

Szent István Egyetem

Öt őszi búzafajta (*Triticum aestivum* L.) minőségének és fehérje  
összetételének vizsgálata nitrogén- fejtrágyázási kísérletben

Doktori (PhD) értekezés

Horváth Csaba

Gödöllő

2016.

**A doktori iskola**

**Megnevezése:** Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

**Tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok

**Vezetője:** Dr. Helyes Lajos,  
egyetemi tanár, az MTA doktora  
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar  
Kertészeti Technológiai Intézet

**Témavezető:** Dr. Jolánkai Márton  
egyetemi tanár, professor emeritus, az MTA doktora  
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar  
Növénytermesztési Intézet

.....  
Dr. Helyes Lajos  
iskolavezető

.....  
Dr. Jolánkai Márton  
témavezető

# 1. TARTALOMJEGYZÉK

1. TARTALOMJEGYZÉK.....	3
2. BEVEZETÉS.....	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	7
3.1 A búza tartalékfehérjei.....	7
3.2 A fehérjék eloszlása, felhalmozódása .....	10
3.3 A trágyázás fejlődés-, terméshozam- és minőségbefolyásoló szerepe.....	11
3.4 A műtrágyázás hatása a génexpresszió szabályozására .....	16
3.5 Egyéb tényezők hatása a termésmennyiségre és a minőségre.....	17
3.6 Transzgenikus vonalak a búza minőség javítás szolgálatában .....	21
3.7 Környezetvédelmi aspektusok .....	22
3.8 Egészségügyi vonatkozások.....	23
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	25
4.1 A szántóföldi kísérletek beállításának körülményei .....	25
4.2 A vizsgálatba bevont búzafajták jellemzése .....	27
4.3 A vizsgált évjáratok klimatikus jellemzői.....	30
4.4 Kezelések: nitrogén fejtrágyázási kísérlet .....	35
4.5 Vizsgálatok.....	36
4.5.1 Terméshozam meghatározása .....	36
4.5.2 A hektolitertömeg meghatározása .....	36
4.5.3 Ezerszemtömeg meghatározása .....	36
4.5.4 Fehérjetartalom meghatározása .....	37
4.5.5 A farinográfus érték meghatározása .....	41
4.6 Statisztikai elemzés .....	42
5. EREDMÉNYEK .....	43
5.1 N kezelés és az egyes minőségi és mennyiségi paraméterek korrelációja .....	43
5.2 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza terméshozamának alakulására .....	44
5.3 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a hektoliter- és az ezerszemtömeg változására .....	46

<b>5.4</b>	<b>A nitrogén-fejtrágyázás hatása a fehérjetartalomra .....</b>	<b>49</b>
5.4.1	Nyersfehérje tartalom.....	49
5.4.2	A nyersfehérje hozam változása a fejtrágyázás hatására.....	50
5.4.3	Az egyes fehérjekomponensek aránya a nyersfehérjében.....	53
<b>5.5</b>	<b>A nedvessikér arányának változása a fejtrágyázás hatásának következtében .....</b>	<b>55</b>
<b>5.6</b>	<b>A NIR gyorsesztek és az analitikai módszer összehasonlítása .....</b>	<b>57</b>
<b>5.7</b>	<b>A farinográfus érték változása a fejtrágyázás hatásának függvényében.....</b>	<b>59</b>
<b>5.8</b>	<b>Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a terméshozamra és a minőségre .</b>	<b>61</b>
5.8.1	Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a terméshozamra.....	61
5.8.2	Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nyersfehérje arányára .....	62
5.8.3	Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nedvessikér arányára.....	63
<b>5.9</b>	<b>Új tudományos eredmények .....</b>	<b>65</b>
<b>6.</b>	<b>KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....</b>	<b>66</b>
<b>7.</b>	<b>ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>68</b>
<b>8.</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>72</b>
<b>9.</b>	<b>MELLÉKLETEK.....</b>	<b>76</b>
9.1	Irodalomjegyzék .....	76
9.2	Grafikonok, táblázatok .....	82
9.2.1	A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza terméseredményének alakulására .....	82
9.2.2	Fehérjetartalom.....	91
9.2.3	A nedvessikér arányának változása a fejtrágyázás hatására.....	136
9.2.4	A farinográfus érték változása a fejtrágyázás hatásának függvényében .....	141
9.2.5	N kezelés és az egyes minőségi és mennyiségi paraméterek korrelációja .....	144
9.2.6	Az osztatlan és osztott trágyázás hatása a terméshozamra és a minőségre...	145
<b>10.</b>	<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>205</b>

## 2. BEVEZETÉS

A búza a világ egyik legfontosabb kenyérgabonája, az emberiség táplálkozásában világszerte döntő jelentőségű. A 2013. évi búzatermés már meghaladta a 700 millió tonnát világszerte (FAOSTAT 2016). A búzából készült kenyér a Föld minden részén alapvető élelmiszer, mert jóllakat, könnyen emészthető és olcsó (Pollhamerné 1973).

A búza sikere részben az alkalmazkodóképességén és nagy termőképességén múlik, ugyanakkor lényeges, hogy a lisztje sokféle sütőipari termék előállítására alkalmas. A búza nélkülözhetetlen aminosavakat, ásványi sókat és vitaminokat tartalmaz. Az emberi ételmezés szempontjából nagyon hasznos másodlagos anyagcseretermékek szintén megtalálhatóak a termésében, a teljes kiőrlésű sütőipari termékek pedig igen gazdagok étkezési rostokban. Ugyanakkor említésre méltó, hogy a búzából készült ételek felelősek lehetnek számos nem kívánt mellékhatásért, mint például az intolerancia (lisztérzékenység) vagy az allergia (légzőszervi és ételallergia).

A búza jelentősége hazánk mezőgazdaságában állandónak mondható, az ország ökológiai adottságainak következtében termesztése pedig a jövőben is nagy valószínűséggel meghatározó lesz.

A mai és jövőbeni kutatások témái: a fenntartható búzatermelés és minőség – csökkentett mennyiségű kemikália adagolása mellett – új búzavonalak kifejlesztése a speciális igényű végfelhasználók, például a bio-üzemanyagipar és a közétkeztetés számára (Shewry 2009).

A növénynevelés már hosszú ideje igyekszik megfelelő minőségű búzafajtákat előállítani a fogyasztók sokrétű, egymástól eltérő igényéhez alkalmazkodva. A kenyérgabona minőségi tulajdonságai alatt a különböző felhasználók számára lényeges tulajdonságokat értjük (Bedő et al. 1997). Más-más típusú, fehérjetartalmú búza szükséges a kekszek, különböző típusú kenyerek, vagy éppen a spagettifélék előállításához. Egy búzafajta felhasználási lehetőségeit első közelítésben annak két tulajdonsága, a szem keménysége és fehérjetartalma határozza meg: a magasabb fehérjetartalom értékesebb és jobb minőségű termékek előállítását teszi lehetővé (Békés 2014).

A mennyiségi és minőségi termőképesség genetikailag meghatározott tulajdonsága a növényeknek, így a különböző búzafajtáinknak is. Ezek érvényre jutását a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Az agronómiai módszerek körültekintő alkalmazásának célja e genetikai adottságok lehető legteljesebb érvényre juttatása. A búzában genetikailag determinált beltartalmi tényezők kifejeződését segíti az okszerű tápanyag-utánpótlás, trágyázás. Ezen belül legnagyobb szerepe a nitrogén műtrágyának van.

Tekintettel a fejtrágyázás szakszerű elvégzésének magas költségére mindenképpen célszerű megtalálni az erre vonatkozó leghatékonyabb megoldást, hogy az adott esetben hasznosítható legyen a gyakorlati mezőgazdaság számára is. Éppen ezért vizsgáltam és dokumentáltam munkám során a felhasznált fajták esetében a különböző N dózisú fejtrágyázás mint kezelés hatását.

Magyarországon számos kutatás született ebben a kérdéskörben, mégis célszerűnek látszott különböző fajták felhasználásával, a hagyományos minőségi mutatók mellett a sikerfehérjék komponenseinek, a gliadinok és a gluteninek mennyiségi alakulását is megfigyelni. Ez utóbbiak szerepe ugyanis kitüntetett a búza minőségi paramétereinek a meghatározásában, ugyanakkor vizsgálatukra az utóbbi időszakban kevesebb energia jutott. Mindezt szem előtt tartva a fehérjekomponensek arányának és minőségre gyakorolt hatásának a vizsgálata mellett döntöttünk. A doktori képzésem alatt folytatott kísérleteimet a Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézete infrastruktúrájának felhasználásával és munkatársainak szakmai támogatásával végeztem. Hatvan-Nagygyombos térségében szántóföldi, kisparcellás kísérleteket állítottunk be. Ennek keretében öt vizsgált fajtánál a nitrogén fejtrágyázás ötféle kezelését figyeltük meg és dokumentáltuk. A betakarított kenyérgabona minőségi és sütőipari jellemzésére, részletes laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk.

### **Célkitűzések**

Így tehát célul tűztük ki, hogy munkám során minél több fajtán, lehetőleg több éven át, több tápanyagszinten, egydózisú és osztott kezelések mellett is vizsgáljam a minőségi paraméterek változását ezen belül pedig a tartalékfehérjék arányát és összetételét is.

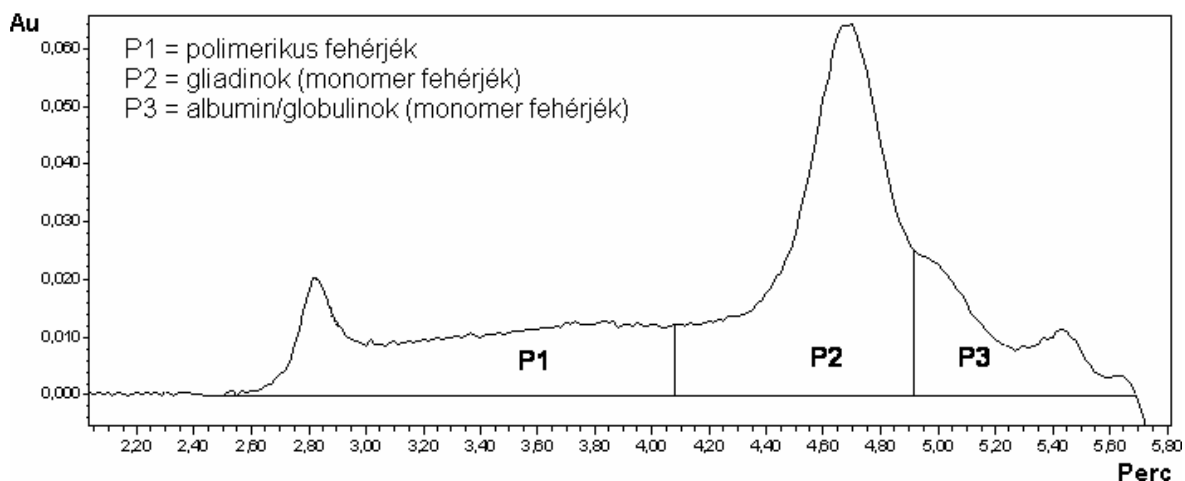
Mivel egyre nagyobb jelentősége van a közeli infravörös (NIR) elemző készülékek gyakorlati használatának, ezért tervbe vettük, hogy az ilyen típusú berendezések méréseiből kapott eredményeket összevetjük a minták analitikai módszerrel történt vizsgálatával kapott értékekkel.

### 3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

#### 3.1 A búza tartalékfehérjéi

1728, Jacopo Beccari vizsgálatai óta tudjuk, hogy a búzalisztból készült tésztát vízzel mosva siker, egy ragacsos, furcsa állagú anyag állítható elő. Ez az anyag az elasztikus glutenin és a plasztikus gliadin fehérjék kölcsönhatása által létrejött komplex szerkezet. A sikérfehérjék az érett búzaszem legfőbb raktározó anyagai. Ezeket kizárólag a keményítő endospermiumban találjuk, amelyből őrölés hatására liszt keletkezik. A fehérjék a szem érése során, egymással kölcsönhatásba lépve nagyméretű polimereket alkotnak, amelyek a liszt vízzel való elegyedésekor, a tészta készítésekor egy folytonos proteinhálózatot hoznak létre. Ez a proteinhálózat a tésztának rugalmasságot és viszkozitást kölcsönöz, lehetővé téve például azt, hogy belőle kelt pékáruk készüljenek (Tosi et al. 2011). A búzalisztból gyártott termékek széles palettáját a gabona sikért alkotó raktározó fehérjéi, a prolaminok teszik lehetővé. Az azonban rendkívül lényeges, hogy mely fehérjék és milyen arányban reprezentálják a proteintartalmat. A búza sütőipari minőségét tehát a fehérjék mennyisége és összetétele szabja meg.

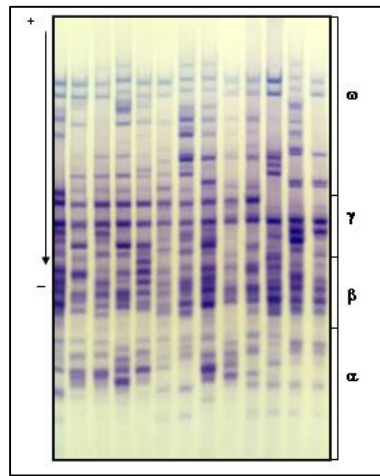
Thomas Burr Osborne (1859-1929) a magfehérjéket oldhatóságuk alapján osztályozta: Albuminok: vízoldhatók, globulinok: sóoldhatók, prolaminok (gliadinok): alkohol-oldhatók, glutelinek (gluteninek): lúgoldhatók. A búzafehérjék méret szerint szétválaszthatóak (1. ábra). A búzaliszt általában 45% glutenint, 45% gliadint, 10% oldható fehérjét tartalmaz.



1. ábra: Ukrajinka búzafajta (24. DPA) lisztmintájának SE-HPLC kromatogramja alapján elválasztott polimerikus (glutenin-P1) és monomer (gliadin-P2 és albumin, globulin-P3) fehérjéi (Abonyi T, 2010)

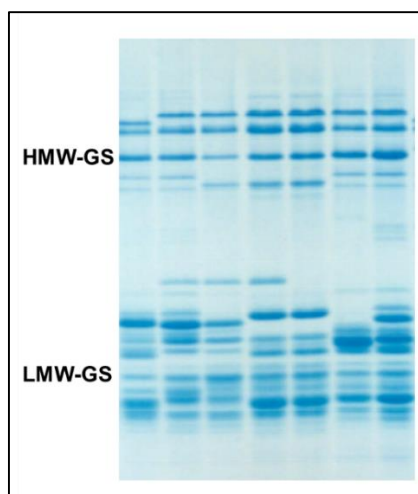
Hagyományosan a búza prolaminjait két csoportra osztják: a tészta sűrűségét és nyújthatóságát a monomer gliadinok, míg a tészta rugalmasságát, erősségét a polimer gluteninek határozzák meg. Ezen csoportokon belül az egyes fehérjéket az elektroforetikus mozgékonyaságuk

alapján tovább osztályozzák: a gliadinokat  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - és  $\omega$ -típusú fehérjékre osztják, aszerint, hogy alacsony pH mellett milyen mozgékonytságot mutatnak az elektroforézis során (2. ábra).



2. ábra Gliadin fehérjék töltés szerinti frakcionálása (Békés 2014)

A glutenin redukció hatására alegységeire esik szét. A glutenin alegységeket nagy molekulású (HMW) és kis molekulású (LMW) csoportra osztják az SDS-PAGE elválasztás alapján (3. ábra) (Shewry et al., 2009).



3. ábra Glutenin alegységek méret szerinti frakcionálása (Békés 2014)

Hasonlóan a gabona egyéb tartalékfehérjéihez a búza prolaminjai polimorfikusak, multigén családok kódolják, amelyek három genomon (A, B, D) homológ allélként szerepelnek. Különböző genotípusok között is a sikefehérjék alléljeinek nagyfokú variációja figyelhető meg. Az egyes búzafajták elkülönítését, a tartalékfehérjék meghatározásával, pl. a gliadinok elektroforézisével is meg lehet határozni (Bushuk és Zillman 1978).

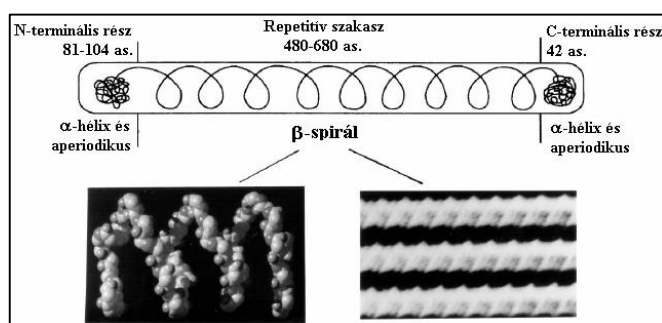
Gliadinokra és gluteninekre való felosztás, noha meglehetősen időtállóan bizonyult, nem árulja el a fehérjék molekuláris és fejlődéstani viszonyait. Erre alapozva csupán három csoportot



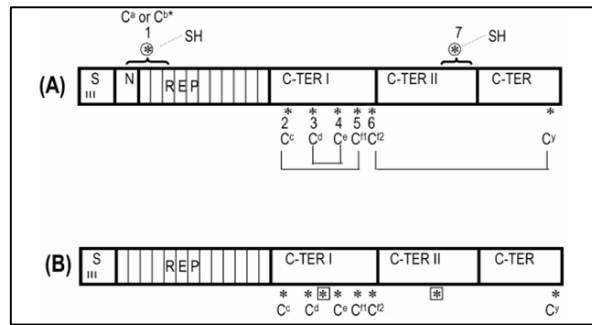
lehet elkülöníteni (Shewry et al., 1986): a HMW prolaminok (a gluteninek HMW alegységét tartalmazzák), a kénben gazdag prolaminok ( $\alpha$ -,  $\beta$ - és  $\gamma$ -gliadinokat és a glutenin LMW alegységeit tartalmazzák), valamint a kénben szegény prolaminok (ezek az  $\omega$ -gliadinokat és a glutenin frakció ilyen típusú fehérjéit tartalmazzák – ezeket az LMW alcsoport D csoportjának hívják) csoportját (Masci et al. 1993, 1999).

A legtöbb  $\omega$ -gliadin az A, B és D kromoszóma rövid karján található *Gli-1* lókuszokon lévő (*Gli-A1*, *Gli-B1* és *Gli-D1*-nek nevezett) gének által kódolt, ugyanakkor még néhány további lókuszt is találhatunk ugyanazon a kromoszómakaron.

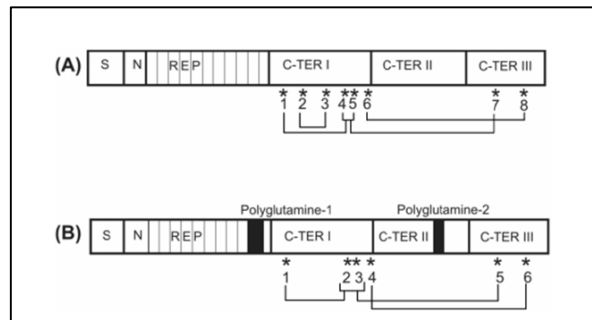
Határozottan megkülönböztethető a *Gli-A1* és a *Gli-D1* valamint a *Gli-B1* gének által kódolt fehérjék szerkezete és tulajdonságai. Noha a fehérjék mindkét csoportja többnyire rövid peptidmintázatok ismétlődéséből alakul ki, ezek a mintázatok különbözőek: a *Gli-A1* és a *Gli-D1* által kódolt fehérjéknél PQQPFQQ, míg a *Gli-B1* gének által kódoltaknál PFQ<sub>2-4</sub> ismétlődése mutatkozik (P=prolin, Q=glutamin, F=fenil-alanin). Ezek a mintázatbeli különbségek természetesen megjelennek a végleges fehérjék aminosav-összetételében is: *Gli-A1* és a *Gli-D1* gének által kódolt  $\omega$ -gliadinok kb. 40 n/n% Glutamint és 30 n/n% Prolint, míg a *Gli-B1* gének által kódolt fehérjék kb. 50 n/n% Glutamint és 20 n/n% Prolint tartalmazzak. Ezen túlmenően e két típusú  $\omega$ -gliadin könnyen elválasztható elektroforézissel alacsony pH érték mellett. *Gli-A1* és a *Gli-D1* fehérjéi sokkal lassabban haladnak, ezeket  $\omega$ -1/2 gliadinoknak, míg a gyorsabban haladó, *Gli-B1* fehérjéket  $\omega$ -5 gliadinoknak hívjuk. Az  $\omega$ -gliadinokat az N-terminális aminosavsorrendjük alapján meg lehet különböztetni egymástól, amelyek az  $\omega$ -5 gliadinokban SRLLS<sub>2</sub>PQ, az  $\omega$ -1 gliadinokban ARQLNPSNKELQ vagy KELQSPQQS és az  $\omega$ -2 gliadinokban ARELNPSNK szekvenciát mutat (A=alanin, E=glutaminsav, L=leucin, S=szerin, R=arginin, N=aszparagin, K=lizin) (Shewry et al., 2009).



4. ábra A HMW glutelin alegység feltételezett szerkezete, spektroszkópiai és hidrodinamikai vizsgálatok alapján (Shewry et al., 2000)

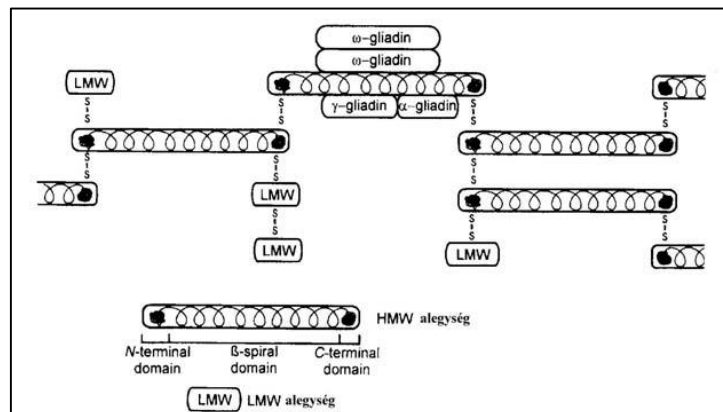


5. ábra LMW glutenin alegységek (Békés 2014)



6. ábra Gliadinok (Békés 2014)

A sikért alkotó fehérje-alegységek a polimerben diszulfid hidakon keresztül kapcsolódnak (7. ábra).



7. ábra Modell a sikért felépítő fehérjék szerepére (Wieser et al. 2006)

### 3.2 A fehérjék eloszlása, felhalmozódása

A fehérjék különösen a gliadinok érett szem szubaleuron rétegében koncentrálnak (Bradbury et al., 1956; Normand et al., 1965; Kent, 1966; Kent and Evers, 1969; Tosi et al., 2009, 2011; He et al., 2013). Az endospermium tehát nem egy homogén szövet, és a főbb alkotórészekre (fehérjék, keményítő és sejtfa-poliszacharidok) nézve minőségi és mennyiségi gradiens is megfigyelhető. A fehérjetartalomban és összetételben megfigyelhető gradiens világos és nagy jelentőségű, mert fő szerepet játszik a sikérférfjék által a búza malomipari értékének meghatározásában. Western blot

analízissel antitestek alkalmazásával kimutatható a speciális sikerfehérjék eloszlása az endospermiumban. A nagy molekulatömegű glutenin alegységek (HMW - glutenin) és a  $\gamma$  gliadinok inkább az endospermium belsőbb rétegeiben, míg a glutenin alacsony molekulatömegű alegységei (LMW - glutenin), az  $\omega$ - és az  $\alpha$ -gliadinok inkább a szubaleuron rétegben jellemzőek. Immunlokalizációval ki lehetett mutatni, hogy a sikerfehérjék szegregációja a fehérjeszemcsék között és azokon belül is előfordul a fehérje felhalmozódás során és ez megőrződik az érett búzaszemben is. Tehát minőségi és mennyiségi gradiens alakul ki az endospermium sikerfehérjéi között a búzaszem fejlődése során. Ennek oka esetleg a szubaleuron sejtek eredete, amelyek a többi endospermium sejtől eltérően redifferenciált aleuron sejtekből jönnek létre, de lehet, hogy speciális szabályzó jelek következménye, amelyeket az érett szövet hoz létre a sikerfehérje génpromóterének speciális doménjén (Tosi et al. 2011).

A szemben belüli expressziós minták nem állandóak: a nitrogén műtrágya alkalmazása befolyásolja azt, alacsony N ellátottság (100kg N/ha) mellett az  $\omega$  gliadin gének inkább az endospermium közepén expresszálódtak, ugyanakkor magas (350kg N/ha) esetén inkább a szubaleuron sejtekben fejeződtek ki (Wan et al., 2013a).

A fehérje felhalmozódásra, a gliadinok és a gluteninek kölcsönhatására és a sikerhálózat kialakulására vonatkozóan is a NIR spektroszkópia hatékony eszköz lehet a növények fiziológiai folyamatainak monitorozására úgy minőségi, mint mennyiségi értelemben, míg a spektrum további rejtett információkat is tartalmaz, amelyeket arra lehet felhasználni, hogy meghatározzuk a búzaszem fejlettségi állapotát (Salgó és Gergely 2012).

### **3.3 A trágyázás fejlődés-, terméshozam- és minőségbefolyásoló szerepe**

A jó sütőipari termék első feltétele a kiváló minőségű alapanyag. A növényi tápanyagok közül a nitrogén fejti ki a legnagyobb hatást a termés minőségére és a hozamra is. A nitrogéntrágyázás növeli a fehérjetartalmat, a nedves siker mennyiségét, az üvegességet az ezerszemsúlyt, sőt még a keményítőtartalmat is (Pollhamerné 1973). Az egyes búzafajták genetikailag meghatározott lehetséges minőségének és terméshozamának kifejeződése csak megfelelő agronómiai eljárások mellett történhet meg. A fejlett mezőgazdaság eszköztárában erre a megfelelő trágyázás van legnagyobb hatással.

A terméshozamért 30-50%-ban a genetikai állomány javítása és 50-70%-ban a mezőgazdasági eljárások a felelősek (Jolánkai 1982, Jolánkai 1985).

A Magyarországon 1967 óta kilenc agroökológiailag különböző területen fenntartott kisparcellás tartamkísérlet alapján, amelyekben hosszú távú N és P műtrágyázási kísérleteket is végeznek, megállapítható, hogy a P és a N műtrágya dózisának növelése figyelemreméltó hatással van a termésmennyiségre, összetételre és minőségre, a kísérlet első 20 évében összegyűjtött és értékelt

adatok átlagához viszonyítva (Ragasits et al., 2000). Ezek a hatások azonban korántsem függetlenek az adott terület agroökológiai adottságaitól. Már alacsonyabb dózisu műtrágyakezelés mellett is terméshozamnövekedés, nagyobbán pedig minőségjavulás is tapasztalható.

Az őszi búza esetén a harmonikus tápanyagellátás (NPK) kedvező tápanyag- és vízgazdálkodású talajtani feltételek mellett is döntő terméshozamnövelő agrotechnikai elem. A 2001-ben végzett kísérletek szerint a vizsgált búzafajták átlagában számított, műtrágyázás nélküli, kontroll terméshozam (3193 kg/ha) az optimális műtrágyaadagok hatására 4 t/ha-ral emelkedett. A műtrágyázás jelentős hatást gyakorolt a terméshozam mellett a minőségre és a minőségstabilitásra is. A műtrágyázás hatását és hatékonyságát agroökológiai, biológiai és agrotechnikai (genotípus, vízellátottság, elővetemény, növényvédelmi technológia) elemek befolyásolják (Pepó P. 2002, 2005, 2006, 2007). A N fejtrágyázás - már 40 kg/ha-os adagban is, de még inkább 80-120 kg/ha-os dózisban terméshozamnövekedést okoz, még aszályos körülmények között is. Kísérletek bizonyossága szerint kedvezőtlen ökológiai körülmények mellett kiemelkedő minőségjavító hatást lehet elérni a nitrogén-fejtrágyázás növekvő adagja mellett (Szentpétery 2004). Az 1967-ben beállított országos műtrágyázási tartamkísérletek eredményei is bizonyítják, hogy a szárazodás következtében terméshozamcsökkenés is mérsékelhető megfelelő dózisu műtrágya alkalmazásával. (Láng et al 2007.)

Általánosan elmondható a műtrágyázással együtt az öntözés hatására a terméshozam szignifikáns növekedést mutat, csakúgy, mint a szemfehérje tartalom. Ezek részleteire világítanak rá Pushman és Bingham (1976) kísérletei: 90 kg/ha-os műtrágyadózist alkalmaztak, amelyet granulátum formájában juttattak ki a kísérleti parcellákra, ennek hatására 12,4 és 6,1 %-kal növekedett a terméshozam, valamint 13,0 és 33,7 %-kal a szemfehérje tartalom attól függően, hogy alkalmaztak öntözést vagy nem. További 45 kg/ha-os N műtrágya dózis, amelyet folyékony urea, fejtrágya formájában juttattak ki az anthesis fázisában, a fehérjék mennyiségét 12,4%-kal növelte az öntözött parcellákban, és csak 8,8%-kal a nem öntözött területeken, a terméshozamra ez utóbbi kezelésnek csekély hatása volt.

A fajták terméshozamában és fehérjetartalmában jelentkező szignifikáns különbség, minden N kezelésnél a terméshozam és a fehérjetartalom fordított viszonyát eredményezte. A fehérjetermelés (N tömeg/területegység) az összes fajtánál hasonló mértékű volt, de a liszthozam az urea kezelés hatására csökkent.

A fajták közötti különbségek, a liszthozam tekintetében stabilnak bizonyultak és nem korreláltak sem az ezerszemtömegegél sem a hektoliter tömegegél. A hektoliter tömeg használható a liszthozam kiszámítására egy fajtából származó mintáknál, azonban félrevezető lehet, ha más-más fajták esetén szeretnénk ezt meghatározni (Pushman és Bingham 1975).

Berecz és Ragasits (1990) a virágzás különböző Feekes szakaszaiban vizsgálták az ammónium nitrát formájában kijuttatott, különböző dózisu (80-200 kg/ha) és a vizsgált Feekes szakaszok közötti különböző elosztású N műtrágya hatását a szárazanyag felhalmozódásra. A kísérlethez felhasznált búzafajta a Martonvásári-4-es volt. A kezdeti növekedéskor sem a N kezelés mennyiségének sem az adagolás időpontjának nem volt hatása erre. A növény N felhalmozódása pozitívan korrelált a N rátával, 349,5 mg maximumot ért el 10 növényenként, 200 kg/ha N felhasználás mellett. Az osztott N adagolás alapvetően nem befolyásolta a N felhalmozódást. 160 és 200 kg/ha tavasszal kijuttatott N alkalmazása hasonló N felhalmozódást eredményezett. A gabona nyersfehérje tartalma a N ellátás növekedésével növekedett és nem hatott rá az osztott kezelés, de a legnagyobb nyersfehérje tartalmat 160 kg N osztott alkalmazása mellett kapták. Ahogy a nyersfehérje tartalom nőtt, a lizin és a treonin tartalom csökkent.

Győri (2006) vizsgálatai szerint a búza minőségét jellemző fehérjetartalmat, a harmonikus NPK alkalmazás jelentősen növeli. Ezt támasztja alá a 2001-es és 2003-as kísérleti eredmény, amely során a trágyázatlan kontrol 10%-nál alacsonyabb fehérjetartalma már 60 kg/ha N+PK adaggal 12-re, vagy magasabb értékre növekedett. A nedves sikértartalom vizsgálatánál a trágyázatlan kontrol értéke 25% alatt volt, míg a 60 kg-os N+PK minden vizsgált évben 30%-nál több nedves sikért eredményezett. A 60 kg/ha-os műtrágyadózis minden megfigyelt fajta sütőipari értékét is javította, azonban ennél több tápanyag e minőségi mutatót tekintve nem minden esetben jár további emelkedéssel. Tanács et al. (2006) kísérleteik során megállapították, hogy a növekvő műtrágyakezelések általában fokozatosan növelték a nedvessikér-tartalom értékeit, a 40+40 kg/ha N, 40 kg/ha P, 40 kg/ha K eredményezett megbízható nedvessikér-tartalom növekedést. A fungicidkezelésekkel együtt a műtrágyakezelés még inkább növelte a nedvessikér tartalom értékeit. Éves értékelésben és hároméves átlagban is a kezelések nyomán szignifikáns különbségek mutatkoztak a fajták között a sütőipari értékszámokban.

Szentpétery et al. (2005) vizsgálatai szerint a nitrogén fejtrágyázás növekvő adagjai, valamint azok megosztása a zömében kedvezőtlen ökológiai viszonyok mellett minőségjavító eredményeket produkáltak. A 40, 80, 120, 40+80 és 80 + 40 kg/ha műtrágyakezelési sor közül a 120 kg/ha-os dózis a terméseredményre csökkenő hatékonyságú volt, a fehérje- és sikértartalom szempontjából viszont a nagyobb tápanyagmennyiség minőségi többletet eredményezett. A kísérletben a fejtrágya megosztása nagyon jó hatásúnak bizonyult. A sütőipari minőség szempontjából az egyre növekvő műtrágya mennyisége, párosulva a kétszeri, késői kiszórás hatásával, növekvő értéket produkált. A legjobb volt az a kezelés (80+40 kg/ha), amelyik egy viszonylag magas mennyiséggel megadta a búzának a kezdeti fejlődés lehetőségeit, majd a virágzáskori újabb fejtrágya egyértelműen segítette a fajtát abban, hogy megközelítse a genetikailag és az évjárat alapján lehetséges maximális sütőipari minőséget. Fuertes-Mendizábal et al. (2010) szerint a búzaszem N tartalma

függ a fajtától, a környezeti hatásoktól, és a műtrágyázás elosztásától. Amikor egy fajta (Soissons) reakcióját vizsgálta a megnövelt N dózisokra és ezek különböző adagokban és időben való kijuttatására, megállapította, hogy nem csak a megnövelt N dózisonak, de annak elosztásának is kedvező hatása volt a búzaminőségre. Ha kis mennyiségű N műtrágyát a vegetációs időben szétosztva alkalmaztak, akkor ennek kedvező hatása volt, kiegyenlítette a búza minőségét. A metabolikus fehérjék összetétele változatlan maradt függetlenül a gabona N tartalmától, ugyanakkor a tartalékfehérjék tekintetében növekedés volt megfigyelhető a gabona N ellátottságának javulása során. A tészta rugalmassága, nyújthatósága tekintetében ugrásszerű növekedés volt megfigyelhető, amely a glutenin frakció kismértékű, egy bizonyos küszöbérték fölé való növekedésével van összefüggésben, ami arra utal, hogy egy nagyobb fokú glutenin polimerizációs szint a felelős a minőségjavulásért. Úgy a N műtrágya arányának növelése, mint a nitrogénmennyiség időben való elosztása a HMW-GS mennyiségének a növekedését eredményezte, amely több diszulfid híd kialakítását teszi lehetővé, nagyobb fokú polimerizációt eredményezve, amely felelős lehet a minőség javításáért.

A N műtrágya dózisának az emelése (0-tól 288 kg/ha-ig) a gliadin fehérjék arányának és a tészta nyújthatóságának a növekedését eredményezte (Godfrey et al., 2010). Az a liszt, amely a 192 kg/ha-os N és 0 kg/ha S műtrágyakezelést kapott búzából származott, hasonló volt ahhoz, amely 192 kg/ha N-t és 53 kg/ha S-t kapott. Azonban a  $\omega$ -gliadinok részaránya megnövekedett és a tészta erőssége hasonló volt az alacsonyabb N dózisban részesült búzából származó lisztekéhez. A 35 t/ha istállótrágyával kezelt gabona N mennyisége megegyezett a 144 kg/ha N-nel kezeltével, ami azt mutatja, hogy a legtöbb alkalmazott N felvehetetlen volt a növény számára. Az ebből a parcellából származó liszt fehérje-összetétele és a tészta tulajdonságai hasonlóak voltak azon gabona tulajdonságaihoz, amely a hagyományosan trágyázott parcelláról származott és hasonló N tartalommal is rendelkezett. A szem N tartalmában, a fehérje-összetételben, és funkcionális tulajdonságaiban hasonló különbségeket figyeltek meg azokban a gabonamintákban, amelyek az organikus gazdálkodásból és hagyományos mezőgazdaságból származtak.

A búzaszem fehérjetartalma nem csak malomipari, de termesztési szempontból is jelentőséggel bír. Ayers et al. (1976) őszi búzánál (*Triticum aestivum* L.) urea fejtrágya alkalmazása mellett vizsgálták a szemméretet, a teljes, a frakcionális és egyedi proteinösszetételt és a csíranövény életereje közötti összefüggést. Azt találták, hogy szoros összefüggés van a csíranövény életereje, valamint a szem és endospermium teljes fehérjetartalma között. A csíranövény életerejét nagyban befolyásolta a sóoldatban oldható és abban nem oldható frakciók aránya az endospermiumban. Az SDS gélelektroforézissel elválasztott egyedi fehérjék többsége – úgy az endospermium híg sóoldatokban oldható, mint a sóoldatokban nem oldható frakciói – pozitívan korrelált a csíranövény életerejével. A növekedési vizsgálatokban addig, amíg a nagy proteintartalmú szemek

súlya és fehérjetartalma gyorsabban csökkent, mint a kis fehérjetartalmúaké, addig a nettó asszimilációs rátában, a relatív növekedési rátában, vagy a levélfelület arányban nem volt ilyen különbség. A szemméret változásával az oldhatatlan és oldható fehérjék közötti arány nem változott, azonban urea alkalmazásával ez az arány növekedett. A gliadin frakció N tartalma a N műtrágyázás hatására növekedett, az urea fejtrágyaként és a herbicidek szubtoxikus szinteken való egyidejű alkalmazásával a glutenin frakció N tartalma lecsökkent.

