0,20522	1,000000
Hiba	38,08029	141	0,27007		

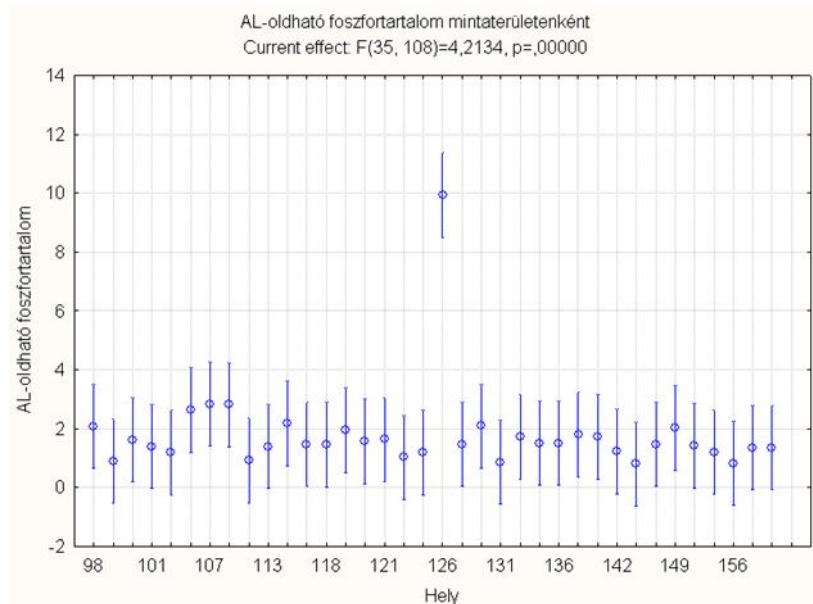
28. táblázat – A variancia analízis eredménye (nitrogéntartalom helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)



22. ábra A nitrogéntartalom mintaterületenként

A szerves anyaghoz hasonlóan a nitrogéntartalomban sincs jelentős különbség az egyes területek között. Ennek oka ugyanarra vezethető vissza, mint a szerves anyag esetén. További vizsgálati lehetőség lenne annak megállapítása, hogy csak a talajt elemezve milyen különbség jelentkezik az egyes területek között.

AL-oldható foszfortartalom



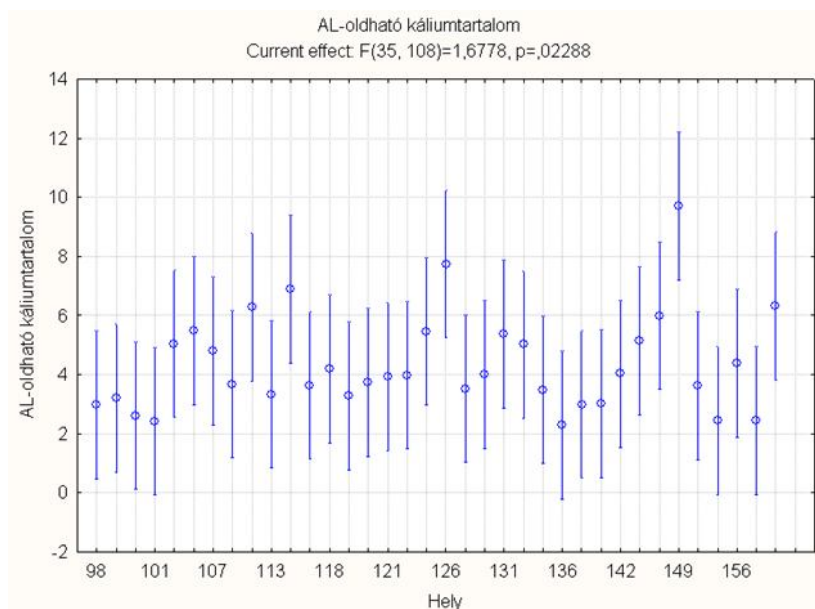
23. ábra Az AL-oldható foszfortartalom mintaterületenként (mg P₂O₅/ 100 g talaj)

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	464,9054	1	464,9054	221,9396	0,000000
Szint	308,9117	35	8,8260	4,2134	0,000000
Hiba	226,2318	108	2,0947		

29. táblázat – A variancia analízis eredménye (AL-oldható foszfortartalom helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

A legtöbb területen közel azonos volt a talajok AL-oldható foszfortartalma. Egy kiugró értéket tapasztaltunk, amely esetében a mérési hiba is szóba jöhet. Ennek felderítése érdekében újabb mérést kell végeznünk, ennek eredménye még nem áll a rendelkezésünkre.

AL-oldható káliumtartalom



24. ábra Az AL-oldható káliumtartalom mintaterületenként (mg K₂O/ 100 g talaj)

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	2724,988	1	2724,988	428,1814	0,000000
Szint	373,711	35	10,677	1,6778	0,022875
Hiba	687,323	108	6,364		

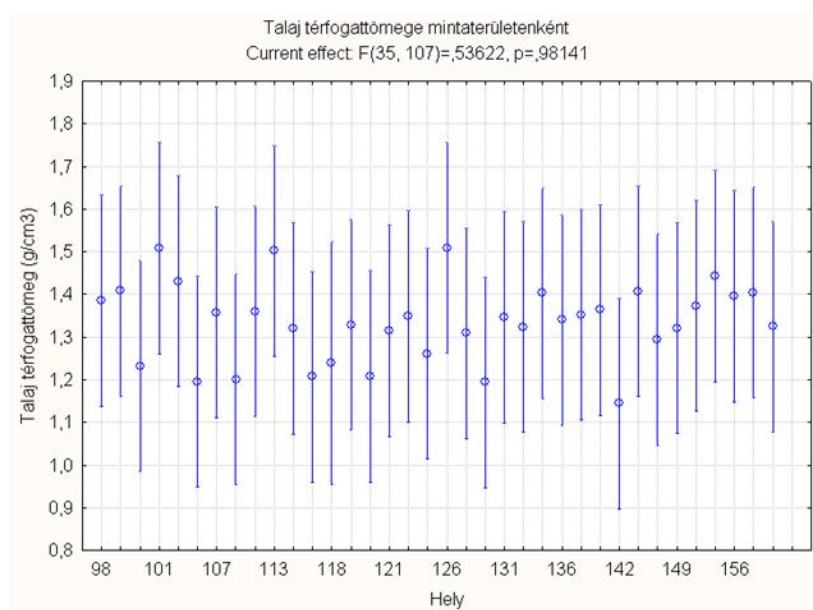
30. táblázat – A variancia analízis eredménye (AL-oldható káliumtartalom helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)

Hasonlóan szignifikáns különbség volt a talajok AL-oldható káliumtartalmában. Ebben az esetben az egyes mintavételi helyek eltérő adottságai miatt adódott a különbség. Bár a káliumtartalom általában alacsony volt, ennek ellenére nem kell az állományokban kálium hiánnyal számolni.

Térfogattömeg

Hatás	SS	Szf.	MS	F-érték	p-érték
Intercept.	254,2385	1	254,2385	4080,057	0,000000
Szint	1,1695	35	0,0334	0,536	0,981411
Hiba	6,6674	107	0,0623		

31. táblázat – A variancia analízis eredménye (térfogattömeg helyenként)
(SS = Négyzetösszeg, SZF = Szabadságfok, MS = Szórásnégyzet)



25. ábra A térfogattömeg mintaterületenként

A talajok térfogattömegében az egyes mintavételi helyeket vizsgálva nem találtunk szignifikáns különbséget, ami elsősorban a mélységgel jelentkező különbségre vezethető vissza.

5. Összefoglalás

Munkánk egy az Őrségben több kutatócsoport által végzett kutatási projekt részeként készült el. A kutatási projekt célja különböző erdőállományok ökológiai, botanikai és zoológiai viszonyainak összehasonlítása, illetve a faállomány összetételének és szerkezetének hatása különböző élőlénycsoportok faji- és funkcionális összetételére és diverzitására. A fő cél, hogy ki tudják mutatni az élőlények egymásra gyakorolt hatását. A kutatási programon belül a mi munkánk a talajviszonyok és ezek változatosságának a jellemzése volt. Munkánk során igyekeztünk alapadatokat szolgáltatni a további vizsgálatokhoz, illetve bemutatni az általunk vizsgált erdőállományok talajviszonyaiban lejátszódó folyamatokat.

Vizsgálódásunknak az Őrségi erdők területének 35 mintavételi helye adott lehetőséget, ahol minden mintavételi helyen 5 mintát vettünk a következő felosztásban:

- A vizsgált helyről begyűjtöttük az avar takarót, melyet részekre bontva elemeztünk. Megmértük a mennyiségét, a lomb- és tűavar arányát, a kémhatását és a bomlottság mértékét, valamint a szén- és nitrogéntartalmát.
- A talajmintáknál pedig 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm mélységben mintákat vettünk, melyeket laboratóriumi körülmények között megvizsgáltunk kémhatásra, hidrolitos és kicserélődési aciditásra (savanyúságra), váztartalomra és mechanikai összetételre. Továbbá mértük a szén, nitrogén, foszfor és kálium mennyiségét is. Egyes pontokban meghatároztuk a talajminták térfogattömegét is.

A mérési adatainkat EXCEL táblázatban rendszereztük, és STATISTICA program csomag segítségével elemeztük. Az eredményeket szintenként és mintavételi helyenként külön-külön értékeltük.

