

## Szakmai Zárójelentés

### 1 A kísérleti körülmények bemutatása

A kutatási témához kapcsolódó vizsgálatainkat a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Kísérleti Telepén végeztük Keszthelyen szabadföldi vetésforgó, ill. kukorica monokultúra tartamkísérletekben. A vetésforgó tartamkísérletet 1963-ban Kemenesy Ernő, a kukorica monokultúra tartamkísérletet 1969-ben Kovács András irányításával állították be.

A kísérlet talajtípusa Ramann-féle barna erdőtalaj, humusszal és foszforral gyengén, káliummal közepesen ellátott semleges kémhatású. Mechanikai összetétel alapján homokos vályog. Keszthelyen az évente átlagosan lehullott csapadék mennyisége: 650 mm, a csapadékos napok száma: 161, az átlagos évi középhőmérséklet: 10.8 °C.

A vetésforgó tartamkísérlet két ötszakaszos vetésforgót foglal magába négy-négy ismétlésben, melyek közül az egyik évelő pillangósból tartalmaz (őszi-búza-lucerna-lucerna-őszi búza-kukorica), a másik pedig egyéves növényekből áll (őszi búza-zabosbüköny-őszi búza-kukorica-szudánifű). A kísérlet kéttényezős, sávos elrendezésű kísérlet, melyben az egyik tényező a trágyázás, a másik pedig a vetésforgók különböző növényösszetétele. A kontroll parcellák mellett egy kisebb és egy nagyobb adagú műtrágyakezelést, valamint a nagyobb adagú műtrágya kezelés istállótrágyával kiegészített változatát alkalmazzuk a kísérletben.

Az évente kijuttatott műtrágya adagok évről évre a forgóban éppen sorra kerülő növénytől függően változnak, de egy teljes rotáció során (öt év alatt) az egyes vetésforgók azonos kezeléseiben kijuttatott tápanyagadagok megegyeznek egymással (kontroll: 0 kg NPK, kis adagú műtrágya kezelés: 520 kg [N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O]/ha/5 év, nagy adagú műtrágya kezelés: 2080 kg [N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O]/ha/5 év, műtrágya+istállótrágya kezelés: 2080 kg [N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O] +35 t istállótrágya/ha/5 év). Az istállótrágyával kiegészített műtrágya kezelésben az istállótrágyát mindkét forgóban ötévente a kukorica előtt egy adagban juttatják ki.

A talajparaméterek vizsgálatához a kontroll parcellák mellett a nagyobb adagú műtrágya kezelés, valamint a nagyobb adagú műtrágya kezelés istállótrágyával kiegészített változatának parcelláiból vettünk mintát.

A kukorica monokultúra kísérlet kéttényezős, osztott parcellás elrendezésű kísérlet négy-négy ismétléssel és benne az ekvidisztánsan növekvő tápanyagadagok (0, 300, 600 és 900 kg [N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O]/ha - N:P:K=1:1:1), valamint a N-műtrágya kijuttatás idejének, ill. megosztásának (NT1: tavasszal egy adagban, NÖ1: ősszel egy adagban, NT2: tavasszal két adagban) hatása tanulmányozható.

Vizsgálatainkhoz a talajmintákat a kísérletek kukorica parcelláiból betakarítás után 0-300 cm mélységből 20 cm-es rétegenként vettük 2003, ill. 2004 őszén. A vetésforgó kísérletben így negyven év (nyolc rotáció) tartamhatása, míg a kukorica monokultúra kísérletben 35 év tartamhatása tanulmányozható.

A mintegy 765 db talajminta talajminták laboratóriumi elemzése során az alábbi paramétereket vizsgáltuk:

- Humusz tartalom
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N tartalom
- AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalom
- AL-K<sub>2</sub>O tartalom
- pH<sub>(KCl)</sub>
- CaCO<sub>3</sub> tartalom

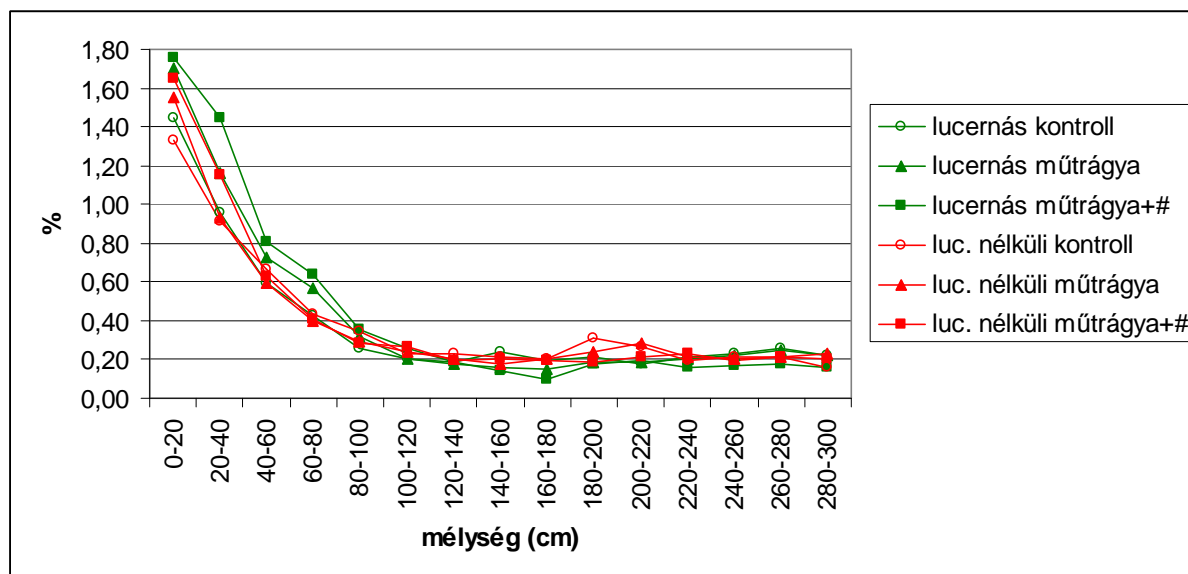
Az adatok statisztikai kiértékelését háromtényezős (két kísérleti tényező és a vizsgálati mélység változatai) varianciaanalízissel végeztük SPSS statisztikai szoftverrel.

## 2 Vizsgálati eredmények

### 2.1 A trágyázás hatása a vizsgált talajparaméterekre vetésforgókban

#### 2.1.1 Humusz tartalom

A humusz tartalom adatainak biometriai feldolgozása során a talaj szervesanyag tartalmára szignifikánsnak egyedül a vizsgálati mélység bizonyult. A vetésforgó növényösszetételének illetve a tápanyagellátás változatainak hatása nem volt szignifikáns.