A sikéreképző polipeptidek bioszintézisét nyomon követve kimutatható, hogy a szemfejlődés korai szakaszaiban kis mennyiségű gliadin és glutenin monomereket lehet találni, azonban e fehérjék zöme a fejlődés későbbi szakaszaiban szintetizálódik. A kísérleti eredmények megerősítették azt a korábbi feltételezést, miszerint a glutenin polimerek képződése és felhalmozódása később kezdődik, mint a monomerek szintézise. Bebizonyosodott, hogy a fehérjeszintézis első fázisában a monomerek „szabad” állapotban vannak, a polimer glutenint csak később lehet kimutatni. A HMW glutenin alegységek egymással párhuzamosan szintetizálódnak, mennyiségileg pedig a B és D kromoszómák által kódolt polipeptidek dominálnak. Noha az egyes fajták között a teljes fehérjemennyiség, a gliadin, glutenin és az egyedi glutén-képző polipeptidek mennyiségében szignifikáns különbség mutatkozhat, az egyes fehérje összetevők felhalmozódásának karaktere – fehérjetömeg/szem alapon meghatározva – azonban hasonló, egy szigmoid görbén lehet megjeleníteni (Abonyi et al. 2007). Liu et al. (2007) kísérletének eredményei azt mutatták, hogy a N műtrágyázás hatására (0, 120, 240 és 360 kg/ha urea) jelentősen megnőtt az albumin és a globulin tartalom a szemtelítődés korai szakaszában, de ez a hatás később fokozatosan csökkent. Az érésig nem volt érezhető hatása a különböző N dózisoknak az albumin és globulin tartalomra nézve. A N műtrágyázás egyaránt megnövelte a gliadin és a glutenin mennyiségét, a gluteninét valamivel nagyobb arányban. Ebből következően a glutenin gliadinhoz viszonyított aránya megnőtt. A N kezelés a liszt nedves sikér tartalmát is megnövelte és így elnyújtotta a farinográfós tézsta-kialakulási időt, növelte a stabilitását és eltarthatóságát.

A kétdimenziós gélelektroforézis feltárta, hogy virágzás utáni trágyázás hatására változások következnek be a proteomban, amely meghatározó jelentőségű a liszt minősége és az immunogenitás szempontjából (Altenbach et al. 2011). Az ásványi táplálásnak a szemfejlődés során nagy hatása van a liszt fehérjetartalmára és összetételére, ami viszont befolyásolja ennek a terméknek a minőségét és immunogén potenciálját. A búzaliszt proteomjának összetettsége miatt nehezen meghatározható az ásványi táplálás pontos hatása a fehérje összetételre. Tandem tömegspektroszkópia (MS/MS) segítségével javult a lisztfehérjék meghatározása és hozzáférhetőek egy amerikai búzából (Butte 86) származó liszt átfogó proteom térképei. Mindez lehetővé teszi, hogy dokumentálni lehessen a liszt egyedi fehérjéiben a műtrágyázás hatására bekövetkező változásokat. A Butte 86 jelű őszi búzát virágzás után műtrágyával kezelték, illetve

kontrollt is alkalmaztak. Mennyiségi 2D gélelektroforézist használtak, hogy meghatározzák a belőlük származó lisztek fehérje-összetételét. A kezelés hatására 54 egyedi fehérje aránya változott szignifikánsan. A legtöbb omega-gliadin, HMW-GS-ok és a szerpinek (szerin proteáz inhibitorok) csakúgy, mint néhány alfa-gliadin aránya megnőtt a kezelés hatására. Ezzel ellentétesen az alfa-amiláz/proteáz inhibitorok farininek, purininek és puroindolinok aránya csökkent. Növekedés volt tapasztalható még számos alacsony molekulatömegű glutenin alegység (LMW-GS), globulinok, és enzimek esetén. A HMW-GS, LMW-GS aránya 0,61-ről 0,95-re, míg a gliadin, glutenin arány 1,02 ről 1,30-ra emelkedett a műtrágyázás hatására. Mivel a liszt fehérjetartalma a virágzás utáni műtrágyázás hatására megkétszereződött, 7-ről 14%-ra emelkedett, a legtöbb fehérjetípus abszolút mennyisége megnőtt. Az adatok azt sugallják, hogy a lisztfehérjék a virágzás utáni műtrágyázás hatására változhatnak a kéntartalmú aminosavak (Cys, Met) mennyisége szerint.

A N műtrágyázás mértékének nem csak a fehérjetartalomra van szignifikáns hatása, de rajta keresztül az alkoholhozamra vonatkozóan is. Kindred et al. (2008) mérései szerint átlagban tonnánként 10 kg fehérjenövekedés 5,7 l alkohol csökkenést eredményez. A két fajtán elvégzett kísérletek során a genotípus csak kis mértékben befolyásolta a fehérjetartalmat. Az alkalmazott N kezelés a két fajtára megegyezően hatott, vagyis a műtrágyakezelés és a fajta kölcsönhatásának egyik vizsgált tulajdonságra sem volt hatása. A különböző gabonafehérje szintek esetén egyenletes különbségek mutatkoztak tehát a keményítőtartalomban és ebből következően az alkoholhozamban is. A méretkizárásos kromatográfiával történő tartalékfehérje-összetétel vizsgálat kiderítette, hogy a gliadinok mennyisége 0,56 g-mal növekedett minden gramm teljes gabonafehérje növekedésével, tehát tömegét tekintve a legfontosabb tartalékfehérjét képezték. Mindez arra utalt, hogy az alacsony gliadin tartalomra vonatkozó nemesítés csökkenti a gabonafehérje mennyiségét és növeli az alkoholhozamot. Statisztikailag kimutatták, hogy a gazdaságilag optimális N műtrágya mennyiség közel van ahhoz a mértékhez, amely a maximális alkoholtermelékenységet képes produkálni

### **3.4 A műtrágyázás hatása a génexpresszió szabályozására**

A szerves vagy szervetlen trágyázás hatására jelentősen megváltozik a búza génexpressziója (Lu et al. 2005). A terméshozamra, és minőségre a legnagyobb befolyással a N van, ezért a mezőgazdaság számára és környezetvédelmi szempontból is nagy fontossággal bír a N trágyázás helyes és pontos megtervezése. Ennek ellenére még keveset tudunk a különböző N dózisok és formák génexpresszióra gyakorolt hatásáról a szántóföldi gabonák esetében. A rothamstedi Broadbalk őszi búza kísérletből és még három másik kísérleti tábláról származó mintákat EST (expressed sequence tag) alapú búza mikroarray technikával vizsgálták és kimutatták, hogy az egyes gének meglepő módon különböző expressziós szinttel reagálnak a szerves vagy szervetlen



formában adagolt N trágyázásra. Számos génről, amelyik különböző génextpressziós szinteket mutat, tudjuk, hogy részt vesznek a N metabolizmusban és a raktározófehérje szintézisben. Mások szerepe viszont még ismeretlen, így ez a jövő kutatásainak megfelelő témája lehet. A jellemző génextpresszió használható az organikusan vagy hagyományos mezőgazdaságban termesztett búzák elkülönítésére.

Az egyik új  $\omega$  gliadin géncsalád szabályozása nagymértékben a N ellátás befolyása alatt áll a szemfejlődés folyamán (WAN et al. 2013a). 6 búzafajtát három különböző szintű, 100, 200 és 350 kg/ha-os N kezelés mellett neveltek Rothamstedben 2009-ben és 2010-ben. Affymetrix wheat GeneChip®-pel jellemezték a virágzás utáni 21. napon a fejlődő gabonaszem génextpresszióját. A 105 transzkriptumból 4-et, amelyek transzkripcióját a N szignifikánsan felülszabályozta,  $\gamma$ -3 hordeinként azonosították. Az expresszált szekvenciák meghatározása bebizonyította, hogy ezek aminosavsorrendje eltér a korábban leírt (tipikus)  $\gamma$ -gliadinok szekvenciájától és a  $\gamma$ -gliadinok egy új családját képviselik. Real time reverz transzkriptáz PCR módszerrel vizsgálták a búzaszem érése közben a transzkriptumokat a virágzást követő 14, 21, 28 és 35. napon és azt találták, hogy ez a transzkripció a 21. napon volt a legtopegesebb és ekkor reagált legnagyobb mértékben a N kezelésre. A Hereward búzafajtából és a rokon *Aegilops tuschii* valamint a *Triticum monococcum* fajokból PCR technikával négy új  $\gamma$ -globulin gént sikerült izolálni, míg hármat a búza (Chinese Spring fajta) genom szekvencia adatbázisból azonosították. A hét feltárt génhez köthető aminosavszekvencia azt mutatta, hogy ezek mindössze 44,4-46,0 % azonosságot mutatnak a tipikus  $\gamma$ -gliadinokkal, de 61,8-68,3%-os azonosságot mutatnak a vad árpa faj *Hordeum chilense*  $\gamma$ -3 hordein szekvenciáival. Az új  $\gamma$ -gliadin gént az első kromoszómacsoportban lokalizálták (1A, 1B, 1D)

### **3.5 Egyéb tényezők hatása a termésmennyiségre és a minőségre**

Van Lili et al. (1995) szerint a hozamot és a technológiai minőséget befolyásoló környezeti hatások eredményeként a sütőipar meglehetősen egyenlőtlen minőségű lisztet kap, amely negatívan hat a búza piaci értékére. Számos genetikai és környezeti tényező hathat a sütőipari minőségre. A hozam és a fehérjemennyiség (koncentráció) a környezeti hatások szerint változik, míg a tésztaminóság alapvetően örökletes meghatározottságú.

Dupont és Altenbach (2003) szerint a búza szemtelítődése során a terméshozamra és a liszt minőségére erős befolyással vannak a környezeti tényezők. A környezeti változók (hőmérséklet, vízellátás, tápanyagellátás) egyedi módon és különböző mechanizmusok során befolyásolják a búza fejlődésének, a fehérje felhalmozódásának, és a keményítő lerakódásának az arányát és időtartamát. A környezeti hatások hozzáadódnak a génextpresszó belső időbeli mintázatához a gabona fejlődése során. A genetikai és a proteomikai kutatások összevetése az ellenőrzött

környezeti körülmények között végzett kutatásokkal feltárhatják a szemfejlődés során zajló génextpresszió komplex mintázatát, felfedve azon kulcsfontosságú szabályozási folyamatokat, amelyeket a környezeti hatások befolyásolnak, és bemutatva a környezeti tényezők lisztminőségre és összetételre gyakorolt hatásának molekuláris alapjait.

Borojevic és Williams (1982) szerint a minél nagyobb terméshozam elérésének elengedhetetlen feltétele az adott környezeti viszonyok mellett a legjobb fajta kiválasztása. A genotípus ugyanis alapvetően meghatározza a szemszám/kalász arányt, az ezerszemtömeget, a betegség ellenállóképességet és az állóképességet, csakúgy, mint a terméshozamot. Az egy évtizeden át folytatott vizsgálatok alapján kiderült, hogy a genotípus és a környezet kölcsönhatása hogyan hat azon paraméterekre, amelyek meghatározzák a növény tápanyag-felhasználó és forráskapacitását, és ezek hatását a terméshozamra. A levélfelületi index (LAI) és a levélfelület tartósság (LAD) esetén az évjárathatás bír nagyobb jelentőséggel, mint a genotípus vagy az évjárat, illetve a kettő kölcsönhatása. A környezeti tényezőknek nagyobb hatása volt a forráskapacitásra, mint a tápanyag felhasználó tényezőkre. Más változók közvetlen hatása különbözött az egyes fajták között, néhány pozitív néhány pedig negatív közvetlen hatást gyakorolt a terméshozamra. A klimatikus hatások közül csak a májusi, júniusi napsütéses órák számának növelése mutatott pozitív összefüggést a terméshozammal, például az ivarsejtek kialakulásának, a megtermékenyítés és a szemtelítődés időszakában.

A különböző évjáratok minőségre gyakorolt hatása a nedvessikér-tartalom és a farinográfus érték esetében eltérő módon érvényesül. Kísérletek szerint a vizsgált fajtáknál, amíg a nedvessikértartalmat – az évjárathatás érvényesülése mellett - megfelelő trágyázással magas szinten, javító minőségi kategóriában lehetett tartani, addig a farinográfus értékszámot az évjárat sokkal nagyobb mértékben befolyásolta. Még kedvező trágyázás esetén is igen széles intervallumban, 39 (C1) és 80 (A2) között változott. A vizsgálatok bizonyították, hogy aszályos évjáratokban a szemtelítődési folyamatok zavart szenvedtek, nem alakult ki a megfelelő sikerösszetétel, nem tudott kedvező sikérváz kialakulni (Pepó P. 2004).

Keszthelyen, egy átlagos K ellátottságú, alacsony foszforszinttel rendelkező és közepes N tartalmú Ramann-féle barna erdőtalajon azt vizsgálták, hogy a szerves és szervesetlen N műtrágyázás hogyan hat a búza terméshozamára és minőségére (Kismányoky és Ragasits 2003). A szervesetlen N műtrágyázás alkalmazása az istállótrágyázás mellett megnöveli a sikértartalmat, a farinográfus értéket és a Zeleny-féle szám szintén szignifikánsan növekszik. Ha alacsony N műtrágya mennyiséget alkalmaznak, akkor az általános javulás nem érzékelhető az istállótrágya kedvező hatása ellenére sem. A kísérletben 0-200 kg/ha N, valamint egyaránt 100 kg/ha foszfor ( $P_2O_5$ ) és kálium ( $K_2O$ ) kezeléseket, istállótrágyázást, szalmatrágyázást és zöldtrágyázást alkalmaztak nem trágyázott kontrol mellett. A N trágyázásnak lényeges hatása volt a terméshozamra (az 1,98 t/ha-

os hozam háromszorosára növekedett 200 kg/ha-os N műtrágya adagolásával). A kezelések szignifikáns hatással voltak a búzaminőségre is.

A hőmérsékleti hatás és a nitrogénellátás mértéke különbözőképpen hat a szentömege, a fehérjetartalomra, a gliadin összetételre és tartalomra. A hőmérséklet és a nitrogénellátás növelésével megnő a fehérjék és a gliadinok aránya a lisztben, ugyanakkor a nyersfehérjék vagy a gliadinok mennyiségére a magas hőmérséklet kedvezőtlen míg a jó N ellátottság pozitív hatással van. Mindkét faktor növeli az  $\omega$ -gliadinok arányát az összes gliadinokon belül, míg az  $\alpha$ - és  $\beta$ -gliadinok aránya növekszik a hőmérséklet és csökken a N mennyiségének növelésével. A  $\gamma$ -gliadinok arányát csökkenti a növekvő hőmérséklet és növeli a N mennyisége. A hőmérséklet és a nitrogénellátás eltérő hatása a lisztben levő fehérjék gliadin arányára és a gliadinok összetételére, a szemben felhalmozódott fehérjék vagy gliadinok teljes mennyiségével magyarázható. Megállapítható, hogy a két megközelítés a liszt és a szem szintjén egymást kiegészíti, az első a nyersanyag jellemzésére használható, a második pedig arra, hogy a szem összetételének változatait megértsük és modellezzük (Daniel és Triboi 2000).

Az aratáskori gliadin tartalom és összetétel fontos szerepet játszik a búzaliszt tulajdonságainak és felhasználhatóságának meghatározásánál. A virágzás után alkalmazott hőmérsékletnövelés hatására megnő a naponkénti gliadinfelhalmozódás aránya és csökken az egy napon belüli felhalmozódás időtartama. A hatás nagyobb mértékű az  $\alpha$ - és  $\beta$ -, mint az  $\omega$ -gliadinok esetén. A N műtrágyázás megemeli a napon belüli fehérjefelhalmozódás arányát és hosszát. A virágzás előtti N szint befolyásolja a virágzáskori N ellátás hatását. Az  $\omega$ -gliadin felhalmozódására a N ellátás viszonylag nagyobb hatással van, mint az  $\alpha$ -,  $\beta$ -, és  $\gamma$ -gliadinokéra. A gliadinok végső összetétele a felhalmozódás arányának és a szintézis hosszának a függvénye, amelyet az határoz meg, hogy mikor indul be és mikor áll le a szintézis. Az egyes gliadin frakciók közötti dinamikus N allokáció, amely a termikus kezelés szempontjából írható le, alkalmas arra, hogy modellezze a búza gliadin tartalmát és összetételét (Daniel és Triboi 2001).

A N műtrágyázás, a virágzás utáni hőmérséklet és a szárazság hatása megmutatkozik az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) szárazanyag felhalmozódásának kinetikájában, az összes N mennyiségében és a fehérjeösszetevők (albuminok, globulinok, amfifilek, gliadinok és gluteninek) arányában. A poszt antézis időszakában alkalmazott hőmérsékleti vagy vízellátási hatások nem befolyásolják szignifikánsan a fehérjefrakciók felhalmozódásának a kinetikáját, míg a N műtrágyázás alkalmazása jelentősen befolyásolja a tartalékfehérjék felhalmozódásának idejét és azok mennyiségét. Az albumin-globulin fehérjék felhalmozódása a szemfejlődés korai szakaszában történik. A frakció felhalmozódási aránya szignifikánsan csökken a virágzás után, amikor is a tartalékfehérjék (albuminok és a globulinok) felhalmozódása lényegében beindul.

A különböző környezeti hatásokra egyetlen allometriás viszony létezik minden egyes fehérjefrakció, valamint a szemenkénti összes N mennyisége között. A N felosztás folyamata nem befolyásolt sem a virágzás utáni hőmérséklettől vagy szárazságtól sem a N műtrágyázás idejétől vagy dózisától. A proteinfrakciók összetételének változása az érésnél leginkább a szemtelítődéskor felhalmozódott összes N függvénye (Triboi et al. 2003).

Ellenőrzött körülmények mellett vizsgálták az ásványi tápanyagok és a hőmérséklet hatását a búzaszem fehérjéinek felhalmozódására és összetételére, valamint a sütőipari minőségére (Dupont et al., 2006). 24°C nappali és 17°C éjjeli (24/17°C) hőmérsékleti kezelés mellett a virágzás utáni, csepegtetős öntözési rendszerben folyamatosan adagolt nitrogén, foszfor és kálium műtrágya (N:P:K=20:20:20 ) megnövelte a fehérje-felhalmozódás mértékét, megduplázta a lisztfehérje arányát és némileg megnövelte a szem tömegét. Ezzel ellentétben a virágzás utáni NPK kezelés szinte teljesen hatástalan volt a fehérje-felhalmozódás mértékére, időtartamára, vagy a lisztfehérjék arányára, amennyiben magas hőmérsékleti kezeléssel (37/28°C) párhuzamosan történt a tápanyag-szolgáltatás. A 37/28°C kezelés megrövidítette a szemtelítődés időszakát, lerövidítette a szárazanyag felhalmozódás idejét, és a szemtömeget 50%-kal csökkentette. 32/28°C-os hőmérsékleti rezsim mellett a búzaszemek fehérje-felhalmozódásának a mértéke, hossza és a szemenkénti nyersfehérje mennyisége NPK kezeléssel vagy nélküle hasonló volt annak a búzatermésnek a fenti tulajdonságaihoz, amely a 24/17°C-os hőmérsékleten nevelt, de virágzást követő NPK kezelésben nem részesített növényekből származott. Transzkripciós és fehérje profil vizsgálatok megerősítették, hogy a 37/28°C-os kezelés lerövidíti a fejlődést a gliadinok és gluteninek összehangolt szintézisének megzavarása nélkül, noha megfigyelhető az NPK műtrágyázás és a hőmérséklet néhány specifikus hatása az egyes gliadinok és gluteninek relatív mennyiségére. Az  $\omega$ -gliadinok, az  $\alpha$ -gliadinok és a nagy molekulatömegű glutenin alegységek (HMW-GS) transzkripciós szintje 24/17°C-os kezelés mellett, virágzás utáni NPK hiányában lecsökkent, ugyanakkor az alacsony molekulású glutenin alegységek (LMW-GS) és a  $\gamma$ -gliadinok transzkripciós szintje csekély változást mutatott. Kétdimenziós gélelektroforézissel bizonyították, hogy számos  $\omega$ -gliadin,  $\alpha$ -gliadin és HMW-GS relatív mennyisége alacsonyabb volt virágzás utáni kezelés nélkül, mint NPK kezelés mellett, ugyanakkor a LMW-GS legtöbbjének relatív mennyisége NPK kezelés mellett volt alacsonyabb. A hőmérséklet hatása a relatív mennyiségre általában csekélyebb volt, mint az NPK hatása. A virágzás utáni NPK kezelés nélkül, 24/17°C-os kezeléshez hasonlítva a 37/28°C-nál néhány  $\alpha$ -gliadin és HMW-GS relatív mennyisége magasabb volt, NPK-val vagy nélküle, és 37/28°C-os hőmérsékleti kezelés mellett a legtöbb LMW-GS relatív mennyisége lecsökkent. A próbacipó térfogat a lisztfehérje arányával korrelált, tekintet nélkül a hőmérsékleti kezelésre, de a dagasztási tűrés index a legmagasabb azon lisztekénél volt, amelyek 24/17°C-os hőmérsékleti kezelés mellett NPK kezelésben is részesültek.

### 3.6 Transzgenikus vonalak a búza minőség javítás szolgálatában

Rendelkezésre állnak olyan eredmények, amelyek azt mutatják, hogy létre lehet hozni olyan transzgenikus búzavonalakat, amelyek terméséből jobb sütőipari tulajdonságokkal rendelkező lisztet lehet előállítani. A brit kutatók által kifejlesztett és jellemzett B73-6-1 jelű transzgenikus búzavonal az eredeti HMW-glutenin génjét (*IDx5*) 10-15 extra másolatban tartalmazza, amely körülbelül négyszeresére növeli a kódolt fehérje mennyiségét. Martonvásáron 2000 és 2002 között tanulmányozták e transzgenikus búzavonal technológiai és reológiai tulajdonságait összevetve a nem transzgenikus kontrollal. Az eredmények azt mutatják, hogy számos generáción át stabilan öröklődtek a transzgenikus és a kapcsolt funkcionális tulajdonságok. A terméshozam tekintetében nem lehetett különbséget kimutatni a transzgenikus és az eredeti genotípus között, de a szemkeménység és a szemméret tekintetében a genotípusos különbségek megmutatkoztak. A transzgenikus vonalnak nagyobb volt a szemkeménysége a szemmérete viszont kisebb. A transzgenikus B73-6-1 növények némileg nagyobb fehérjetartalommal rendelkeztek a kontrollnál (L88-6), de ez nem tekinthető szignifikánsnak. Ettől eltérően az *IDx5* HMW glutenin alegység mennyisége, a *Dx/Dy*-, a HMW/LMW- és a glutenin/gliadin arány szignifikánsan, 400%-kal nőtt. Ugyanakkor a nedves sikértartalom és az SDS szedimentációs index csökkent. A fehérjemátrix szerkezetében szignifikáns változások következtek be a HMW-gluteninek x y arányának eltolódása miatt, és így a liszt tulajdonságai is megváltoztak. Azon tulajdonságok, amelyek a tészta stabilitását és erősségét jellemzik azt mutatták, hogy a B73-6-1 tésztaja erősebb lett, de csökkent a nyújthatósága. Az ebből a transzgenikus vonalból előállított liszt alkalmas lehet a silányabb lisztek feljavítására (Rakszegi et al. 2005).

Egy disznóparéj-félében (*Amaranthus hypochondriacus*) található, magas esszenciális aminosavtartalommal rendelkező, 35 kDa-os AmA1 szem-fehérjét kódoló albumin génjével transzformálták a Cadenza fajtájú kenyérgabonát (*Triticum aestivum*). A T1 vonal Southern-blot analízisével bebizonyosodott az idegen gén integrációja, míg a minták RT-PCR és a Western-blot analízise megerősítette ezen transzgénnek transzkripcióját és translációját. Az extra albumin fehérje hatását a liszt tulajdonságaira, amelyet a T2 vonalból felszaporított szemekből nyertek, a teljes fehérjetartalom és az esszenciális aminosavtartalom, a polimer/monomer és a HMW/LMW arány megvizsgálásával határozták meg. Az eredmények azt mutatták, hogy nem csak az esszenciális aminosav tartalmat lehet megnövelni, de néhány lisztminőséggel összefüggő paramétert is lehet javítani az AmA1 protein expresszáldásával (Tamás et al. 2009.).

### 3.7 Környezetvédelmi aspektusok

Ragasits et al. (1996) vizsgálatai alapján a különböző N formák (ammónium-nitrát, AN, urea (Formurin/FO) és paraffin burkolatú urea (Paramid/PA)) hatással vannak a N szivárgásra, N felvételre, azonban a terméshozamra és a sütőipari minőségre az őszi búza esetén ezek nincsenek befolyással, vagyis inkább környezetvédelmi, mint közvetlen gazdasági indokai lehetnek a használatuknak. A tápanyagot lassan leadó N műtrágyák kedvelt tulajdonsága, hogy állandó N ellátást biztosítanak, ugyanakkor csökken a N elszivárgás veszélye. A késő őszi FO és PA adagolás ősszel alapvetően mintegy 38 %-kal és 15 %-kal kisebb N minimum szintet jelentett a talaj 0-90 cm-es rétegében, mint az AN adagolás. A N minimum szint a kontrolparcellákon ebben a rétegben nem volt kiemelkedő. A N ellátásban levő különbségek megmutatkoztak a búza N felvételénél is. AN és PA kezelés esetén a N felvétel mértéke hasonló volt a szárnövekedési és a virágzási periódusban is, ha azonban FO-t alkalmaztak a N felvétel a búza élete során lassan csökkent. Ennek ellenére a terméshozam nem függött a N adagolás formájától. A sütőipari minőséget nem befolyásolták kedvezően a lassú adagolású N műtrágyák összehasonlítva az AN-nel. Hektáronként 160 kg N-re volt szükség ahhoz, hogy elérjék a maximális nedvesség tartalmat, Zeleny számot és a farinográfus értéket. Sem az FO sem a PA kezelések nem eredményeztek szignifikáns eltéréseket a fenti paraméterekben az AN-nel való összehasonlításkor.

A N műtrágyázás a termelőknek jelentős költséget jelent, ugyanakkor N kimosódás, a műtrágya termelése és a kijuttatása során a fosszilis üzemanyagok használata és a denitrifikáció során a  $N_2O$  kibocsátás környezeti hatással is járhat. A N-hatékony kultúrák kifejlesztése gazdasági előnyt jelent a termelők számára és segít lecsökkenteni a túlzott mértékű N műtrágyázáshoz kapcsolódó környezeti terhelést. Foulkes és munkatársai (2009) megállapították, hogy

- (1) a megnövelt mélységi gyökérsűrűség (RLD),
- (2) a növényi szár magas N-kötő képessége, esetlegesen kapcsolódva magas maximum N felvételi rátával,
- (3) a levéllemez alacsony N koncentrációja,
- (4) a szárból a szem felé irányuló hatékonyabb virágzás utáni N remobilizációs képesség, de kisebb hatékonyságú N remobilizáció a levéllemezből a szem felé, mindkettő lehetőleg együtt a késleltetett öregedéssel, és
- (5) a szem alacsonyabb N koncentrációja különösen jelentős lehet a nagyhatékonyságú N felhasználás (NUE) eléréséhez a takarmánybúza fajtáknál és a
- (6) kenyérbúzafajtáknál, a magas NUE együtt járhat a N nagy hatékonyságú felvételével és asszimilációjával, a virágzás utáni nagy hatékonyságú N remobilizációval és/vagy speciális szemfehérje összetétellel.

### 3.8 Egészségügyi vonatkozások

A feldolgozóipar és az ételallergia kutatás élénk érdeklődést mutat a búza  $\omega$ -gliadinok iránt. Különösen fontos az  $\omega$ -5 alcsoport, a búzalisztfüggő terhelés indukálta anafilaxia (WDEIA) kialakulásában betöltött szerepe miatt (Morita et al., 2003; Matsuo et al., 2005). Ez az allergiás válaszreakció akkor fordul elő, ha az érzékeny személy fizikai erő kifejtés előtt emésztette meg a búzát. Ilyenkor a tünetek rendkívül hevenyek, legrosszabb esetben halálos esetek is előfordulhatnak (Palosuo et al., 2001; Morita et al., 2003). A többi sikerfehérjéhez hasonlóan ezek is genetikai polimorfizmust mutatnak. (Metakovsky, 1991; Denery-Papini et al., 2007). A búza  $\omega$ -gliadin fehérjék és gének pontos számbeli meghatározása még várat magára. Sabelli and Shewry (1991) southern blot analízist használtak és azt találták, hogy a kenyérbúza 15-18  $\omega$ -gliadin gént tartalmaz. Számos szerző meghatározott egy-egy  $\omega$ -gliadin N-terminált szekvenálással vagy elektroforézissel vagy reverz-fázisú HPLC-vel (Kasarda et al., 1983; Masci et al., 1993, 1999; Dupont et al., 2000). Dupont et al. (2011) 7  $\omega$ -gliadint határoztak meg 2-D gélelektroforézissel és tandem tömegspektrometriával, de nem állapították meg, hogy ezek monomer vagy polimer fehérjék voltak-e. Wan et al. (2013b) az  $\omega$ -gliadinok kétféle mintázatát azonosította hat fajtában, beleértve a monomer „gliadin” proteineket és a polimer „glutenin” frakcióban lévő alegységeket. Azt a következtetést vonták le, hogy az általuk vizsgált hat búzafajta két csoportja legalább hét és öt  $\omega$ -gliadin fehérjét tartalmaz. Az  $\omega$ -5 gliadin polimer formája ( $\omega$ -5b) három fajtában (Hereward, Istabraq, Malacca) fordult elő, az  $\omega$ -2 gliadin polimer formája ( $\omega$ -2b) mind a hat fajtában jelen volt. Ez azt mutatja, hogy az  $\omega$  gliadinok polimer formái széleskörűen elterjedtek a modern búzafajtákban és mutatja, hogy ezek szerepének további tanulmányozása a glutenin polimer szerkezetében, valamint a tészta sütőipari minőségében igazolható lesz.

Moss et al., (1981); Wieser és Seilmeier (1998); Godfrey et al. (2010); Altenbach et al. (2011) igazolta, hogy a növekvő mértékű N trágyázás az  $\omega$ -gliadinok arányának növekedését okozza. A parcellán belüli N dózis emelése növelte az  $\omega$ -5 gliadinok arányát is.

A bőségesebb N műtrágyázás hatására az  $\omega$ -5 gliadinok arányának növekedése valószínűleg összefüggésben van azzal, hogy ezen fehérjék N tartalma nagyobb, mint az  $\omega$ -1/2 gliadinoké.

Az  $\omega$ -gliadinok sütőipari értékben játszott szerepe még tisztázatlan. Tisztított fehérje hozzáadása a liszthez pozitív (Khatkar et al., 2002a, b) vagy negatív (Uthayakumaran et al., 2001; Fido et al., 1997) hatással is lehet a sütőipari minőségre. Noha ezek a vizsgálatok csak a monomer frakciókra terjedtek ki. A polimer  $\omega$ -5b gliadinok nagyarányú növekedése a teljes glutenin polimerek növekedéséhez vezethet, de nem valószínű, hogy jobb minőséget is eredményezne, minthogy a polimer  $\omega$ -5 gliadinok (szabad cisztein csoportjai) láncközi diszulfid hidakat képezhet és ezért mint láncterminátor szerepelhet csökkentve a polimer méretét (Gianibelli et al., 2002).

Az  $\omega$ -gliadinok, és más glutén proteinek megnövekedett felhalmozódása a keményítőtartalmú endospermium szubaleuron rétegében annak köszönhető, hogy nagy mennyiségű aminosav áramlik ezekbe a sejtekbe, a bőséges N ellátás következtében. A N ellátás mértékének hatása az  $\omega$ -gliadinok térbeli elhelyezkedésére és összetételére a búzaszem endospermiumában azt mutatja, hogy nemesítéssel, agrotechnikával, vagy ipari módszerekkel befolyásolható az  $\omega$ -gliadinok összetétele a búzában így az élelmiszerekben is, hogy optimalizálni lehessen a funkcionális tulajdonságokat és csökkenteni lehessen az allergén komponenseknek való kitettséget (Wan et al. 2013b).



## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 4.1 A szántóföldi kísérletek beállításának körülményei

A Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet szántóföldi kísérletének részeként jó malom és sütőipari minőséggel rendelkező búzafajtákat (*Triticum aestivum L.*) azonos agronómiai körülmények között, különböző N ellátottság mellett vizsgáltuk.

A kísérleti terület mintegy 5 hektár méretű, a Nagyalföld északi peremén található, ahol az átlagos éves csapadékmennyiség 550-600 mm között változik (Klupács et al. 2010). A táblát az M3-as autópálya és a Hatvan-Salgótarján vasútvonal határolja, Nagygombos közigazgatási területén, az északi szélesség 47°40'53.00" és 47°41'9.00", a keleti hosszúság 19°40'3.00" és 19°40'20.00" között fekszik (8. ábra).



8. ábra A nagygombosi kísérleti terület műholdas felvételen

Talajtípusa mészlepedékes csernozjom. Legfontosabb átlagos talajvizsgálati adatai a következők:

- szervesanyag tartalom %: 2,65
- CaCO<sub>3</sub> %: 1,86
- pH (KCl): 7,30
- KA: 45
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/kg): 643 (AL-oldható)
- K<sub>2</sub>O (mg/kg): 293 (AL-oldható).

A kísérletet 10 m<sup>2</sup>-es (1x10 m-es) parcellákon, három ismétlésben, randomizált split-plot elrendezés szerint állítottuk be. A parcellák alapművelése, a magágy előkészítése minden parcella esetén azonos volt. A parcellák vetése és betakarítása Wintersteiger típusú kisparcellás vető és betakarító gépekkel történt (9. ábra).



9. ábra Kisparcellás betakarító gép munka közben

## 4.2 A vizsgálatba bevont búzafajták jellemzése

Összesen öt jó sütőipari minőségű őszi búza fajtát vizsgáltunk. A négy martonvásári intenzív fajta mellett bevontuk a kísérleteinkbe a félintenzívnek mondható Alföld-90 búzafajtát is.

### Alföld-90:

Ez az őszi búza szálkás, fehér kalászu, piros szemű, javító minőségű fajta. A 307-10/ 61 búzatarackbúza hibridnek a Si-te kínai és a Bezosztaja-1-es fajtával végzett keresztezésből származik, többszöri egyedszelekció eredményeként. Korai éréscsoportba tartozik. Őszi növekedési típusa félig felálló. Kalászoláskor a levelek és a szár enyhén viaszos (hamvas-kékes). A kifejlett növények 75-95 cm magasságúak. Kalásza a felső kétharmadában szálkázott, az alsó részén szálcacsontos, alakja félig bunkós. Szemtermése hosszúkas, barnáspiros, acélos. Ezerszemtömege 39-44 g, hektolitertömege 78-82 kg. A szemek nyersfehérje tartalma 14-17 %. A liszt nedvessikér százaléka 34-40, farinográfus értékszáma 80-90, többségében A2 minőségű (OMGK.hu 2015).

### Mv Magdaléna

Keményzemű őszi búza, nagy sikértartalmú, szálkás, kemény- és piros szemű, fehér kalászu fajta. Népszerűségét a köztermesztésben annak köszönheti, hogy örökletesen igen nagy sikértartalma alacsony tápanyagszinten is lehetővé teszi elfogadható minőségű búza előállítását, ugyanakkor jó feltételek között elérhető vele a 7,0–7,5 t/ha termésátlag is. Szára alacsony és rugalmas, megdőlésre még nedves évben sem hajlamos. Csapadékos betakarítás esetén jó esésszám-stabilitása is hozzájárul minőségének megőrzéséhez. 1–2 nappal a középkorai fajták után kalászol, ezért nem tekinthető későn érő fajtának. Szemei jól őrölhetők, lisztje jó vízfelvevő képességű. A belőle készített tészta jól nyújtható, rugalmas, kenyértérfogata nagy (MTA ATK Mezőgazdasági Intézet 2013)

### Mv Suba

Az Mv Suba (10. ábra) fajtaismertető szerint a prémium minőségű búzák között is kiemelkedő minőségű. Szeme piros, acélos, lisztje a legigényesebb sütőipari termékek előállítására vagy lisztjavításra is használható.

Nedvessikér-tartalma leggyakrabban 34–37% között ingadozik, sikerminősége kiváló. Zeleny-féle szedimentációs értékszáma kiugróan magas, meghaladhatja a 60 ml-t, farinográf értékcsoportja megfelelő termesztési feltételek esetén A1–A2, farinográfgörbe-stabilitása meghaladja a 10 percet. Kiemelkedően kedvező alveográfus minőséggel rendelkezik. Középkorai érésű, jól bokrosodó fajta. Szárszilárdsága átlagos, a túl sűrű vetés fokozza a megdőlés veszélyét. A legelterjedtebb

lisztharmat- és levélrozsda-raszok képesek megfertőzni, ezért termesztésekor gombaölő szerek használata gazdaságos és javasolt (MTA ATK Mezőgazdasági Intézet 2013).



10. ábra Mv Suba (Martonvásár c. folyóirat 2010/2)

#### Mv Toborzó

Jó malmi minőségű, piros és kemény szemű, fehér, szálkás kalászu őszi búzafajta. Rendkívül korán – a késői őszi árpákkal és a középkorai tritikálékkal azonos időben – kalászol, és korán érik. Extra koraisága kitűnő fagyállósággal párosul. Korai virágzása miatt a szentelítődés az első hőségnapok előtt jobbra befejeződik, ezért igen nagy ezermagtömeget is képes elérni (>55 g). Kiegyenlített, nagy szemei miatt kedvező esetben már 8–9 t/ha termést is értek el vele vetőmagelőállító táblákon. Koraiságával a rozsdafertőzést is elkerüli. Virágzáskor az átlagosnál érzékenyebb a kalászfuzárium fertőzésre. Magas fehérjetartalmú és nagyon jó farinográfus minőségű fajta. Jó agrotechnika esetén nedvessikér-tartalma 33–37% között ingadozik, farinográfus értékcsoportja jellemzően A2. Magas az alveográfus W-értéke is, de nagyon erős tésztája miatt a P/L értéke meghaladja az 1-et.

#### Mv Toldi

Prémium minőségű, piros és kemény szemű, fehér, szálkás kalászu őszi búzafajta. A korai-középkorai éréscsoportok határán kalászol és érik. Termőképessége nem csak a minőségbúza-kontrollnál magasabb (103,6%), hanem a gyengébb minőségű malmibúza-standardok átlagát is meghaladja (100,5%) az állami fajtakísérletekben. A fajta megbízhatóan jó fagyállósággal és szárszilárdsággal rendelkezik. A rendszeresen fellépő gombabetegségekkel szemben közepes–jó ellenállósággal rendelkezik, szárrozsda-ellenállósága kiváló, fuzárium-toleranciája átlagosnál jobb. Nedvessikér-tartalma magas, jó tápanyagellátás esetén jellemzően 35–40% között változik. Sikérterülete optimális. Zeleny szedimentációs értéke átlagos termőhelyen is meghaladja a

prémium minőség küszöbkövetelményét. Lisztje farinográffal vizsgálva A1–A2 minőségi csoportba sorolható. Alveográfus W-értéke kiváló. P/L értéke legtöbbször nem érte el az 1-et. Esésszáma magas, minden vizsgálatban meghaladta a 400 másodpercet (MTA ATK Mezőgazdasági Intézet 2013).