Az avartakaró mennyiségét vizsgálva megállapítható volt, hogy legnagyobb mennyiségben a bomlott avar, illetve ág darabok fordultak elő az avarban. Kisebb mennyiségben találtunk leveleket, illetve tű maradványokat. Megjegyezzük, hogy a terepi felvételeket júliusban végeztük, amikor már az avartakaró nagy részének megkezdődött a bomlása.

A vizsgált területeken mind az avartakaró, mind a talajrétegek az erősen savanyú, illetve a savanyú kémhatású kategóriába tartoztak. Az avartakaró átlagos kémhatása (matematikai átlaggal számolva), közel egy egységgel nagyobb, mint a talajrétegeké. A talajrétegek között a 5-10 cm-es rétegnek a legalacsonyabb a kémhatása, ez a kilúgzási és a savanyodási folyamatokra vezethető vissza. Az egyes mintavételi helyek kémhatásában szignifikáns különbséget találtunk, bár az eltérés nem volt jelentős. A kémhatásnak megfelelően igen nagy volt a hidrolitos és a kicserélődési aciditása a talajrétegeknek. Ezek lefutása hasonló volt a kémhatáshoz. Az egyes mintavételi helyek között csak az egyik esetben találtunk szignifikáns különbséget.

A szemcseeloszlási vizsgálatok alapján a talajok vályog, agyagos vályog és agyag fizikai fűleségűek voltak. Egyes esetekben igen jelentős volt a váztartalom, ez azonban mintavételi helyenként igen eltérő lehetett. Az agyagtartalom vizsgálatánál jól kimutatható volt az agyagtartalomnak a fentről lefelé haladó növekedése, ami az agyagvándorlási és az agyagképződési folyamatokkal függ össze. Ez a fentről lefelé való növekedés eredményezi (részben) az Őrségi talajokra jellemző pszeudoglejesedési folyamatokat.

A talajok és az avartakaró humusz (szerves szén) tartalmát vizsgálva, a várákosoknak megfelelően az avartakaró lényegesen elkülönült a többi résztől. A talajokban a legnagyobb szerves szén mennyiséget a legfelső, a legalacsonyabbat a 10-20 cm-es rétegben találtuk. Utóbbi szakmailag nehezen magyarázható. Az egyes helyszínek között jelentős különbség nem volt.

Vizsgáltuk a talajok tápelemtartalmát is, ezek alapján az őrségi talajok – a mezőgazdasági kategóriákat figyelembe véve – gyengén – közepesen ellátottak nitrogénben, foszforban és káliumban. Megjegyezzük, hogy ezek az ellátottsági szintek erdők esetében elegendőnek tűnnek.

Vizsgálataink elsődleges célja a mintaterületek feltalajának jellemzése volt. A kutatás további részében vizsgálni kell az erdei ökoszisztémák és a talajok közötti összefüggéseket.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkhoz jelentős segítséget nyújtottak: dr. Bidló András, dr. Ódor Péter, Varga Zsófia, Juhász Péter és Szűcs Péter. Együttműködésüket köszönjük!

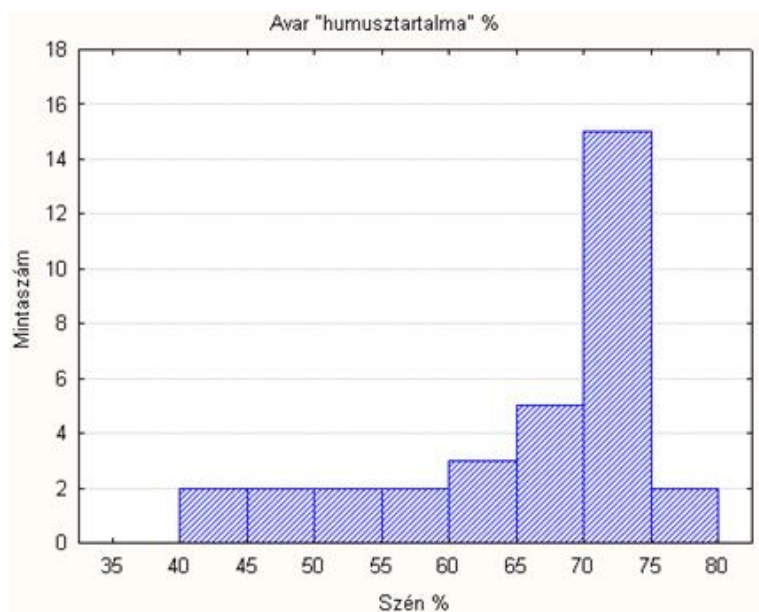
Felhasznált irodalom:

- ADORJÁN (1975): Nyugat-Dunántúl erdeifenyvesek termőhelyi értékelése. Erdészeti kutatások 6.
- ÁLLAMI ERDÉSZETI SZOLGÁLAT 2002. Magyarország erdőállományai 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- BARTHA D. 1998. Az őrségi erdők elemzése történeti ökológiai alapon. In: Víg K. (ed.). Húsz éves az Őrségi Tájvédelmi Körzet. Fertő-Hanság NP Igazgatóság, Sarród, pp. 59-68.
- BELÁK S. (1963) : Az őrségi táj mezőgazdaságának múltja és jelene. Vasi Szemle 17.
- BELLÉR P. (1997) szerk.: Talajvizsgálati módszerek, Sopron.
- BERGLUND, H. and JONSSON, B.G. 2001. Predictability of plant and fungus species richness of old-growth boreal forest islands. *Journal of Vegetation Science* 12: 857-866.
- BERKI I, NÉMETH S, STEFANOVITS P. (1995): Nyugat-Dunántúl legfontosabb talajtípusainak rövid áttekintő ismertetése. Vasi Szemle 49.
- BOBIEC, A., GUTOWSKI, J.M., ZUB, K., PAWLACZYK, P. AND LAUDENSLAYER, W.F. 2005. The afterlife of a tree. WWF Poland, Warszawa.
- DANSZKY I. (1963) SZERK.: I. Nyugat-Dunántúl erdőgazdasági tájcsoport. Országos Erdészeti Főigazgatóság. Budapest.
- FRANK, T. (ed.). 2000. Természet – erdő – gazdálkodás. MME és Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger.
- G. F. MOROZOV (1952): Az erdő élettana, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- GYÖNGYÖSSY P. (2003): Település és táj kapcsolata az Őrségben. Kerekerdő Alapítvány. Szombathely.
- HALÁSZ (2006) szerk.: Magyarország Erdészeti Tájai. Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest.
- KEMÉNY S., DEÁK A., KOMKA K., VÁGÓ E. (2004): Statisztikai elemzés a Statistica programmal, Műszaki kiadó, Budapest
- KIRBY, K.J., Reid, C.M., Thomas, R.C. and Goldsmith, F.B. 1997. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal of Applied Ecology* 35: 148-155.
- KORPEL, S. 1995. Die Urwalder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- LARSSON, T.B. et al. 2001. Biodiversity evaluation tools for European forests. *Ecological Bulletins*, 50: 1-237.
- LINDENMAYER, D.B. and FRANKLIN, J.F. 2002. Conserving forest biodiversity. Island Press, Washington.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (1990) szerk.: Magyarország kistájainak katasztere I. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest.
- ÓDOR, P. and STANDOVÁR, T. 2001. Richness of bryophyte vegetation in a near-natural and managed beech stands, The effects of management-induced differences in dead wood. *Ecological Bulletins* 49: 219-229.
- PETERKEN, G.F. 1996. Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- SÆTERSDAL, M., Gjerde, I., Blom, H.H, Ihlen, P.G., Myrseth, E.W., Pommeresche, R., Skartveit, J., Solhoy, T., Aas, O., 2004. Vascular plants as a surrogate species group in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails, and wood living polypore fungi in a northern forest. *Biological Conservation* 115: 21-31.
- SOLYMOS R. (1960): Az őrségi erdőgazdálkodás. Az Erdő.
- SOLYMOS, R. 2000. Erdőfelújítás és nevelés a természetközeli erdőgazdálkodásban. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

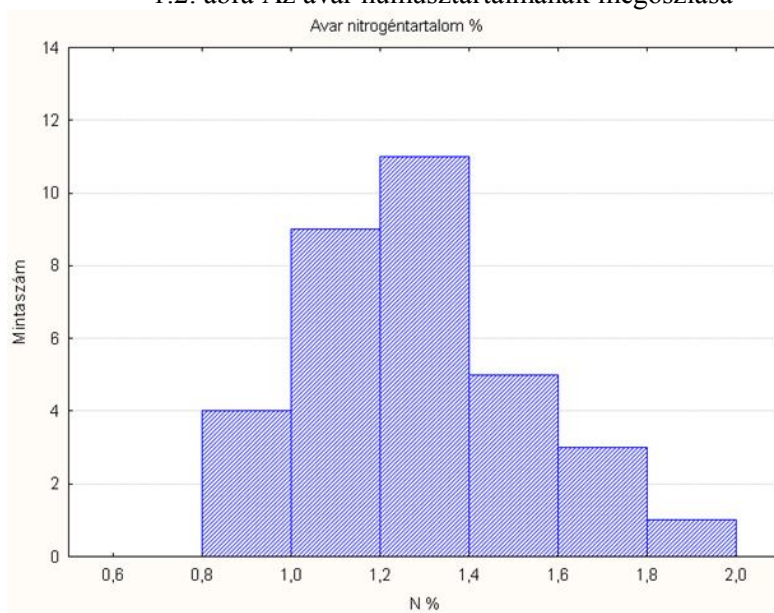
- STANDOVÁR, T. 1996. Növénytársulások dinamikája. In: Mátyás, Cs. (ed.). Erdészeti ökológia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 72-92.
- STANDOVÁR, T. and PRIMACK, R.B. 2001. A természetvédelmi biológia alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- STANDOVÁR, T., KENDERES, K., 2003. A review on natural stand dynamics in beech woods of East Central Europe. *Applied Ecology and Environmental Research* 1: 19-46.
- STEFANOVITS PÁL (1992): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- SZODFRIDT I.(1969): Adatok az Őrség erdőinek termőhelyi adottságaihoz. *Vasi Szemle* 23.
- SZODFRIDT ISTVÁN (1993): Erdészeti termőhelyismerettan, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- TÍMÁR G. (2002) szerk.: A Vendvidék erdeinek értékelése új nézőpontok alapján. Doktori (PhD) értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola. Sopron.
- TÍMÁR, G., Ódor, P. and Bodoncz, L. 2002. Az Őrségi Tájvédelmi Körzet erdeinek jellemzése. *Kanitzia* 10: 109-135.
- VÖRÖS A. 1970. Az Őrségi gazdálkodás az úrbérrendezéstől a XX. század elejéig. In: *Vas megye múltjából III., Levéltári évkönyv*, pp. 217-235.