1. ábra. A talaj humusztartalmának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelésekre

Tényezők hatásának szignifikanciája:

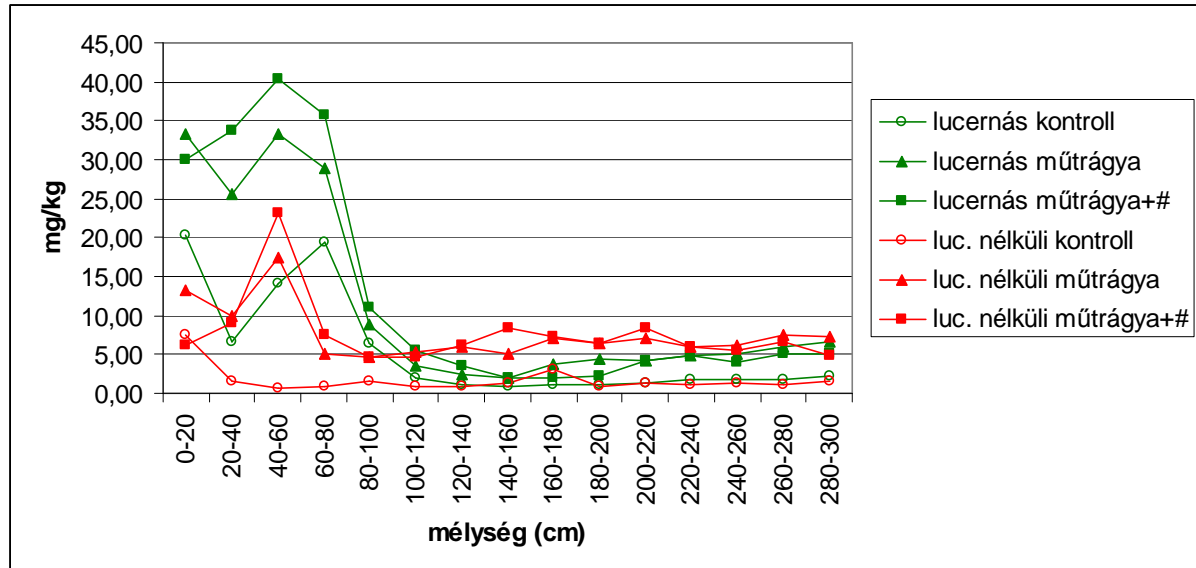
Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	nem szignifikáns
Trágyázás	nem szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem, szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	nem szignifikáns
Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

Tendencia jelleggel megállapítható azonban, hogy a talaj szervesanyag tartalma (1. ábra) a felső 80 cm-es talajrétegben a lucernát tartalmazó vetésforgóban általában magasabb volt az egyes trágyázási kezelésekre. A trágyázatlan kontroll parcellákon ugyanakkor ez a különbség csak a felső 40 cm-es rétegben volt kimutatható. A trágyázási kezelésekre szintén nem szignifikánsan, de kismértékben növelték a talaj szervesanyag tartalmát. A műtrágyán felül pótlólagosan kijuttatott istállótrágya humuszgyarapító hatása is kimutatható volt.

Megállapítható, hogy a mélység növekedésével a szervesanyag tartalom fokozatosan csökkent a 100-120 cm-es rétegig, majd alacsony szinten maradt és nem változott jelentősen. Ebben a mélységben a trágyázási kezelésekre hatása között sem volt kimutatható különbség.

## 2.1.2 Nitrát-nitrogén tartalom

A talaj nitrát-nitrogén tartalmát mindhárom vizsgálati tényező szignifikánsan befolyásolta. Ugyancsak szignifikáns volt a Vetésforgó×Mélység, valamint a Trágyázás×Mélység kölcsönhatás.



2. ábra. A talaj NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalmának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelések hatására

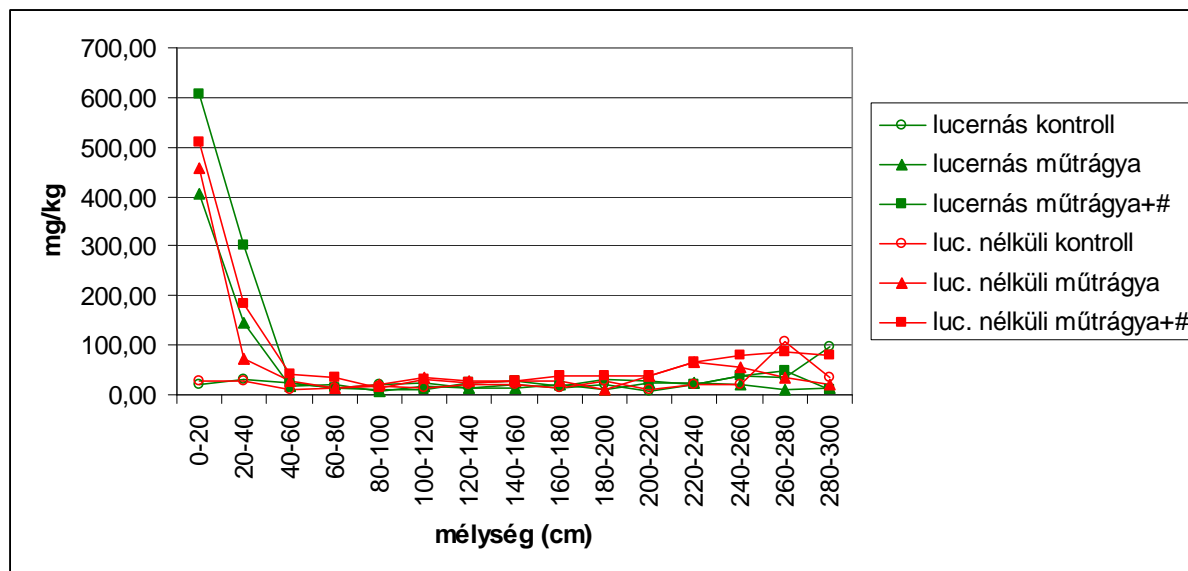
*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	0,1%-on szignifikáns
Trágyázás	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	0,1%-on szignifikáns
Trágyázás×Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

A kísérleti kezelések hatása között a felső 0-100 cm-es rétegben voltak eltérések (2. ábra). Lucernás vetésforgóban mind a kontroll, mind pedig a trágyázott parcellák nitrát tartalma jelentősen magasabb volt, az élő pillangóst nem tartalmazó vetésforgóhoz viszonyítva. A trágyázott parcellákon a 40-60 cm mély rétegben mértünk akkumulációs csúcsoakat, ami minden esetben elmarad az 50 mg/kg-os környezetvédelmi határértéktől. Legmagasabb nitrát tartalom értékeket mindkét vetésforgóban a műtrágya+istállótrágyával kezelt parcellákon mértünk. A 100 cm alatti rétegekben nem változtak jelentősen a nitrát tartalom értékek.