### 4.3 A vizsgált évjáratok klimatikus jellemzői

Kísérleti anyagaink szántóföldi előállítására a 2012. évi őszi vetéssel kezdődött és a 2014. évi nyári betakarítással ért véget. A kísérleti terület időjárási jellemzőit az Országos Meteorológiai Szolgálat által a szolgálat honlapján közzétett országos évszakos és havi időjárási viszonyainak leírása és adatai segítségével, és az ott feltüntetett, a helyi viszonyokat színskála felhasználásával bemutató térképek alapján határoztuk meg (Országos Meteorológiai Szolgálat 2015a, 2015b). A helyi adatok megfelelőségét a metnet.hu által közölt, Lőrinci mérőállomás adataival ellenőriztük (Metnet.hu 2015).

#### 2012. ősz

Az 1901 óta mért 4. legmelegebb ősz volt, csapadék szempontjából pedig átlagosnak mondható. Hazánk egész területén melegebb volt az ősz a sokéves átlagnál, így a kísérleti területen is 2-2.5°C-os pozitív anomália volt jellemző. Mindhárom őszi hónapunk átlag feletti hőmérsékletet hozott. Míg a szeptember és a november jóval meghaladta az 1971-2000-es normál értéket, +2.5 és +3°C-os anomáliával, addig az október +0,5-1°C-os különbséget hozott.

Az ország legnagyobb részén 100-160 mm-es évszakos csapadékösszeg volt jellemző. A kísérleti területen 125-145 mm csapadékösszege megfelel a sokéves átlagnak.

A területen szeptemberben az átlagnak megfelelő 50-55, októberben az átlagot jóval meghaladóan 60-70 mm csapadék hullott. A november igen száraznak bizonyul, mindössze 15-20 mm csapadék hullott ekkor.

#### 2013. tél

A csapadékviszonyok tekintetében kiemelkedő: az elmúlt 112 év 4. legcsapadékosabb telét jegyeztük. A szokásosnál hidegebb december és enyhébb január-februári időszak országosan egy átlagnál melegebb telet eredményezett.

A kísérleti területen 0 és +1 °C közötti középhőmérsékletet adódott, amely az országos adatoktól eltérően nem mutat lényeges eltérést a sokévi átlaghoz viszonyítva.

Decemberben a középhőmérsékletet -1,5 és -2 °C között alakult, ez valamivel hidegebb a sokévi átlagnál, januárban valamivel magasabb volt a levegő havi középhőmérséklete, februárban viszont +2 és +3°C közötti érték adódott. A decemberi középhőmérséklet 1-1,5 °C-kal alulmúlta, a januári 0,5-1 a februári pedig 1-1,5 °C-kal meghaladta az átlagos értéket.

A kísérleti területen lehulló 175-205 mm-es csapadékösszeg 175-200%-kal meghaladta az ilyenkor szokásos mennyiséget.

Decemberben 50-55, januárban 55-70, februárban pedig 70-80 mm csapadék hullott. A decemberi érték is több az átlagosnál, a januári és februári csapadékösszeg viszont a szokásos mennyiségnek több mint a duplája.

### 2013. tavasz

Ez az évszak összességében átlagos középhőmérsékletű volt, a normálnál hűvösebb márciusnak, a szokásosnál melegebb áprilisnak, és az átlagosnál egy kissé melegebb májusnak köszönhetően. A 2013-as március az elmúlt 113 év 2. legcsapadékosabb márciusa volt, az április átlag alatt alakult csapadék szempontjából, míg májusban normál feletti csapadékösszeg jelentkezett országos átlagban, s így összességében egy igen csapadékos évszakot zártunk, 1901 óta ez volt a 2. legcsapadékosabb tavasz.

A kísérleti területen az évszakai középhőmérséklet 10 és 11°C közé esett, amely átlagosnak mondható.

A középhőmérséklet márciusban 3-4, áprilisban 12-13, míg májusban 16-17°C között volt. A márciusi középhőmérséklet 1,5-2°C-kal volt kevesebb a szokásosnál, míg az áprilisi 1-1,5 a májusi pedig 0-0,5 C-kal haladta meg az átlagos értéket.

Csapadék szempontjából az országos viszonyoknak megfelelően a kísérleti területen a március igen szélsőségesnek bizonyult. Ekkor a szokásos havi csapadékmennyiség közel háromszorosa hullott le, kb. 90-100 mm. Ezzel szemben áprilisban a szokásos mennyiség kb. 60-80%-ka érkezett csak meg (25-30 mm). A májusi időjárás ismét csapadékosabb lett, ekkor ismét 90-100 mm eső hullott, ami a sokévi havi átlag 140-200%-a.

### 2013. nyár

Ez a nyár országos átlagban hozzávetőleg másfél fokkal melegebbnek bizonyult a megszokottnál, ezzel ez az év lett a 10. legmelegebb nyár 1901 óta. A csapadékmennyiségek tekintetében is kiemelkedő volt ez az időszak: a 3. legszárazabb július mellett egyben a 6. legszárazabb nyár is 1901 óta.

2013 nyarán az ország legnagyobb részén 20,7–21,7°C között alakult az évszakai középhőmérséklet, ebbe a tartományba esett a kísérleti területünk is. Ez mintegy 1,5-2 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot.

Júniusi középhőmérséklet a kísérleti területen 20 és 21 °C között volt, ami 0,5-1 °C hőmérsékleti anomáliát jelent. A júliusi és az augusztusi 22-23 °C-os középhőmérséklet 1,5-2 illetve 2-2,5 °C-kal tért el a sokévi átlagtól.

A kísérleti területen júniusban 100-120 mm csapadék hullott, ami az átlagos értéket 40-60%-kal haladta meg. A július nagyon száraznak bizonyult, ekkor csak 5-10 mm csapadék hullott egész hónapban, ami a szokásos érték 5-10 %-ka. Az augusztus legnagyobb részt száraz volt, de az utolsó dekádban egyszerre sok, 80-90 mm csapadék hullott, így a havi átlag 40-60%-kal meghaladta a sokévi átlagot.

### 2013. ősz

Az országban mindenhol melegebb volt a megszokottnál; az egyes hónapok közül az október és a november is az első 15 legmelegebb között foglal helyet az adatsorok 1901-től kezdődő rangsorában. Csapadék szempontjából az évszak kevéssel az átlag felett alakult, októberben szárazabb, szeptemberben és novemberben pedig csapadékosabb volt az idő.

A kísérleti területen 11-12°C közötti középhőmérsékletet jegyeztek, ez 1,5-2 °C-kal haladta meg a sokéves átlagot.

A szeptemberi 14-15 °C-os középhőmérséklet 1-1,5 °C-kal kevesebb volt, az októberben 12-13 és a novemberben 7-8 °C közötti középhőmérsékleti érték viszont 2-2,5 és 3-3,5 °C-kal több volt a sokévi átlaghoz viszonyítva.

A kísérleti területen az évszak során lehulló 120-140 mm eső a sokéves átlag 80-100%-t jelenti. Szeptemberben a kísérleti területen az országos trendtől eltérően mindössze 25-30 mm eső hullott, ami az átlagos érték mintegy fele. Októberben 35-40 mm csapadék hullott, ami csak kicsivel kevesebb a sokévi átlagnál, novemberi 60-70 mm pedig az átlagos érték 120-140 %-ka.

### 2014. tél

Ez az évszak országosan szokatlanul magas hőmérsékletekkel telt, az elmúlt 113 év 3. legenyhébb telét jegyezték, ráadásul a csapadék eloszlása is rendszertelen volt: az évszak összességében átlagos csapadékmennyiséget hozott, ám a december rendkívül száraznak adódott.

A kísérleti terület +2 és +2,5 °C közötti téli középhőmérséklete 2,4-2,6 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot.

A decemberi 1-2 °C-os havi középhőmérsékleti érték 0,5-1 °C-kal volt melegebb az átlagos decembernél, a januári 2-3 és a februári 4-5 °C-os érték pedig egyaránt 3-3,5 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot.

A kísérleti területen 105-120 mm csapadék hullott, ami körülbelül megfelel az átlagos értéknek. Ezen belül decemberben az átlagtól jóval elmaradva mindössze 5-10 mm csapadék hullott, a januári 40-45 és a februári 60-65 mm-es csapadékösszeg viszont jelentősen meghaladta az átlagos értéket.

### 2014. tavasz

Ez az időszak átlagban 1,8 °C-kal volt melegebb a megszokottnál, ezzel a 7. helyre került az 1901 óta homogenizált, interpolált adatok alapján a legmelegebb tavaszi középhőmérsékletek rangsorában. Ezen belül ez a március volt a mérések kezdete óta a legmelegebb. A tavasz első fele országos viszonylatban szárazabb volt a megszokottnál, de a május behozta a lemaradást. Így a tavasz összességében enyhén csapadékosnak mondható.

A kísérleti területünkön a tavaszi középhőmérséklet 12-13 °C körül alakult. Márciusban 9-10, áprilisban 12-13, míg májusban 15-16 °C-nak adódott a havi középhőmérséklet. Ez az első két



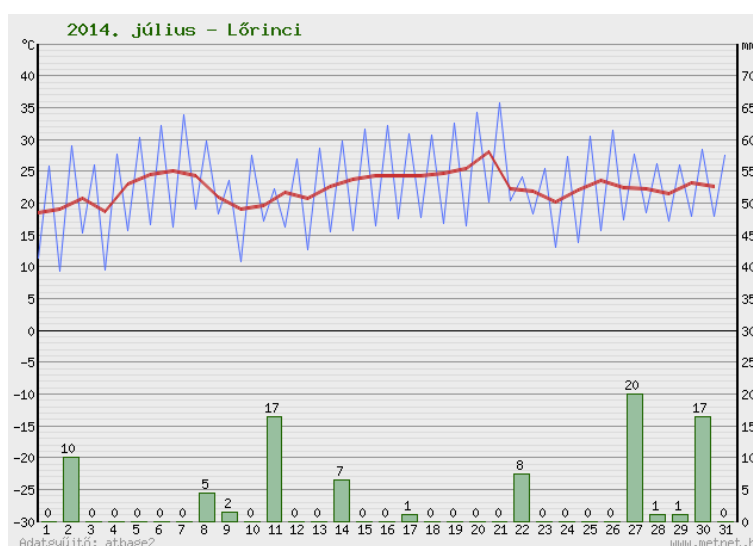
tavaszi hónap esetén, főleg márciusban jelentős pozitív eltérést jelent a sokévi átlaghoz képest, a május viszont némileg hűvösebb volt a megszokottnál.

A nagygyombosi területen a tárgyalt év tavaszán 125-140 mm csapadék hullott, ami átlagosnak mondható, de a márciusi 5-10 mm-es csapadékösszeg messze alulmúlta a megszokottat, amin az áprilisi 30-35 mm még rontott valamennyit, a májusi bőséges, 90-95 mm-es eső viszont átlagos szintre hozta a vízellátottsági értéket.

#### 2014. nyár

A három hónap átlagában a megszokottnál több csapadék jelentkezett. A hasonlóan csapadékos nyarakhoz képest melegebb volt, júliusban szinte trópusi jellegű volt az időjárás.

A nyári középhőmérséklet az ország legnagyobb részén 20-21 °C között alakult 2014-ben, így volt ez a nagygyombosi kísérleti területen is. Ez 0,5-0,25 °C-kal több a sokéves átlagnál. Júniusban 19-20 °C-nak adódott a középhőmérséklet, míg júliusban 22-23 °C-nak adódott ez az érték (11. ábra).



11. ábra 2014. évi klimatikus viszonyok a kísérleti terület 10km-es körzetében található lőrinci meteorológiai állomáson (Metnet.hu 2015)

Augusztusban 19-20 °C volt a középhőmérséklet, amely átlagos, vagy egy kicsit hűvösebb a megszokottnál, de ennek már nem volt jelentősége a kísérleti anyag kialakulásában.

A legnagyobb területeken 200 és 300 mm között alakult a nyári csapadékmennyiség hazánkban. A kísérleti területen 195-215 mm közötti volt a csapadékösszeg, amely a sokévi átlagnak 125-150 %-a. Júniusban az országos trendtől eltérően a területen kevés, mindössze 30-35 mm eső hullott, ami a szokásos éves mennyiség fele, és az is inkább csak a hónap vége felé jelentkezett, ezzel szemben júliusban az átlagot jóval meghaladó 85-90 mm csapadék hullott, de főleg már az aratást követően (11. ábra). Augusztus még csapadékosabb volt, de az a kísérleti eredmények szempontjából már indifferens érték.

## 1. táblázat Az első vizsgált évjárat klimatikus viszonyai

	2012				2013							
	Ősz			Tél			Tavaszi			Nyár		
	szeptember	október	november	december	január	február	március	április	május	június	július	augusztus
Közép-hőmérséklet	18-19	11-12	7-8	-1,5 - (-2)	-0,5 - (-1)	+2 - (+3)	3-4	12-13	16-17	20-21	22-23	22-23
Csapadék-összeg	50-55	60-70	15-20	50-55	55-70	70-80	90-100	25-30	90-100	100-120	5-10	80-90

## 2. táblázat A második vizsgált évjárat klimatikus viszonyai

	2013				2014							
	Ősz			Tél			Tavaszi			Nyár		
	szeptember	október	november	december	január	február	március	április	május	június	július	augusztus
Közép-hőmérséklet	14-15	12-13	7-8	+1-(+2)	+2-(+3)	+4-(+5)	9-10	12-13	15-16	19-20	22-23	19-20
Csapadék-összeg	25-30	35-40	60-70	5-10	40-45	60-65	5-10	30-35	90-95	30-35	85-90	80-90

JELMAGYARÁZAT
Az érték megfelel a sokévi átlagnak
Legalább 20%-kal több csapadék, vagy 1°C-kal alacsonyabb hőmérséklet
Legalább 20%-kal kevesebb csapadék, vagy 1°C-kal magasabb hőmérséklet

Összefoglalva elmondható, hogy a kísérleti területen az első évjárat során (1. táblázat) a vetéskor és a csírázás során megfelelő mennyiségű csapadék állt rendelkezésre, ami enyhe hőmérséklettel párosult, ez kedvezett az egyedfejlődés korai szakaszának. A novemberi aszályosabb időszak után csapadékos és egyre melegedő tél következett. Márciusban is folytatódott a nedves időjárás, a hőmérséklet viszont alig növekedett februárhoz képest. Az áprilisi és a júliusi rendkívül kevés csapadéktól eltekintve elegendő eső hullott a területen, a hőmérséklet pedig átlagos vagy meleg volt. Az aratás idején igen meleg és száraz időjárás uralkodott a helyszínen. Összességében elmondható, hogy a 2013-as termés jó minőségének és bő hozamának időjárási feltételei adottak voltak.

A második évjárat sokkal szárazabbnak mutatkozott (2. táblázat). Különösen kevés volt a csapadék szeptemberben és decemberben, illetve tavasszal márciusban és áprilisban, e mellett még a hőmérséklet is jóval a sokéves átlag felett alakult. Júniusban a szokásos csapadékmennyiség csak mintegy fele hullott a területre. A kevés csapadék és a túl meleg időjárás miatt ez az évjárat nem volt optimális a terméshozam szempontjából. A júliusi nagyobb mennyiségű csapadék nem volt már kedvezőtlen hatással a minőségre, mert az jobbára aratás után érte a területet.

#### **4.4 Kezelések: nitrogén fejtrágyázási kísérlet**

A fejtrágyázási kísérlet célja a növekvő, valamint a növekvő és megosztott adagú fejtrágyázás mennyiségre és minőségre gyakorolt hatásának értékelése volt. A kezeléseket 2013-ban és 2014-ben a tavasz folyamán egy vagy két alkalommal végeztük a bokrosodás és a kalászhányás fázisában. Kísérleteinket három ismétlésben végeztük, de 2013-ban az egyébként teljesen megegyező feltételekkel végzett más célú kísérletek elmaradt kezelése miatt kilenc ismétléssel dolgoztunk. Az alkalmazott műtrágya a szemcsés formátumú 34 %-os hatóanyag tartalmú ammónium-nitrát volt.

Kontrollkezelés mellett hatféle dózisé N fejtrágyázási kezelést alkalmaztunk: 40, 80, 120, 160 kg N/ha egyszeri és 80+40 és 120+40 kg N/ha kétszeri adagolás formájában. Minden kezelést minden vizsgált fajtán elvégeztük, hogy tanulmányozni lehessen az egyes fajták teljesítményét különböző agronómiai hatások mellett.

## 4.5 Vizsgálatok

A búzaminőség jellemző paraméterei közül meghatározásra került a nyersfehérje tartalom, ezen belül a gliadin és a glutenin aránya és a nedvessikér tartalom. A minőségi jellemzőket a Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet laboratóriumában, a Regionális Egyetemi Tudásközpont (RET), a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) laboratóriumaiban a magyar szabványnak (MSZ 6383:2012) megfelelően kerültek kiértékelésre. A tartalékfehérje értékeket az alkalmazott kezeléseknek feleltettük meg. Az elemzést Microsoft Office 2003 statisztikai programmal végeztük.

A terméseredmények közül megmértük a terméshozamot, a hektoliter- és ezerszemtömeget.

### 4.5.1 Terméshozam meghatározása

A 10 x 1m-es parcellák kisparcellás arató cséplő géppel való betakarítását követően a helyszínen, digitális mérleg segítségével 0,1 kg pontossággal megmértük a 10m<sup>2</sup>-es területről betakarított termés tömegét. Az eredményt 1000-rel beszorozva kaptuk meg a hektáronkénti terméshozam értékét.



12. ábra Terméshozam meghatározása aratás közben

### 4.5.2 A hektolitertömeg meghatározása

A hektoliter tömeget, vagyis száz liter mennyiségű gabona tömegét szabványos hektolitertömeg mérő készülék és digitális analitikai mérleg felhasználásával állapítottuk meg.

### 4.5.3 Ezerszemtömeg meghatározása

A vonatkozó magyar szabványnak megfelelően 0,01 g pontossággal lemértük a mintából kivett kb. 500 ép szem tömegét. Ezt ezerrel megszorozva és osztva a szemek számával adódott az ezerszemtömeg értéke.

#### 4.5.4 Fehérjetartalom meghatározása

A fehérjetartalom meghatározására egyrészt a széles körben elterjedt Kjeldahl analitikai módszert választottuk, másrészt két, közeli infravörös (NIR) spektroszkópián alapuló mérés-technológiával dolgozó gyorstesztet is bevontunk az értékek meghatározásába. Ilyen módon a két módszer megbízhatóságának összehasonlítására is lehetőség adódott.

##### 4.5.4.1 Kjeldahl módszer

###### A mérés elve

A Kjeldahl módszer egy szabványos fehérje-meghatározási eljárás, mely a legkülönbébb szerves minták analízisére alkalmas, a nyersanyagoktól kezdve a feldolgozott termékekig. Három fő műveletből áll: a szerves anyag roncsolását az ammónia felszabadítása és kidesztillálása követi, melynek mennyiségét különböző módszerekkel, általában titrálással határozzuk meg (13. ábra).



13. ábra A Kjeldahl-módszer szerint végrehajtott nyersfehérje-meghatározás folyamata

###### Az eredmény számítása

A mérőoldat fogyásából, koncentrációjából és a minta tömegéből a titrálási képlet segítségével a minta össznitrogén-tartalma kapható meg, melyből a fehérjetartalom az úgynevezett Kjeldahl-faktorral történő szorzással számítható.

$$\text{Nitrogén (\%)} = \frac{[minta (ml) - vak (ml)] * N * 14,007 * 100}{minta\ tomege (mg)}, \text{ ahol}$$

a minta (ml) és vak (ml) a mintára és a vakra fogyott titráló szer térfogata, N a titráló szer normalitása 4 tizedesjegy pontossággal, 14,007 pedig a nitrogén molekulatömege.

$$\text{Fehérje (\%)} = \text{Nitrogén (\%)} \cdot F, \text{ ahol}$$

F a Kjeldahl konverziós faktor, amely búza esetén 5,7.

###### A módszer előnyei és hátrányai

A Kjeldahl-féle eljárás előnye, hogy minden típusú élelmiszerre alkalmazható, végrehajtása viszonylag egyszerű, és nem túl költséges mérés. Megfelelő pontosságú eredményt szolgáltat, a

nyersfehérje-tartalom meghatározásának hivatalos módszere. Nem igényel különösebb minta-előkészítési lépést, csupán homogenizálásra, és szilárd minták esetén őrlésre van szükség.

Hátrány viszont a nagy időigénye (legalább 2 óra), és a korrozív reagens használatának szükségessége. Alkalmazásakor figyelembe kell venni, hogy minden, szerves kötésben lévő nitrogén a mintában ammónium-szulfáttá alakul, akár fehérjéből, akár nukleinsavakból, esetleg karbamidból származik. Ezeket a Kjeldahl-módszerrel nem tudjuk megkülönböztetni, így a kapott fehérjetartalmat nyersfehérjének nevezzük. Élelmiszer-alapanyagok és termékek esetében ez azonban nem okoz jelentős hibát, mivel a fehérjékből származó nitrogén nagyságrendekkel nagyobb mennyiségben van jelen (Balázs et al. 2011).

#### **4.5.4.2 Közeli infravörös spektroszkópia**

Ehhez a módszerhez két gyártó egy-egy NIR infravörös elemzőkészülékét használtuk. A műszerek szkener típusú spektrofotométerek, melyek a közeli infravörös -NIR- tartományban működnek. A ~780-1064 nm hullámhossz tartományú fény használják a méréshez, mert ebben a hullámhossz-tartományban a gabonafélék és lisztek mérhető mértékben átengedik a fényt. A műszer a mérendő anyagot átvilágítja, és megméri a különböző hullámhosszokon átengedett fény intenzitását, azaz a spektrumát. A spektrum mérése néhány kiválasztott hullámhosszon történik: az adott hullámhosszú (monokromatikus) fényt egy ún. rácson monokromátor állítja elő.

A műszerek képesek a meghatározott N tartalom alapján a nedves siker értékének kiszámítására is, így ezt a módszert használtuk a nedves siker értékének meghatározására.

1.) Infracont Mininfra Scan-T Plus működési elv: A beépített mikroszámítógép ezen értékek alapján számítja és jelzi ki a mért anyag jellemzőit. A méréshez előzetesen meghatározzuk az átengedett fény spektruma és a mérendő összetevők közötti matematikai összefüggést, melyet kalibrációnak nevezünk. Anyag-fajtánként és a mérni kívánt komponensenként külön kalibrációk szükségesek. Egy kalibráció elkészítéséhez nagyszámú, hagyományos módon (laboratóriumban) elemzett minta spektrumának megmérése szükséges, melynek alapján a kalibrációs összefüggéseket számítógéppel határozzuk meg. A műszerek e kalibrációk betöltése után válnak képessé az egyes összetevők mérésére.

2.) Dickey-John Instalab 600 beltartalmi gyorsselemző

Mérhető összetevők: nedvesség- fehérje-, olaj/zsír-, keményítő-, rost-, hamu-, siker.  
Kalibrálási lehetőség: 52 összetevő

Az Instalab olyan szoftverrel rendelkezik, amely lehetővé teszi a kezelő részére a műszer kalibrálását, adatok tárolását, exportálását és etikett nyomtatását is.

### A mérés elve és kivitelezése

Ezek az eljárások gyorsak, mert gyakorlatilag az elektromágneses hullámok (az infravörös fény, ill. a rádióhullámok) sebességével mérnek, és roncsolásmentesek – azaz akár in vivo vizsgálatokra is alkalmasak – mert a használt elektromágneses hullámok az anyagot nem károsítják.

A módszer alapja, hogy a közeli infravörös (*near infrared*, NIR) tartományban az anyagok összetételüktől függően verik vissza, ill. engedik át a különböző hullámhosszúságú sugárzásokat. A kapott reflexiós, ill. transzmissziós spektrum alapján az egyes összetevők – így pl. a nedvesség-fehérje-, keményítőtartalom – mennyiségi meghatározása lehetségessé válik.

A közeli infravörös régió a 800-2500 nm hullámhossztartományban helyezkedik el. Az infravörös spektroszkópia elvi alapja, hogy a minta és az infravörös fotonok kölcsönhatásának következtében a molekulák rezgési és forgási állapotai gerjesztődnek, eközben a fotonok egy része, méghozzá a vizsgált molekula rezgéseire jellemző frekvenciájú komponensek elnyelődnek, míg más részük áthalad a mintán, vagy egyéb utat jár be (diffúz illetve spekuláris reflexió, elhajlás, szóródás).

A reflektancia ( $R$ ) a beeső fény mintáról visszavert hányadának intenzitásának ( $I_R$ ), ill. a beeső fény egy nem abszorbeáló standard felületről (pl. fehér kerámia,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ) visszavert hányadának intenzitásának ( $I_{St}$ ) hányadosa (ld. (3) egyenlet).

$$R = \frac{I_R}{I_{St}}$$

Reflexiós méréseknél bevezetjük az abszorbancia fogalmát, mely a következő egyenlet szerint származtatható:

$$A = -\lg R$$

Szilárd minták esetén a reflexió mérések az 1100-2500 nm hullámhosszú tartományban történnek.

### A módszer alkalmazásának előnyei és hátrányai

A közeli infravörös technika előnyös tulajdonságai miatt az utóbbi évtizedekben széles körben terjedt el analitikai feladatkörök elvégzésére. Viszonylag egyszerű, gyors mérésekkel lehetőség nyílik nagy fontosságú és gazdasági jelentőségű mennyiségi és minőségi vizsgálatok elvégzésére.

#### A technika néhány előnye:

- A méréshez szükséges mintamennyiség kicsi és visszanyerhető.
- A technika vegyszerigénye nullára redukált – igaz, a betanítást jelentő kalibrációs folyamat során a referencia módszerek vegyszerigényével számolni kell.
- A mérés időigénye minimális, az eredmények regisztrált formában kaphatók meg. A technika gyorsasága esetenként kiemelt jelentőséggel bír, hiszen „gyakran többet ér egy közelítő adat pár percen belül, mint egy pontos három nap múlva”.

- A minta előkészítés oly mértékben egyszerűsödik, hogy a mérés akár a vizsgáló labortól távoli mintavétel helyén is elvégezhetővé válik.
- Folyamatos elemzés is kivitelezhető, ami kinetikai vizsgálatoknál, ipari folyamatok változóinak automatikus szabályozásánál kap fontos szerepet.

#### A technika hátrányai:

- A mennyiségi meghatározás előfeltétele minden esetben kalibráció készítése, s a mérés pontossága teljes mértékben a kalibrációs adatok pontosságának függvénye, miután a módszer statisztikai alapokon nyugvó ún. másodlagos mérési technika. A mezőgazdaságban a kalibrációs minták döntő hányada a mérendő mintaszortimenttel megegyezően biológiai eredetű.
- A sokkomponensű biológiai rendszerek spektrumai rendszerint túlsúfoltak, így gyakorta az egyik alkotó csoportrezgéseinek abszorbancia maximuma egy másikéval egybeesik, s ezek – az intenzitások alakulásának függvényében – több-kevesebb mértékben elfedik egymást. A karakterisztikus vibrációs frekvenciák felhangjai pedig oly közel esnek egymáshoz, hogy a csatolt széles sávok következtében a spektrum általában burkológörbe jellegű. Fenti problémák következtében a hiteles mérések kivitelezése és kiértékelése megoldhatatlan statisztikai módszerek és számítógépek alkalmazása nélkül.

Reflexiós mérési elrendezésnél a minta felszíne szolgáltatja az információt, így annak inhomogenitása, felületi nedvessége, ill. egyéb módosító tényező az eredmények alakulására komoly befolyással bírhat (Balázs et al. 2011).

#### **4.5.4.3 A fehérjehozam kiszámítása**

A fehérjehozamot a Kjeldahl analitikai módszer és a NIR elemzőkészülékek által meghatározott nyersfehérje arány alapján a terméshozamból számoltuk ki.

#### **4.5.4.4 PAGE – a gliadin és glutenin fehérjék meghatározása**

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal laboratóriumában a búza termésminták gliadin és glutenin meghatározása poliakrilamid alapú gélelektroforézissel (PAGE) történt.

Az gliadin és glutenin fehérjék elválasztásának alapja az, hogy a különböző fehérjék egy adott pH értéken más-más töltéssel rendelkeznek. Ráadásul az egyes fehérjék mérete és alakja is eltérő. Ha vizes oldatban elektromos erőtér alkalmazásával a fehérjéket vándorlásra készítjük, az egyes fehérjék eltérő töltésük, méretük és alakjuk miatt különböző sebességgel mozognak, és ez alapján egymástól elválaszthatók.



### **Az alkalmazott PAGE jellemzői**

A begyűjtött minták fehérje-összetételének meghatározásához alkalmazott gélelektroforézis reagensei, a 10%-os poliakrilamid gélhez használt oldatok:

Akrlamid 30% oldat (Acrylamide/bis-acrylamid)(29:1). Sigma Aldrich, Budapest.

0,89 M TBE (pH 8,0) puffer, 10x törzsoldat.

Desztillált víz, TEMED (N,N,N,N,-tetrametil-etilén-diamin), Ammónium-perszulfát oldat.

A gélelektroforézishez használt műszerek és szoftverek:

Elektromos tápegység: LKB Bromma 2301 MacroDrive1 300 watt power supply. Ganser Scientific LLC.

Gél futató cella: XCell SureLock. Life Technologies EI0002. Fisher Scientific, Pittsburgh.

Számítógépes hardver: Kodak Electrophoresis Documentation and Analysis System (EDAS) 290. Eastman Kodak Company, Molecular Imaging Systems, Rochester.

Értékelő szoftver: Kodak 1D Image Analysis Software

### **4.5.5 A farinográfus érték meghatározása**

Az érték meghatározására Valorigráf műszer használtuk. A készülék egyidejűleg alkalmas a lisztből gyúrt tészta kialakulási idejének, a siker minőségének és a siker ellágyulásának meghatározására. A készülék dagasztócsészéjébe lisztet helyeznek, és víz hozzáadásával dagasztani kezdik, közben megméri, hogy 50 g liszt mennyi vizet képes felvenni a dagasztás során az 500-as konzisztenciájú (keménységű) tészta kialakulásáig. A készülék egy diagramot rajzol (valorigram, vagy farinogram), amelynek segítségével a tészta vízfelvevő képessége és dagasztási tulajdonságai olvashatóak le. A „T” terület alapján meghatározott minőségi értékszám alapján lehet besorolni a búzákat a hat minőségi értékcsoportha. (A1-A2 javító, B1-B2 malmi, C1-C2 takarmány búzák).

A Valorigráf és a Farinográf is két egymással szemben és eltérő sebességgel forgó Z-karból és a hozzátartozó dagasztó csészéből állnak. Lényeges eltérés közöttük, hogy amíg a Farinográf a meghajtó tengelyre gyakorolt nyomatékot méri, amely a csésze és a karok között lép fel, addig a Valorigráfnál a csésze mozdul el és az arra ható forgatónyomatékot méri a dinamométer. További különbséget jelent a termosztálás megoldása. A Farinográf esetében közvetlenül a csészét termosztáljuk vízzel, a másik műszernél a hőmérsékletkontroll légcirkulációs módszerrel valósul meg, mely jóval lassabb.

#### 4.6 Statisztikai elemzés

Az adatok statisztikai értékelését a MS Excel szoftver csomag segítségével végeztem. Legtöbb esetben az r dimenzió nélküli Pearson-féle korrelációs együtthatót számítottam ki (értéke -1,0 és 1,0 közötti lehet a határokat is beleértve), amely két adatcsoport között a lineáris kapcsolat szorosságának leírására szolgál.

Varianciaanalízis esetében a teljes megfigyelés négyzetes eltérésének és az egyes kezelések négyzetes eltérésének, ami a középértéktől számított különbségek négyzeteinek összege, a kísérletre jellemző szabadságfokokkal korrigált értékeinek arányát (számolt F érték) hasonlítjuk adott hibához tartozó ( $p=5\%$ ) táblázati értékhez (táblázati F érték). Ezek alapján megállapítható, hogy van-e szignifikáns differencia, tehát hogy a megfigyelt értékek közti eltérés a kezelésnek tudható-e be. A szignifikáns differencia értéke (SzD) a t eloszlás vonatkozó értéke alapján kiszámolható, és ez alapján kijelenthető, hogy amennyiben ennél az SzD értéknél nagyobb az eltérés, akkor tudható be ez az eltérés a kezelés eredményének.

## 5. EREDMÉNYEK

### 5.1 N kezelés és az egyes minőségi és mennyiségi paraméterek korrelációja

3. táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2013-as évjáratban

N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2013 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektoliter tömeg [kg/hl]	Ezerszem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográfus értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zeleny szám [ml]	Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutenin	Egyéb fehérjék	Gli/Glu arány
r (Alföld-90)	0,9837	0,9979	0,5640	0,9962	0,9909	0,9931	0,9806	0,9924	0,9900	0,9793	0,8287						
r (Mv Magdaléna)	0,9883	0,9750	0,9563	0,4003	0,9901	0,2015	0,8071	0,3648	0,9887	0,5542	0,4105						
r (Mv Suba)	0,9936	0,9144	0,9432	0,1305	0,9990	0,1414	0,8023	0,3852	0,9973	0,3913	0,7215						
r (Mv Toborzó)	0,9452	0,7715	0,4595	0,9509	0,9661	0,9220	0,9124	0,9542	0,9625	0,9530	0,5729	0,9056	0,9911	0,9164	0,6811	0,9740	0,8324
r (Mv Toldi)	0,9802	0,9556	0,7422	0,6782	0,9863	0,6306	0,7531	0,7922	0,9869	0,7486	0,8892						

4. táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2014-es évjáratban

N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2014 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektoliter tömeg [kg/hl]	Ezerszem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográfus értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zeleny szám [ml]	Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutenin	Egyéb fehérjék	Gli/Glu arány
r (Alföld-90)	0,4578	0,7055	0,3952	0,9877	0,8826	0,9924	0,9974	0,8621	0,7928	0,7858	0,1078	0,9017	0,9419	0,9661	0,9066	0,8300	0,9652
r (Mv Magdaléna)	0,9463	0,9174	0,0151	0,9954	0,9828	0,9917	0,9753	0,9911	0,9814	0,9894	0,6823	0,9353	0,9701	0,9483	0,8386	0,9779	0,9049
r (Mv Suba)	0,5977	0,8952	0,7827	0,9463	0,8592	0,9405	0,9513	0,9941	0,8377	0,9914	0,7415	0,9957	0,8428	0,9267	0,9642	0,2698	0,9417
r (Mv Toborzó)	0,5716	0,6887	0,8961	0,9536	0,8645	0,9453	0,9662	0,9456	0,8972	0,9314	0,6863	0,9575	0,9088	0,8994	0,4932	0,9585	0,8161
r (Mv Toldi)	0,7506	0,7831	0,8343	0,9729	0,9308	0,9757	0,9838	0,9832	0,9540	0,9836	0,9927	0,9850	0,9581	0,9441	0,8791	0,4583	0,9424

Jelmagyarázat:

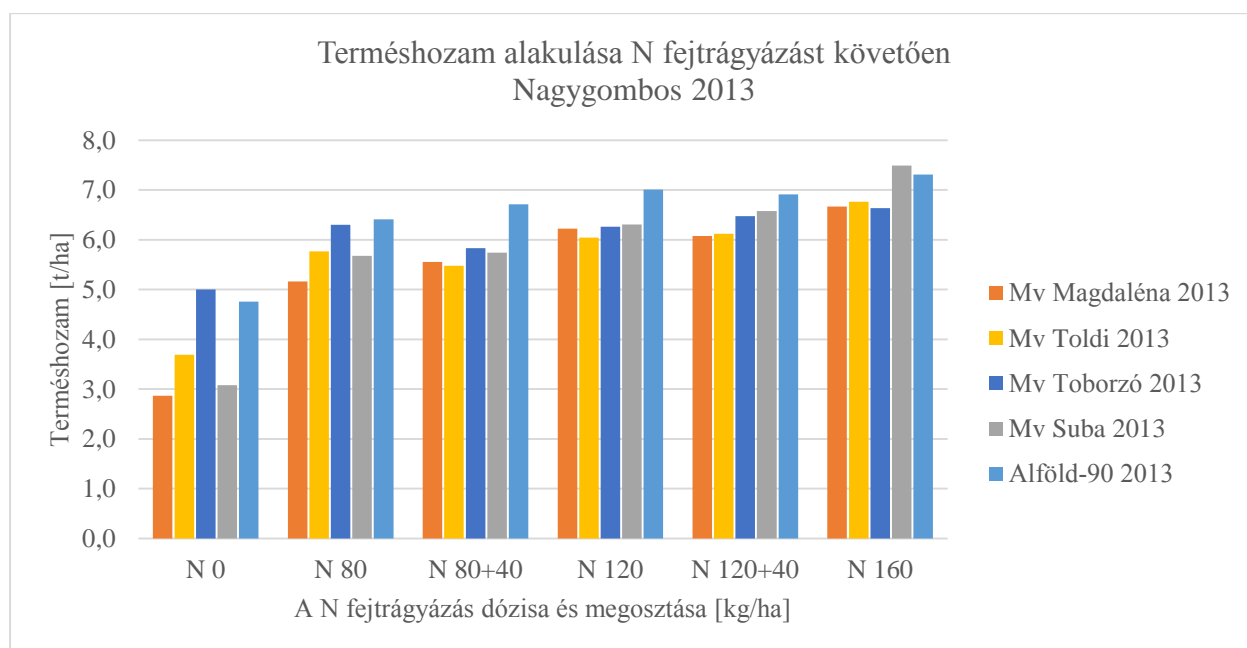
0,7506	szignifikáns korreláció
0,7506	fordított szignifikáns korreláció
0,1078	nincs szignifikáns korreláció

## 5.2 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza terméshozamának alakulására

A várakozásoknak megfelelően a vizsgált fajták mindegyikénél, mindkét évben a nitrogéndózis növekedése terméshozam növekedést okozott. Ezen belül azonban az évjáráthatás és a fajták hatása is kimutatható.