Mellékletek

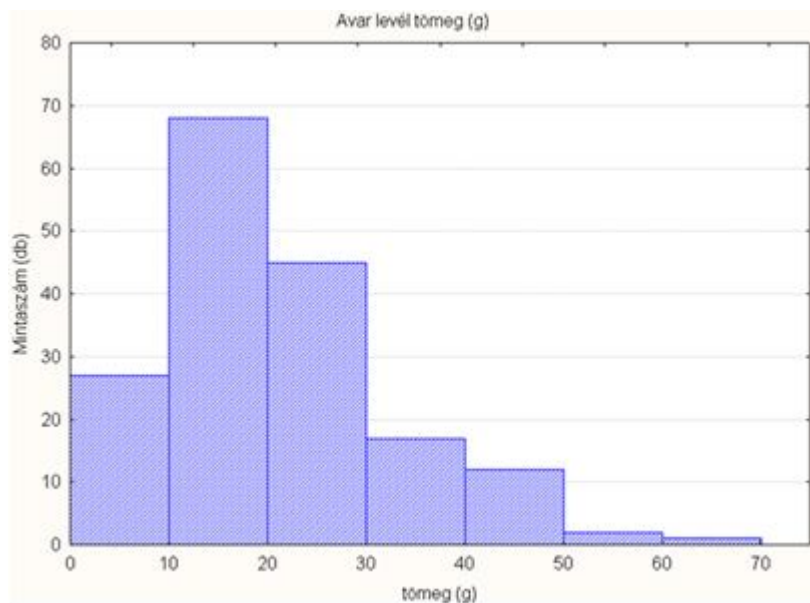
Az avarminták laboratóriumi vizsgálati eredményei



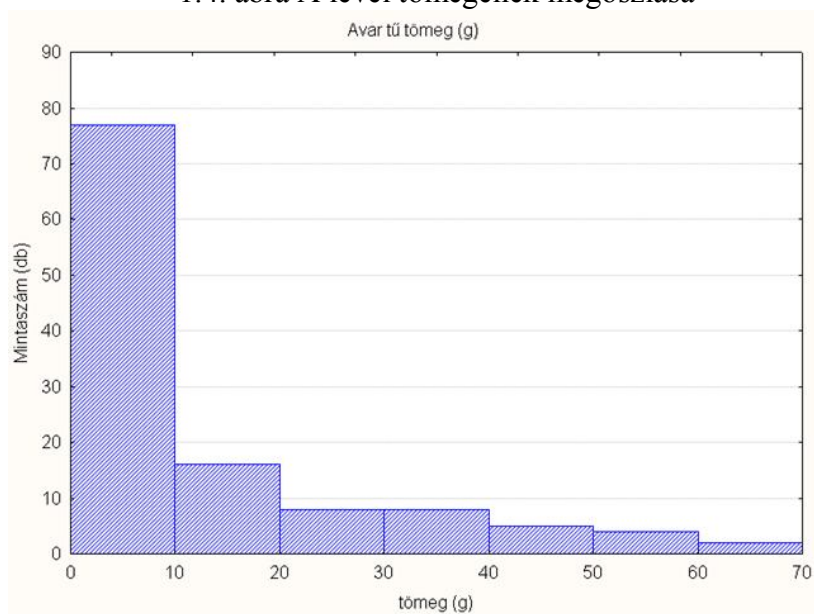
1.2. ábra Az avar humusztartalmának megoszlása