### 2.1.3 Ammóniumlaktát-oldható foszfor tartalom

A talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmát szignifikánsan a trágyázás és a vizsgálati mélység növekedése, ill. ezek kölcsönhatása befolyásolta. A vetésforgó hatása ugyanakkor nem volt szignifikáns.



3. ábra. A talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelések hatására

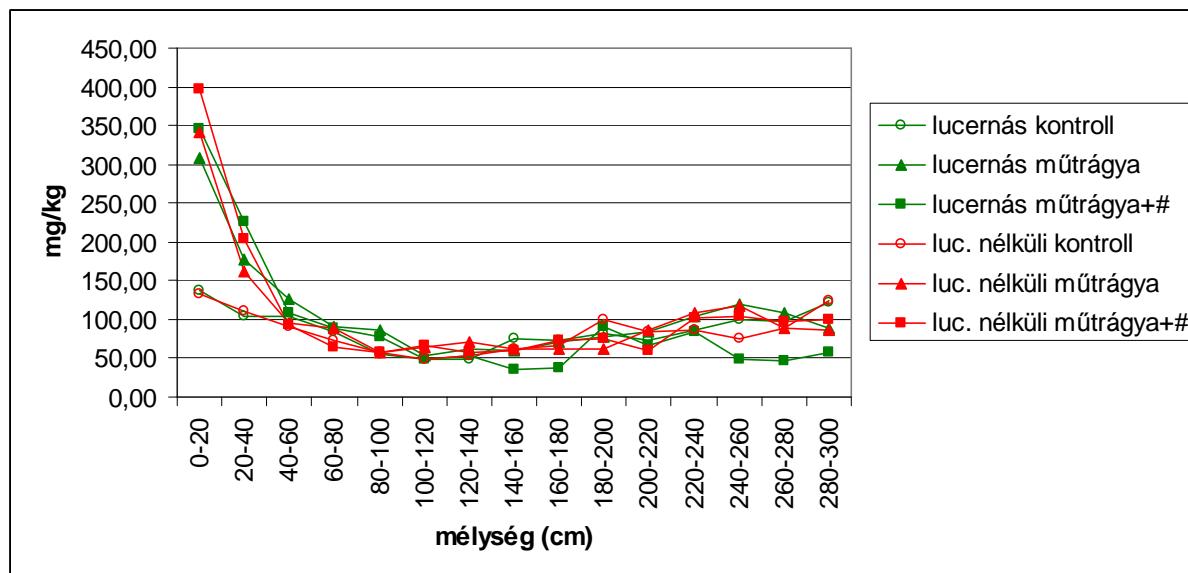
#### Tényezők hatásának szignifikanciája:

Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	nem szignifikáns
Trágyázás	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	nem szignifikáns
Trágyázás×Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

A trágyázási kezelések jelentősen növelték a talaj felvehető foszfor tartalmát a 0-40 cm-es rétegben (3. ábra). A műtrágyán felül kijuttatott istállótrágya növelő hatása is kimutatható volt. A 40 cm alatti rétegekben azonban a felvehető foszfor tartalom alacsony szintre állt be és nem változott jelentősen. A trágyázott parcellákon a legmagasabb AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmakat mindkét vetésforgóban a 0-20 cm-es rétegben mértük. A 20-40 cm-es rétegben mért értékek az előzőeknél alacsonyabbak voltak, de még mindig jelentősen meghaladták a kontrollparcellák értékeit. A kontroll parcellákon a mélység változása nem befolyásolta az értékeket. Az eredményekből valószínűsíthető, hogy a felvehető foszfortartalom mélységi elhelyezkedését elsősorban az alaptrágyákat talajba juttató talajművelés mélysége határozza meg. A szántás mélységébe ugyanis a 0-20 cm-es réteg egésze, míg a 20-40 cm-es rétegnek csak egy része esik bele.

## 2.1.4 Ammóniumlaktát-oldható kálium tartalom

A foszfor tartalomhoz hasonlóan a talaj felvehető kálium tartalmát is a trágyázás és a vizsgálati mélység növekedése, ill. ezek kölcsönhatása befolyásolta szignifikánsan. A vetésforgó hatása ebben az esetben sem volt szignifikáns.



4. ábra. A talaj AL-K<sub>2</sub>O tartalmának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelések hatására

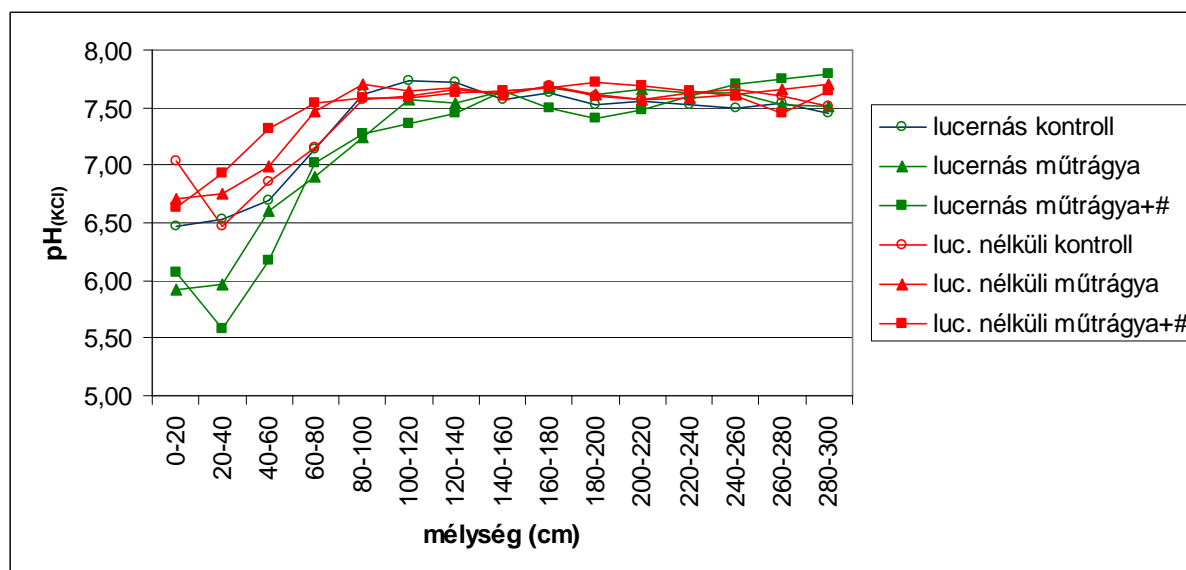
*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	nem szignifikáns
Trágyázás	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	nem szignifikáns
Trágyázás×Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