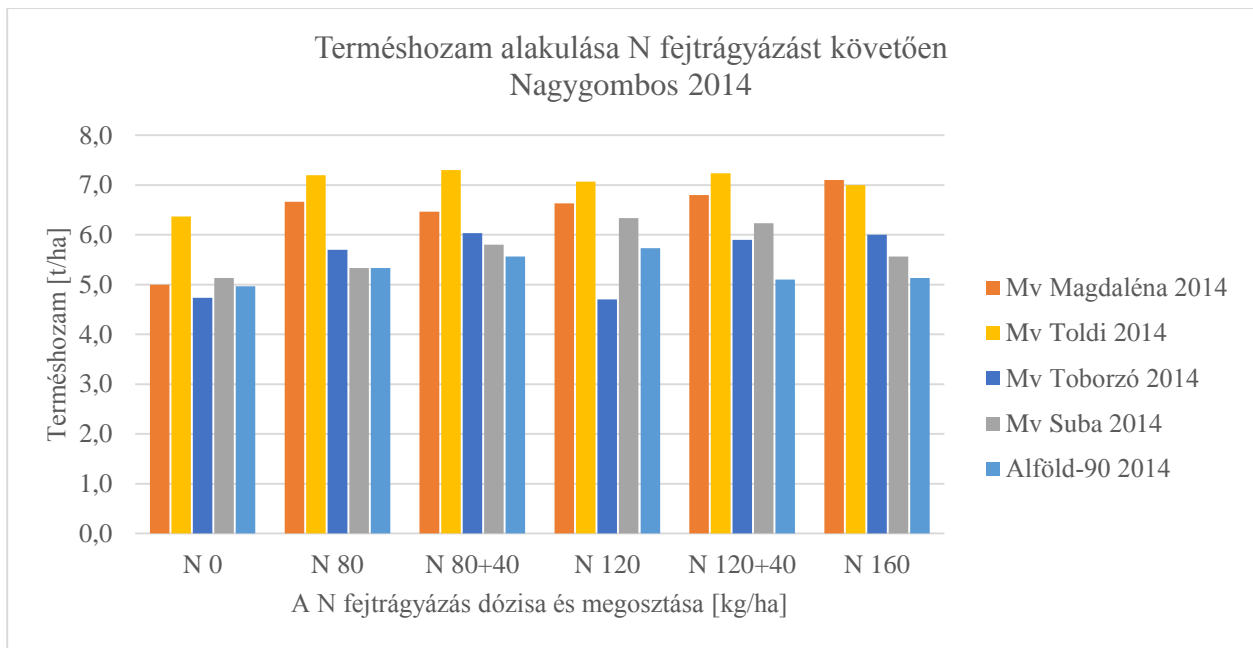
Általánosan elmondható, hogy a 2013-as termés növekedése szoros összefüggést mutatott a nitrogéndózis növekedésével (3. táblázat), míg 2014-ben a korreláció sokkal gyengébb volt, esetenként a műtrágya növelésével párhuzamosan terméseszkökenés adódott (4. táblázat).

A 2013-as évjárat esetén a terméshozamok N tápanyag-utánpótlás nélkül nagy szóródást mutattak, az Mv Magdaléna 2,9 t/ha-os terméshozama és a Mv Toborzó 5,0 t/ha-os terméshozama között 72 %-os különbség mutatkozott. A N műtrágya dózis növelése ezt a különbséget jelentősen csökkentette és a 160 kg/ha N műtrágya alkalmazása esetén a 6,6 t/ha-os legkisebb hozamú Mv Toborzó és a legbővebben termő, 7,5 t/ha-os Mv Suba közötti különbség már csak mintegy 13% (14. ábra).



14. ábra Az öt vizsgált búzafajta termésátlagai a műtrágyadózis függvényében 2013-ban

2014-ben a 160 kg/ha nitrogénműtrágya dózis mellett a termés az öt vizsgált fajta közül az Alföld-90 esetén alulmúlta a 80 kg/ha-os kezelés értékét is, az Mv Suba esetén pedig a 120 kg/ha-os kezelést (15. ábra).



15. ábra Az öt vizsgált búzafajta termésátlagai a műtrágyadózis függvényében 2014-ben

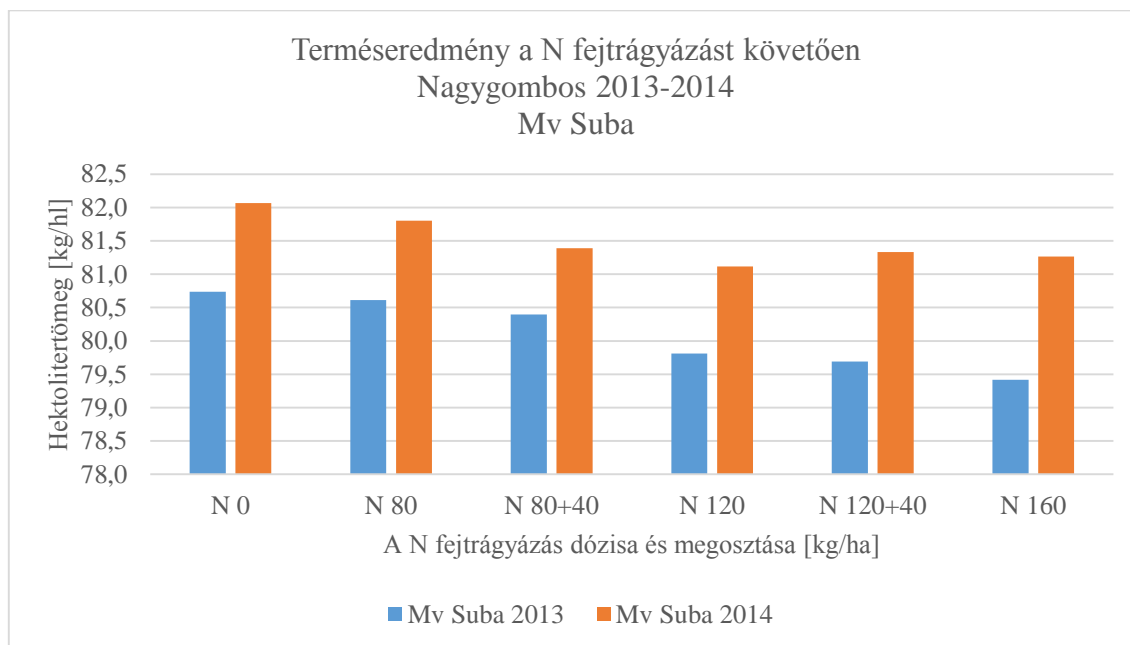
2014-ben az öt fajta közül egyedül az Mv Magdaléna termésátlagának N műtrágya dóziséhez viszonyított r értéke érte el a 0,9-es szintet (4. táblázat).



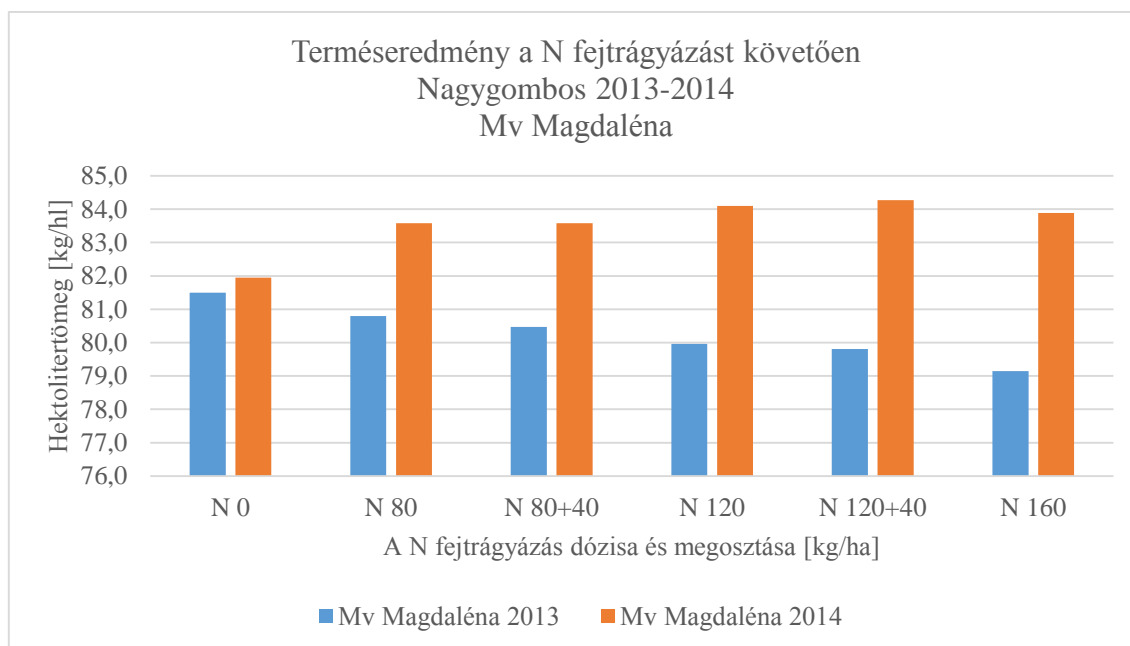
16. ábra A 2014. évi betakarítás közben

### 5.3 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a hektoliter- és az ezerszemtömeg változására

A hektolitertömeg a 2013-as évjárat esetén minden vizsgált fajtánál határozott fordított korrelációt mutatott a N ellátottsággal (3. táblázat, 17. ábra), míg a 2014-es évben ez az összefüggés már gyengébb volt (4. táblázat) és kivételként az Mv Magdaléna esetén erős pozitív korreláció mutatkozott (18. ábra).

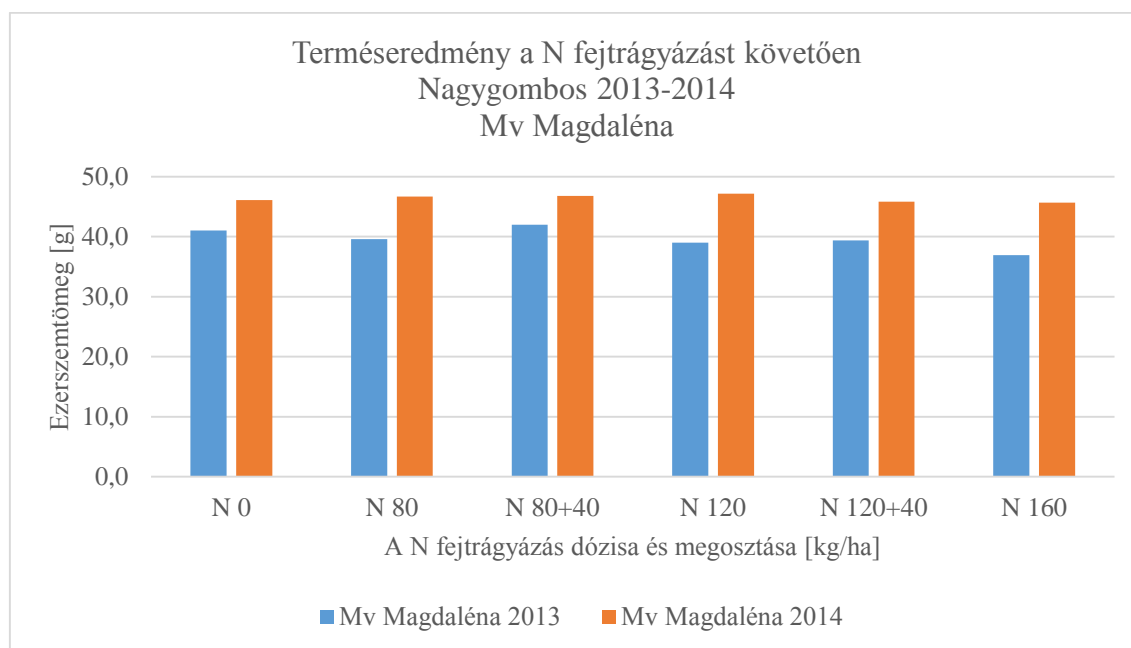


17. ábra Az Mv Suba hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



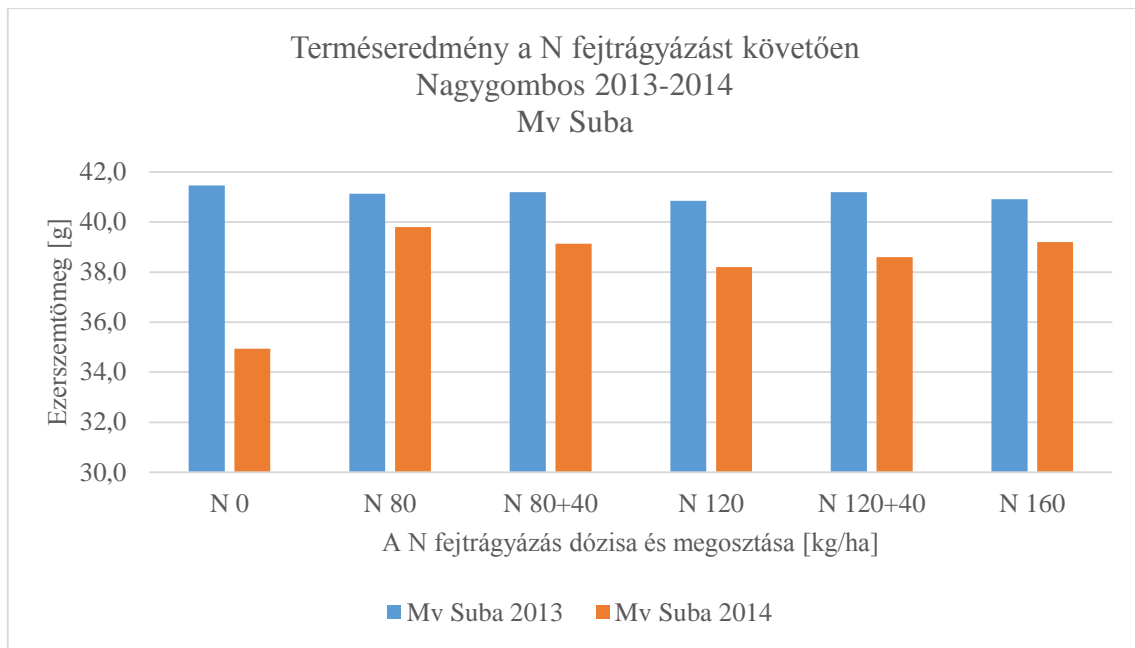
18. ábra Az Mv Magdaléna hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

Az ezerszemtömeg és a N dózis közötti összefüggés az egyes fajták és évjáratok között is eltérő képet mutatott (3. táblázat és 4. táblázat). Míg például az Mv Magdaléna ebből a szempontból 2013-ban egyértelmű negatív korrelációt mutatott, addig 2014-ben alig volt a kettő között összefüggés. 2013-ban a kontroll parcellák esetén a fent említett fajta ezerszemtömege 41 g volt, addig a kezelési sorozat végét jelentő 160 kg/ha műtrágyadózis mellett ez a szám 36,9 g-ra csökkent (19. ábra).



19. ábra Az Mv Magdaléna ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

Másfelől míg az Mv Suba ezerszemtömege és a N dózis között 2013-ban egyértelmű fordított összefüggés látszott, addig 2014-ben ez átfordult pozitív korrelációba. 2013-ban a kezelési sor kezdőértéke 41,5 g volt, míg a vége 40,9. 2014-ben pedig 34,9 és 39,2. Ez utóbbinál meg kell jegyezni, hogy a 80 kg/ha-os dózis mellett a 39,8 g-os ezerszemtömeg meghaladta a 38,2 g-os, 120 kg/ha-os kezelés melletti és a 39,2 g-os 160 kg/ha-os kezelés melletti ezerszemtömeg értékeket (20. ábra).



20. ábra Az Mv Suba ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

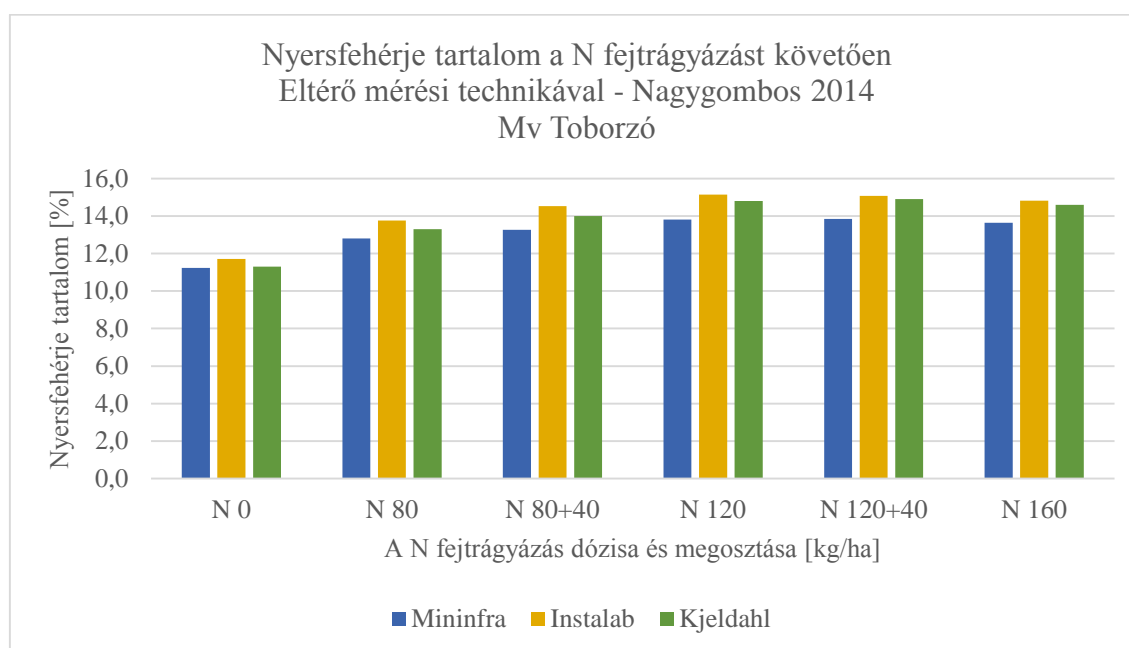


## 5.4 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a fehérjetartalomra

### 5.4.1 Nyersfehérje tartalom

Vizsgálatainkban a nyersfehérjetartalom 2013-ban és 2014-ben minden vizsgált fajta terméséből gyűjtött mintákon is egyértelmű pozitív korrelációt mutatott a N ellátottság növelésével (3. táblázat, 4. táblázat).

A két gyorsteszt közül az Alföld-90, az Mv Magdaléna és az Mv Suba fajtából származó minták átlagai esetén a Mininfra közelebbi értéket adott a Kjeldahl analitikai eljárás eredményeihez, mint az Instalab NIR gyorsteszt, míg az Mv Toldi és az Mv Toborzó (21. ábra) fajták mintájának vizsgálatakor az Instalab adott közelebbi eredményeket a Kjeldahl módszer során megállapítottakhoz.

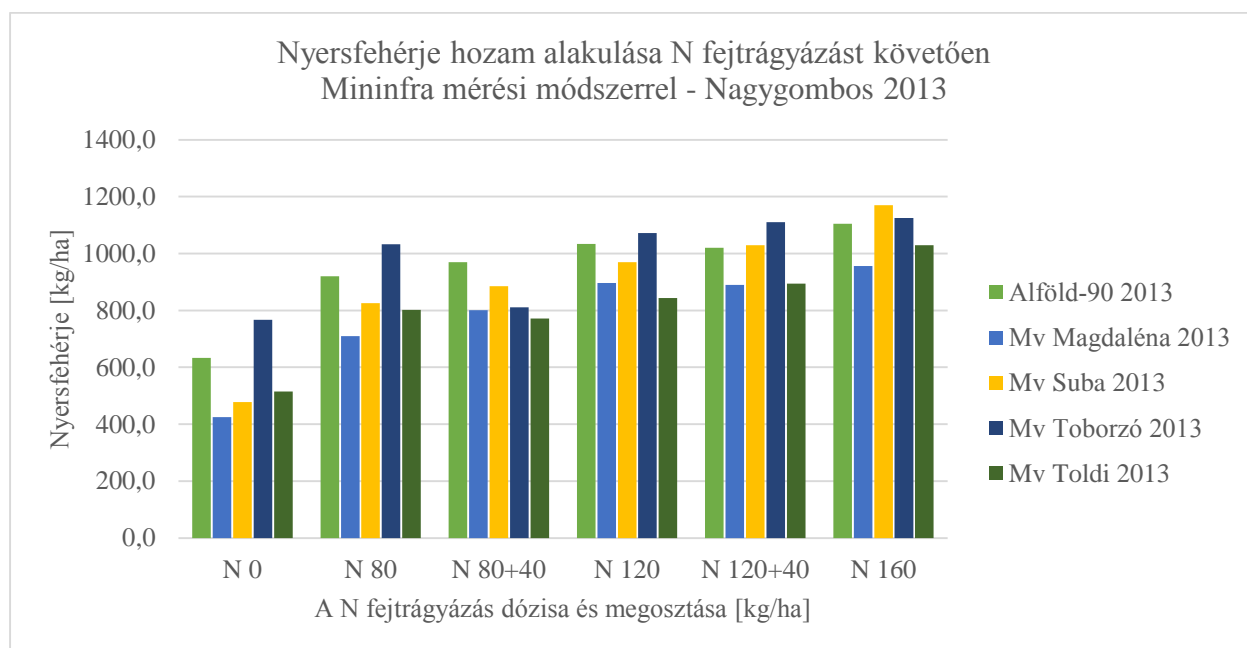


21. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Toborzó

#### 5.4.2 A nyersfehérje hozam változása a fejtrágyázás hatására

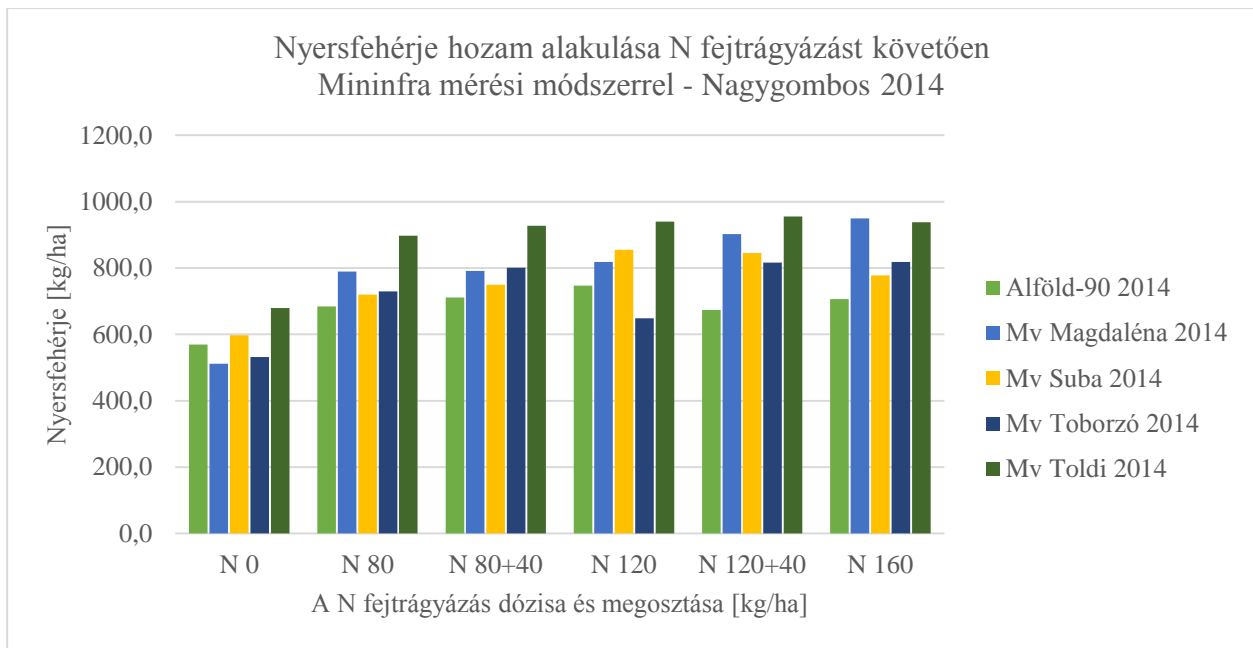
A nyersfehérje hozam szintén mindkét vizsgált évben, mindegyik vizsgált búzafajtánál, mindhárom mérési módszerrel vizsgálva határozottan pozitívan korrelált a N ellátottsággal (3. táblázat, 4. táblázat).

2013-ban mind az öt fajtánál a növekvő N műtrágya dózis növekvő nyersfehérje hozamot eredményezett (22. ábra).



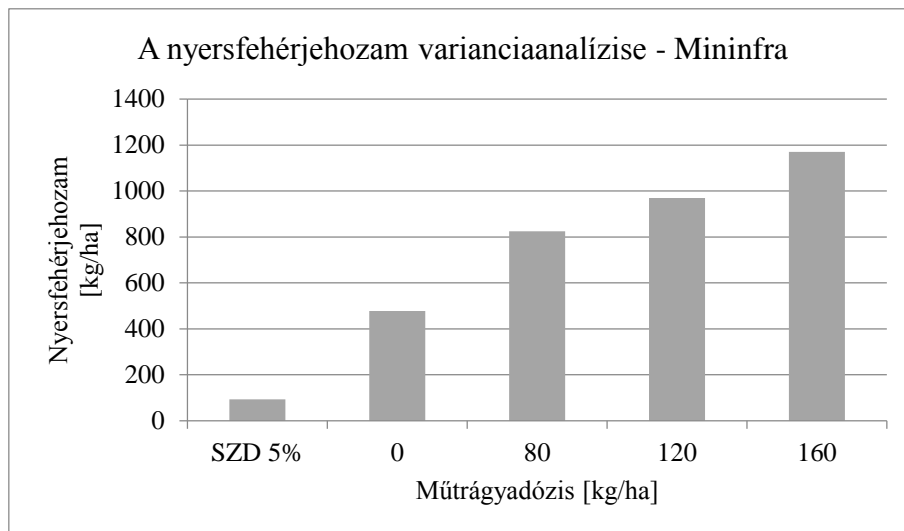
22. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszer alapján, 2013-ban

2014-ben három fajtánál a szokásos trendből kiugró adatokat is kaptunk. Az Alföld-90 és az Mv Suba esetén a 160 kg/ha-os dózis kisebb fehérjehozamot produkált, mint a 120 kg/ha-os kezelés, az előbbi fajtánál 653,6 kg mellett 641,7 kg-ot, míg az Mv Suba esetén 905,7 kg mellett 818,3 kg-ot. A 2014-es eredményeknél az Mv Toborzó fajtánál a 120 kg/ha műtrágyadózis kevesebb nyersfehérjét (695,6 kg/ha) eredményezett, mint a 80 kg/ha (758,1 kg/ha), ugyanakkor a 160 kg/ha-os kezelés meghaladta az előbb említett két értéket (876 kg/ha) (23. ábra).



23. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszer alapján, 2014-ben

Az egytényezős varianciaanalízis elvégzésével bizonyítottuk, hogy a vizsgált mértékben növekvő N dózis hatása szignifikáns a fehérjehozam tekintetében. A 2013-as terméseket vizsgálva az öt fajtából az Mv Suba volt az, amelyiknél 80, 120 és 160 kg/ha-os N műtrágya szinten is szignifikánsan nőtt a fehérjehozam (24. ábra).



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 92,694

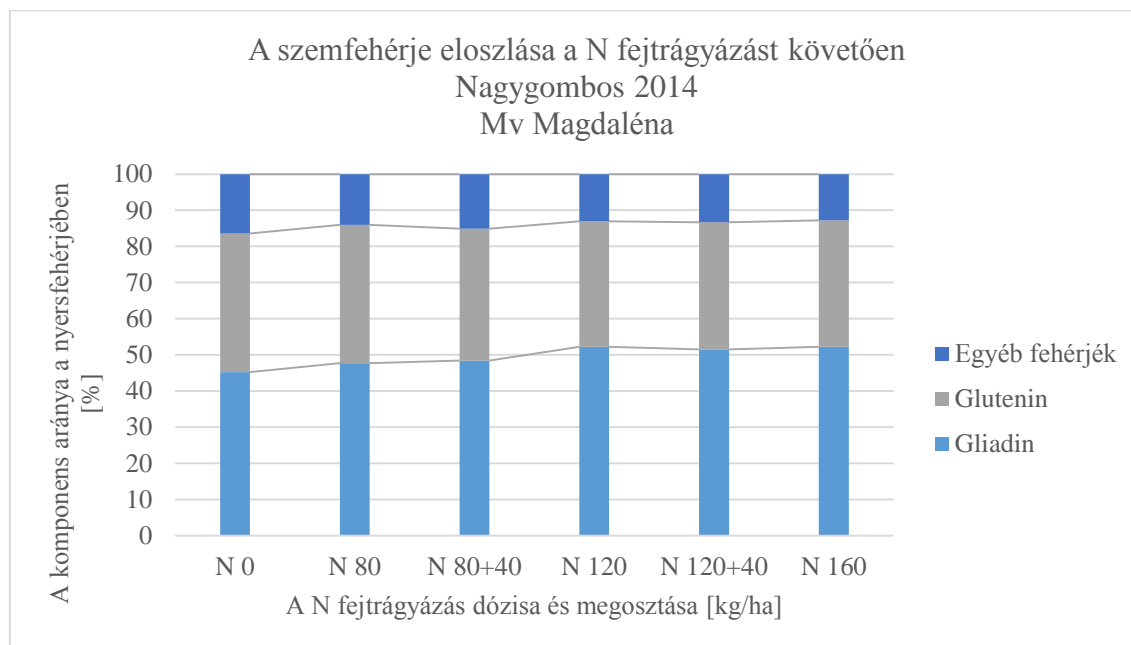
24. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2013.

Az Alföld-90 és az Mv Magdaléna fajtáknál a 80 és a 120 kg/ha-os műtrágyaszint szignifikánsan növelte a paramétert, azonban a 160 kg/ha-os dózis növekménye már nem számottevő. Az Mv Toborzónál ez a hozamtelítődés már 120 kg-nál bekövetkezett, míg az Mv Toldinál a 120 kg/ha-os szint csak csekély, nem szignifikáns növekedést hozott, addig a 160-kg-is szint újra szignifikáns mértékben növelte a fehérjehozamot.

2014-ben az Alföld-90, az Mv Suba és az Mv Toldi fehérjehozama 80 kg műtrágyadózisnál szignifikánsan nőtt, a 120 és a 160 kg-os adag ezen nem javított érdemben, a Toborzónál a 160 kg-os szinten látható egy egyértelmű növekedés. Az Mv Magdaléna ebben az évben hasonlóan reagált, mint 2013-ban az Mv Toldi, vagyis a 120 kg-os adag nem szignifikáns fehérjenövelését a 160 kg-os dózis szignifikáns hatása követte.

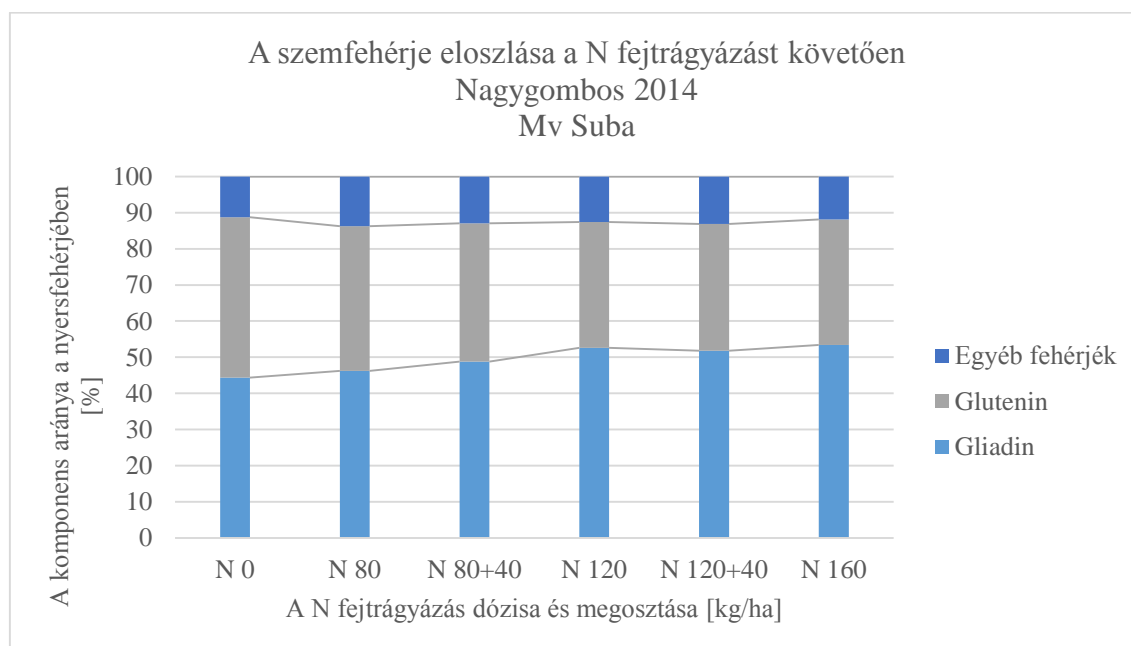
### 5.4.3 Az egyes fehérjekomponensek aránya a nyersfehérjében

A statisztikai próba alapján megállapítható, hogy a gliadin fehérjék aránya egyértelműen pozitívan, a glutenin és az egyéb fehérjék aránya pedig alapvetően negatívan korrelál a N műtrágya dózisának emelésével (4. táblázat). Ezt lehet megfigyelni például az Mv Magdaléna fehérjeösszetétel-változása esetén is (25. ábra)



25. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Magdaléna, 2014.

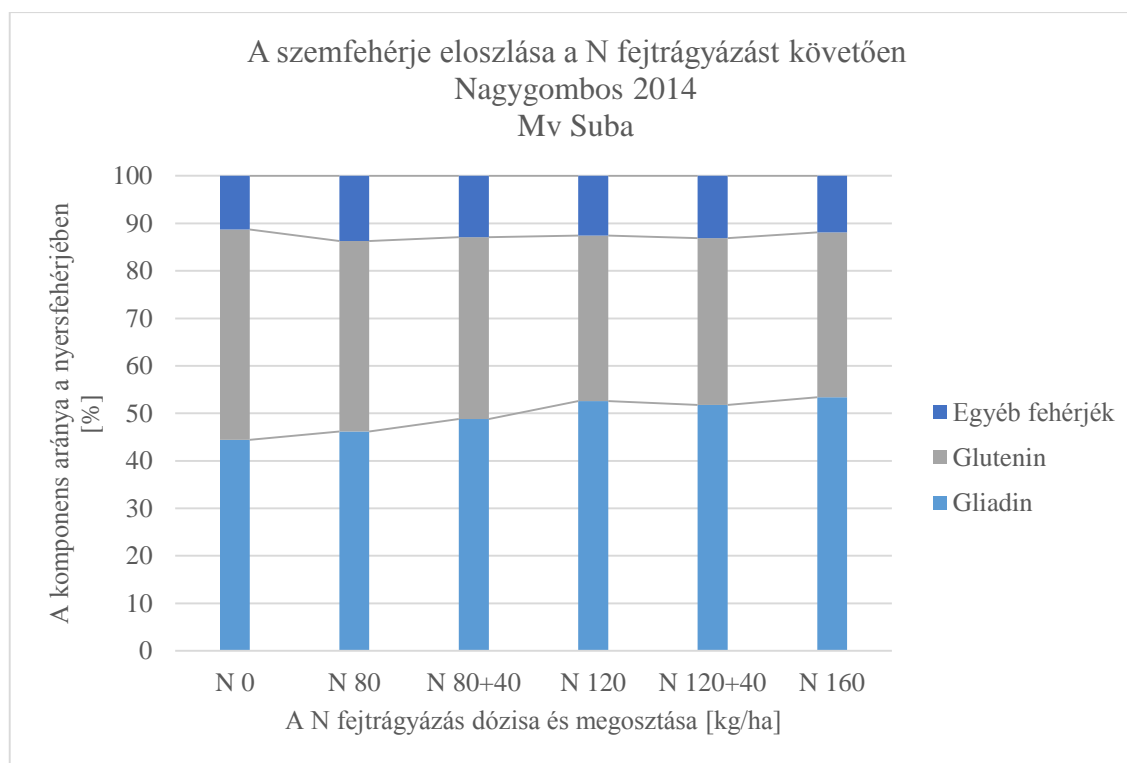
Az utóbbi fehérjecsoportnál, az Mv Suba esetén a kontroll parcella termésvizsgálatánál született egy kiugró adat (26. ábra).



26. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Suba, 2014.

Az Mv Subánál ugyanis mindhárom N dózishoz képest kisebb (11,3%) egyéb fehérje arány mutatkozott. A 80, 120, 160 kg/ha műtrágyadózissal kezelt parcellák termésvizsgálatai sorrendben 13,7; 12,6 és 11,9% egyéb fehérje arányt eredményezett.

A fehérjekomponensek meghatározását 2013-ban csak az Mv Toborzónál sikerült meghatározni. Ennél a fajtánál ebben az évben a bekezdés elején említett trendnek megfelelően változott az egyes fehérjék aránya, vagyis javuló N ellátottság egyértelműen növekvő gliadin, egyértelműen csökkenő glutenin és szintén csökkenő egyéb fehérjekomponens arányt eredményezett. A 2014-es év ennél a fajtánál a gluteninek arányának – a megelőző évjáráthoz képest – kisebb csökkenését eredményezte ( $r=0,4932$ ). Hasonlóan reagáltak az Mv Toldi egyéb fehérjéi is. Itt az  $r$  érték 0,4583-nak adódott, ami gyengébb fordított korrelációt jelentett az Alföld-90, az Mv Magdaléna és az Mv Toborzó egyéb fehérjéi értékéhez képest. Az Mv Suba fajta egyéb fehérjéi ellentétben az összes többi adattal, pozitív korrelációt mutattak a N dózis növelésével (27. ábra), de ez nem bizonyult szignifikánsnak ( $r=0,2698$ ).

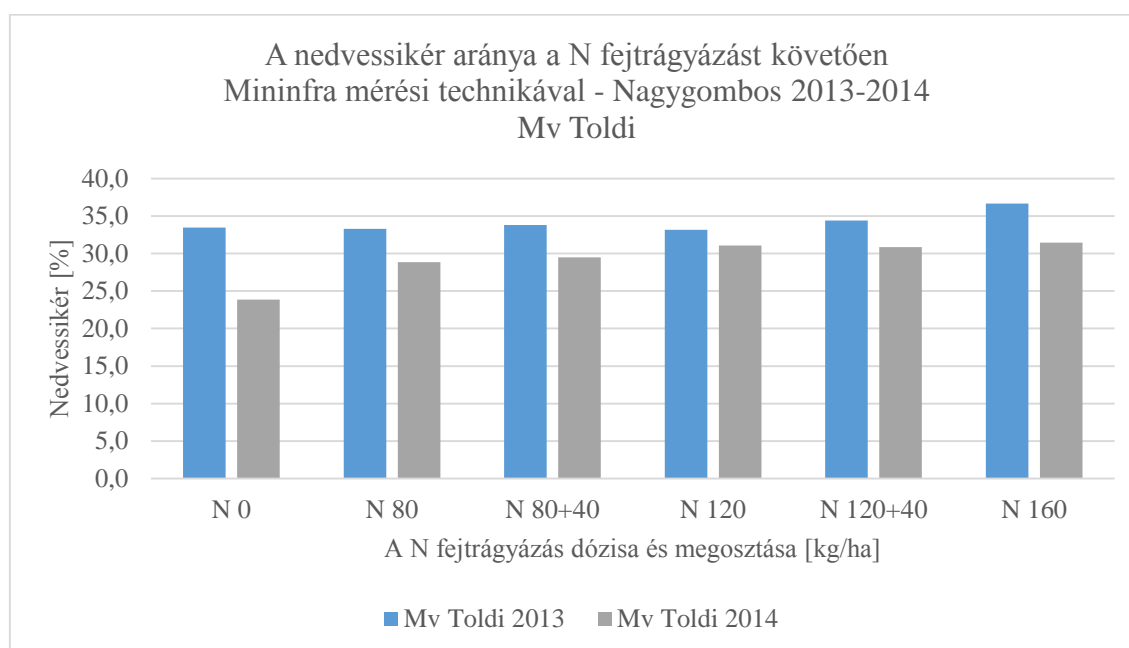


27. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Suba, 2014.