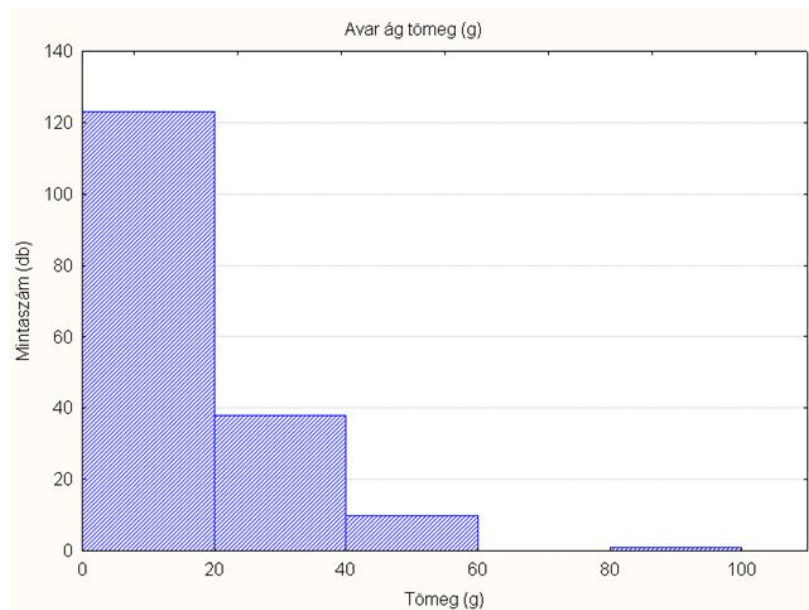
1.3. ábra Az avar nitrogéntartalma



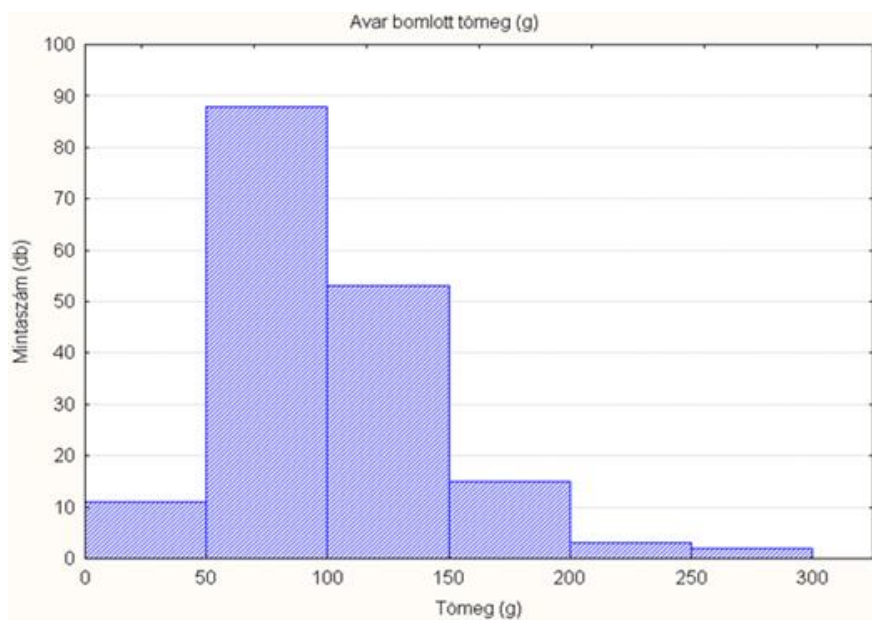
1.4. ábra A levél tömegének megoszlása



1.5. ábra A tű tömegének megoszlása

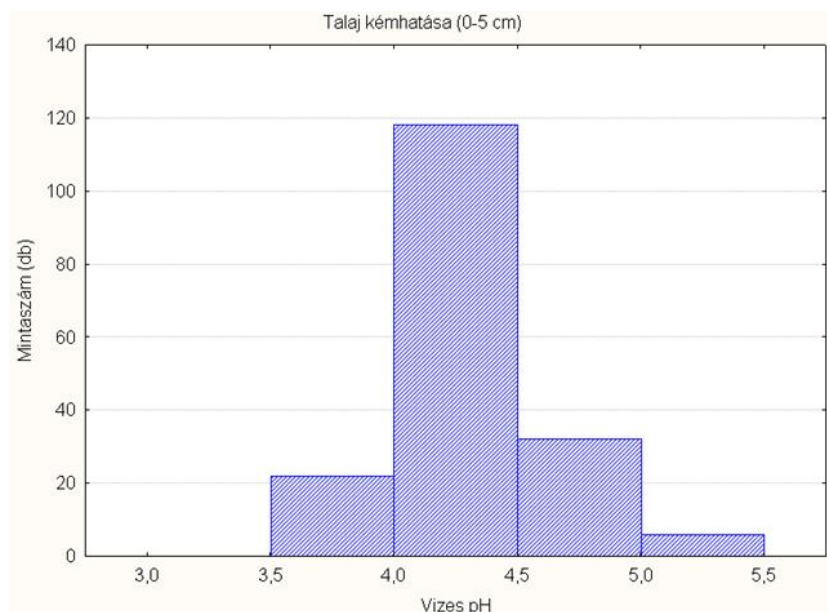


1.6. ábra Az ág tömegének megoszlása

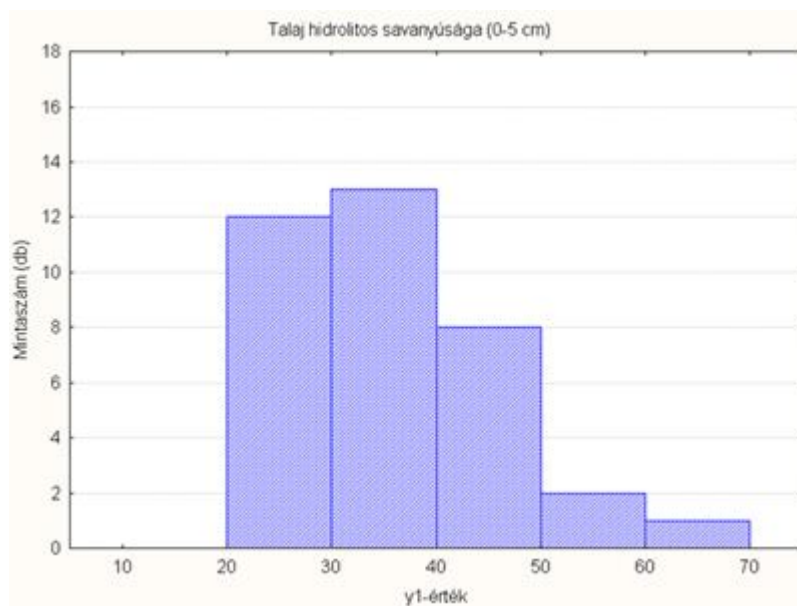


1.7. ábra A bomlott avar tömegének megoszlása

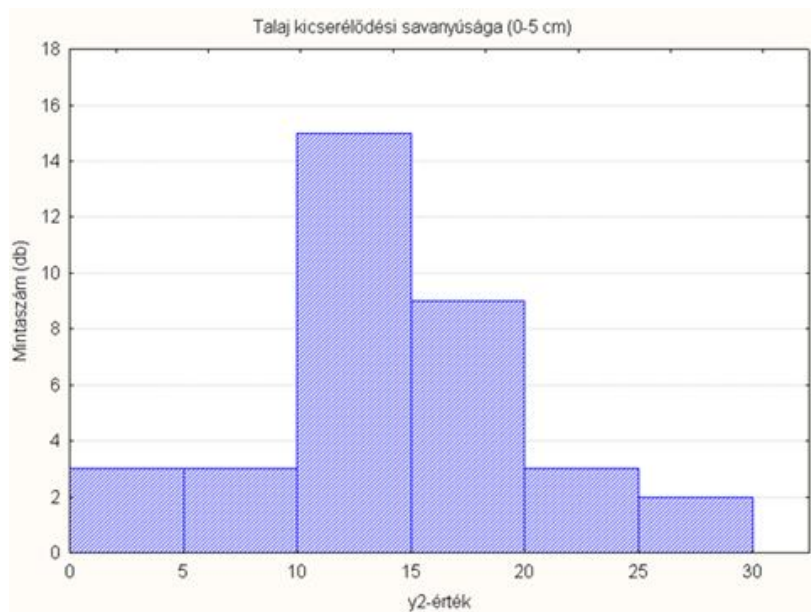
A 0-5 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei



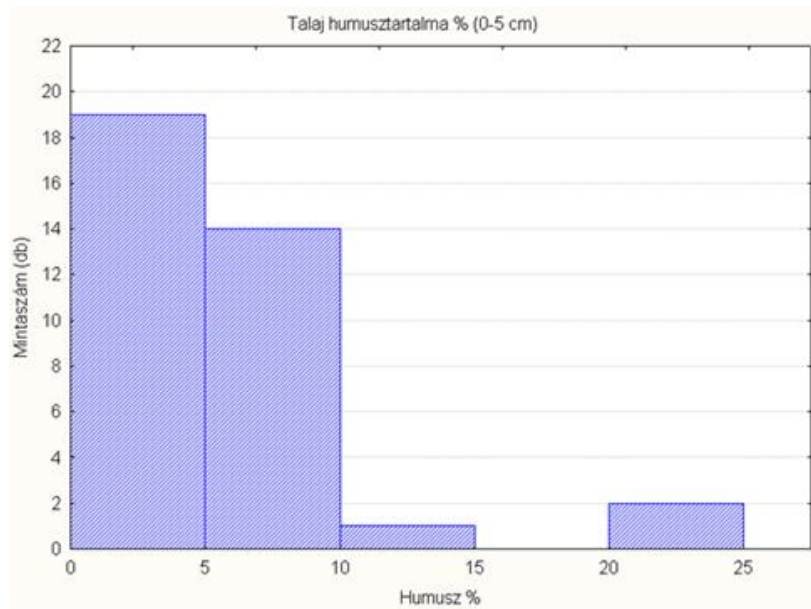
3.2. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták kémhatása



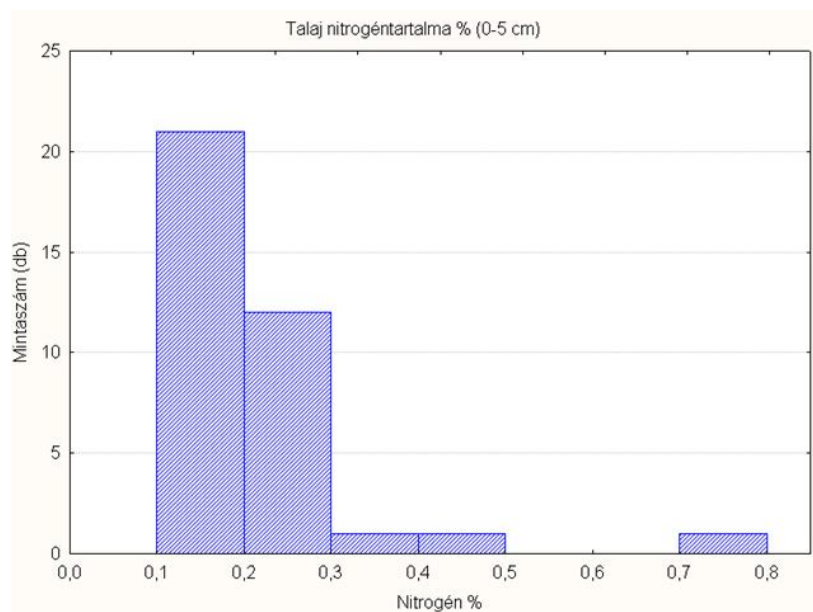
3.3. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták hidrolitos savanyúsága



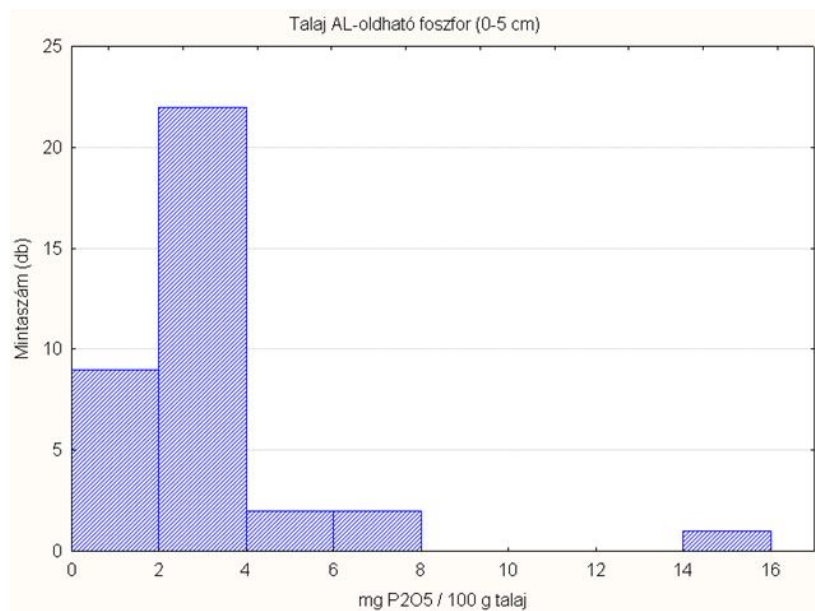
3.4. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták kicserélődési savanyúsága



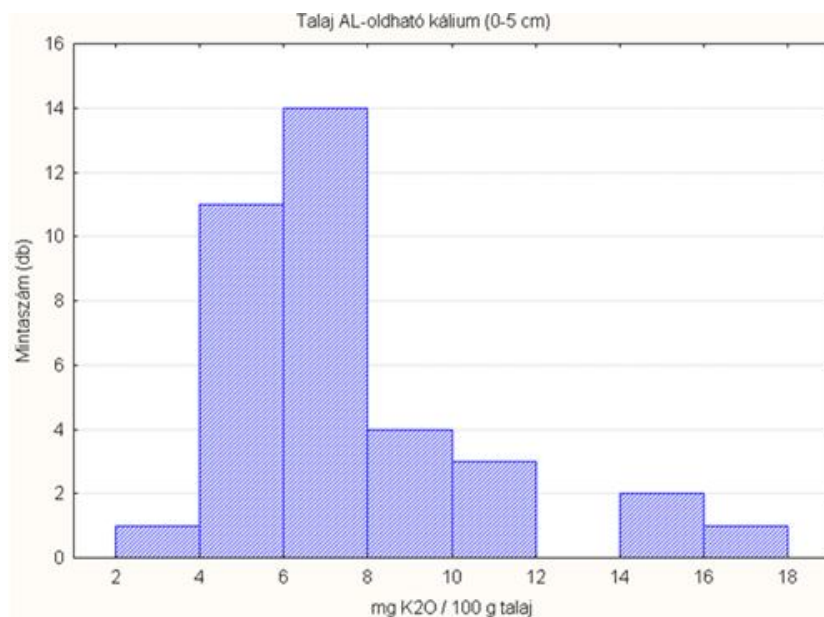
3.5. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták humusztartalma