A trágyázási kezelések jelentősen növelték a talaj felvehető kálium tartalmát a 0-40 cm-es rétegben (4. ábra). A műtrágyán felül kijuttatott istállótrágya növelő hatása is kimutatható volt mindkét vetésforgóban. A 40 cm alatti rétegekben a felvehető kálium tartalomban a kísérleti kezelések hatása már nem volt kimutatható. A mélyebb rétegekben alacsony szintre állt be és a 200 cm-es réteg közelében ismét emelkedni kezdett, de ez a változás már nem volt szignifikáns. Feltehetően a talajképző kőzet káliumtartalmának köszönhető ez az ingadozás. A trágyázott parcellákon a legmagasabb AL-K<sub>2</sub>O tartalmakat mindkét vetésforgóban a 0-20 cm-es rétegben mértük. A 20-40 cm-es rétegben mért értékek az előzőeknél alacsonyabbak voltak, de még mindig jelentősen meghaladták a kontrollparcellák értékeit. A kontroll parcellákon a mélység változásával a foszfor esetében megfigyeltekkel szemben volt megfigyelhető változás. A 0-100 cm-es mélységig folyamatosan csökkent a felvehető kálium tartalom, ami a vizsgált paraméterek közül a humusztartalom változásához hasonló tendencia és nem magyarázható pusztán a szántás mélységével való összefüggéssel.

## 2.1.5 Kémhatás

A talaj pH<sub>(KCl)</sub> adatainak statisztikai kiértékelése során szignifikánsnak a vetésforgó és a vizsgálati mélység hatása bizonyult.



5. ábra. A talaj kémhatásának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelések hatására

Tényezők hatásának szignifikanciája:

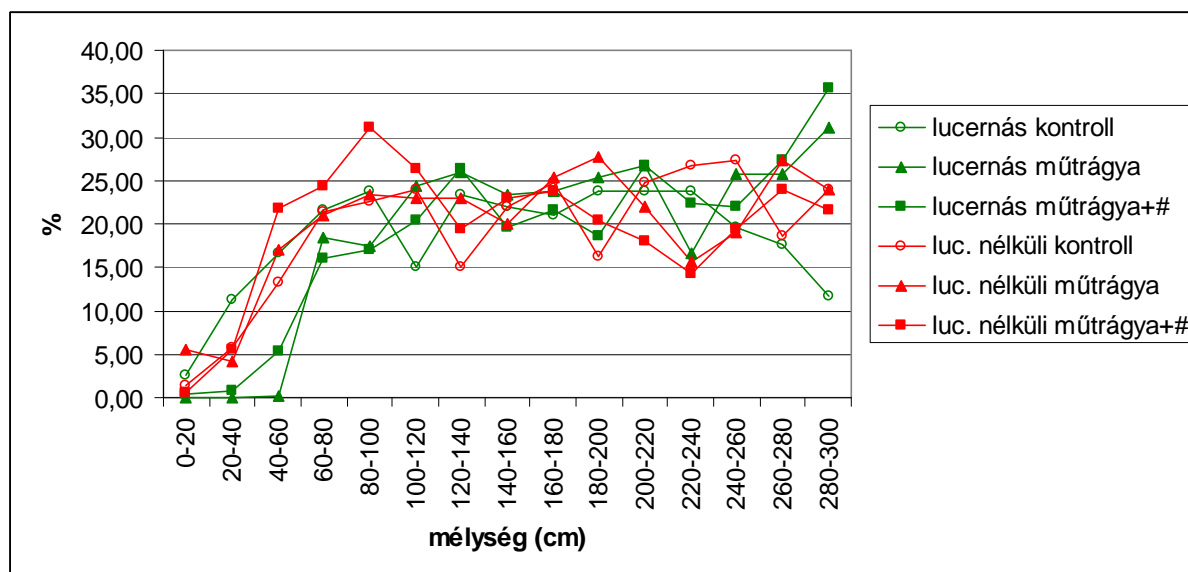
Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	0,1%-on szignifikáns
Trágyázás	nem szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	nem szignifikáns
Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

A lucernát tartalmazó vetésforgó műtrágya+istállótrágya kezelésében volt a legalacsonyabb a pH (5,58) a talaj 20-40 cm-es rétegében, illetve a lucernás vetésforgó műtrágya kezelése esetében is hasonló eredmény volt kimutatható (5. ábra). A lucernás kontroll parcellák pH értékei magasabbak voltak az előbbiekhöz képest, de alatta maradtak a lucerna nélküli forgóban mért különböző kezelések értékeinek. A lucernát tartalmazó vetésforgó esetében a talaj kémhatása alacsonyabb, savasabb, majd a mélység növekedésével a pH folyamatos emelkedése volt megfigyelhető, míg a 140-160 cm-es rétegtől 7,5 körüli pH értékre állt be és nem volt jelentős különbség a kezelések hatása között.

A felső 1 m-es rétegben magasabb pH értékek jellemezték a lucerna nélküli vetésforgó valamennyi kezelését, mely abból adódhat, hogy itt nem szerepel lucerna a vetésforgóban, amely mészigényénél, felvételénél fogva csökkenti a talaj pufferkapacitását, így csökkentheti a pH-t. A talaj kémhatását tehát a vetésforgóban szereplő növények (feltételezhetően elsősorban a mészigényes lucerna) tartamhatása szignifikánsan befolyásolta. Igazolhatják ezt a megállapítást a talaj CaCO<sub>3</sub> tartalmának vizsgálati eredményei is.

## 2.1.6 Kalciumkarbonát tartalom

A talaj  $\text{CaCO}_3$  tartalmának biometriai értékelése során azt az eredményt kaptuk, hogy a vizsgálat tényezői közül egyedül a vizsgálati mélység hatása volt szignifikáns.