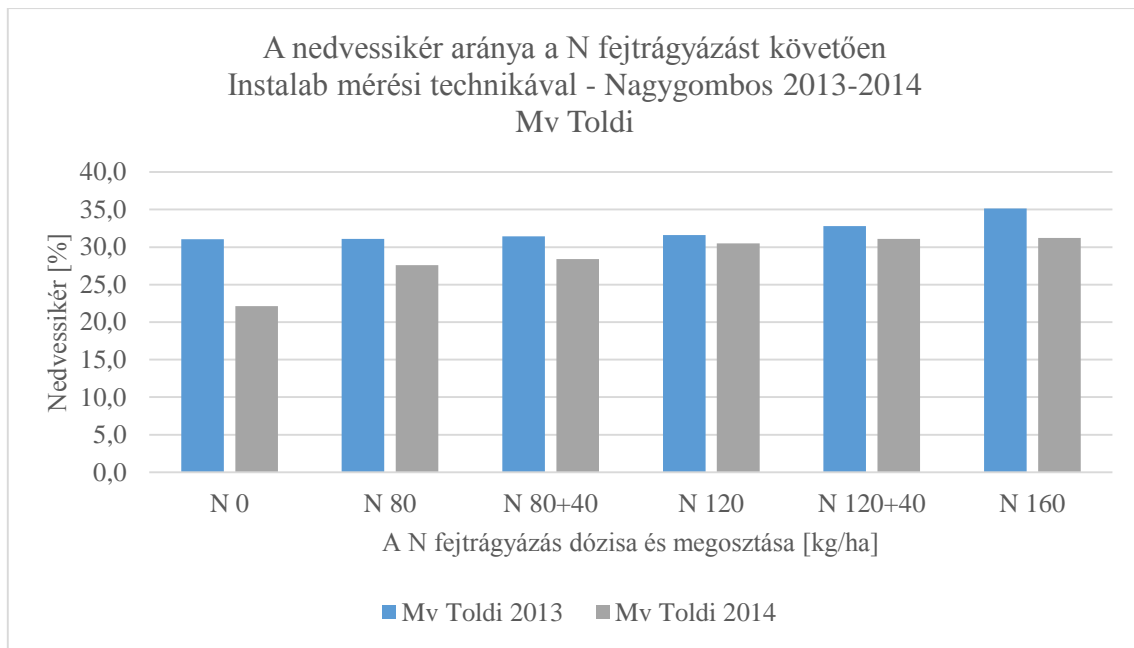
### 5.5 A nedvessikér arányának változása a fejtrágyázás hatásának következtében

A nedves siker arányának meghatározását kétféle módszerrel végeztük. Alföld-90, az Mv Toldi és az Mv Toborzó fajták 2013-as terméseredményét vizsgálva látható, hogy a műtrágyadózis emelése a nedvessikér arányával egyértelműen pozitív korrelációt mutat. Ez az összefüggés látszik mindkét mérési módszer eredményeinek a statisztikai elemzése alapján. 2013-ban az Mv Suba sikértartalma nem korrelált szignifikánsan a N dózis növelésével, míg az Mv Magdaléna fajtánál az Instalab mérési módszerrel közepesen erős negatív korreláció mutatható ki, a Mininfra módszernél ez az összefüggés szintén negatívnak, de nem szignifikánsnak mutatkozott.

A 2014-es év a vizsgált szempontból sokkal egyöntetűbb, hiszen ekkor minden vizsgált fajta sikéaránya egyértelműen erős pozitív korrelációt mutat a N dózis növelésével, mindkét vizsgálati módszer eredményeit figyelembe véve. (3. táblázat, 4. táblázat, 28. ábra, 29. ábra)



28. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Toldi, 2013. és 2014.



29. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Mv Toldi, 2013. és 2014.



## 5.6 A NIR gyorsesztek és az analitikai módszer összehasonlítása

A két NIR gyorseszttel és a Kjeldahl analitikai módszerrel meghatározott eredmények egymáshoz viszonyított pontosságát az 5. táblázat szemlélteti.

5. táblázat A fehérjék meghatározására szolgáló módszerek összevetése 80 kg/ha alkalmazott N műtrágya kezelés mellett

N kezelés 80 [kg/ha] 2013	NIR gyorsesztek				Analitikai módszer
	Mininfra		Instalab		Kjeldahl
	Fehérje [%]	Sikér [%]	Fehérje [%]	Sikér [%]	Nyersfehérje [%]
Alföld-90	100,0%	100,0%	101,4%	93,6%	
Mv Magdaléna	100,0%	100,0%	99,2%	89,3%	
Mv Suba	100,0%	100,0%	103,8%	95,1%	
Mv Toborzó	100,0%	100,0%	101,7%	95,5%	86,6%
Mv Toldi	100,0%	100,0%	101,4%	93,5%	

N kezelés 80 [kg/ha] 2014	NIR gyorsesztek				Analitikai módszer
	Mininfra		Instalab		Kjeldahl
	Fehérje [%]	Sikér [%]	Fehérje [%]	Sikér [%]	Nyersfehérje [%]
Alföld-90	112,6%	100,0%	134,1%	101,6%	100,0%
Mv Magdaléna	98,6%	100,0%	112,9%	90,6%	100,0%
Mv Suba	100,0%	100,0%	106,2%	84,3%	100,0%
Mv Toborzó	96,2%	100,0%	103,4%	89,5%	100,0%
Mv Toldi	92,3%	100,0%	103,6%	95,7%	100,0%

A 5. táblázatban látható, hogy a 2013-as vizsgálati évben a két gyorseszt által meghatározott fehérjearány közötti legnagyobb különbség ugyan azon minta esetén 3,8%-volt (Mv Suba), és a legkevesebb különbség 0,8%-nak adódott (Mv Magdaléna). Ebben az évben csak az Mv Toborzó termését tudtuk analitikai módszerrel megvizsgálni, e fajta terméséből vett minta Kjeldahl analitikai módszerrel végzett elemzése során kapott eredmény 13,4%-kal eltért a Mininfra és 15,1%-kal az Instalab gyorseszt mérési adataitól.

A NIR gyorsesztek sikérmérései közötti legkisebb különbség 4,5% volt (Mv Toborzó), de 10,7%-os különbség is adódott (Mv Magdaléna)

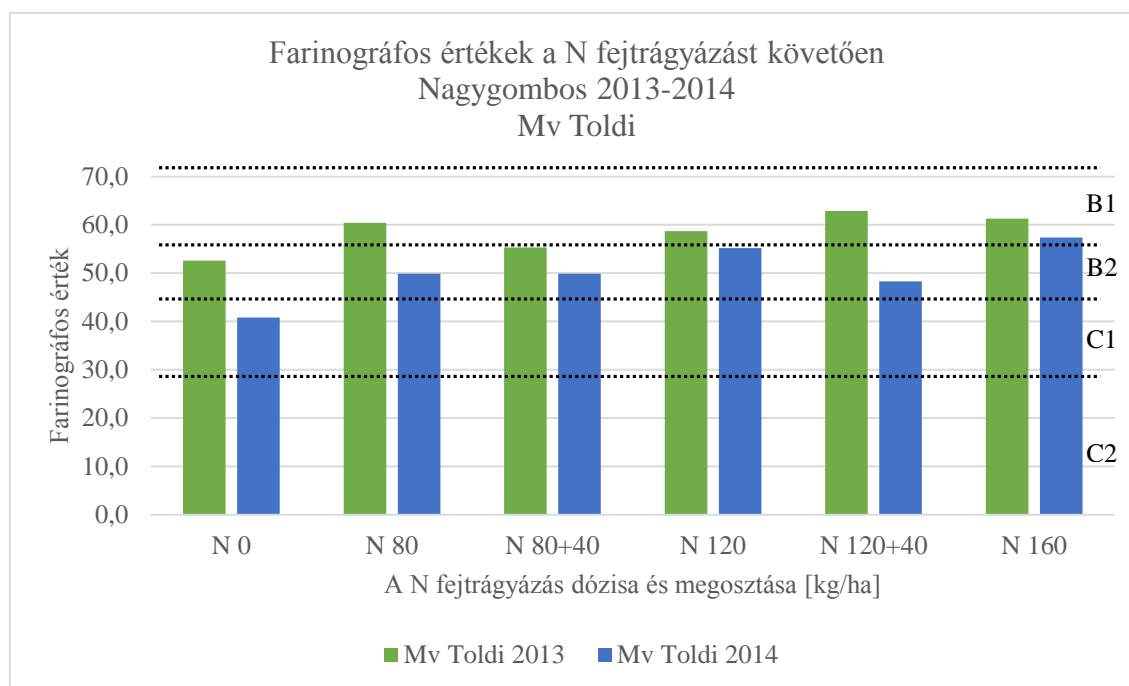
A 2014-ben betakarított terméskből vett mintákat mind az öt vizsgált fajta esetén, mindhárom módon megmértük. Ekkor azt tapasztaltuk, hogy a gyorsesztek bizonyos esetekben igen nagy eltéréseket mutattak úgy egymáshoz képest – Alföld-90 21,5%, Mv Magdaléna 14,3%, mint az analitikai módszerhez viszonyítva – Alföld-90: Mininfra 12,6%, Instalab 34,1%. Máskor a gyorseszt és az analitikai módszer eredménye tökéletesen megegyezett (Mv Suba: Mininfra=Kjeldahl).

Mindezek alapján elmondható, hogy a gyakorlatban is egyre szélesebb körben használt NIR elemzőkészülékek, amelyek a termés egyszerű és valóban gyors értékeléséhez nyújtanak segítséget, igénylik a rendszeres, lehetőleg minden aratás előtt végrehajtott kalibrációt. Győri (2009) is arra hívja fel a figyelmet, hogy a NIR vagy NIT készülékek, amelyek elsődlegesen a N tartalmat határozzák meg, megfelelő kalibrálást követően használhatóak a sikértartalom megbecslésére. Ennek komoly anyagi jelentősége van, hiszen a termés minősége könnyen más-más kategóriába sorolódhat a fent is látható mérésbeli eltérések következtében.

### 5.7 A farinográfus érték változása a fejtrágyázás hatásának függvényében

A farinográfus értékszám változásának iránya nem volt egyértelmű a két vizsgált évben az öt vizsgált búzafajta esetén.

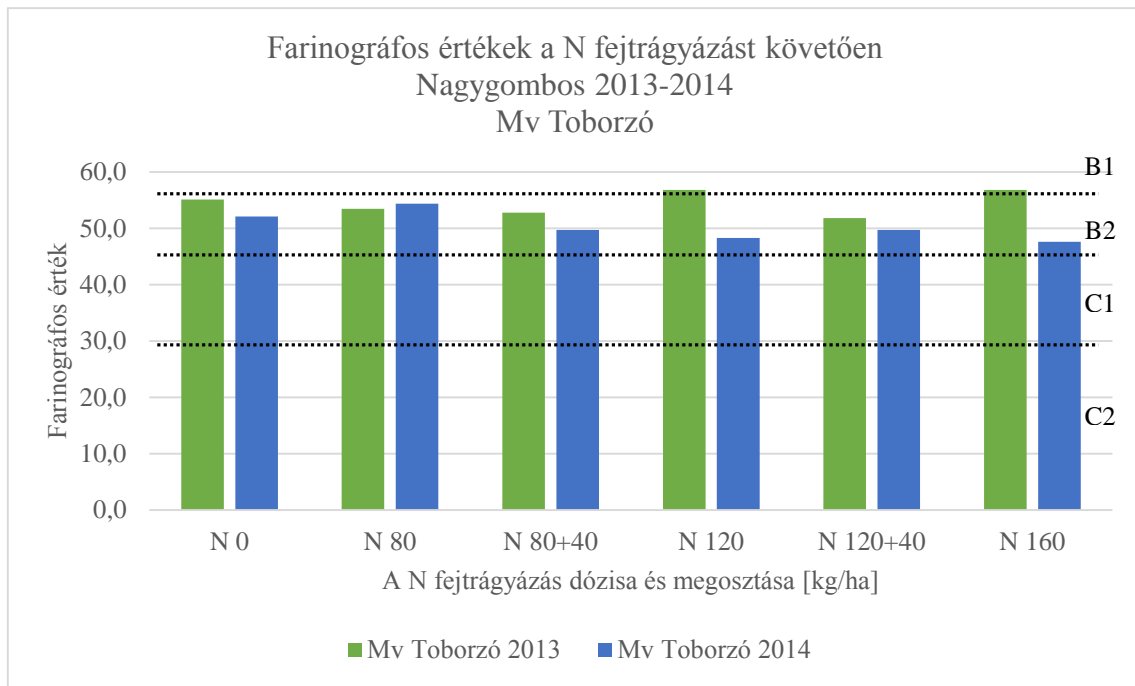
2013-ban többnyire pozitívan hatott a felvehető N növekedése, azonban ebből a szempontból egyértelmű minőségjavulás az ötből kettő - Alföld-90 és Mv Toldi (30. ábra) - fajta esetén volt megfigyelhető.



30. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisének függvényében – Mv Toldi, 2013. és 2014.

Az Mv Suba és az Mv Toborzó (31. ábra) esetén ez az összefüggés már valamivel gyengébb volt, az Mv Magdalénánál pedig nem is nevezhető szignifikánsnak (3. táblázat). Szembetűnő, hogy az Mv Toldit kivéve a kontroll nagyobb farinográfus értékszámot kapott, mint a 80 kg/ha műtrágyadózissal kezelt parcella.

A 2014-es terméseket megvizsgálva még kevésbé lett egyértelmű az eredmény, mert az Mv Toborzónál (31. ábra) egy közepesen erős negatív korreláció volt tapasztalható, az Mv Toldi (30. ábra) egyértelműen pozitívan, ugyanakkor az Mv Magdaléna és az Mv Suba közepesen erősen korrelált a N dózis változásával. Ebben az évben az Alföld-90 farinográfus értékszámja nem mutatott összefüggést a műtrágyadózis változásával (4. táblázat).



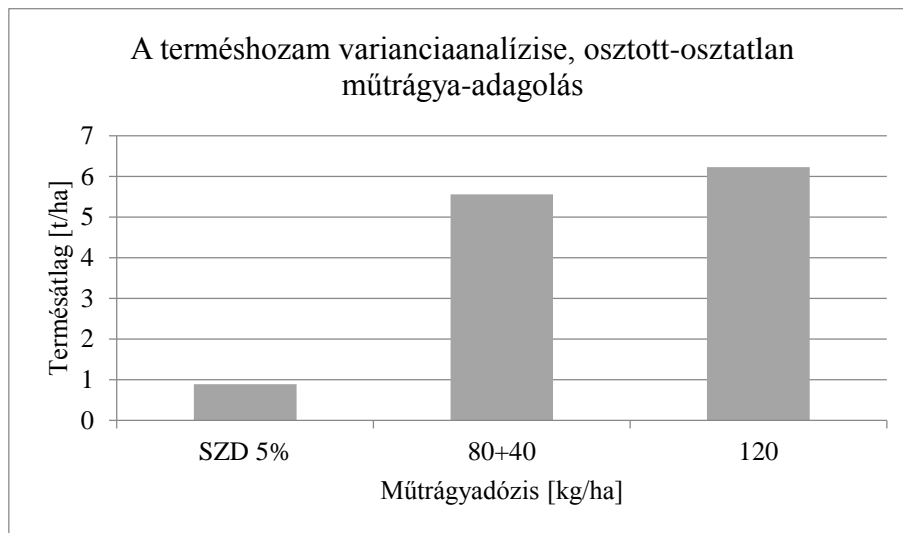
31. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisának függvényében – Mv Toborzó, 2013. és 2014.

## 5.8 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a termés hozamra és a minőségre

A 120 és a 160 kg-os N műtrágyadózisnál azt is vizsgáltuk, hogy van-e hatása a termésmennyiségre és minőségre, ha az adott tápanyagmennyiséget egyszerre, vagy osztva 80+40 kg/ha és 120+40 kg/ha-os adagokban juttatjuk ki a kísérleti területre.

### 5.8.1 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a termés hozamra

Adataink alapján a termés hozam 2013-ban az Alföld-90 és az Mv Magdaléna (32. ábra) fajták esetén nem függött sem 2013-ban, sem a 2014-ben attól, hogy a műtrágyadózist egy- (bokrosodás fázisában) vagy két adagban (bokrosodás és a kalászhányás fázisában) vittük-e ki a területre.



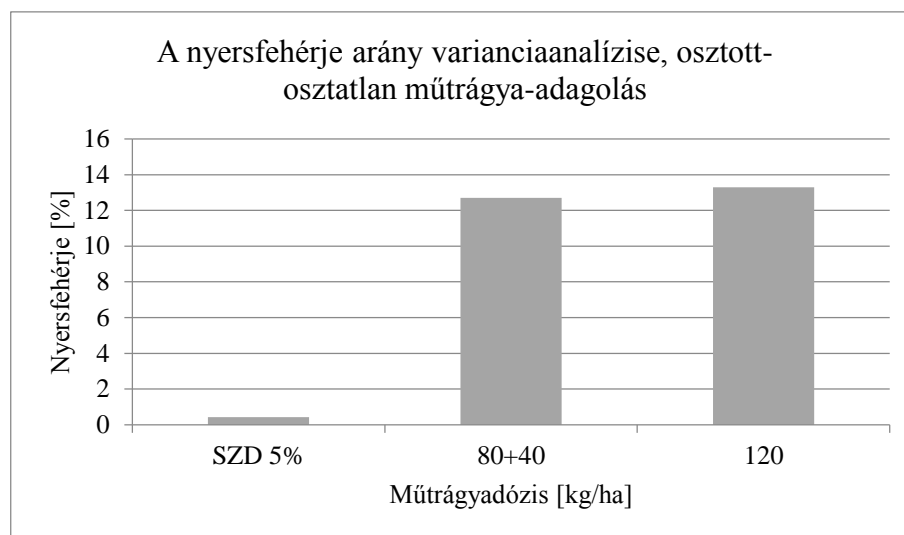
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,892355139

32. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a termés hozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

Az Mv Suba és az Mv Toldi 2013-as terméseredményénél az adódott, hogy a fenti megbízhatósági szinten a bokrosodás fázisában az egy adagban kijuttatott 160 kg/ha-os N fejtrágya nagyobb termésátlagot eredményezett, mint a bokrosodás időszakában adagolt 120 kg/ha-os és a kalászhányás fázisában adagolt 40 kg/ha-os N műtrágyadózis. Ezzel ellentétesen 2014-ben az Mv Toborzó fajtánál látszólag a 120 kg/ha-os nitrogéndózis esetén az osztott adagolás kedvezően hatott a termésmennyiségre. A többi vizsgált esetben szignifikáns eltérést nem lehetett kimutatni az osztott és osztatlan N műtrágyadózis és a termés hozam összefüggésében.

### 5.8.2 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nyersfehérje arányára

A nyersfehérje arányát az Mv Magdaléna fajtánál egyik vizsgált évben sem befolyásolta az, hogy osztatlan vagy osztott dózisú műtrágyázást végeztünk-e. Az Mv Toborzó nyersfehérje arányát az adódó eredmények alapján 2013-ban szignifikánsan csökkentette az, amikor a 120 kg/ha-os műtrágyadózist két adagban adtuk ki a növényeknek. Ugyan abban az évben az Mv Toldi az egyadagú 160 kg/ha N műtrágyázás után nagyobb nyersfehérje arányt produkált, mint ugyan e dózissal osztott adagolás mellett, akárcsak 2014-ben a 120 kg/ha-os kezelés esetén (33. ábra).



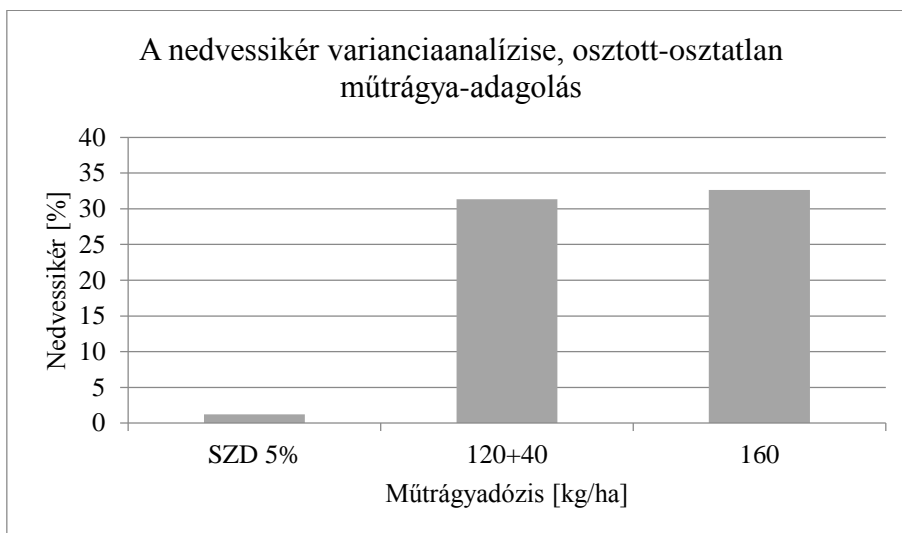
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,424108995

33. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

Hasonlóan az Mv Suba és az Alföld-90 2014-ben nagyobb termést produkált 160 kg/ha N Műtrágya kezelés hatására, mint ugyanezen dózis osztott adagolása esetén. A többi vizsgált esetben szignifikáns eltérést nem lehetett kimutatni az osztott és osztatlan N műtrágyadózis és a nyersfehérje arányának összefüggésében.

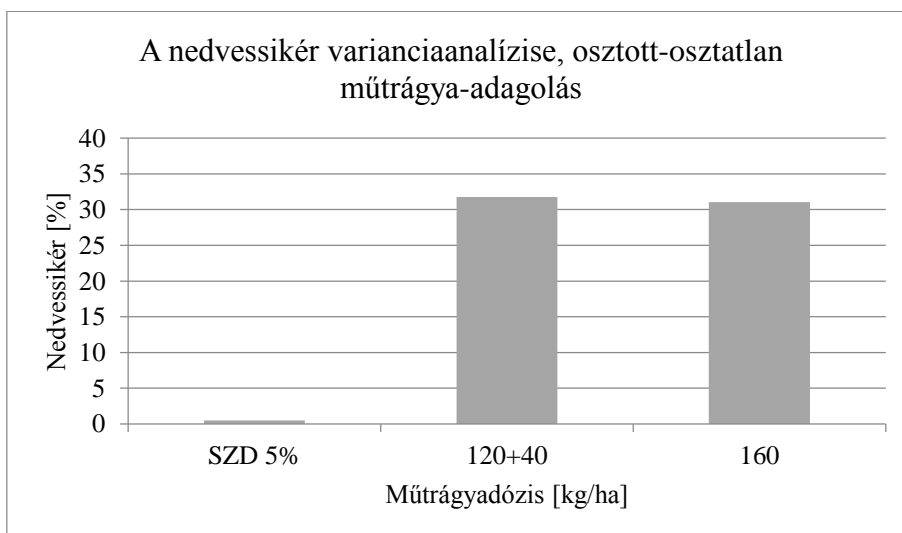
### 5.8.3 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nedvessikér arányára

2013-ban az az Mv Toborzó fajta 120 kg/ha-os és az Mv Toldi 160 kg/ha-os, az Mv Toldi 2014-es 120 kg/ha-os valamint az Alföld-90 2014-es 160 kg/ha-os egyadagú N műtrágyázása (34. ábra) szignifikánsan nagyobb nedvessikér arányt produkált, mint ugyanez a dózis kétadagú kijuttatása.



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 1,227790222

34. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,498387149

35. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

2014-ben az Mv Toborzó ezzel ellentétesen kedvezőbben reagált a 160 kg/ha-os osztott N műtrágyakezelésre, mint adott dózisú egyadagú tápanyag-kihelyezésre (35. ábra).

A többi vizsgált esetben szignifikáns eltérést nem lehetett kimutatni az osztott és osztatlan N műtrágyadózis és a nedvessikér arányának összefüggésében.



## 5.9 Új tudományos eredmények

Vizsgálataink alapján meghatároztuk öt különböző búzafajta (Alföld 90, Mv Magdaléna, Mv Suba, Mv Toborzó és Mv Toldi) termésének a növekvő adagú és megosztottságú N ellátás hatására bekövetkező mennyiségi és minőségi reakcióját.

A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy 2014-ben az extenzívebb típust képviselő fajta, az Alföld-90 termése volt általában a legkisebb, ugyanakkor 2013-ban a kontrollban és a kezelések során is kevés kivételtől eltekintve nagyobb termést adott, mint az intenzívebb búzafajták.

Kísérleteink során értékeltük az alkalmazott módszerek és laboratóriumi eszközök megbízhatóságát. Megállapítottuk, hogy a NIR berendezésekkel mért fehérje értékek, többnyire konfidencia határon belüli különbséget mutattak az analitikai módszerekkel mért adatokhoz képest, azonban esetenként jelentős eltérés is mutatkozhat a két módszerrel mért eredmények között, így mindenképpen indokolt a NIR berendezések minden aratás előtti kalibrálása. Vizsgálataink igazolták, hogy a növekvő adagú N használat, évjáráttól függetlenül szoros pozitív összefüggést mutatott a búzafajták nedves siker tartalmával. Megállapítottuk, hogy a vizsgált búzafajták eltérően reagáltak, és meghatároztuk annak fajtankénti mértékét.

A tápanyagellátás farinográfus értékre gyakorolt hatása nem volt egyértelmű, és évjáratonként is különbségeket mutatott. Megállapítottuk, hogy a farinográfus érték az adott vizsgálati körülmények között leginkább az egyes fajták között volt kimutatható.

Megállapítottuk, hogy a növekvő adagú N ellátottság eltérő mértékben, de konzekvensen növelte a búzafajták fehérjetartalmát. A növekvő fehérjetartalmon belül minden vizsgált fajta esetében változott a gliadin és a glutenin komponensek mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya is. Megállapítottuk, hogy a gliadin fehérjék aránya egyértelműen pozitívan, a glutenin fehérjék aránya ezzel ellentétesen változott.

Elemeztük az azonos mennyiségű, de egy adagban, illetve megosztott fejtrágya formájában kijuttatott N hatását. Megállapítottuk, hogy a kétféle kijuttatási mód a vizsgált búzafajták 2013-ban és 2014-ben betakarított terméseiben nem okozott értékelhető különbséget a terméseredmények, a termés nitrogéntartalma és a nedvessiker-tartalom esetében sem. Eredményeink alapján az adott fajták és kísérleti körülmények között a megosztott fejtrágyázás szakirodalomból ismert (Szentpétery 2004, Antal 2000, Balla et al. 1988) és széleskörűen elfogadott minőségjavító hatása nem nyert igazolást.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Minden növénytermesztési tevékenység, így a búzatermesztés célja is a megfelelő mennyiségű és minőségű termés előállítása. A mennyiségi és minőségi termőképesség genetikailag meghatározott tulajdonsága a növényeknek, így a különböző búzafajtáinknak is. Ezek érvényre jutását a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Lényegében a terményminőség nem javítható, csak érvényre juttatható, illetve kedvezőtlen körülmények hatására rontható. Az agronómiai módszerek körültekintő alkalmazásának célja a genetikailag meghatározott tulajdonságok lehető legteljesebb érvényre juttatása. A búzában genetikailag determinált beltartalmi tényezők kifejeződését segíti az okszerű tápanyag-utánpótlás, trágyázás. Mivel a búza minőségének csaknem minden tényezője kapcsolódik az endospermium fehérjetartalmához, annak mennyiségéhez és kémiai összetételéhez, ezért a környezeti tényezők sorában a nitrogén ellátottságnak kiemelt szerepe van. Vizsgálataink során tanulmányoztuk különböző genotípusú búzafajták N ellátásának minőségre gyakorolt hatását. Magyarországon számos kutatási eredmény született ebben a kérdéskörben, mégis célszerűnek látszott különböző fajták felhasználásával, a hagyományos minőségi mutatók mellett a sikérfehérjék komponenseinek, a gliadinok és a gluteninek mennyiségi alakulását is megfigyelni. Ez utóbbiak szerepe ugyanis kitüntetett a búza minőségi paramétereinek a meghatározásában, különös tekintettel a sütőipari minőségre, ugyanakkor vizsgálatuk az utóbbi években háttérbe szorult. Valójában az újabb nemesítésű búzafajták sikérfehérjéinek, e fehérjék agronómiai befolyásolásával kapcsolatos ismereteink nem elégségesek. Munkánk célja következőképpen e hiány pótlása, illetve az e tényezőkkel kapcsolatos újabb ismeretek megszerzése volt.

Kísérleteink során meghatároztuk öt eltérő genotípusba tartozó búzafajta termésének a növekvő adagú és megosztottságú N ellátás hatására bekövetkező mennyiségi és minőségi reakcióját. A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy az extenzívebb típusú búzafajták inkább kisebb termést adnak, ugyanakkor szerényebb tápanyagellátás esetén, mint azt a kontroll kezelések igazolták, az extenzív típus terméshozama meghaladta az intenzívékét. Javasolható tehát, hogy a fajtaválasztás során a termelők vegyék figyelembe az alkalmazható tápanyagellátási technológiai szintet is.

Kutatásaink során metodikai szempontból értékeltük az alkalmazott módszerek és laboratóriumi eszközök megbízhatóságát. Megállapítottuk, hogy a NIR berendezésekkel mért fehérje értékek gyakorlati szempontból azonos értékűnek tekinthetők az analitikai módszerekkel meghatározott értékekkel. Ugyanakkor a Kjeldahl módszerrel való összevetés alapján szükséges felhívni a figyelmet e berendezések rendszeres, lehetőleg minden aratás előtti kalibrálására annak érdekében, hogy a termelők a lehető legpontosabban meg tudják határozni az egyes paraméterek valós értékét.

Ezzel minimalizálni lehet a termés minőségével kapcsolatos, komoly anyagi aspektussal bíró viták kialakulását.

Vizsgálataink igazolták, hogy a növekvő adagú nitrogén kijuttatás, évjárattól függetlenül pozitív hatással volt a búzafajták nedvessikér tartalmára. Ugyanakkor a vizsgált búzafajták sikermennyiség-növekedése eltérő mértékű volt. Javasolható, hogy a termesztés során a termelők vegyék figyelembe az egyes termesztett búzafajták nitrogénigényét, és annak megfelelő tápanyagellátást alkalmazzanak.

Eredményeink alapján a növekvő adagú nitrogénellátás évjáratonként eltérő hatással volt a vizsgált búzafajták farinográfus értékére. Megállapítható volt ugyanakkor, hogy a farinográfus érték fajtaspecifikusnak tekinthető.

Eredményeink igazolták, hogy a növekvő adagú N ellátottság konzekvensen növelte a búzafajták fehérjetartalmát. A növekvő fehérjetartalmon belül minden vizsgált fajta esetében változott a gliadin és a glutenin komponensek mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya is. A nitrogén mennyiségének növelésével nőtt a fehérjéken belül a gliadin mennyisége. Következésképpen a jobb sütőipari minőség érdekében javasolható a termelők részére a nagyobb nitrogénadagok használata.

Az osztott fejtrágyázás azonos nitrogén mennyiségek esetén nem okozott kimutatható minőségváltozást. Vizsgálataink alapján nem volt igazolható az osztott fejtrágyázás minőségjavító hatása. Mivel a szakirodalmi adatok (Szentpétery 2004, Antal 2000, Balla et al. 1988) ezzel többnyire ellentétes eredményt mutatnak, ezért javasolható további vizsgálatok folytatása ezen a téren.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfelelő nitrogénellátottság alapvető fontosságú a búza minőségének kifejeződésében. Elégtelen nitrogénellátottság mellett a búzafajták genetikailag meghatározott minőségi tulajdonságai nem juttathatók érvényre. Vizsgálataink jelentős fajtakülönbségeket állapítottak meg az egyes minőségi paraméterek tekintetében. Ugyancsak megállapítható volt, hogy a sikerfehérjéken belül a gliadin és a glutenin aránya meghatározó lehet a sütőipari minőségre, és ez az érték minden búzafajta esetében befolyásolható volt az alkalmazott nitrogénkezelésekkel.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

A búza a világ egyik legfontosabb kenyérgabonája, az emberiség táplálkozásában világszerte döntő jelentőségű. A Föld 2013. évi búzatermése meghaladta a 700 millió tonnát. A búzából készült kenyér kedvező tulajdonságai miatt a Föld minden részén alapvető élelmiszer. Az egyre növekvő igények kielégítése érdekében alapvető fontosságú a minél nagyobb terméshozam és a kiváló minőségű liszt előállítása. A mennyiségi és minőségi termőképesség genetikailag meghatározott tulajdonsága a növényeknek, így a különböző búzafajtáinknak is. A minden szempontból megfelelő termés elérésének elengedhetetlen feltétele az adott környezeti viszonyok mellett a legjobb fajta kiválasztása. Az örökletesen meghatározott jó tulajdonságok kifejeződését a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Az agronómiai módszerek körültekintő alkalmazásának célja a kedvező genetikai adottságok lehető legteljesebb érvényre juttatása.

A környezeti tényezők közül kitüntetett szerepe van a tápanyag-utánpótlásnak, a trágyázás hatékony eszköz a beltartalmi tulajdonságok kifejeződésének elősegítésére. A kenyérgabona esetén a harmonikus tápanyagellátás kedvező tápanyag- és vízgazdálkodású talajtani feltételek mellett is döntő terméshozamot növelő agrotechnikai elem. A trágyázás hatását és hatékonyságát agroökológiai, biológiai és agrotechnikai elemek természetesen befolyásolják. A tápanyag-utánpótlást biztosító termékek közül irodalmi adatok alapján legnagyobb szerepe a nitrogén műtrágyának van.

A nitrogéntrágyázás növeli a fehérjetartalmat, a nedves siker arányát, az üvegeességet az ezerszemtömeget, sőt még a keményítőtartalmat is. N műtrágyázás hatására jelentősen megnő az albumin és a globulin tartalom, a gliadin és a glutenin mennyisége. A N kezelés kedvező a liszt nedves siker tartalmára, a stabilitására és az eltarthatóságára. A tészta kialakulása során több diszulfid híd jön létre, amely nagyobb fokú polimerizációt eredményez. A nitrogén fejtrágyázás növekvő adagjai, valamint – irodalmi adatok szerint – azok megosztása, kedvezőtlen ökológiai viszonyok mellett is minőségjavító eredményeket produkál.

A siker, amely közel 300 éve ismert a tudomány számára, fehérjékből, az érett búzaszem legfőbb raktározó anyagaiból áll. Alapvetően ezek mennyisége és összetétele szabja meg a búza sütőipari minőségét. A búzafehérjék méret szerint szétválaszthatóak. A búzaliszt általában 45% glutenint, 45% gliadint, 10% oldható fehérjét tartalmaz. A tészta sűrűségét és nyújthatóságát a monomer gliadinok, míg a tészta rugalmasságát, erősségét a polimer gluteninek határozzák meg. A sikerfehérjék, különösen a gliadinok az érett szem szubaleuron rétegében koncentrálnak, de, mint pl. a nagy molekulatömegű glutenin alegységek, megtalálhatóak az endospermium mélyebb rétegeiben is. A szem belüli expressziós minták azonban nem állandóak, környezeti tényezők, mint pl. a nitrogén műtrágya alkalmazása, befolyásolják azokat. Hasonlóan a gabona egyéb

tartalékfehérjéihez a búza prolaminjai polimorfikusak, multigén családok kódolják, amelyek három genomon homológ allélként szerepelnek.

A fejtrágyázás búzaminőség meghatározásában játszott kiemelkedő szerepére, valamint szakszerű elvégzésének aránylag magas költségére való tekintettel, mindenképpen célszerű megtalálni a tápanyagellátására vonatkozó leghatékonyabb megoldást, hogy az adott esetben hasznosítható legyen a gyakorlati mezőgazdaság számára is. Magyarországon számos kutatás született ebben a kérdéskörben, mégis célszerűnek látszott eddig ebből a szempontból kevésbé vizsgált fajták felhasználásával árnyalni a képet. A hagyományos minőségi mutatók mellett a sikérfehérjék komponenseinek, a gliadinok és a gluteninek mennyiségi alakulását is célszerű megfigyelni. Ez utóbbiak szerepe, mint említettem, kitüntetett a búza minőségi paramétereinek a meghatározásában, ugyanakkor vizsgálatukra az utóbbi időszakban talán kevesebb energia jutott. Fentiek alapján azt a célt tűztük ki, hogy minél több búzafajtán, lehetőleg több éven át, több tápanyagszinten, egydózisú és osztott kezelések mellett is vizsgáljuk a minőségi paraméterek változását, ezen belül pedig a tartalékfehérjék arányát és összetételét is. Mivel egyre nagyobb jelentősége van a közeli infravörös (NIR) elemző készülékek gyakorlati használatának, ezért tervbe vettük, hogy az ilyen típusú berendezések méréseiből kapott eredményeket összevetjük a minták analitikai módszerrel történt vizsgálatával kapott értékekkel.

A várakozásoknak megfelelően a vizsgált fajták mindegyikénél, mindkét évben a nitrogéndózis növekedése terméshozam növekedést okozott. Ezen belül azonban az évjáráthatás és a fajták hatása is kimutatható. A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy az extenzívebb típusú búzafajták kisebb termést adnak, ugyanakkor szerényebb tápanyagellátás esetén, mint azt a kontroll kezelések igazolták, az extenzív típus terméshozama meghaladta az intenzívékéét. Javaslatunk, hogy a fajtaválasztás során a termelők vegyék figyelembe az alkalmazható tápanyag ellátási technológiai szintet is.