3.6. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták nitrogéntartalma

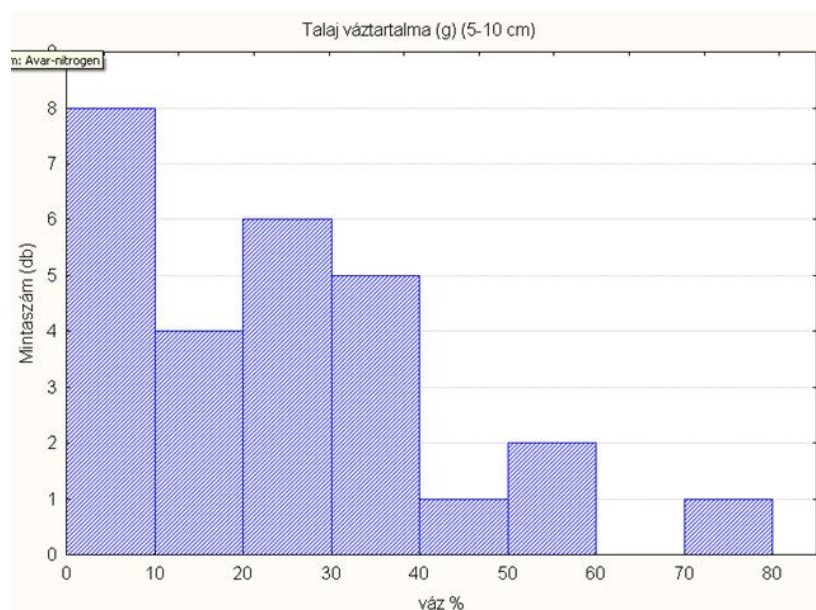


3.7. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták AL-oldható foszfor megoszlása

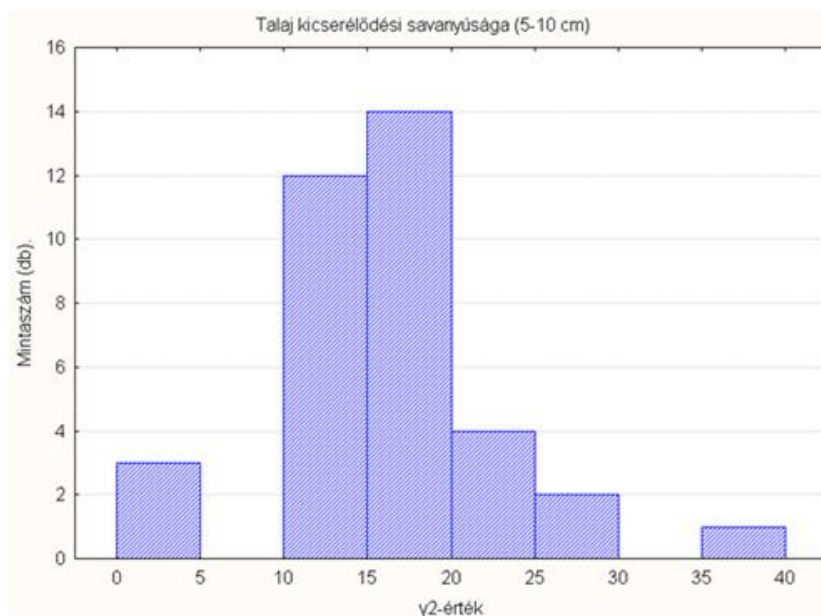


3.8. ábra A 0-5 cm-en vett talajminták AL-oldható kálium megoszlása

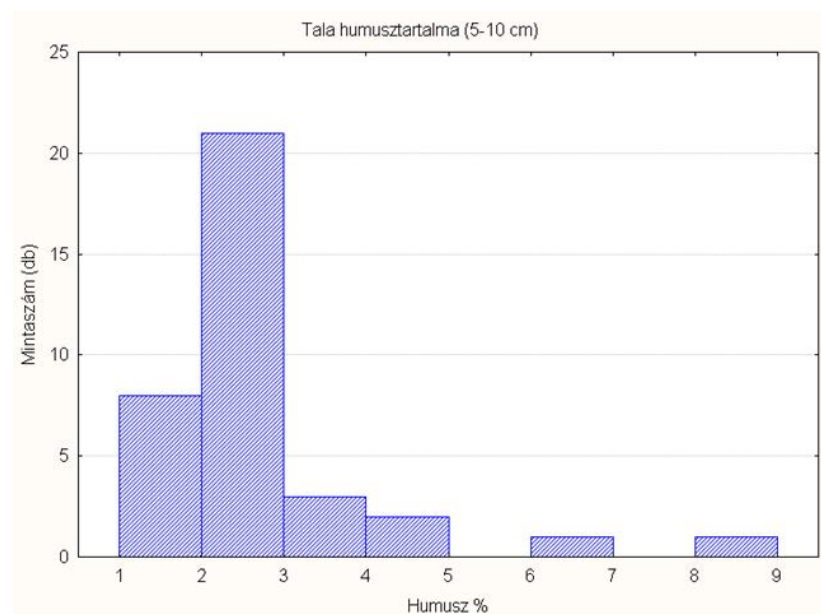
Az 5-10 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei



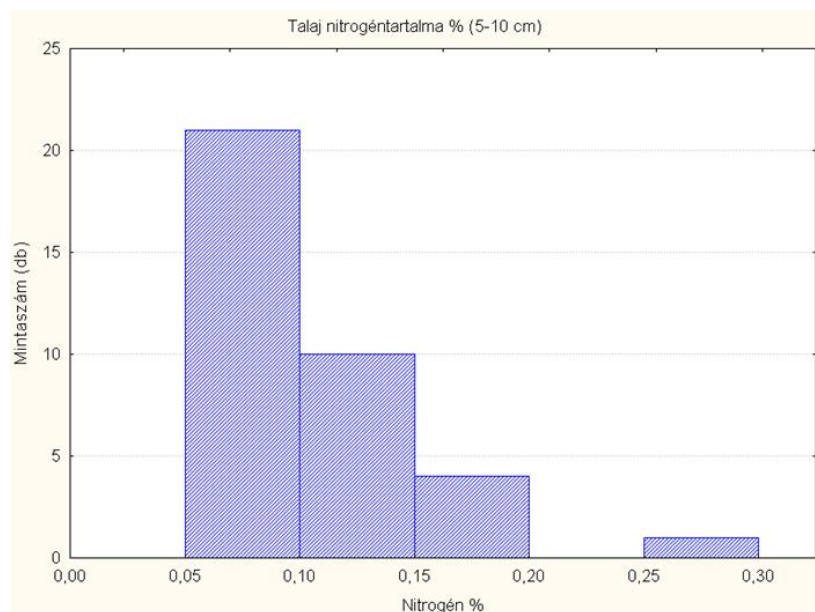
4.3. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták váztartalma



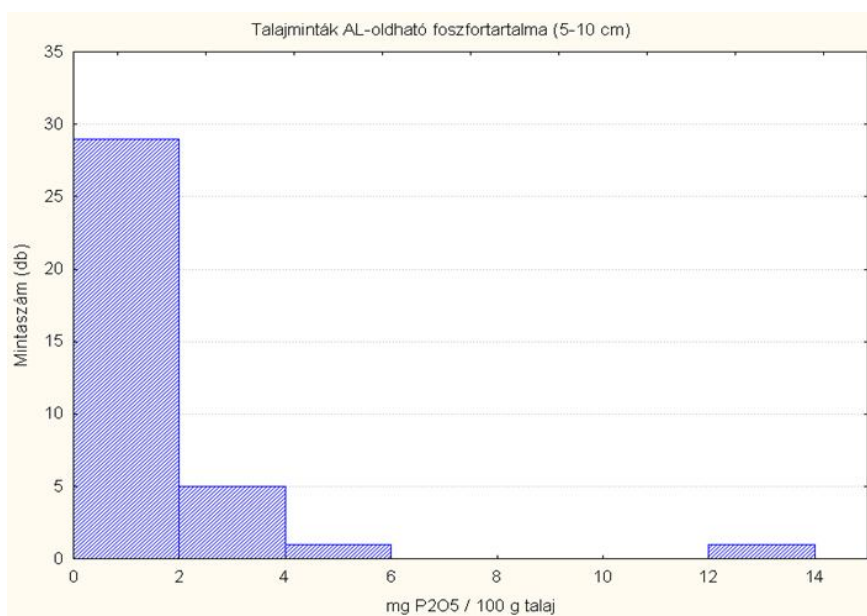
4.4. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták kicserélődési savanyúsága