6. ábra. A talaj  $\text{CaCO}_3$  tartalmának vertikális változása különböző vetésforgókban eltérő trágyázási kezelésekre

Tényezők hatásának szignifikanciája:

Tényező	Szignifikancia szint
Vetésforgó	nem szignifikáns
Trágyázás	nem szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás	nem szignifikáns
Vetésforgó×Mélység	nem szignifikáns
Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns
Vetésforgó×Trágyázás×Mélység	nem szignifikáns

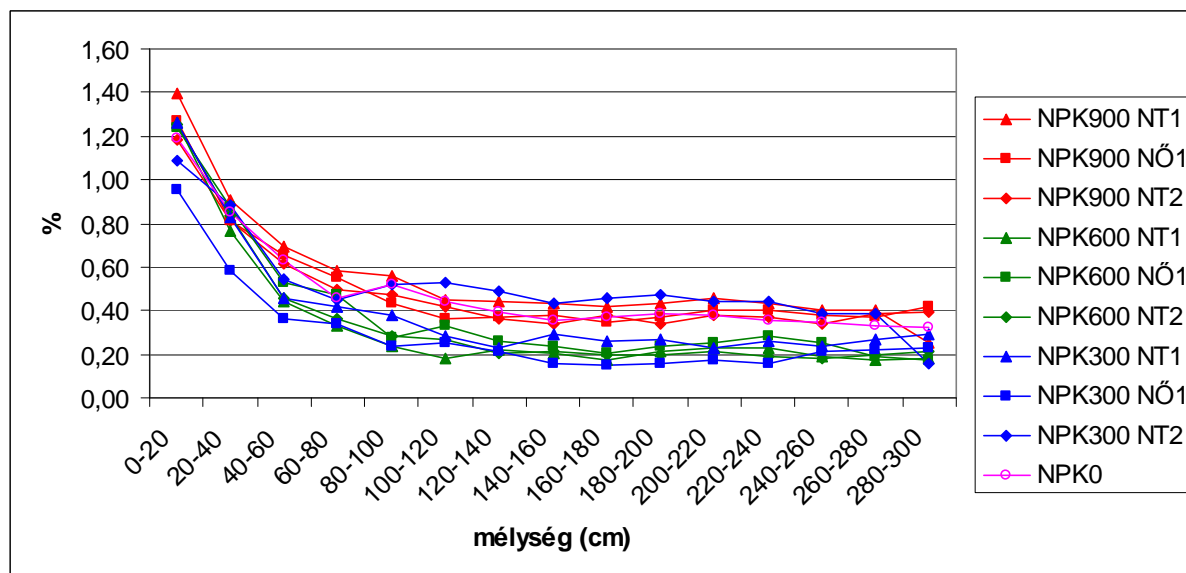
A lucernát tartalmazó vetésforgóban a műtrágya, illetve a műtrágya+istállótrágya kezelés esetében a talaj 40-60 cm-es mélységéig a  $\text{CaCO}_3$  tartalom szinte nulla, míg a többi kezelésben némileg magasabb értékeket kaptunk (6. ábra). Ezek a mérési eredmények a lucerna mészigényességével hozhatók összefüggésbe. A mélység növekedésével fokozatos emelkedés mutatkozott, majd 100 cm-es rétegtől lefelé haladva ingadozás mutatható ki, ami azonban már nem a kísérleti tényezők hatásával, hanem a talajszelvény természetes mésztartalombeli változatosságával hozható összefüggésbe.

A lucernát nem tartalmazó vetésforgó trágyázott parcelláin a talaj  $\text{CaCO}_3$  tartalma mindig meghaladja a lucernás vetésforgó értékeit a talaj felső rétegeiben, míg a kontroll parcellákon a lucernás vetésforgóban volt magasabb a mésztartalom. A lucerna jelenléte a vetésforgóban szignifikánsan ugyan nem igazoltan, de tendencia jelleggel befolyásolta a talaj mésztartalmát a felső rétegekben, ami összefüggésbe hozható a talaj pH esetében tett megállapításokkal.

## 2.2 A műtrágyázás hatása a vizsgált talajparaméterekre kukorica monokultúrában

### 2.2.1 Humusz tartalom

A kukorica monokultúra kísérletben mindhárom vizsgálati tényező (NPK adagok, N kijuttatásmód, vizsgálati mélység) szignifikánsan befolyásolta a talaj humusztartalmát.



7. ábra. A talaj humusztartalmának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

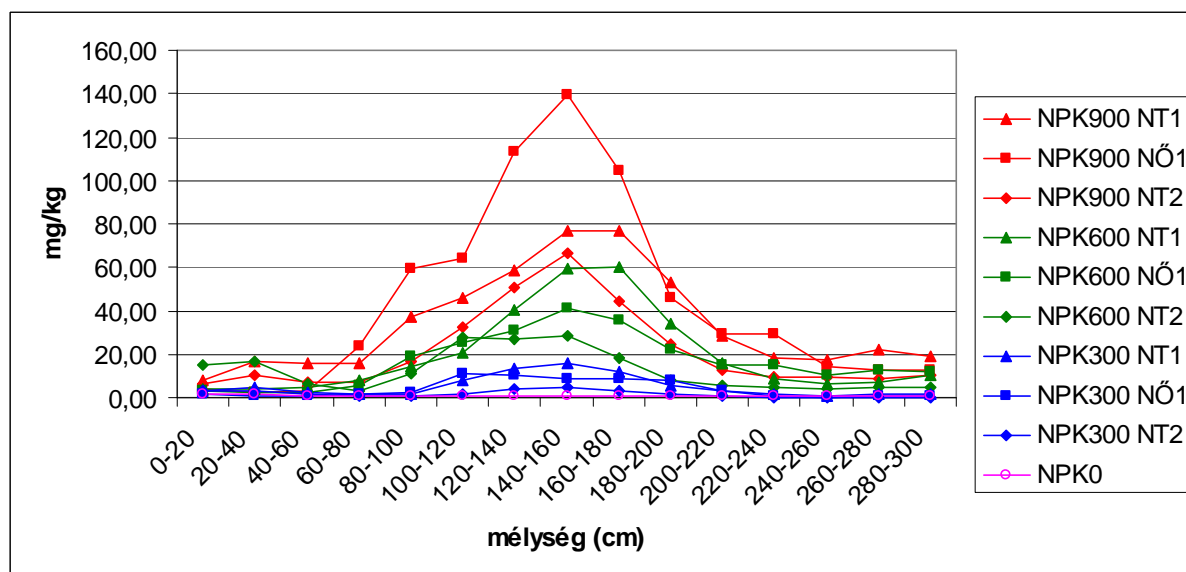
Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	nem szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns

A műtrágya adagok növekedése szignifikánsan növelte a talaj szervesanyag tartalmát, ugyanakkor a vetésforgóban mért eredményekkel összevetve megállapítható, hogy a vetésforgóban mért humusztartalom értékek a talaj felső rétegeiben jelentősen felülmúlják a monokultúrában mért értékeket (7. ábra). Az NPK adagok és a vizsgálati mélység változatainak átlagában a tavasszal egy adagban vetés előtt történő N kijuttatási változatban szignifikánsan alacsonyabb volt a szervesanyag tartalom, mint az őszi egy adagban, ill a tavasszal megosztva alaptrágyaként (2/3) és fejrtrágyaként (1/3) kijuttatott N kijuttatási változatban. A vizsgálati mélység növekedésével a vetésforgónál megfigyeltekhez hasonlóan a 100 cm-es mélyséig csökkent a humusztartalom, majd az ennél mélyebb rétegekben nem változott jelentősen.