A hektolitertömeg a 2013-as évjárat esetén minden vizsgált fajtánál határozott fordított korrelációt mutatott a N ellátottsággal, míg a 2014-es évben ez az összefüggés már gyengébb volt és kivételként az Mv Magdaléna esetén erős pozitív korreláció mutatkozott. Az ezerszemtömeg és a N dózis közötti összefüggés az egyes fajták és évjáratok között is eltérő képet adott. Míg például az Mv Magdaléna ebből a szempontból 2013-ban egyértelmű negatív korrelációt mutatott, addig 2014-ben alig volt a kettő között összefüggés. Másfelől míg az Mv Suba ezerszemtömege és a N dózis között 2013-ban egyértelmű fordított összefüggés látszott, addig 2014-ben ezzel ellentétes eredmény adódott.

A nedves sikér arányának meghatározását két típusú NIR (infravörös) elemzőkészülékkel végeztük. 2013-as terméseredményeket vizsgálva három fajta esetén látható, hogy a műtrágyadózis emelése a nedvessikér arányával egyértelműen pozitív korrelációt mutat. A 2014-

es év a vizsgált szempontból még egyöntetűbb volt, hiszen ekkor minden vizsgált fajta sikérránya egyértelműen erős pozitív korrelációt mutat a N dózis növelésével, mindkét vizsgálati módszer eredményeit figyelembe véve. Ugyanakkor a vizsgált búzafajták sikermennyiség-növekedése eltérő mértékűnek adódott. Javasolható, hogy a termesztés során a termelők vegyék figyelembe az egyes termesztett búzafajták nitrogénigényét, és annak megfelelő tápanyagellátást alkalmazzanak. A farinográfus értékszám változásának iránya nem volt egyértelmű. 2013-ban többnyire pozitívan hatott a felvehető N növekedése, azonban ebből a szempontból egyértelmű minőségjavulás az ötből kettő fajta esetén volt megfigyelhető. A 2014-es terméseket megvizsgálva még kevésbé lett egyértelmű az eredmény, mert itt előfordult negatív, egyértelmű és közepesen pozitív valamint nem szignifikáns viszony is.

A fehérjetartalom vizsgálatánál a háromféle vizsgálati módszer szerint határoztuk meg az értékeket. Ebből kettő NIR gyorseszt volt, egy pedig a Kjeldahl analitikai módszer. Ez utóbbit csak a 2014-es mintákon volt módunk használni a 2013-as minták közül csak egy fajta esetén végeztük el. Vizsgálatainkban a 2013-ban gyűjtött mintákon 3 fajtánál erős pozitív korrelációt lehetett megfigyelni, két fajtánál ez nem volt megállapítható. 2014-ben egyértelmű pozitív korrelációt mutatott a fehérjetartalom növekedése a N ellátottság javulásával.

A NIR gyorsesztek az analitikai módszerrel összevetve megbízhatónak bizonyultak ugyan, de az eredmények alapján elmondható, hogy ezek biztonságos használatának a rendszeresen végzett kalibráció elengedhetetlen feltétele.

A nyersfehérje hozam határozottan pozitívan korrelált a N ellátottsággal. Az egytényezős varianciaanalízis elvégzésével bizonyítottuk, hogy a vizsgált mértékben növekvő N dózis hatása szignifikáns a fehérjehozam tekintetében.

A nyersfehérjék egyes komponenseinek vizsgálata során kapott eredmények statisztikai próbái alapján megállapítható, hogy a gliadin fehérjék aránya egyértelműen pozitívan, a glutenin fehérjék aránya ezzel ellentétesen, az egyéb fehérjék pedig alapvetően negatívan korrelálnak a N műtrágya dózisának emelésével.

A jobb sütőipari minőség elérése érdekében javaslatunk az, hogy a termelők megfelelő mértékű, nagyobb nitrogénadagokat használjanak.

Két N műtrágyadózisnál azt is vizsgáltuk, hogy van-e hatása a termésmennyiségre és minőségre, ha az adott tápanyagmennyiséget a fejtrágyázás során egyszerre, vagy osztva juttatjuk ki a kísérleti területre. Egyadagú kezelés esetén a tápanyag-utánpótlást a bokrosodás fázisában, míg kétadagúnál a bokrosodás és a kalászhányás szakaszában végeztük. Adataink alapján a vizsgált paraméterek egyike sem függött attól, hogy a műtrágyadózist egy- vagy két adagban vittük-e ki a területre. Mivel a szakirodalmi adatok ezzel többnyire ellentétes eredményt mutatnak, ezért javasolható további vizsgálatok folytatása ezen a téren.

A megfelelő nitrogénellátottság kiemelten fontos a búza jó minőségének biztosításához. Elégtelen nitrogénellátottság mellett a búzafajták genetikailag meghatározott minőségi tulajdonságai nem juttathatók érvényre. Vizsgálataink jelentős fajtakülönbségeket állapítottak meg az egyes minőségi paraméterek tekintetében. Ugyancsak megállapítható volt, hogy a sikérfehérjéken belül a gliadin és a glutenin aránya meghatározó lehet a sütőipari minőségre, és ez az érték minden búzafajta esetében befolyásolható volt az alkalmazott nitrogénkezelésekkel.

## 8. SUMMARY

Wheat is one of the most important cereals in the world. Its role is crucial in the alimentation of the human race. Wheat production of the Earth has exceeded 700 million tons in 2013. Because of its favourable properties bread made from wheat is a basic food all over the world. It is essential to achieve as higher yield as possible and producing an outstanding quality flour in order to meet the growing consumers' needs. Yield potential and quality are genetically determined characteristics of all crops. Quality can be spoiled or manifested by agronomic traits, but never improved. The basis of good quality depends on the production of a proper variety. The expression of the genetically determined good properties are influenced by environmental factors. The goal of the application of the agronomical methods is the enforcement of expression of the preferential genetic aptitude.

Among the environmental factors plant nutrition has an outstanding role; the fertilisation is an effective tool to promote the expression of the properties of quality. In case of winter wheat the harmonic nutrition – even beside good water and nutrient management – is a cardinal yield increasing element. The effectiveness of fertilisation is influenced by agroecological, biological and agrotechnical factors. According to the literature among the plant nutrient products the N fertilisers play a prominent role.

The nitrogen fertilisation increases the grain protein and wet gluten content, the vitreousness, the thousand-grain weight and even the starch content. N fertilisation has an impact on the growth of albumin and globulin content and on the amount of gliadins and glutenins as well. N treatments are suitable to influence the gluten content, the stability and the shelf life of the flour. During the formation of the dough more disulphide bonds are being formed, resulting in a higher degree of polymerisation. The increasing and – according to the literature – the multiple doses of nitrogen top dressing results in quality improvement even under adverse environmental conditions.

Gluten, the material known for almost 300 years, consist of proteins, the most important storage substances of the ripe wheat grain. The baking quality is determined by the quantity and quality of these proteins. The wheat proteins can be separated by their size. The wheat flour contains 45% of glutenins, 45% of gliadins and 10% of soluble proteins commonly. The density and extensibility of the dough is determined by the monomeric gliadins, while its flexibility and strength is determined by polymeric glutenins. Proteins are concentrated predominantly in the subaleurone layer of the ripe grain. Accordingly, the endosperm is not a homogeneous tissue and its key components (proteins, starch and cell-wall polysaccharides) show a qualitative and a quantitative gradient as well. The application of nitrogen fertilisers however, affects the expression patterns within the grain. Similarly to other wheat storage proteins its prolamins are also polymorphic,



encoded by multigene families that are present in the form of homeologous alleles on three genomes.

Considering the important role of the top dressing in determination of wheat quality, and its relatively high cost, we should find the most effective solution for supplying nutrients to serve useful information for practical agriculture. Although there were many studies done on this topic in Hungary, it still seemed to be expedient to update our knowledge through testing less studied varieties of winter wheat. In addition to the traditional quality indicators, the quantitative development of the components of gluten proteins, gliadins and glutenins should be observed. The role of the latter are crucial in the determination of the quality of winter wheat varieties, however the scientists spent less energy recently on studying of the changing ratio of these proteins as a result of fertilisation.

We set the objective to investigate the change in qualitative parameters within the proportion and composition of storage proteins of different wheat varieties due to different doses of nitrogen fertiliser – in undivided and split treatment – of several crop years. Since the practical use of near infrared (NIR) devices has an increasing importance, we planned to compare the results derived from those NIR tools with the data come from measurement of quality parameters of winter wheat with Kjeldahl analytical method.

In accordance with expectations the increased nitrogen doses resulted in rising of crop yield by all the used varieties in both crop years. Along with that, the impact of varieties and that of the crop year was observed. We found that the more extensive wheat varieties resulted in poorer harvest than those of the intensive ones, however in case of poorer nutrient supply extensive varieties had better crop yields. We suggest that farmers should take into consideration the applied level of nutrients in accordance with the wheat varieties applied.

In case of crop year 2013 the hectolitre weight showed a negative correlation with the N supply, as in 2014 the interrelation was much weaker and as an exception, Mv Magdaléna showed a strong positive correlation. The correlation between the thousand-grain weight and N supply was unclear between crop years and varieties as well. While for instance Mv Magdaléna from that point of view showed a significant positive correlation in 2013, in 2014 there was barely interrelation between those two parameters. On the other hand while thousand-grain weight of Mv Suba and the N supply showed a significant negative correlation in 2013, in 2014 we get an opposite result. The wet gluten content was defined by two types of NIR instruments. Investigating the 2013 crop yields we can see that the increased level of nitrogen fertiliser caused a significant rise of wet gluten proportion at three varieties of winter wheat. The results of the next year was even more clear because the wet gluten content of the crop harvested in 2014 correlated strongly with the rise of the dose of nitrogen fertiliser at the five studied winter wheat varieties, considering the results

of both instruments. At the same time the increase of wet gluten content was influenced by the different genotypes. It can be suggested that farmers take into consideration the nitrogen demand of different wheat varieties, and use appropriate varieties for different levels of fertiliser use.

Regarding the farinograph value the direction of change was not clear. In 2013 there was a positive correlation between the rises of N supply to plants and this parameter, but clear improvements were just in case of two of the five varieties examined. According to the observations of 2014, the results were less clear, since negative, significant and slightly positive as well as not significant results were found in this crop year.

The protein content was determined by three different methods. Two of them were NIR quick tests and the third was the Kjeldahl analytical test. We could use the last one to study all involved varieties solely in 2014, and just one variety of five was investigated with this method in 2013. During our test three varieties' responses were significantly positive by the two others this could not be observed. The rise of nutrient supply showed clear correlation with the increase of nutrient supply.

The NIR instruments proved to be reliable compared with the analytical method, however we have to pronounce that for their safe use regular periodical calibration should be a fundamental requirement.

The yield of grain protein shows a definite positive correlation with the nitrogen supply. The one-way analysis of variance calculations proved that regarding the protein yields, the impact of the rise of the N fertiliser's doses – at all investigated levels – was significant.

We studied the individual components of grain protein, and the results analysed by statistical probes demonstrated, that proportion of gliadin proteins clearly rises, the proportion of glutenin protein conversely changes and the proportion of the rest group of the storage proteins correlate mainly negatively with the increment of N supply.

In order to achieve better baking quality, we suggest farmers should apply suitable in other words greater dosage levels of N fertilisers.

At two levels of fertilisers we investigated also whether there is any impact on quantity and quality of crop yields of split doses of N fertilisers compared to single plant nutrient applications. In case of undivided N supply fertilisation was done during tillering stage. The divided treatment was performed during tillering and in the stage of heading. According to our data none of the studied parameters depended on that, if we spread the plot with the same amount of fertiliser in one or in two parts. Since the greater part of the specific literature provide results opposite to this data we recommend further studies of this aspect of the fertilisation.

The appropriate nitrogen supply is particularly important to ensure a good quality of winter wheat. The genetically determined quality parameters of different wheat sorts are going not to be

expressed beside insufficient N supply. Through our tests we defined great difference in quality parameters of varieties. We clarified too, that within gluten proteins the proportion of gliadins and glutenins could be determinative to baking quality, and this parameter was easy to influenced by applied nitrogen treatment in case of all varieties.

## 9. MELLÉKLETEK

### 9.1 Irodalomjegyzék

1. Abonyi, T. (2010) A sikéalkotó fehérjék bioszintézise és a sikérkomplex reológiai sajátosságai. PhD értekezés, Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest
2. Abonyi, T., Király, I., Tömösközi, S., Baticz, O., Guóth, A., Gergely, S., ... & Lásztity, R. (2007). Synthesis of gluten-forming polypeptides. 1. Biosynthesis of gliadins and glutenin subunits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(9), 3655-3660.
3. Altenbach, S. B., Tanaka, C. K., Hurkman, W. J., Whitehand, L. C., Vensel, W. H., & Dupont, F. M. (2011). Differential effects of a post-anthesis fertilizer regimen on the wheat flour proteome determined by quantitative 2-DE. *Proteome science*, 9(1), 46.
4. Antal, J. (2000). *Növénytermesztők zsebkönyve*. Mezőgazdasági Kiadó.
5. Ayers, G. S., Wert, V. F., & Ries, S. K. (1976). The relationship of protein fractions and individual proteins to seedling vigour in wheat. *Annals of Botany*, 40(3), 563-570.
6. Balázs, G., Bugyi, Zs., Gergely, Sz., Hegyi, A., Hevér, A., Salgó, A., Tömösközi, S., Tömösközi, S. (szerk.) (2011) *Élelmiszeranalitika gyors és automatizált módszerei* Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó
7. Balla, L., Bedő, Z., Jolánkai, M., Láng, L., Szunics, L. (1988): Eljárás nagy sikértartalmú stabilizált minőségű búzakeverék termesztésére c. 190.463 lajstromszámú magyar szabadalom
8. Bedő, Z., Láng, L., Vida, G., Juhász, A., & Karsai, I. (1997). A minőségi tulajdonságok felértékelődése a búzanemesítésben. *Agro-21 Füzetek*, 23, 19-30.
9. Békés Ferenc. (2014). A búza 'sütőipari minőség'- fogalom alakulása a kezdetektől napjainkig – a gabonavegyész szemével. Székfoglaló előadás, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest
10. Berecz, K., & Ragasits, I. (1990). Effect of nitrogen fertilization on the dry matter, nitrogen accumulation and amino acid content of wheat. *Pol'nohospodarstvo*, 36(6), 489-499.
11. Borojevic, S., & Williams, W. A. (1982). Genotype× Environment Interactions for Leaf Area Parameters and Yield Components and Their Effects on Wheat Yields. *Crop Science*, 22(5), 1020-1025.
12. Bradbury, D., Cull, I. M., & MacMasters, M. M. (1956). Structure of the mature wheat kernel. I. Gross anatomy and relationships of parts. *Cereal chemistry*, 33(6), 329-342.
13. Bushuk, W., & Zillman, R. R. (1978). Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. *Canadian journal of plant science*, 58(2), 505-515.
14. Daniel, C., & Triboi, E. (2000). Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *Journal of Cereal Science*, 32(1), 45-56.
15. Daniel, C., & Triboi, E. (2001). Effects of temperature and nitrogen nutrition on the accumulation of gliadins analysed by RP-HPLC. *Functional Plant Biology*, 28(12), 1197-1205.
16. Denery-Papini, S., Laurière, M., Branlard, G., Morisset, M., Pecquet, C., Choudat, D., ... & Moneret-Vautrin, D. A. (2007). Influence of the allelic variants encoded at the Gli-B1 locus, responsible for a major allergen of wheat, on IgE reactivity for patients suffering from food allergy to wheat. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(3), 799-805.

17. Dupont, F. M., & Altenbach, S. B. (2003). Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of cereal science*, 38(2), 133-146.
18. Dupont, F. M., Hurkman, W. J., Vensel, W. H., Tanaka, C., Kothari, K. M., Chung, O. K., & Altenbach, S. B. (2006). Protein accumulation and composition in wheat grains: effects of mineral nutrients and high temperature. *European Journal of Agronomy*, 25(2), 96-107.
19. DuPont, F. M., Vensel, W. H., Chan, R., & Kasarda, D. D. (2000). Characterization of the 1B-type  $\omega$ -gliadins from *Triticum aestivum* cultivar Butte. *Cereal Chemistry*, 77(5), 607-614.
20. DuPont, F. M., Vensel, W. H., Tanaka, C. K., Hurkman, W. J., & Altenbach, S. B. (2011). Deciphering the complexities of the wheat flour proteome using quantitative two-dimensional electrophoresis, three proteases and tandem mass spectrometry. *Proteome Sci*, 9(10).
21. FAOSTAT (2016) elérhető az interneten: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>  
Keresőprogram: Google Kulcsszavak: faostat Lekérdezés időpontja: 2016.01.04.
22. Fido, R. J., Bekes, F., Gras, P. W., & Tatham, A. S. (1997). Effects of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -and  $\omega$ -gliadins on the dough mixing properties of wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 26(3), 271-277.
23. Foulkes, M. J., Hawkesford, M. J., Barraclough, P. B., Holdsworth, M. J., Kerr, S., Kightley, S., & Shewry, P. R. (2009). Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: Recent advances and future prospects. *Field Crops Research*, 114(3), 329-342.
24. Fuertes-Mendizábal, T., Aizpurua, A., González-Moro, M. B., & Estavillo, J. M. (2010). Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. *European journal of agronomy*, 33(1), 52-61.
25. Gianibelli, M. C., Masci, S., Larroque, O. R., Lafiandra, D., & MacRitchie, F. (2002). Biochemical Characterisation of a Novel Polymeric Protein Subunit from Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 35(3), 265-276.
26. Godfrey, D., Hawkesford, M. J., Powers, S. J., Millar, S., & Shewry, P. R. (2010). Effects of crop nutrition on wheat grain composition and end use quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(5), 3012-3021.
27. Győri, Z. (2006) A trágyázás hatása az őszi búza minőségére. *Agrofórum*, 9, 14-16.
28. Győri, Z. (2009) Tartamtrágyázás hatása a kísérleti növények kémiai összetételére, minőségi mutatóira 327-352. pp. In: Debreceni B-né, Németh T (szerk.) *Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967-2001)*. Budapest: Akadémiai Kiadó; Argumentum Kiadó, 478 p.
29. He, J., Penson, S., Powers, S. J., Hawes, C., Shewry, P. R., & Tosi, P. (2013). Spatial Patterns of Gluten Protein and Polymer Distribution in Wheat Grain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(26), 6207-6215.
30. Jolánkai M. (1982): Őszi búzafajták tápanyag- és vízhasznosítása. Kandidátusi értekezés. Martonvásár
31. Jolánkai M (1985): Differences in fertilizer response due to winter wheat varieties. *Agrokémia és Talajtan* 34:(Supplement) 57-60.
32. Kasarda, D. D., Autran, J. C., Lew, E. J. L., Nimmo, C. C., & Shewry, P. R. (1983). N-terminal amino acid sequences of  $\omega$ -gliadins and  $\omega$ -secalins: implications for the evolution of prolamins genes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology*, 747(1), 138-150.

33. Kent, N. L. (1966). Subaleurone endosperm cells of high protein content. *Cereal Chem*, 43(5), 585-601.
34. Kent, N. L., & Evers, A. D. (1969). Variation in protein composition within endosperm of hard wheat. *Cereal Chemistry*, 46(3), 293.
35. Khatkar, B. S., Fido, R. J., Tatham, A. S., & Schofield, J. D. (2002a). Functional properties of wheat gliadins. I. Effects on mixing characteristics and bread making quality. *Journal of Cereal Science*, 35(3), 299-306.
36. Khatkar, B. S., Fido, R. J., Tatham, A. S., & Schofield, J. D. (2002b). Functional properties of wheat gliadins. II. Effects on dynamic rheological properties of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, 35(3), 307-313.
37. Kindred, D. R., Verhoeven, T. M., Weightman, R. M., Swanston, J. S., Agu, R. C., Brosnan, J. M., & Sylvester-Bradley, R. (2008). Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 48(1), 46-57.
38. Kismányoky, T., & Ragasits, I. (2003). Effects of organic and inorganic fertilization on wheat quality. *Acta agronomica hungarica*, 51(1), 47-52.
39. Klupács, H., Tarnawa, Á., Balla, I., & Jolánkai, M. (2010). Impact of water availability on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield characteristics. *Agrokémia és Talajtan*, 59(1), 151-156.
40. Láng, I., Csete, L., & Jolánkai, M. (2007). A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. ("Global climate changes, Hungarian impacts and responses". VAHAVA Report. Published in Hungarian.)
41. Liu, X., Li, Q. C., Wang, Z. L., He, M. R., & Yin, Y. P. (2007). Effects of nitrogen rates on grain protein components and processing quality of wheat. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 13(1), 70-76.
42. Lu, C., Hawkesford, M. J., Barraclough, P. B., Poulton, P. R., Wilson, I. D., Barker, G. L., & Edwards, K. J. (2005). Markedly different gene expression in wheat grown with organic or inorganic fertilizer. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1575), 1901-1908.
43. Masci, S., Egorov, T. A., Ronchi, C., Kuzmicky, D. D., Kasarda, D. D., & Lafiandra, D. (1999). Evidence for the presence of only one cysteine residue in the D-type low molecular weight subunits of wheat glutenin. *Journal of Cereal Science*, 29(1), 17-25.
44. Masci, S., Lafiandra, D., Porceddu, E., Lew, E. J. L., Tao, H. P., & Kasarda, D. D. (1993). D-glutenin subunits: N-terminal sequences and evidence for the presence of cysteine. *Cereal chemistry*, 70.
45. Matsuo, H., Morimoto, K., Akaki, T., Kaneko, S., Kusatake, K., Kuroda, T., ... & Morita, E. (2005). Exercise and aspirin increase levels of circulating gliadin peptides in patients with wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *Clinical & Experimental Allergy*, 35(4), 461-466.
46. Metakovsky, E. V. (1991). Gliadin allele identification in common wheat. II. Catalogue of gliadin alleles in common wheat. *J Genet Breed*, 45, 325-344.
47. Metnet.hu (2015) Napi körkép <http://www.metnet.hu/?m=napi-adatok&sub=2>  
Keresőprogram: Google Kulcsszavak: metnet, időjárás Lekérdezés időpontja: 2015. 12. 27.

48. Morita, E., Matsuo, H., Mihara, S., Morimoto, K., Savage, A. W. J., & Tatham, A. S. (2003). Fast  $\omega$ -gliadin is a major allergen in wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *Journal of dermatological science*, 33(2), 99-104.
49. Moss, H. J., Wrigley, C. W., MacRichie, R., & Randall, P. J. (1981). Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat. II. Influence on grain quality. *Crop and Pasture Science*, 32(2), 213-226.
50. MTA ATK Mezőgazdasági Intézet (2013) Martonvásári Fajtakatalógus 2013-2014 Martonvásár, 35 p.
51. Normand, F. L., Hogan, J. T., & Deobald, H. J. (1965). Protein Content of Successive Peripheral Layers Milled from Wheat, Barley, Grain Sorghum, and Glutinous Rice by Tangential Abrasion. *American Association of Cereal Chemists*, 42(4), 359-367.
52. MSZ 6383:2012 Búza
53. Országos Meteorológiai Szolgálat (2015a) Elmúlt évszakok időjárása [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evszakok\\_idojarasa/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/) Keresőprogram: Google Kulcsszavak: OMSZ, időjárás Lekérdezés időpontja: 2015. 12. 27.
54. Országos Meteorológiai Szolgálat (2015b) Elmúlt hónapok időjárása [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_honapok\\_idojarasa/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_honapok_idojarasa/) Keresőprogram: Google Kulcsszavak: OMSZ, időjárás Lekérdezés időpontja: 2015. 12. 27.
55. OMGK.hu Országos Mezőgazdasági Könyvtár (2015) <http://www.omgk.hu/ELFO/mag034.pdf> Keresőprogram Google Kulcsszavak: Alföld-90 Lekérdezés időpontja: 2015. 12. 27.
56. Palosuo, K., Varjonen, E., Kekki, O. M., Klemola, T., Kalkkinen, N., Alenius, H., & Reunala, T. (2001). Wheat  $\omega$ -5 gliadin is a major allergen in children with immediate allergy to ingested wheat. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 108(4), 634-638.
57. Pepó P. (2002): Őszibúza-fajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. 51. 2. 189-198.
58. Pepó P. (2004): Az évjárat hatása az őszi búza termésmennyiségére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 53. 4. 339-350.
59. Pepó P. (2005): A tápanyagellátás és néhány agrotechnikai elem interaktív hatása az őszi búza termésmennyiségére és minőségére. - Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai. - Debrecen : Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 192-199.
60. Pepó P. (2006): A tápanyagellátás és néhány agrotechnikai elem kölcsönhatása az őszi búza termésmennyiségére és minőségére. *Gyakorlati Agrofórum*. Extra 14. 10-12.p. b:12.
61. Pepó, P. (2007). The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35(2), 917-920.
62. Pollhamer, E.-né. (1973). A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben.(Martonvásár 1963-1971). Akadémiai Kiadó, Budapest.
63. Pushman, F. M., & Bingham, J. (1975). Components of test weight of ten varieties of winter wheat grown with two rates of nitrogen fertilizer application. *The Journal of Agricultural Science*, 85(03), 559-563.

64. Pushman, F. M., & Bingham, J. (1976). The effects of a granular nitrogen fertilizer and a foliar spray of urea on the yield and bread-making quality of ten winter wheats. *The Journal of Agricultural Science*, 87(02), 281-292.
65. Ragasits, I., Balázs, J., & Berecz, K. (1996). Effect of slow-release N-fertilizers on yield and baking quality of winter wheat. In *Fertilizers and Environment 237-240*. Springer Netherlands.
66. Ragasits, I., Debreczeni, K., & Berecz, K. (2000). Effect of long-term fertilisation on grain yield, yield components and quality parameters of winter wheat. *Acta Agronomica Hungarica*, 48(2), 149-154.
67. Rakszegi, M., Bekes, F., Lang, L., Tamas, L., Shewry, P. R., & Bedő, Z. (2005). Technological quality of transgenic wheat expressing an increased amount of a HMW glutenin subunit. *Journal of cereal science*, 42(1), 15-23.
68. Sabelli, P. A., & Shewry, P. R. (1991). Characterization and organization of gene families at the Gli-1 loci of bread and durum wheats by restriction fragment analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 83(2), 209-216.
69. Salgó, A., & Gergely, S. (2012). Analysis of wheat grain development using NIR spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 56(1), 31-38.
70. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of experimental Botany*, 60(6), 1537-1553.
71. Shewry, P. R., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Jenkins, J. A., Mills, E. N. C., Békés, F., & Khan, K. (2009). Wheat grain proteins. *Wheat: chemistry and technology*, (Ed. 4), 223-298.
72. Shewry, P. R., Tatham, A. S., Forde, J., Kreis, M., & Mifflin, B. J. (1986). The classification and nomenclature of wheat gluten proteins: a reassessment. *Journal of Cereal Science*, 4(2), 97-106.
73. Shewry, P.R., Popineau, Y., Lafiandra, D. & Belton, P. (2000). Wheat glutenin subunits and dough elasticity: findings of the EUROWHEAT project. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 433-441.
74. Szentpétery Zs, Jolánkai M, Szöllősi G (2005): Nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza termésmennyiségére és minőségére. - Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai. - Debrecen : Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 37-42.
75. Szentpétery Zs. (2004): A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza termésmennyiségére és minőségére nagyombos kísérletekben. *Növénytermelés*. 53. 6. 547-558.
76. Tamás, C., Kisgyörgy, B. N., Rakszegi, M., Wilkinson, M. D., Yang, M. S., Láng, L., ...Tamás, L. & , Bedő, Z. (2009). Transgenic approach to improve wheat (*Triticum aestivum* L.) nutritional quality. *Plant cell reports*, 28(7), 1085-1094.
77. Tanács L, Véha A., Petróczi I.M. (2006): Műtrágyával és fungiciddel kezelt aestivum búzák nedves sikértartalom, valorigráfós és alveográfós vizsgálatai, az évjáratok függvényében. – *Növénytermelés*. Tom. 55. No. 5-6. 335 - 355.
78. Tosi, P., Gritsch, C. S., He, J., & Shewry, P. R. (2011). Distribution of gluten proteins in bread wheat (*Triticum aestivum*) grain. *Annals of botany*, 108(1), 23-35.
79. Tosi, P., Parker, M., Gritsch, C. S., Carzaniga, R., Martin, B., & Shewry, P. R. (2009). Trafficking of storage proteins in developing grain of wheat. *Journal of experimental botany*, 60(3), 979-991.

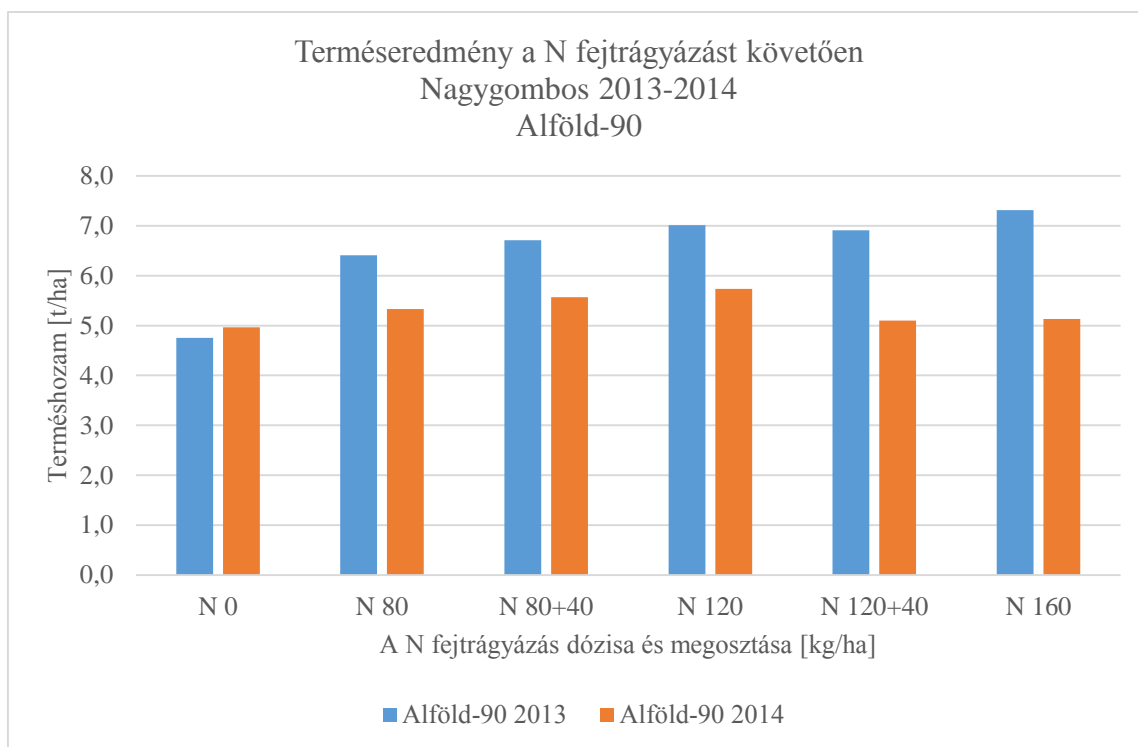


80. Triboï, E., Martre, P., & Triboï-Blondel, A. M. (2003). Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content. *Journal of Experimental Botany*, 54(388), 1731-1742.
81. Uthayakumaran, S., Tomoskozi, S., & Tatham, A. S. (2001). Effects of supplementing monomeric plant proteins on the functional properties of wheat dough. *Cereal Chemistry*, 77, 737-743.
82. Van Lili, D., Purchase, J. L., Smith, M. F., Agenbag, G. A., & De Villiers, O. T. (1995). Multivariate assessment of environmental effects on hard red winter wheat. I. Principal-components analysis of yield and bread-making characteristics. *South African Journal of Plant and Soil*, 12(4), 158-163.
83. Wan, Y., Gritsch, C. S., Hawkesford, M. J., & Shewry, P. R. (2013b). Effects of nitrogen nutrition on the synthesis and deposition of the  $\omega$ -gliadins of wheat. *Annals of botany*, mct291.
84. Wan, Y., Shewry, P. R., & Hawkesford, M. J. (2013a). A novel family of  $\gamma$ -gliadin genes are highly regulated by nitrogen supply in developing wheat grain. *Journal of experimental botany*, 64(1), 161-168.
85. Wieser, H., & Seilmeier, W. (1998). The influence of nitrogen fertilisation on quantities and proportions of different protein types in wheat flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(1), 49-55.
86. Wieser, H., Bushuk, W., & MacRitchie, F. (2006). The polymeric glutenins. Gliadin and glutenin: the unique balance of wheat quality. *St. Paul American Association of Cereal Chemistry*, 213-240.

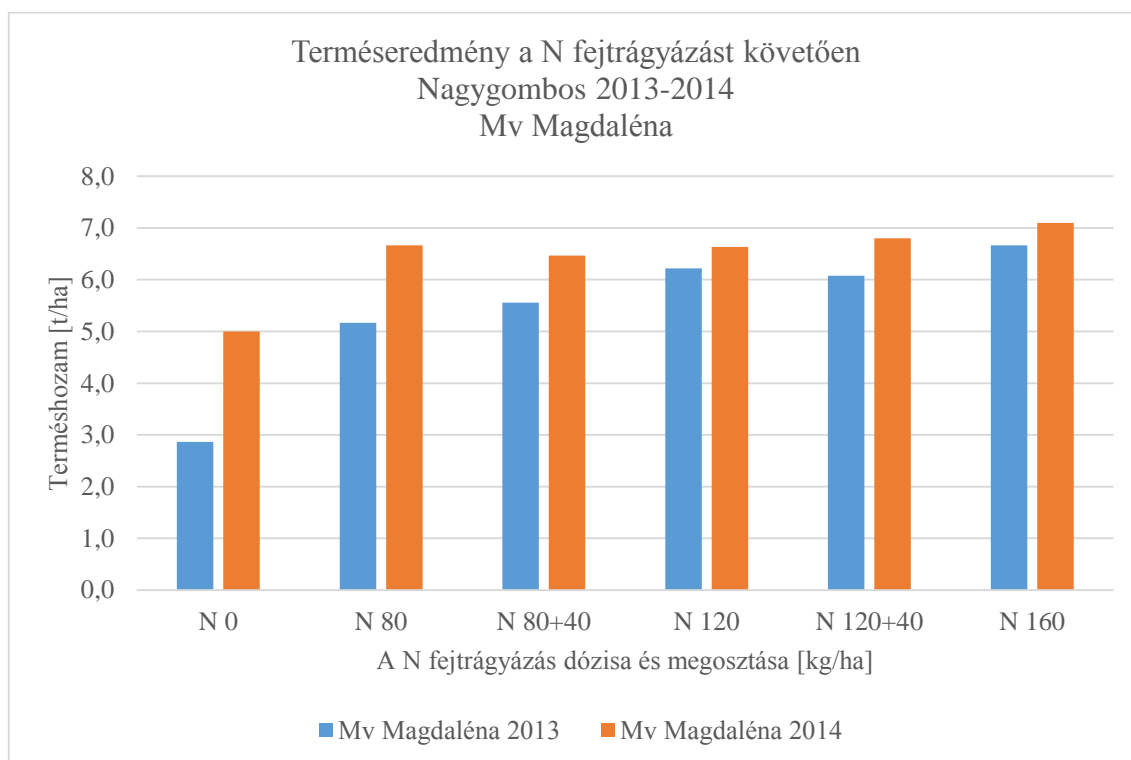
## 9.2 Grafikonok, táblázatok

### 9.2.1 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza terméseredményének alakulására

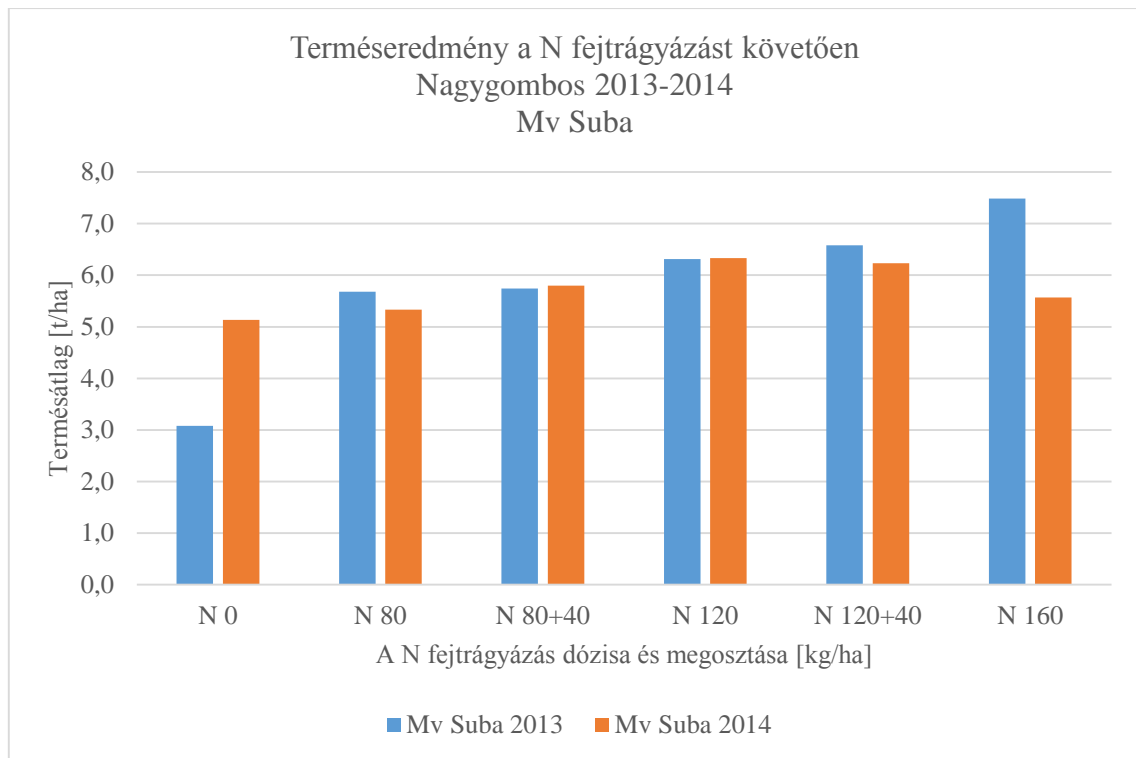
#### 9.2.1.1 Terméshozam



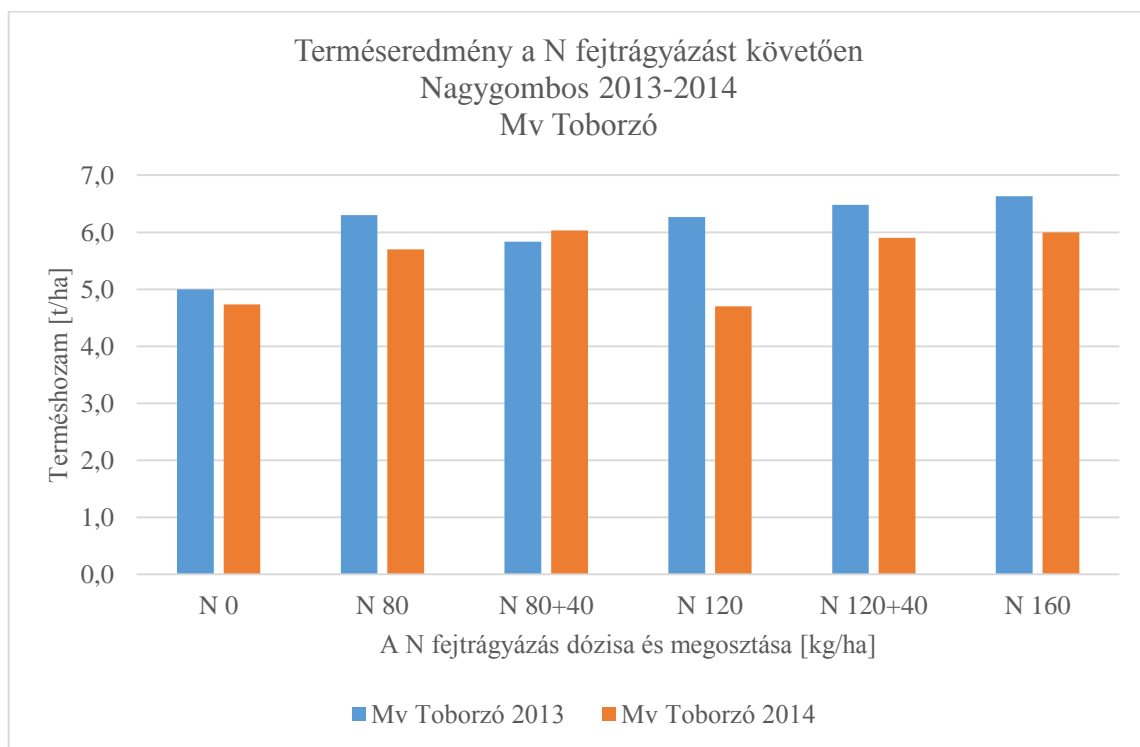
36. ábra Az Alföld-90 termésátlagai a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