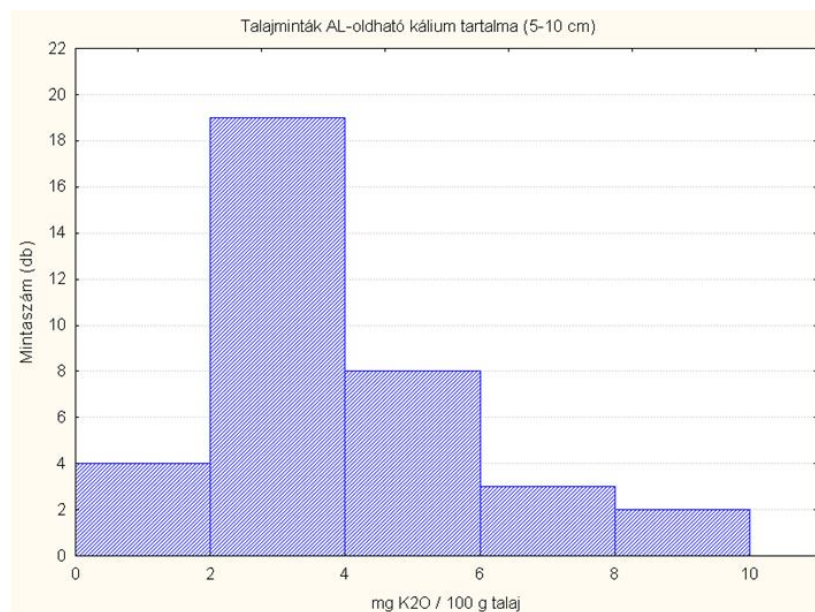
4.5. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták humusztartalma



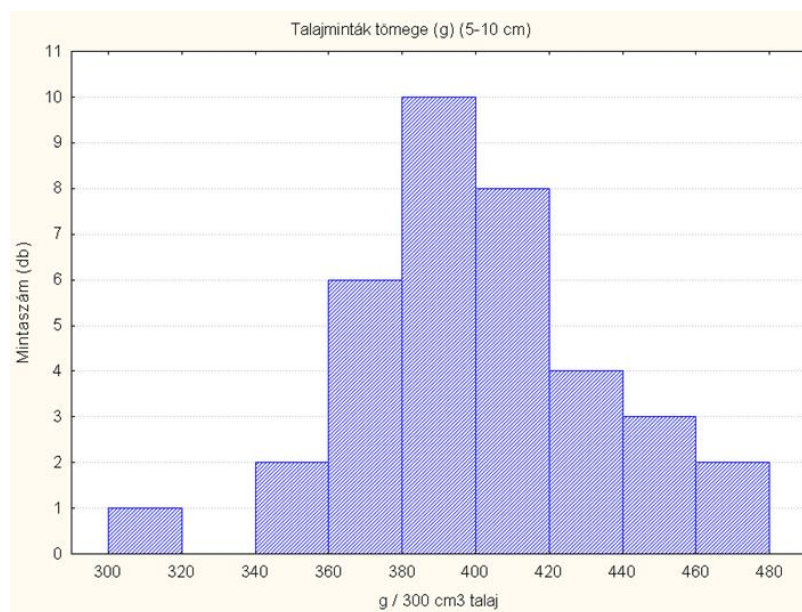
4.6. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták nitrogéntartalma



4.7. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták AL-oldható foszfortartalma

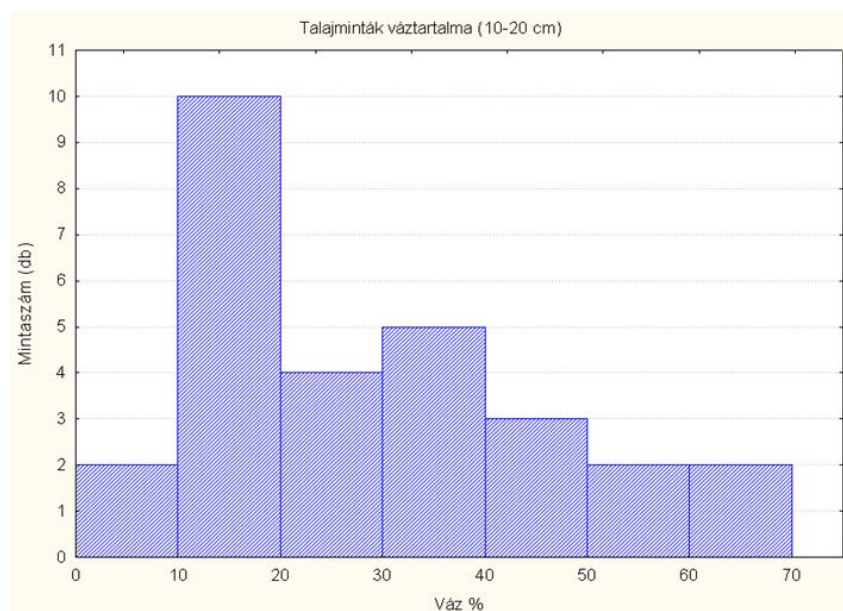


4.8. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták AL-oldható káliumtartalma

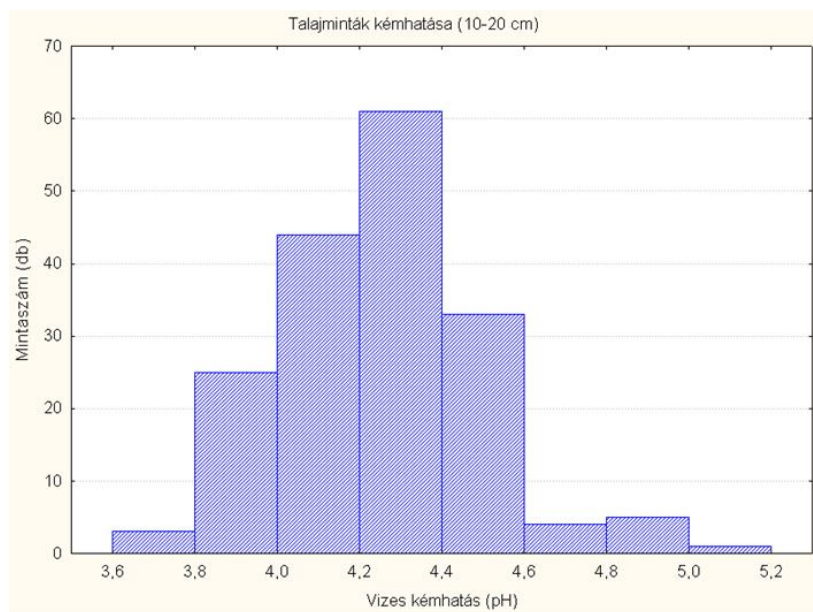


4.9. ábra Az 5-10 cm-en vett talajminták tömege

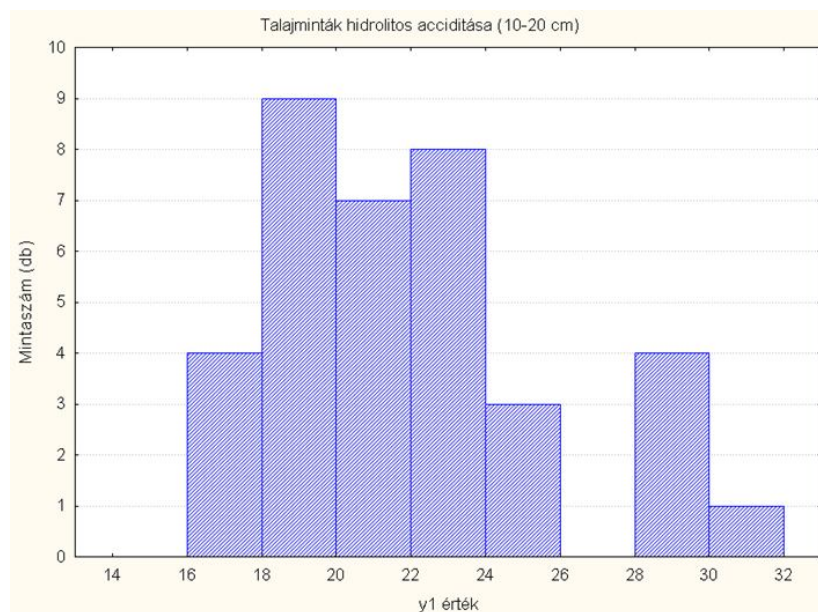
A 10-20 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei



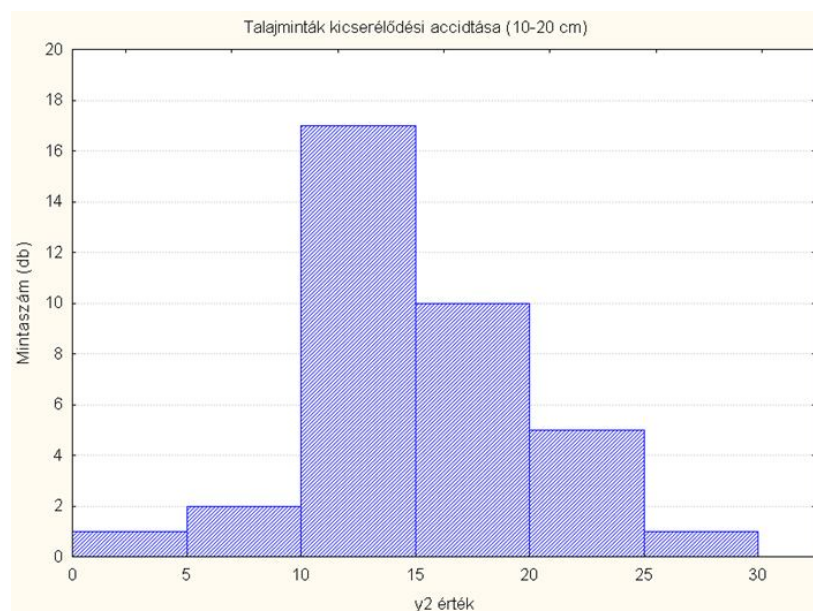
5.1. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták váztartalma