## 2.2.2 Nitrát-nitrogén tartalom

A talaj nitrát-nitrogén tartalmát mindegyik vizsgálati tényező szignifikánsan befolyásolta és ezek összes kombinációja is szignifikáns volt.



8. ábra. A talaj NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalmának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

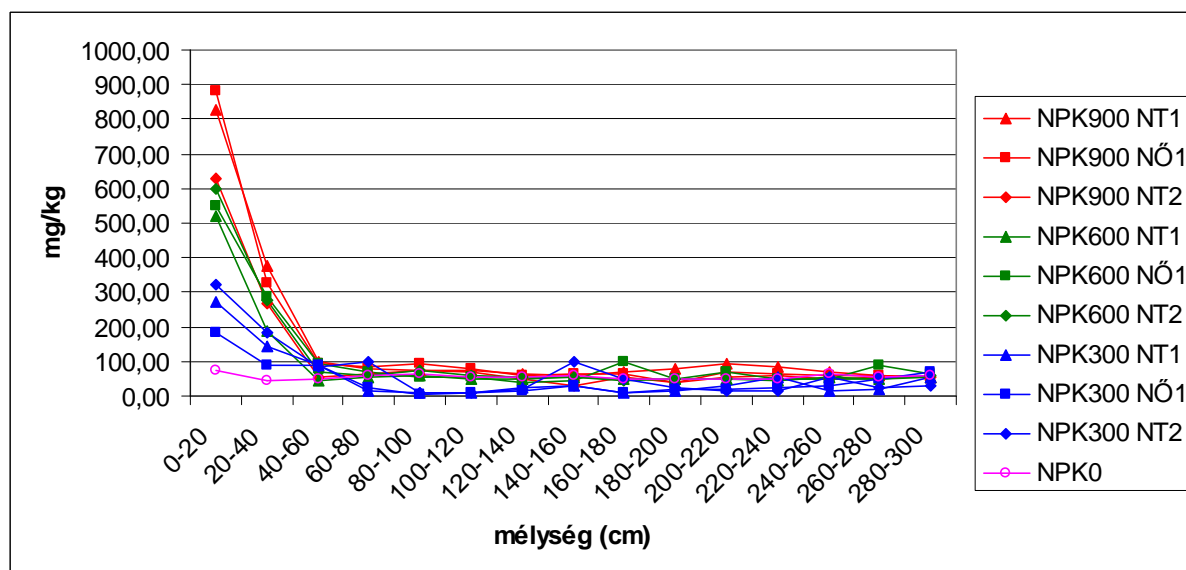
*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	0,1%-on szignifikáns

A növekvő NPK adagok fokozatosan növelték a talaj nitrát tartalmát, amelynek akkumulációs csúcsai a 160 cm közeli rétegekben voltak kimutathatók (8. ábra). A N kijuttatás változatai közül a tavasszal két adagban megosztva (2/3-1/3) történő kijuttatási változatban voltak legalacsonyabbak a nitrát tartalom értékek. Legmagasabb nitrát tartalmat az NPK900-as kezelés őszi egy adagban történő N kijuttatási változata estében mértünk, ami jelentősen meghaladja az 50 mg/kg-os környezetvédelmi határértéket.

### 2.2.3 Ammóniumlaktát-oldható foszfor tartalom

A talaj felvehető foszfor tartalmát mindhárom vizsgálati tényező szignifikánsan befolyásolta.



9. ábra. A talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

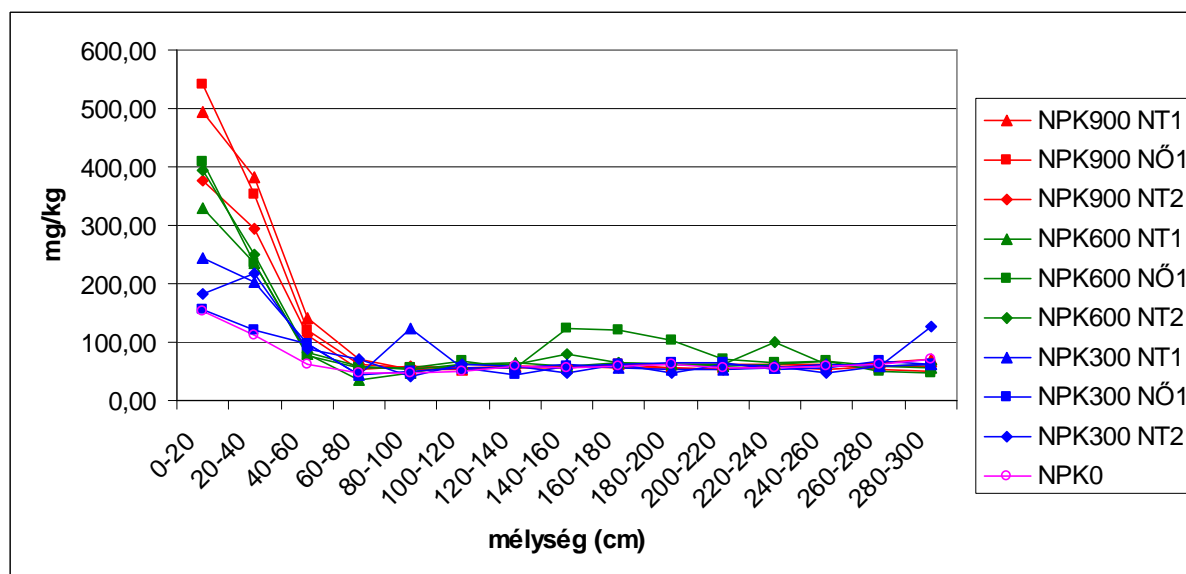
Tényezők hatásának szignifikanciája:

Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód	0,5%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns

Az NPK adagok jelentősen növelték a talaj felvehető foszfor tartalmát a 0-40 cm-es rétegben (9. ábra). A 40 cm alatti rétegekben a vetésforgó kísérlet esetében megfigyeltekhez hasonlóan a felvehető foszfor tartalom alacsony szintre állt be és nem változott jelentősen. A legmagasabb AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmakat a 0-20 cm-es rétegben mértük, a 20-40 cm-es rétegben mért értékek az előzőeknél alacsonyabbak voltak, de különösen az NPK900 és NPK600 kezeléseket esetében még mindig jelentősen meghaladták a kontrollparcellák értékeit. A kontroll parcellákon a mélység változása itt sem befolyásolta jelentős mértékben az értékeket. Az eredményekből itt is valószínűsíthető, hogy a felvehető foszfortartalom mélységi elhelyezkedését elsősorban az alaptrágyákat talajba juttató talajművelés mélysége határozza meg.