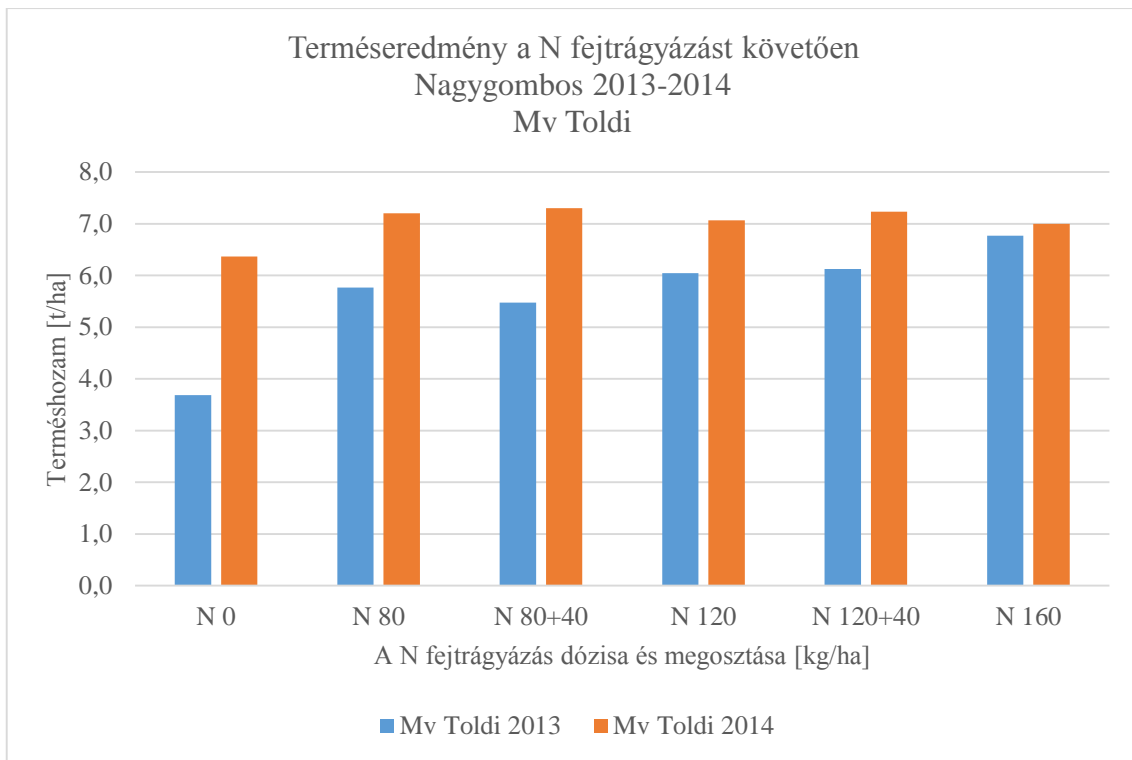
37. ábra Az Mv Magdaléna termésátlagai a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



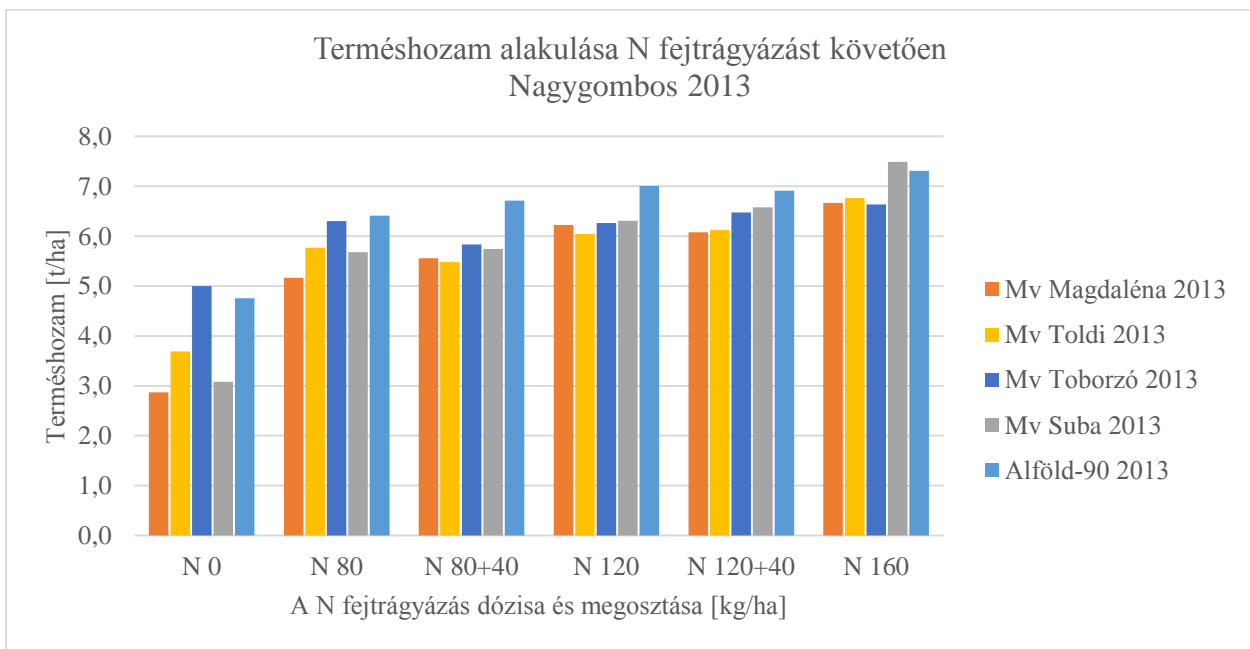
38. ábra Az Mv Suba termésátlagai a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



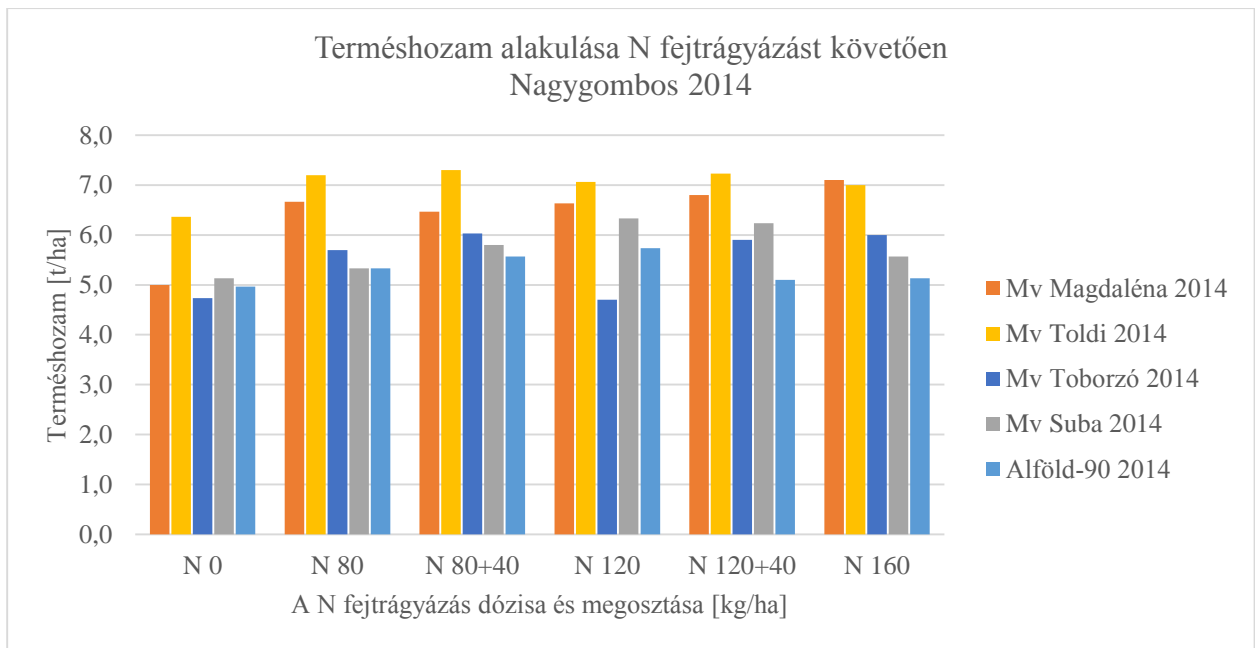
39. ábra Az Mv Toborzó termésátlagai a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



40. ábra Az Mv Toldi termésátlagai a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

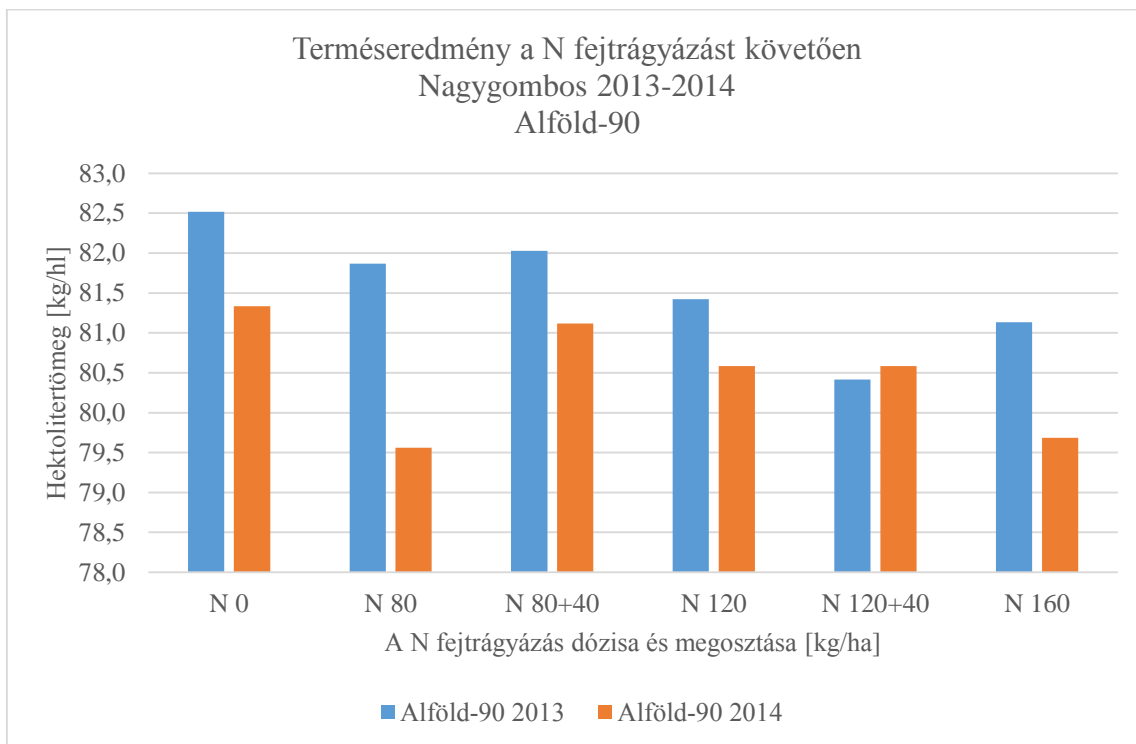


41. ábra Az öt vizsgált búzafajta termésátlagai a műtrágyadózis függvényében 2013-ban

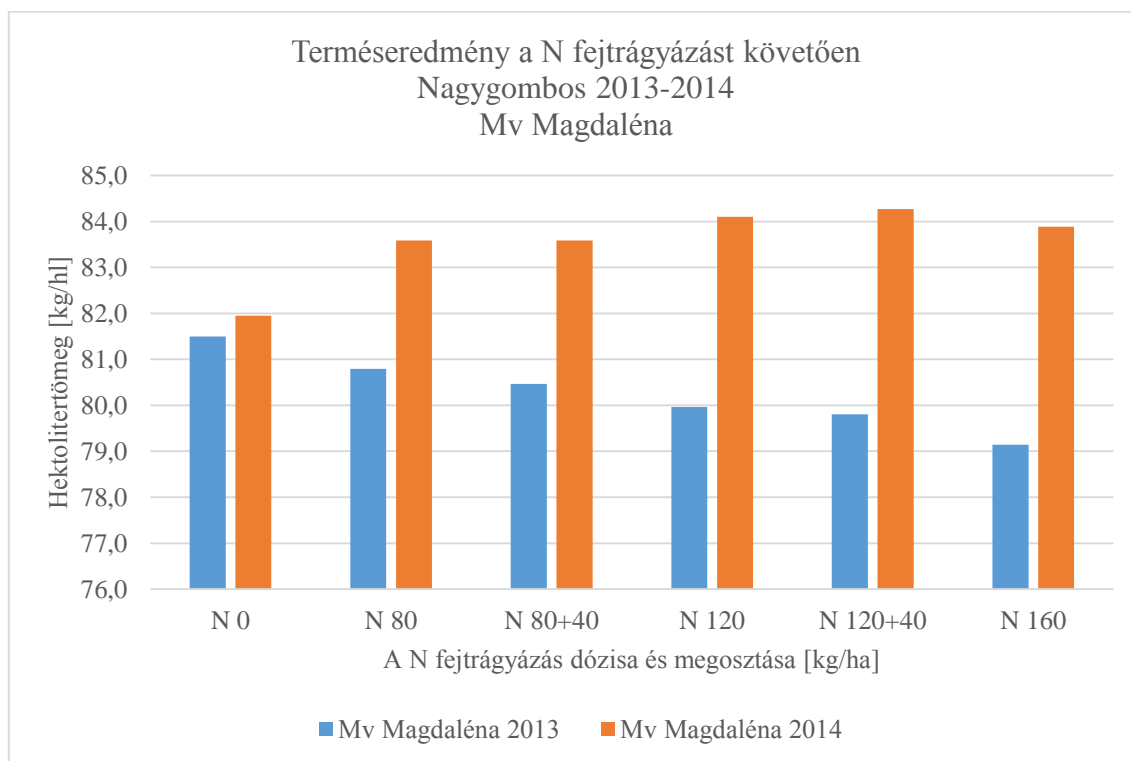


42. ábra Az öt vizsgált búzafajta termésátlagai a műtrágyadózis függvényében 2014-ben

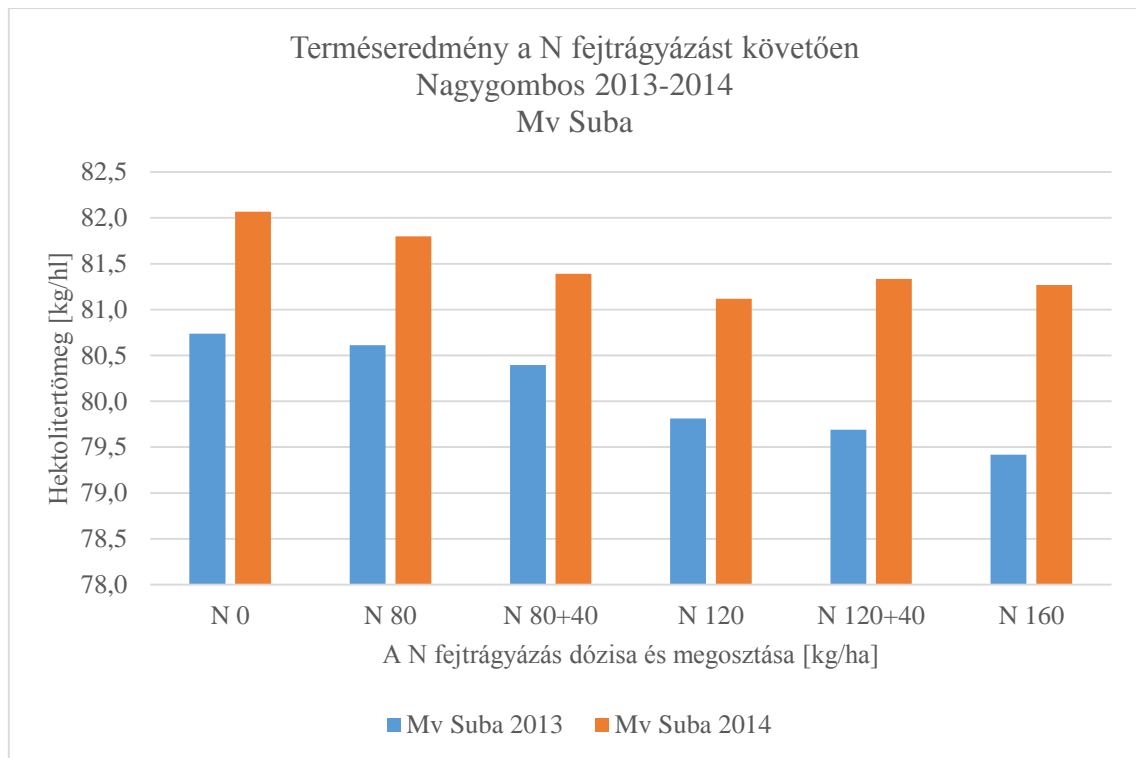
### 9.2.1.2 Hektolitertömeg és ezerszemtömeg



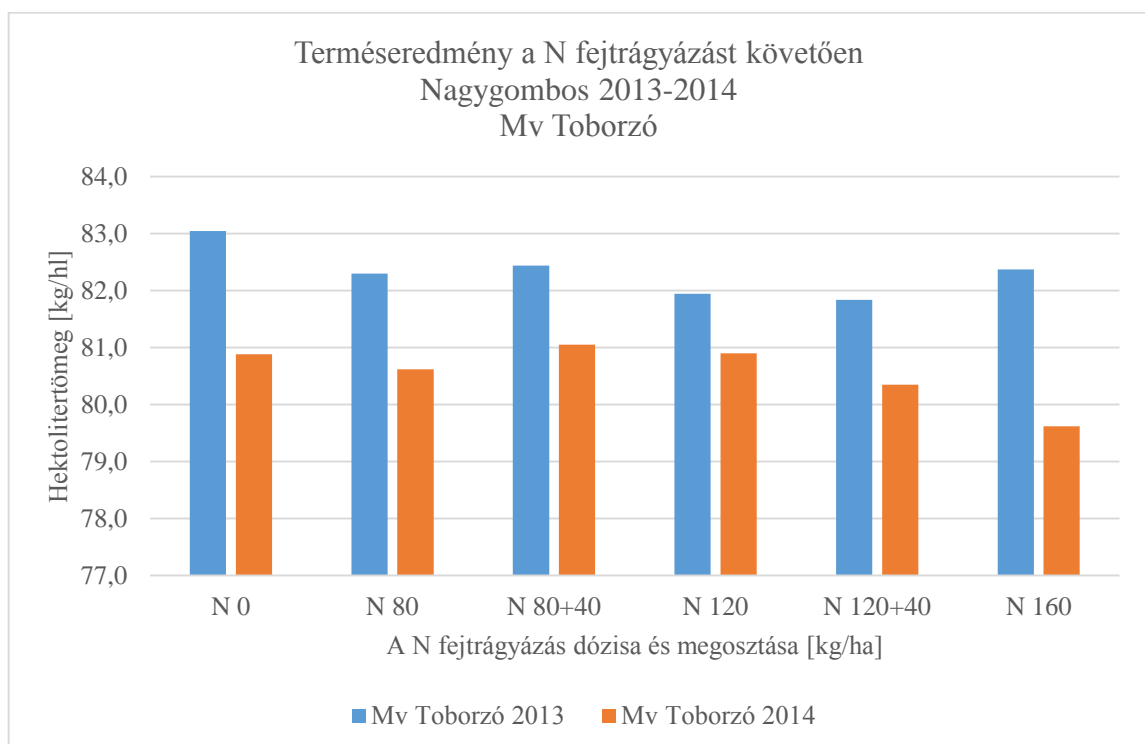
43. ábra Az Alföld-90 hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



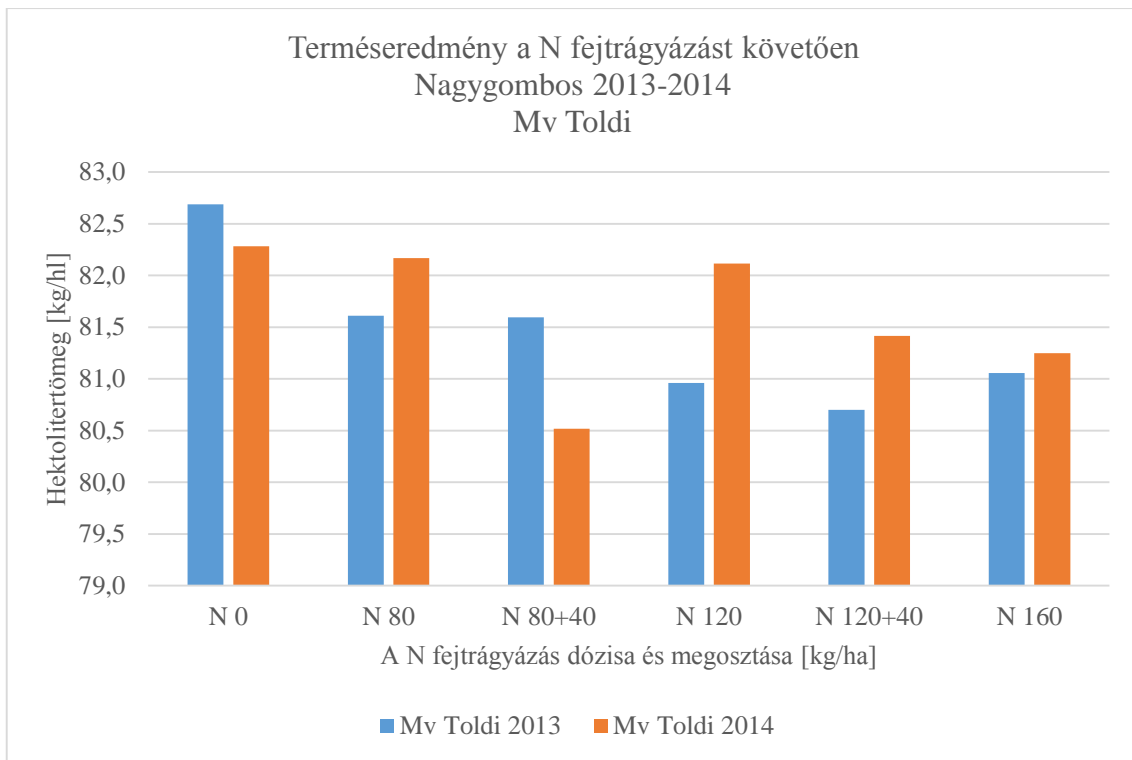
44. ábra Az Mv Magdaléna hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



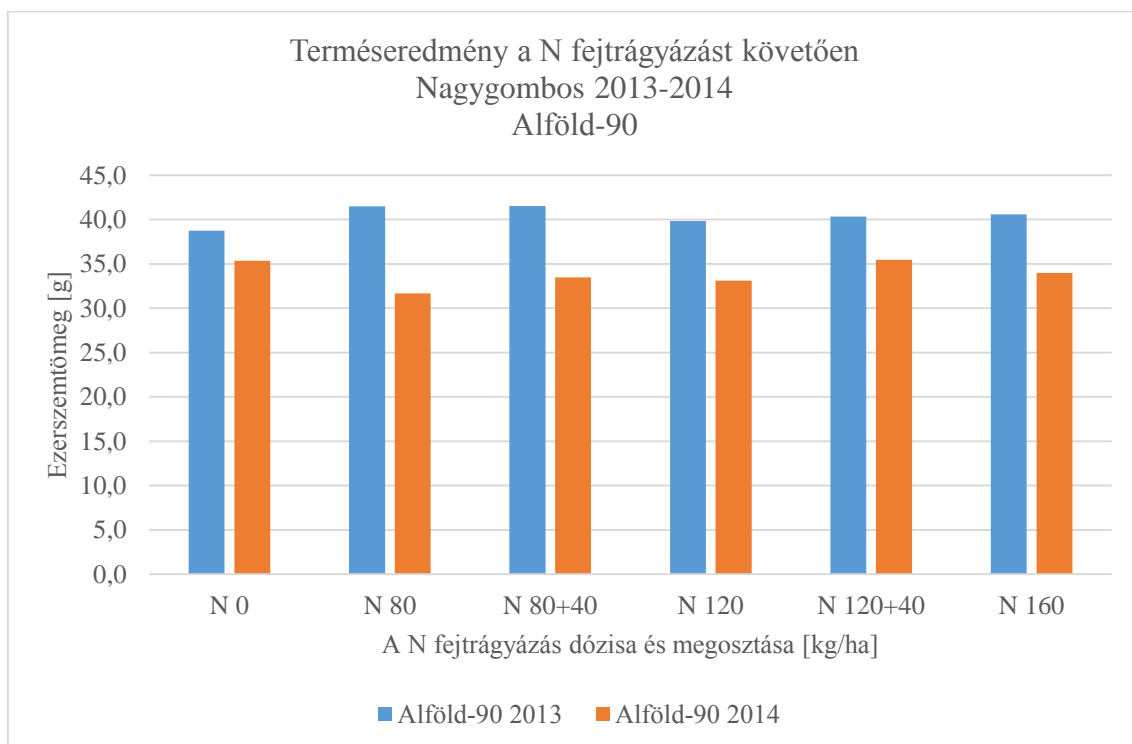
45. ábra Az Mv Suba hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



46. ábra Az Mv Toborzó hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

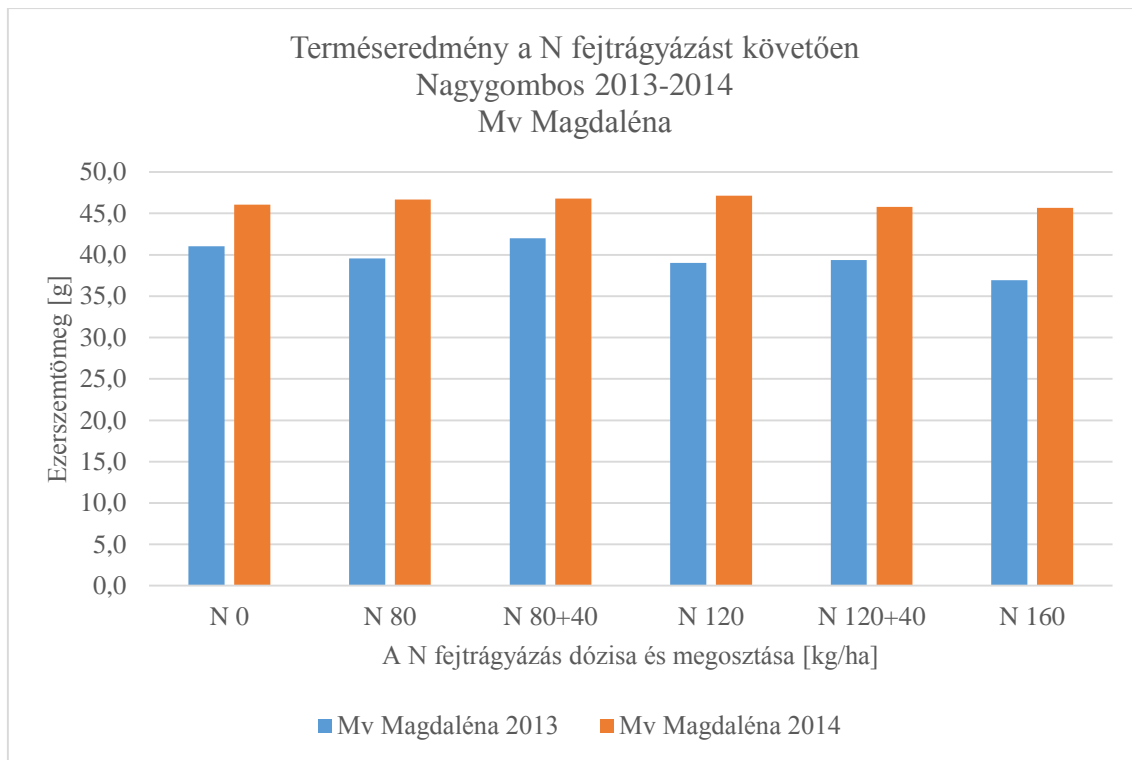


47. ábra Az Mv Toldi hektolitertömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

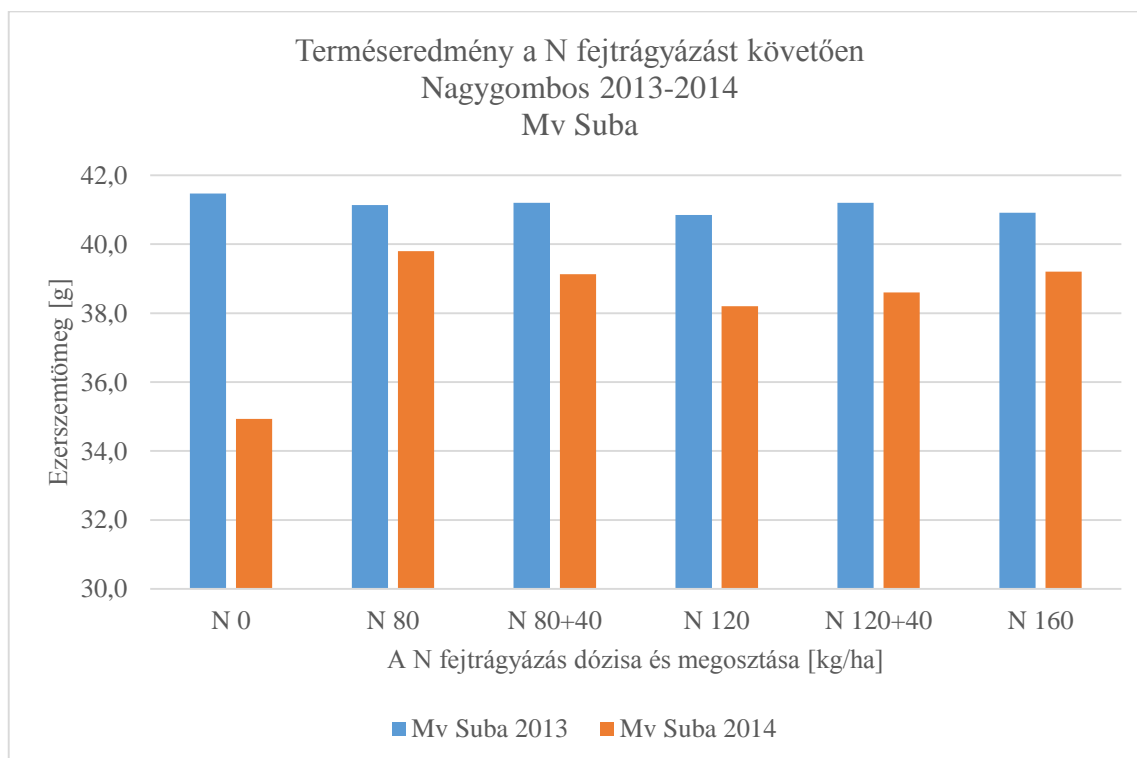


48. ábra Az Alföld-90 ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

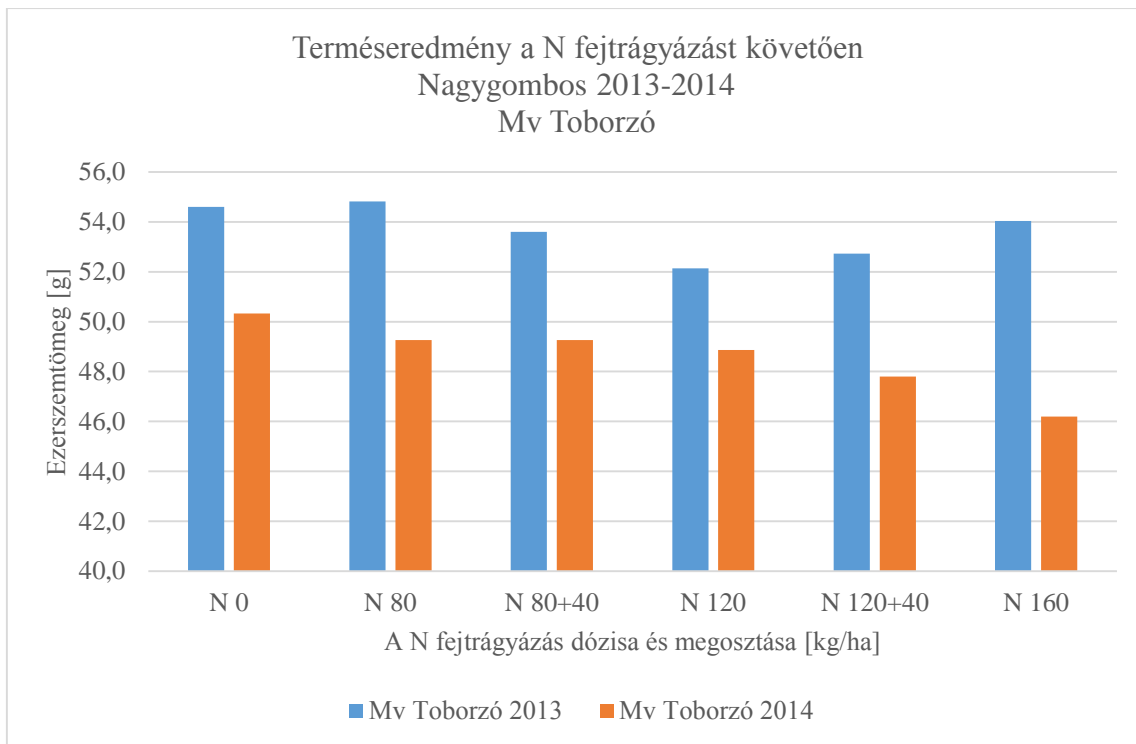




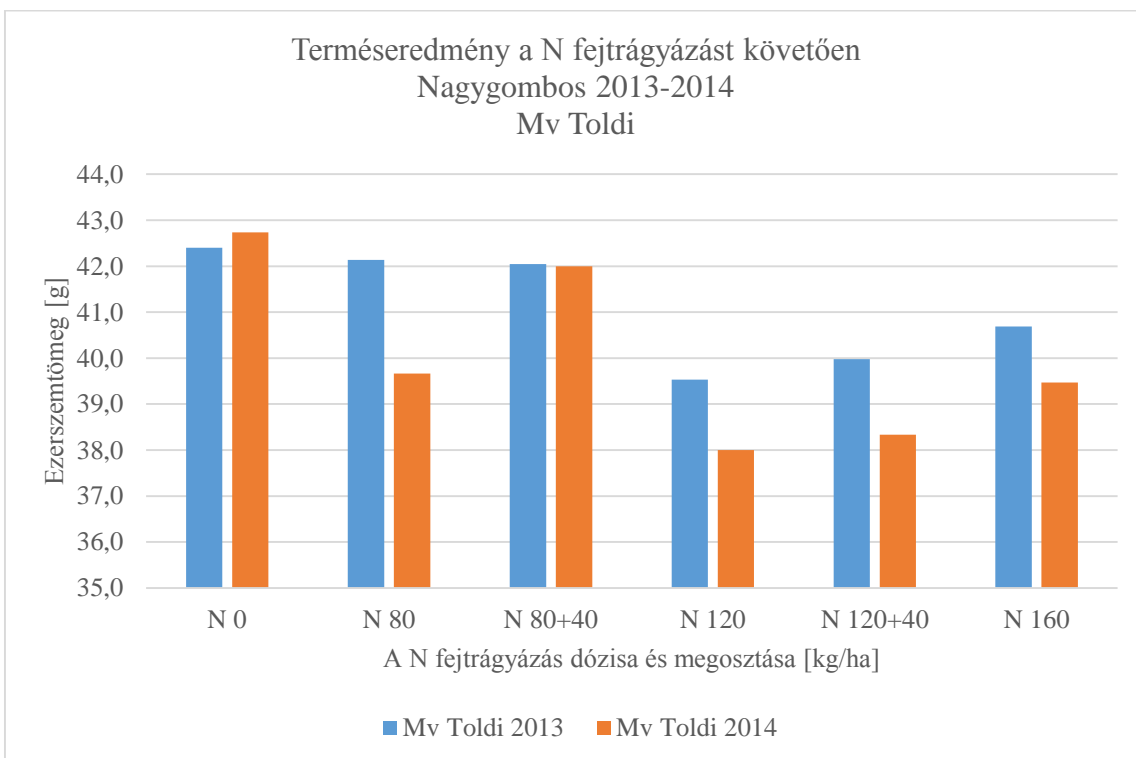
49. ábra Az Mv Magdaléna ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