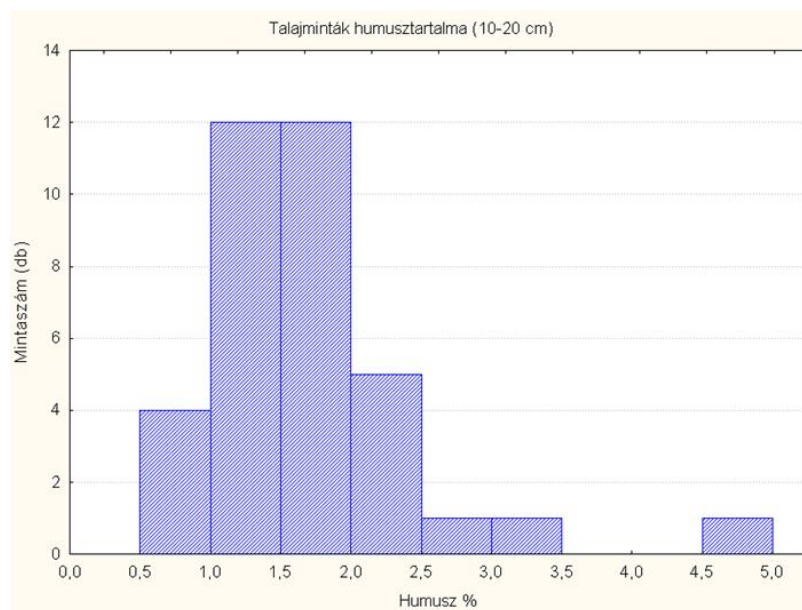
5.2. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták kémhatása



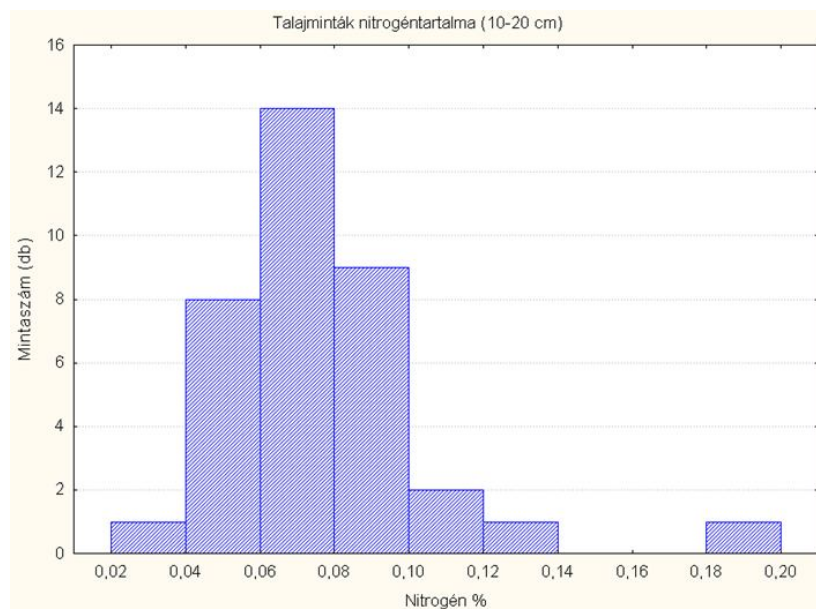
5.3. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták hidrolitos savanyúsága



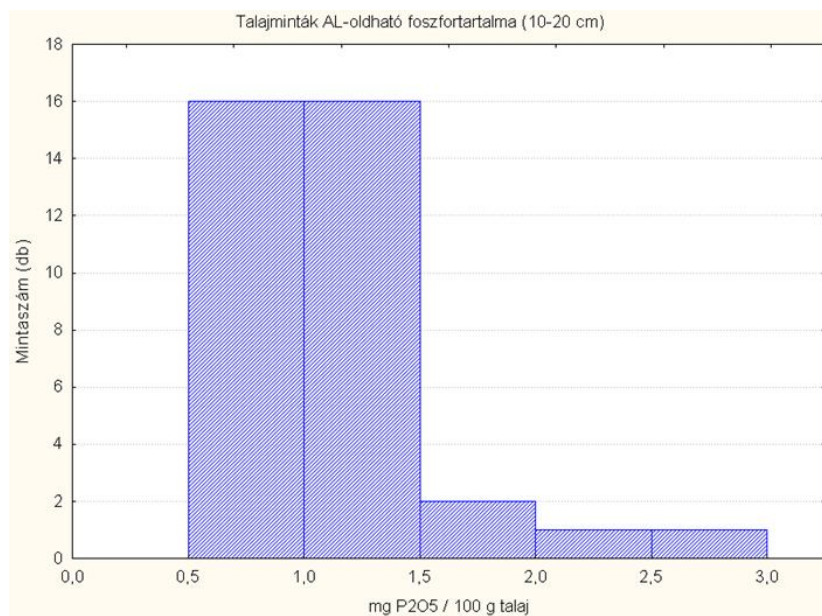
5.4. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták kicserélődési savanyúsága



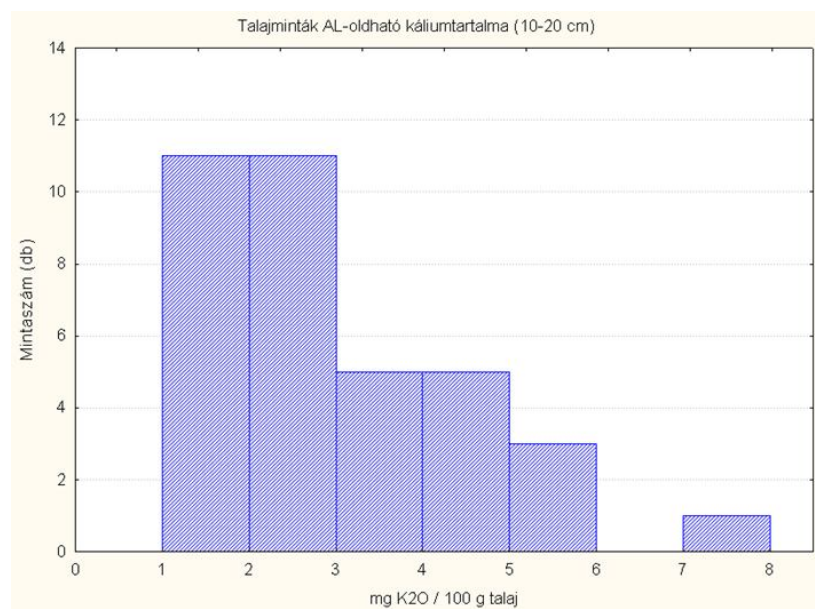
5.5. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták humusztartalma



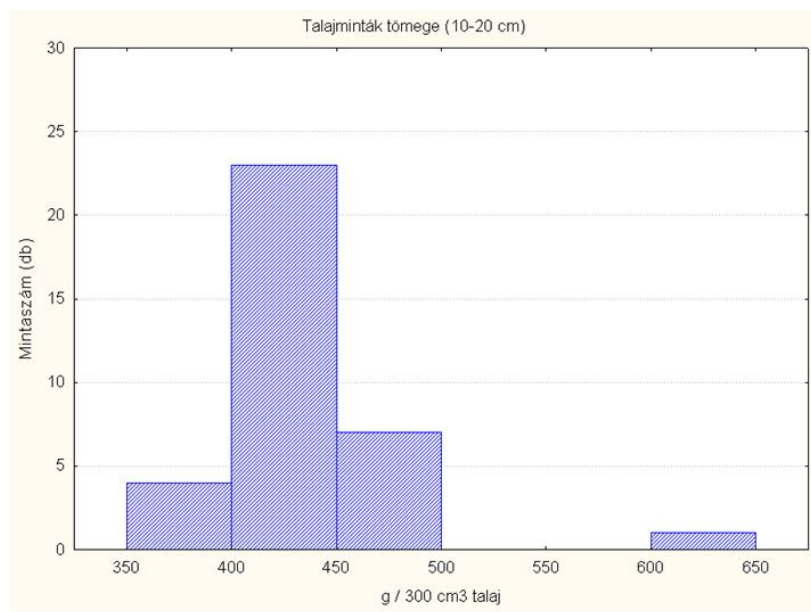
5.6. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták nitrogéntartalma



5.7. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták AL-oldható foszfortartalma

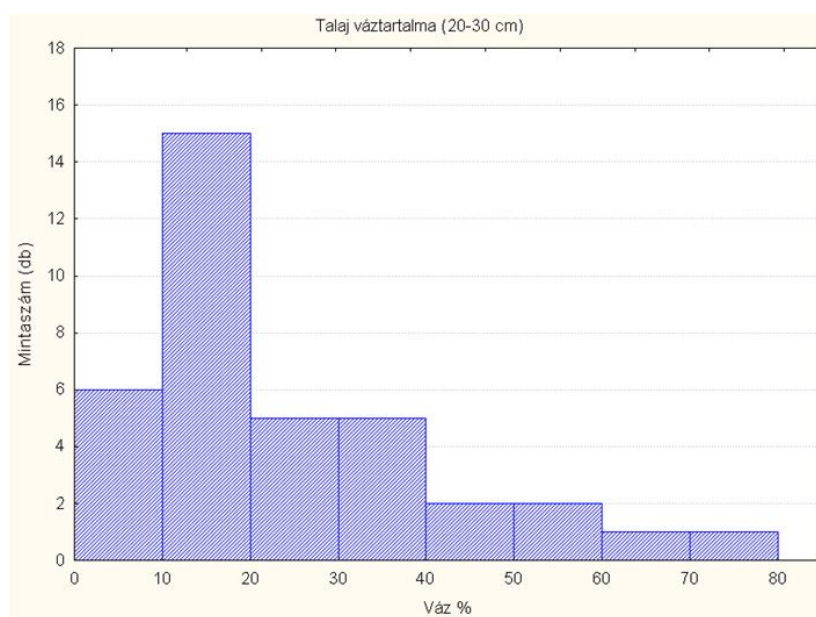


5.8. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták AL-oldható káliumtartalma