## 2.2.4 Ammóniumlaktát-oldható kálium tartalom

A talaj felvehető kálium tartalmát az NPK adagok és a vizsgálati mélység szignifikánsan befolyásolta. A N kijuttatás módjának hatása nem volt szignifikáns.



10. ábra. A talaj AL-K<sub>2</sub>O tartalmának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

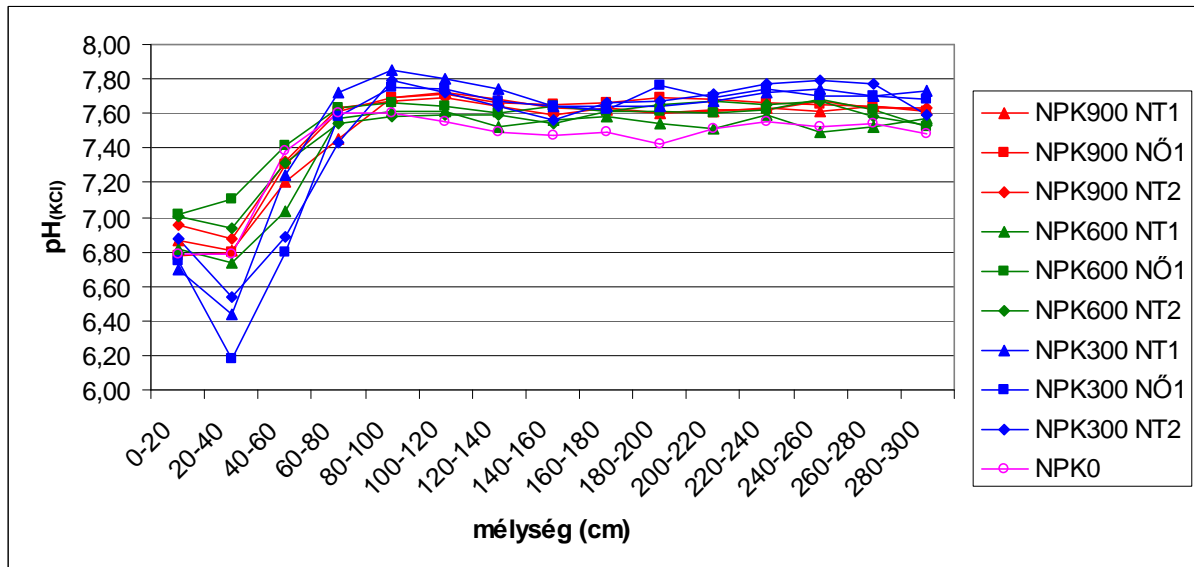
*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód	nem szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	0,1%-on szignifikáns

Az NPK kezelések jelentősen növelték a talaj felvehető kálium tartalmát a 0-40 cm-es rétegben (10. ábra). A 40 cm alatti rétegekben a felvehető kálium tartalomban a kísérleti kezelések hatása már nem volt statisztikailag igazolható, bár a 40-60 cm-es rétegben az NPK900-as kezelés mindegyik változatában kismértékben magasabbak az értékek. A mélyebb rétegekben alacsony szintre állt be a felvehető kálium tartalom és ingadozások ugyan voltak az értékekben, de ez nem volt szignifikáns. A műtrágyázott parcellákon a legmagasabb AL-K<sub>2</sub>O tartalmakat a 0-20 cm-es rétegben mértük. A 20-40 cm-es rétegben mért értékek az előzőeknél alacsonyabbak voltak, de még mindig mértünk jelentős értékeket. A kontroll parcellákon a mélység változásával a vetésgörge kísérletben leírtakhoz hasonlóan a foszfor esetében megfigyeltekkel szemben volt megfigyelhető változás. A 0-80 cm-es mélységig folyamatosan csökkent a felvehető kálium tartalom.

## 2.2.5 Kémhatás

A talaj kémhatását mindhárom vizsgálati tényező szignifikánsan befolyásolta.



11. ábra. A talaj kémhatásának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

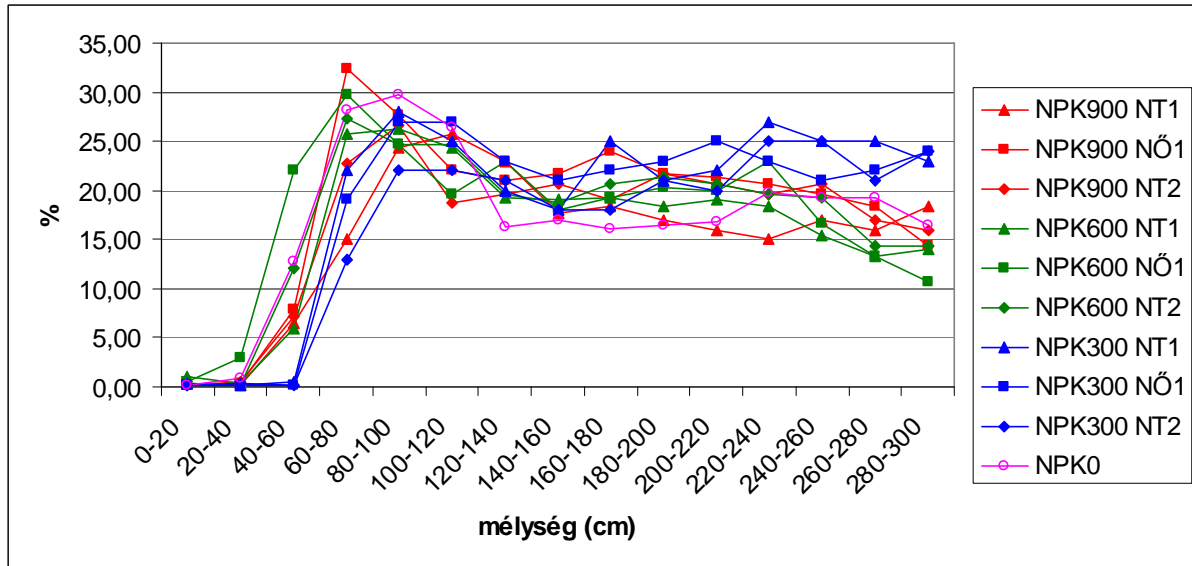
*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns

A mélység növekedésével a 20-40 cm-es rétegben egy műtrágyázási változat kivételével csökkent a  $pH_{(KCl)}$  értéke, majd 40-60 cm-es rétegtől lefelé haladva fokozatosan nőtt a 80-100 cm-es rétegig (11. ábra). Az ez alatti rétegekben már nem változott jelentősen és az NPK adagok hatása között sem volt különbség. A talaj felső rétegeiben az NPK300-as műtrágya adaggal kezelt parcellákon mértük a legalacsonyabb  $pH_{(KCl)}$  értékeket, ahol a talaj mésztartalma is a legalacsonyabb volt.