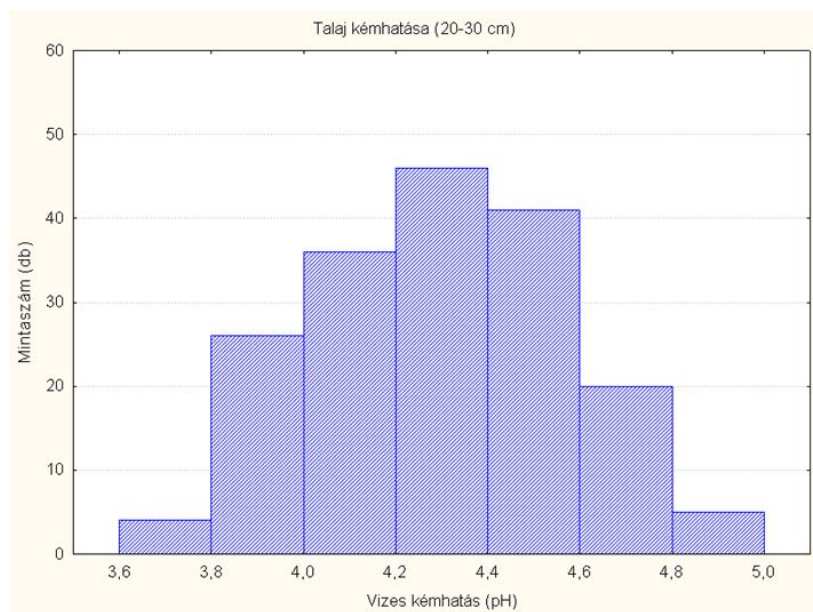


5.9. ábra A 10-20 cm-en vett talajminták tömegének megoszlása

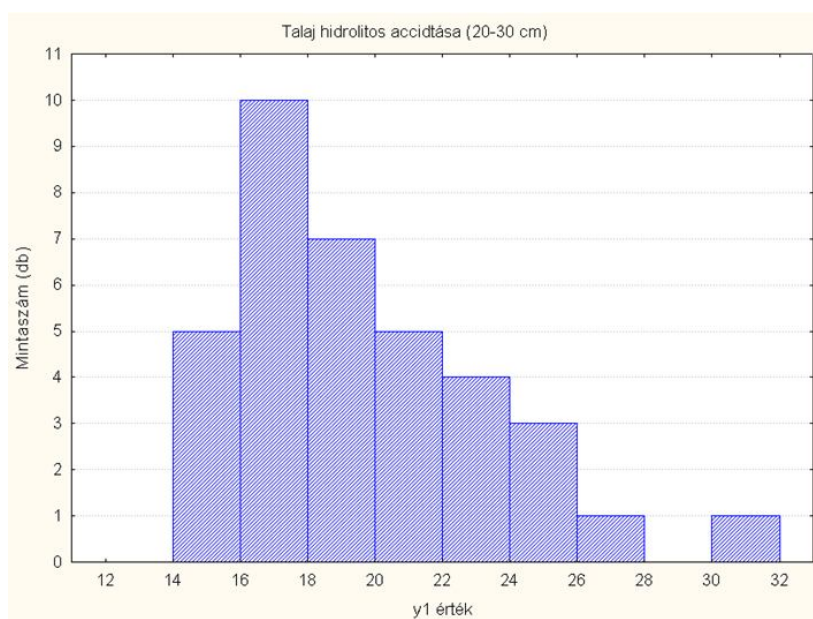
A 20-30 cm-en vett talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei



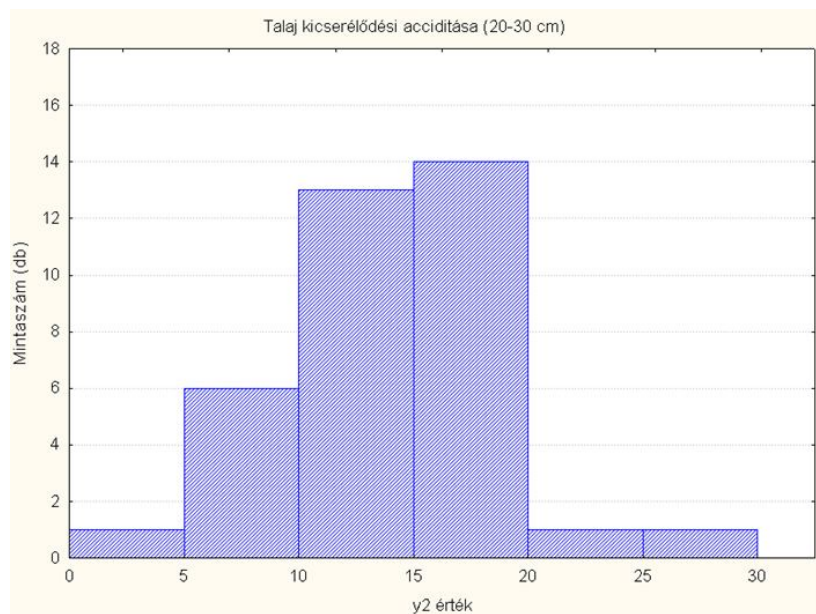
6.1. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták váztartalma



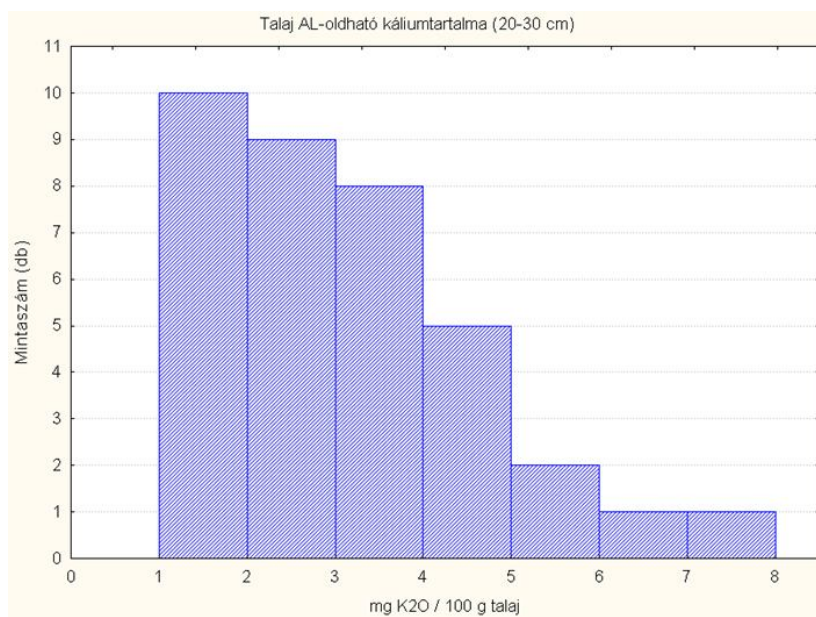
6.2. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták kémhatása



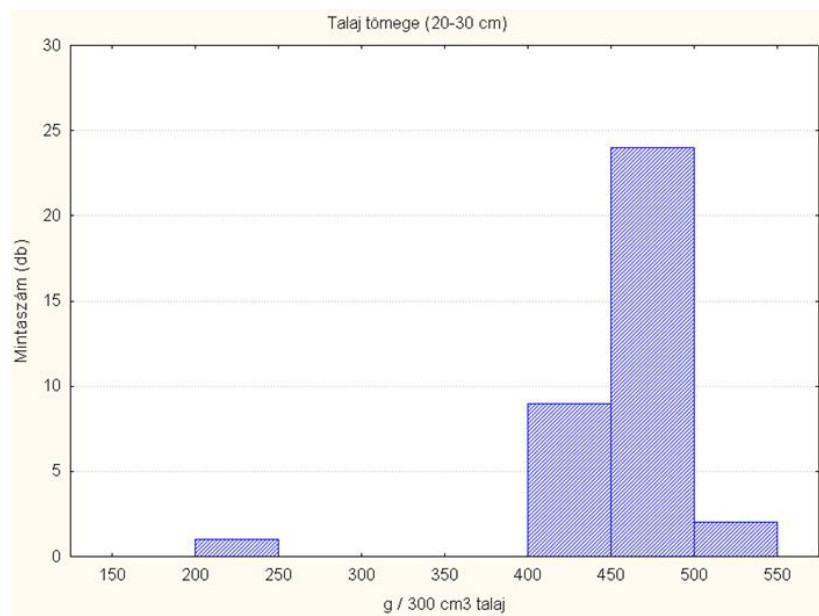
6.3. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták hidrolitos savanyúsága



6.4. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták kicserélődési savanyúsága



6.5. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták AL-oldható kálium tartalma



6.6. ábra A 20-30 cm-en vett talajminták tömegének megoszlása