## 2.2.6 Kalciumkarbonát tartalom

A talaj  $\text{CaCO}_3$  tartalmának biometriai értékelése során a vetésforgó kísérletben leírtakhoz hasonlóan a vizsgálat tényezői közül egyedül a vizsgálati mélység hatása volt szignifikáns.



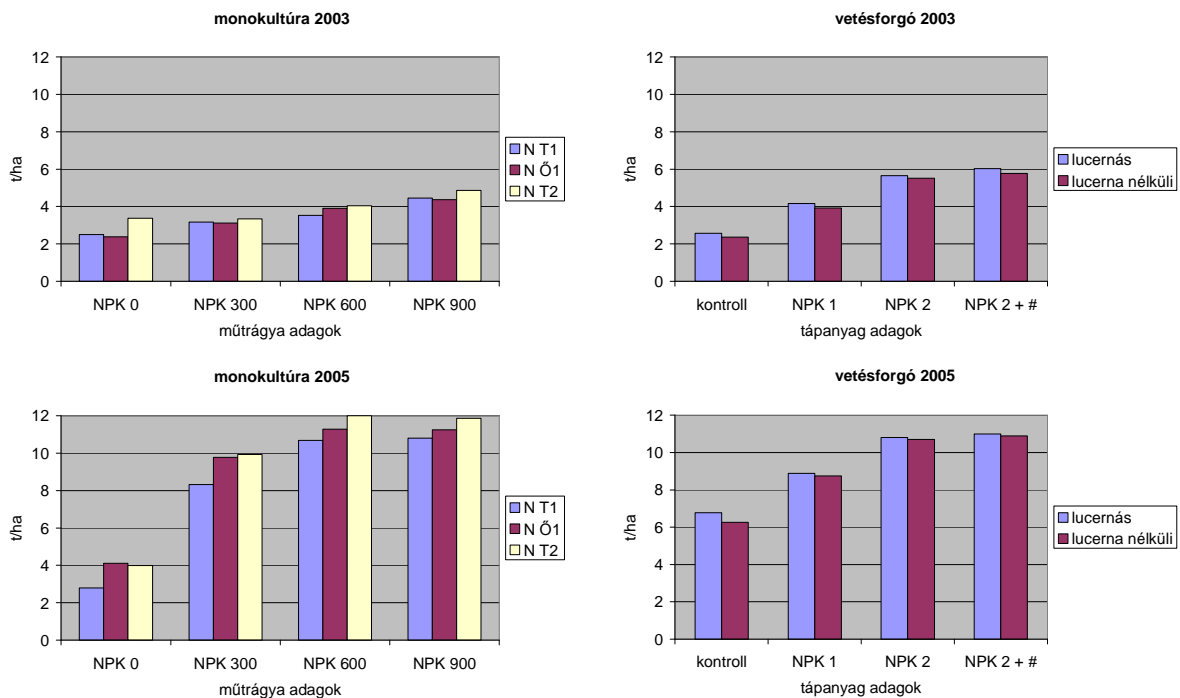
12. ábra. A talaj  $\text{CaCO}_3$  tartalmának vertikális változása kukorica monokultúrában növekvő műtrágya adagok és eltérő N kijuttatási változatok hatására

*Tényezők hatásának szignifikanciája:*

Tényező	Szignifikancia szint
NPK adagok	nem szignifikáns
N kijuttatásmód	nem szignifikáns
Mélység	0,1%-on szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód	0,5%-on szignifikáns
NPK adagok×Mélység	0,1%-on szignifikáns
N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns
NPK adagok×N kijuttatásmód×Mélység	nem szignifikáns

A talaj mélyebb rétegei felé haladva a 80-100 cm-es mélyséig jelentősen nő a talaj mész tartalma, majd ingadozva kismértékben csökken. A mésztartalom értékek változása a kémhatás értékek alakulására gyakorolt hatást.

## 2.3 A kukorica szemtermése vetésforgóban és monokultúrában különböző évjáratokban



13. ábra. A kukorica szemtermése száraz (2003) és csapadékos (2005) évjáratban Keszthelyen

A vetésforgó és a monokultúra produktivitása két szélsőséges évjárat kukorica szemtermés eredményeinek bemutatásán keresztül jól jellemezhető. A 2003-as esztendőben Keszthelyen 508 mm csapadék hullott, ami jelentősen alatta van a sokévi átlagnak és az ugyancsak száraz 2002-es év után már a talajban sem volt jelentős mennyiségű tárolt vízkészlet. Mindemellett az évi középhőmérséklet  $10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt.. 2005-ben ezzel szemben 795 mm csapadék hullott és  $10,06\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt az évi középhőmérséklet.

A két eltérő évjárat eredményeinek összehasonlítása során megállapítható, hogy a száraz és meleg 2003-as esztendőben a vetésforgókban jobban érvényesült a trágyázás hatása, mint a kukorica monokultúrában. Feltehetően az őszi búza elővetemény után több nedvességet tudott raktározni a talaj, mint kukorica monokultúrában. A csapadékos 2005 évben ezzel szemben a kukorica monokultúra kísérletben is jól hasznosultak a kijuttatott tápanyagok és nagy termések voltak elérhetőek. A kontroll parcellák terméseit vizsgálva megállapítható azonban, hogy tápanyagellátás nélkül a vetésforgókban jelentősen nagyobb termések voltak elérhetőek. Mindezekből megállapítható, hogy abban az esetben, ha jó termőhelyi körülményeket tudunk biztosítani a kukorica számára, monokultúrában is érhetünk el kiemelkedő terméseket. Amennyiben azonban termőhelyi körülményeink kedvezőtlenek, a kukorica termesztését is vetésváltásban célszerű végezni.