50. ábra Az Mv Suba ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



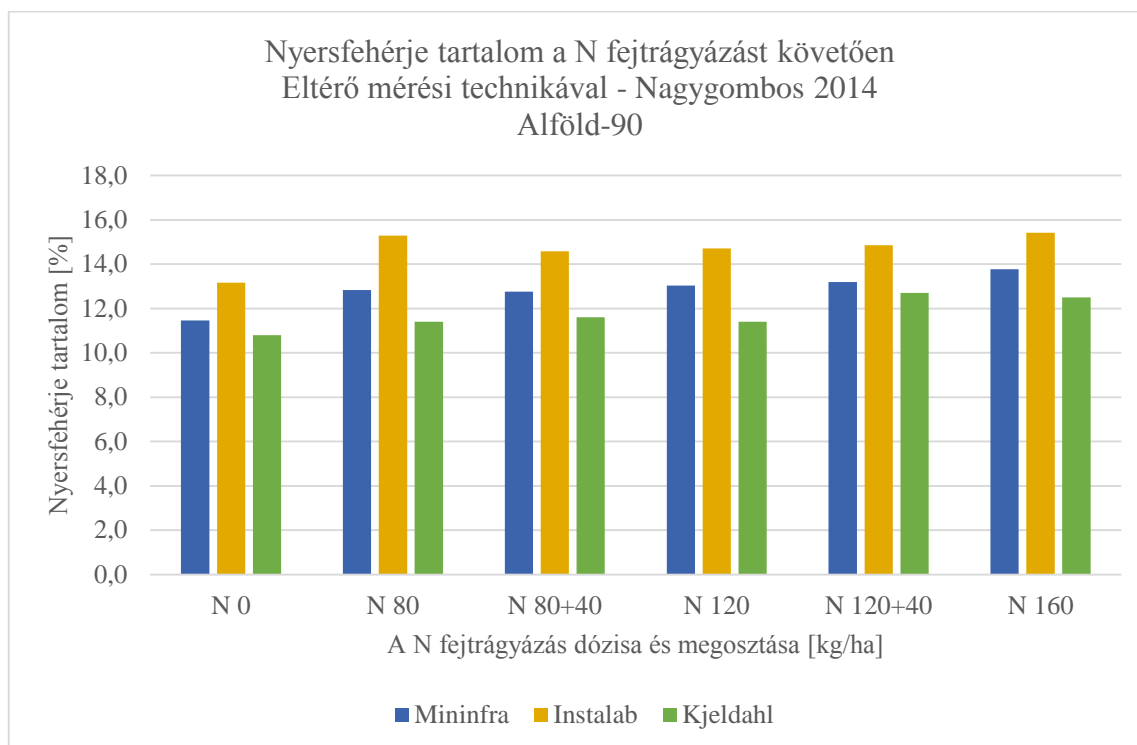
51. ábra Az Mv Toborzó ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben



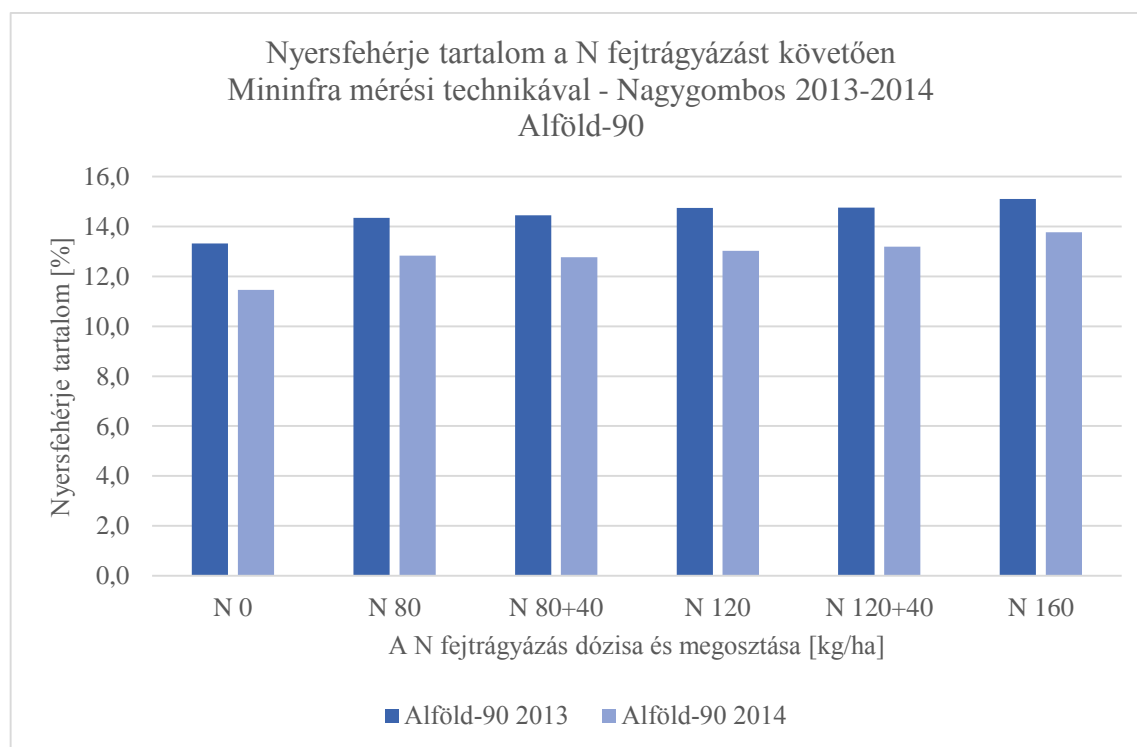
52. ábra Az Mv Toldi ezerszemtömeg értékei a műtrágyadózis függvényében, 2013-ban és 2014-ben

## 9.2.2 Fehérjetartalom

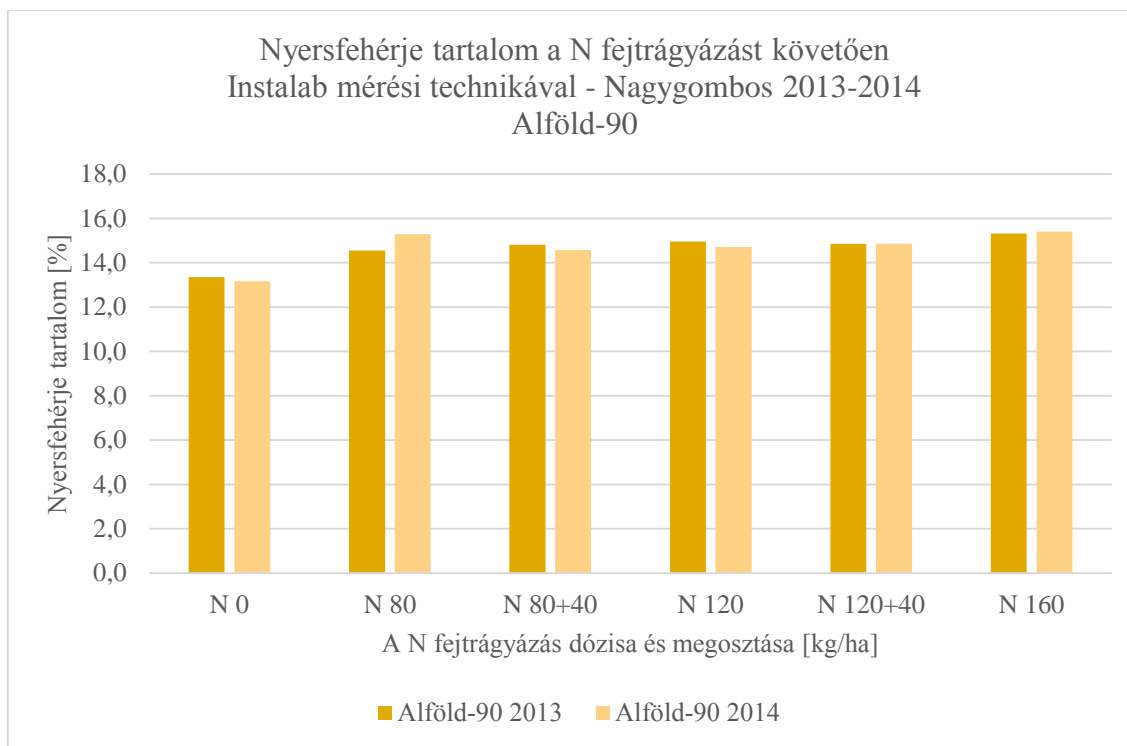
### 9.2.2.1 Nyersfehérje tartalom



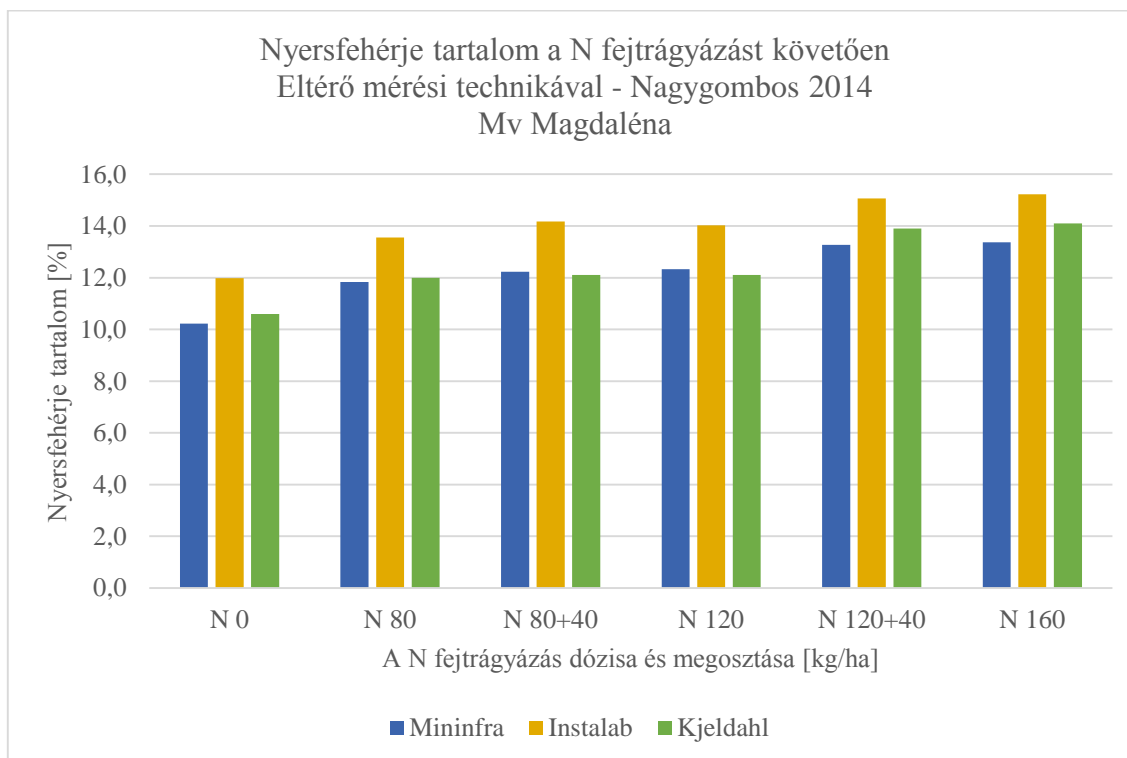
53. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Alföld-90



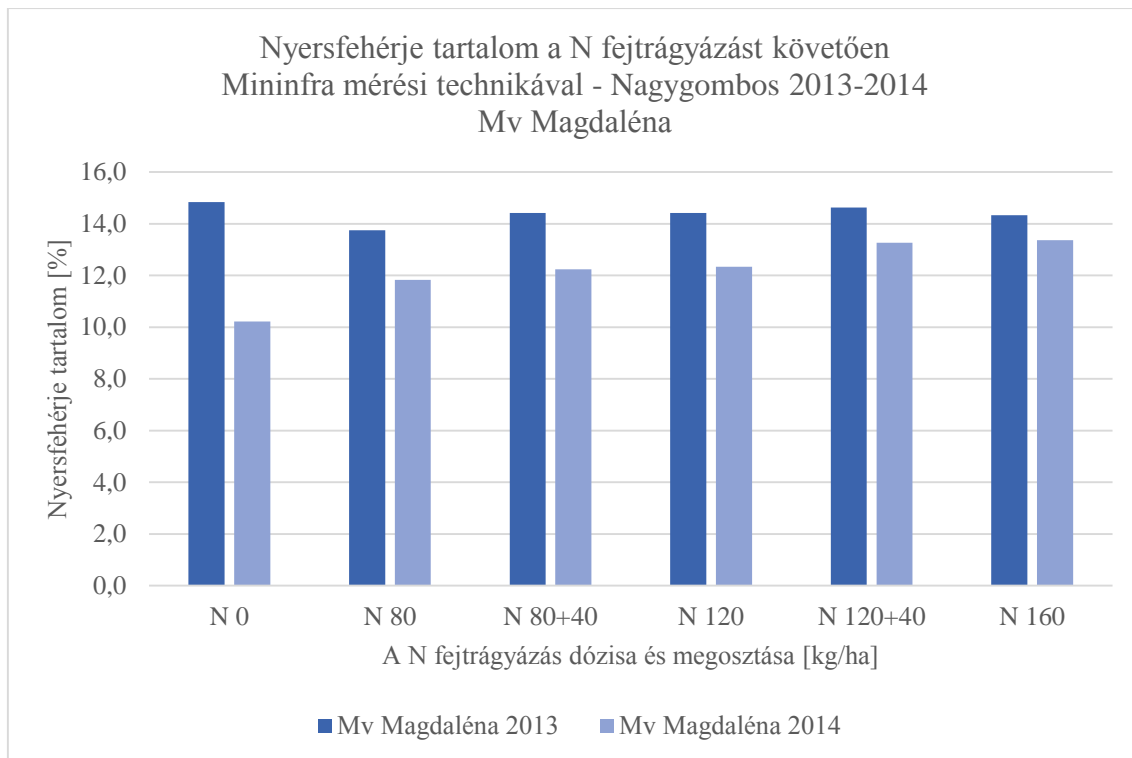
54. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében - Alföld-90, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt



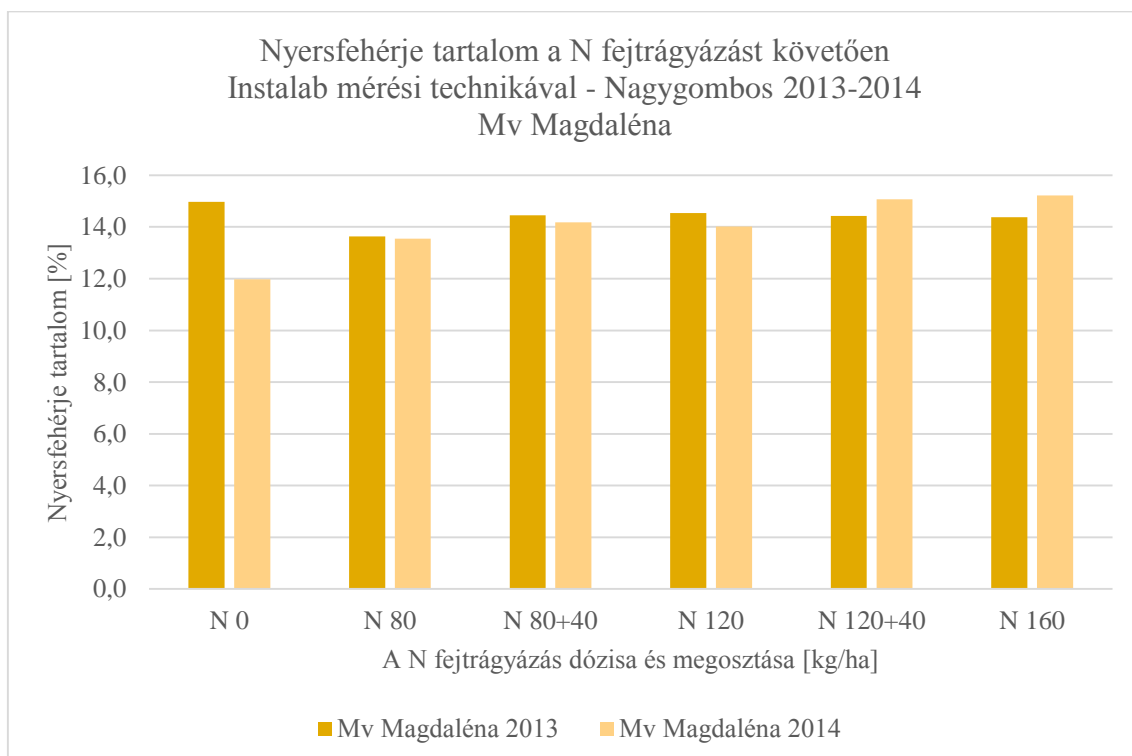
55. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében - Alföld-90, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



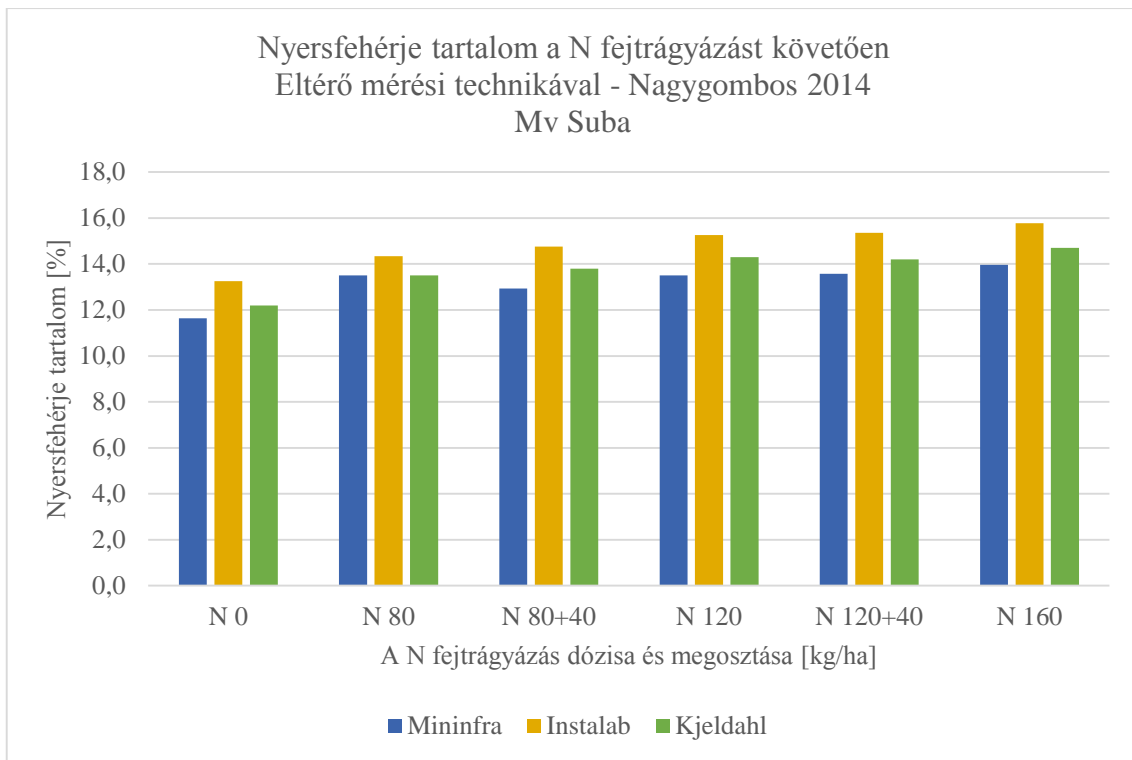
56. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Magdaléna



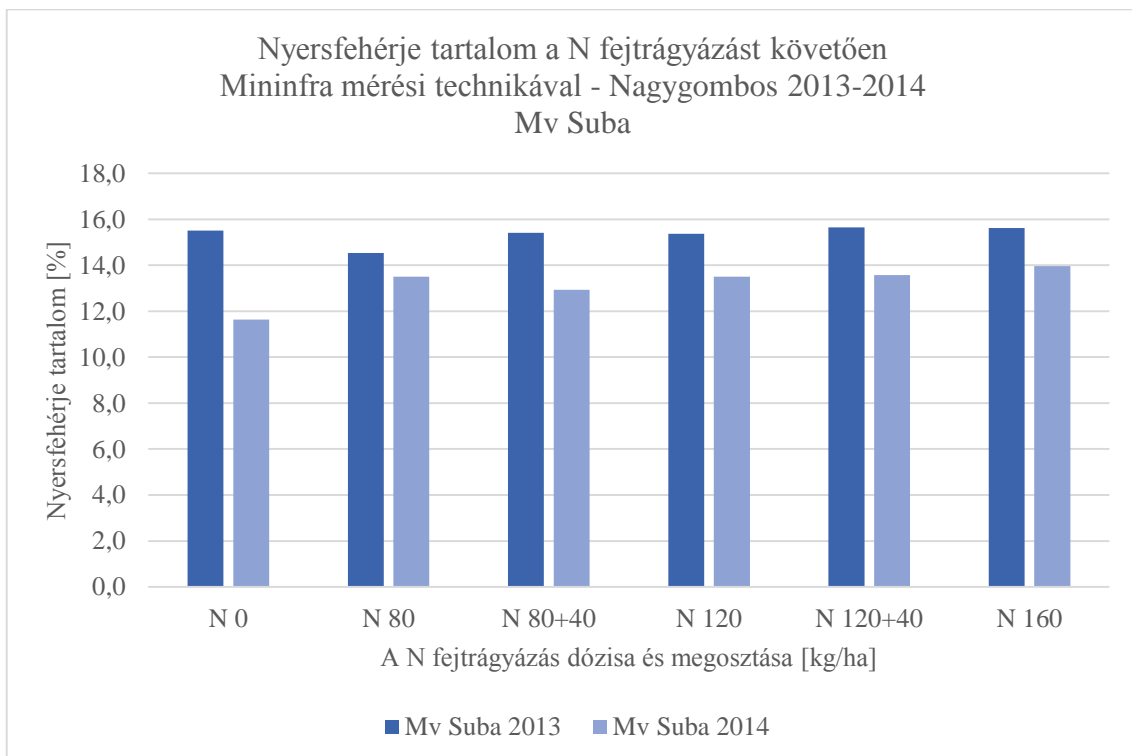
57. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Magdaléna, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt



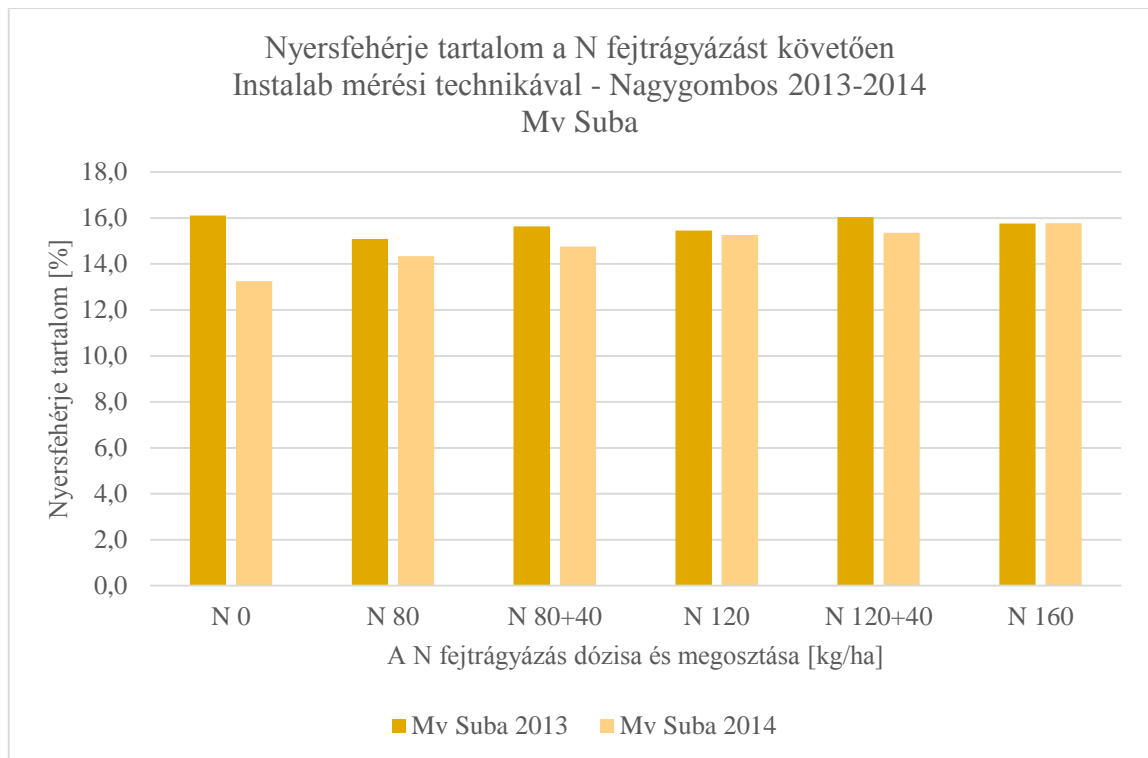
58. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Magdaléna, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



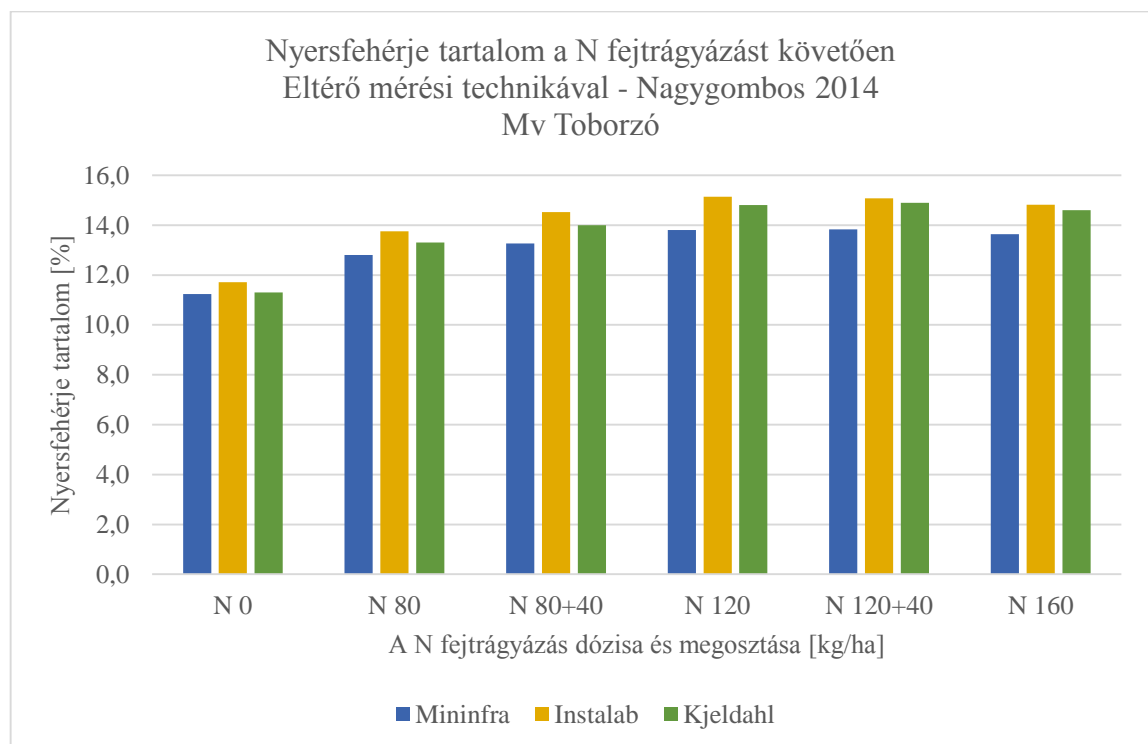
59. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Suba



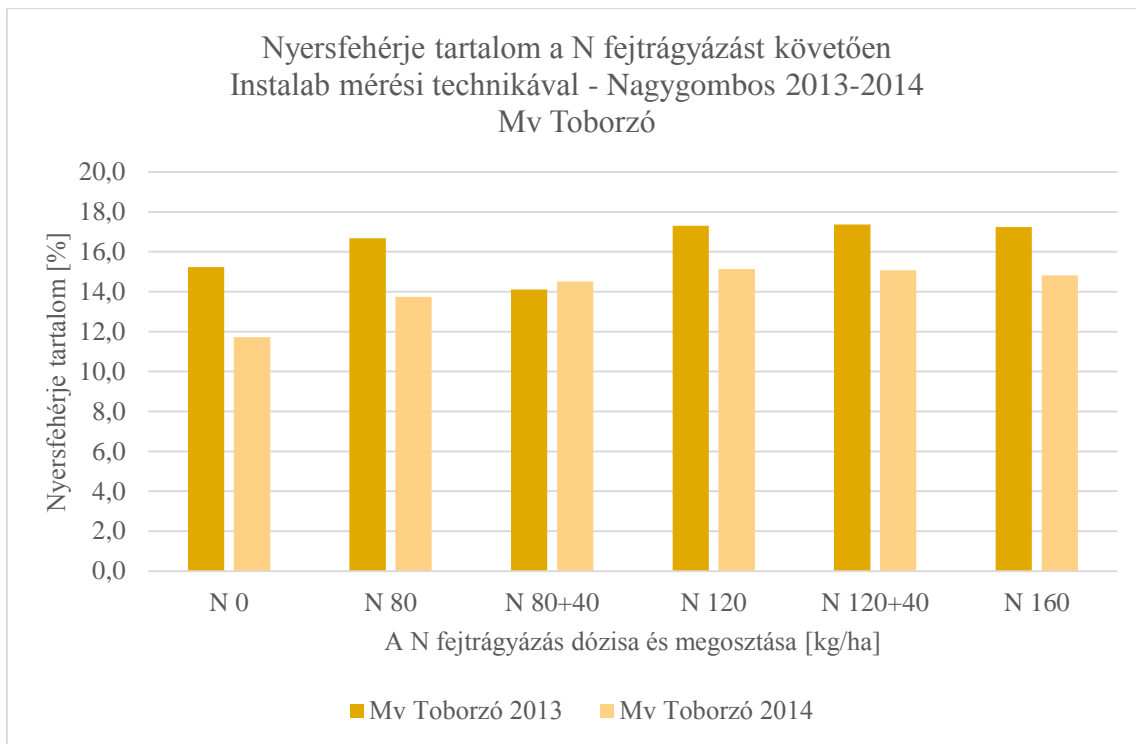
60. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Suba, 2013. 2014., Mininfra gyorseszteszt



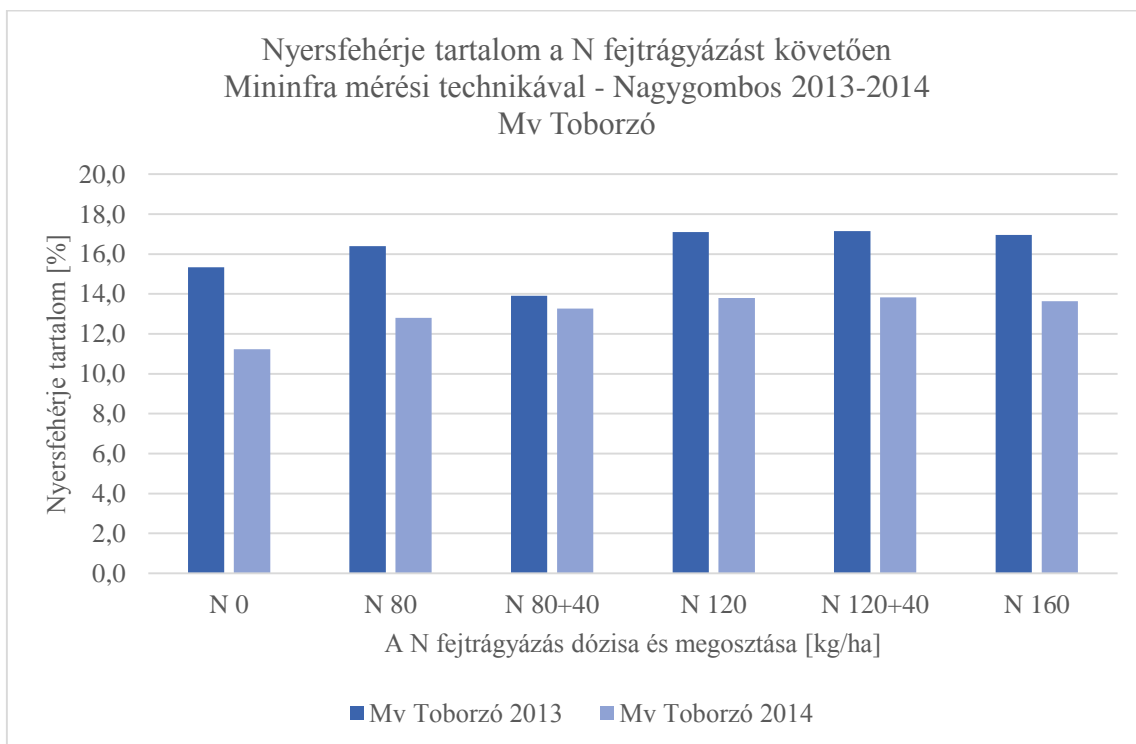
61. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Suba, 2013. 2014., Instalab gyorseszteszt



62. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Toborzó

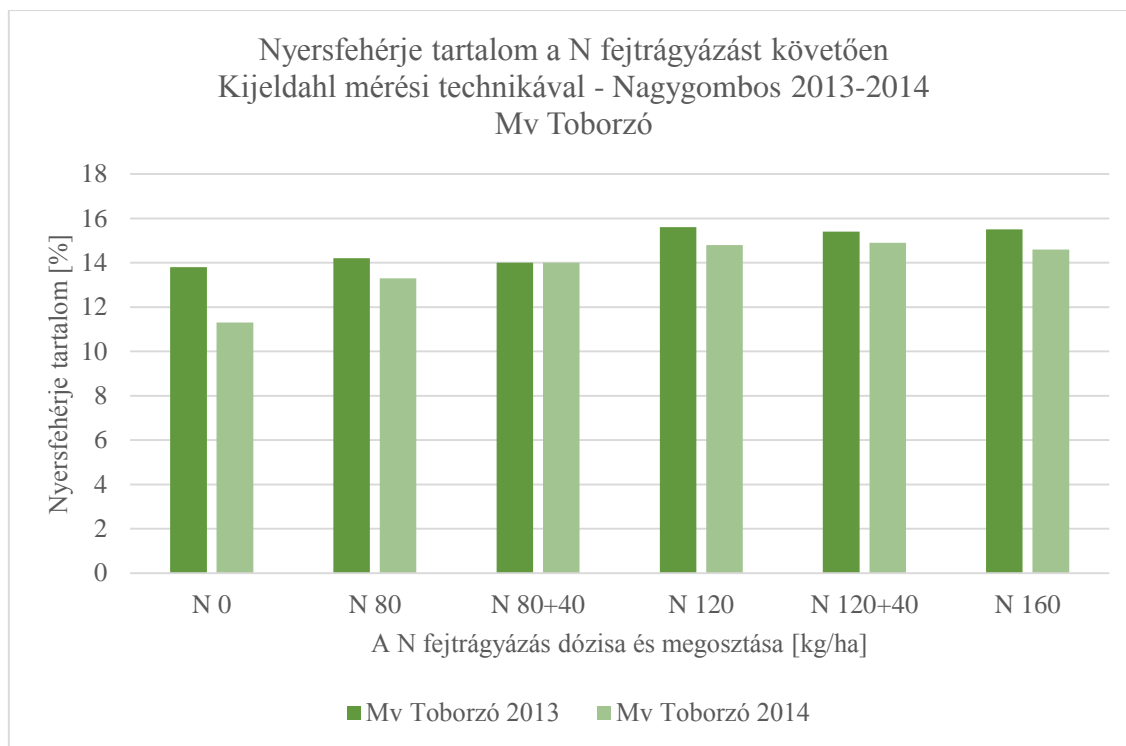


63. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt

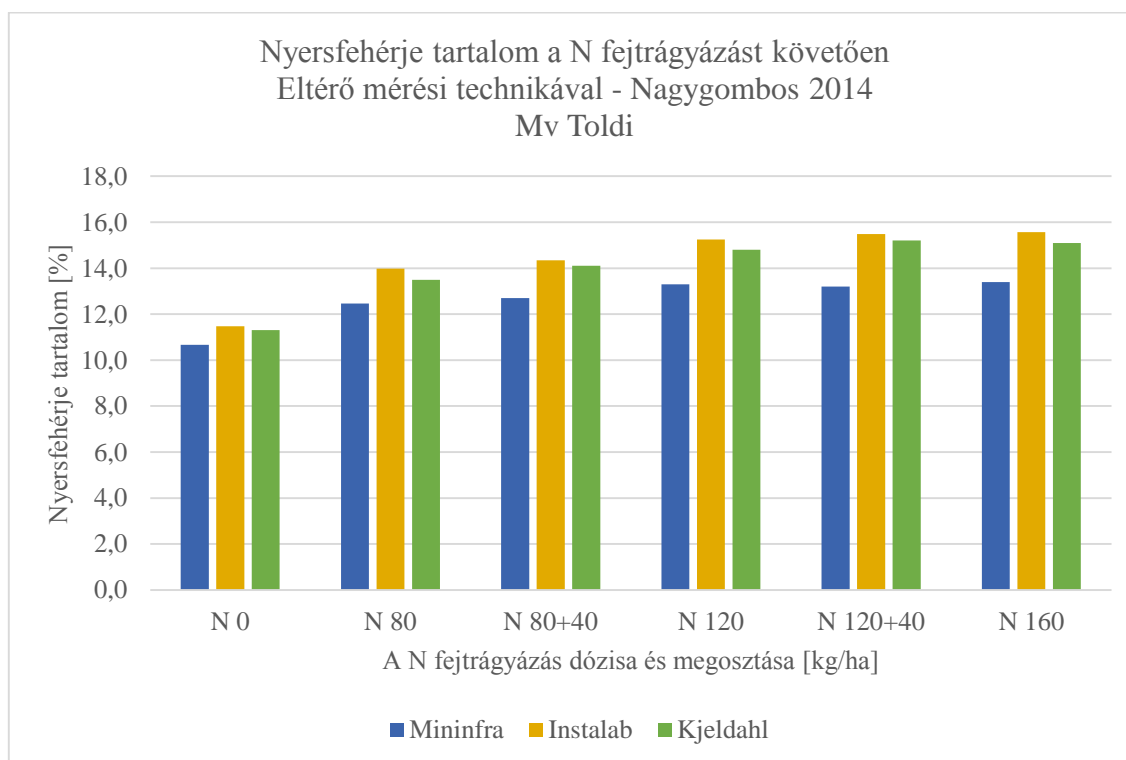


64. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt

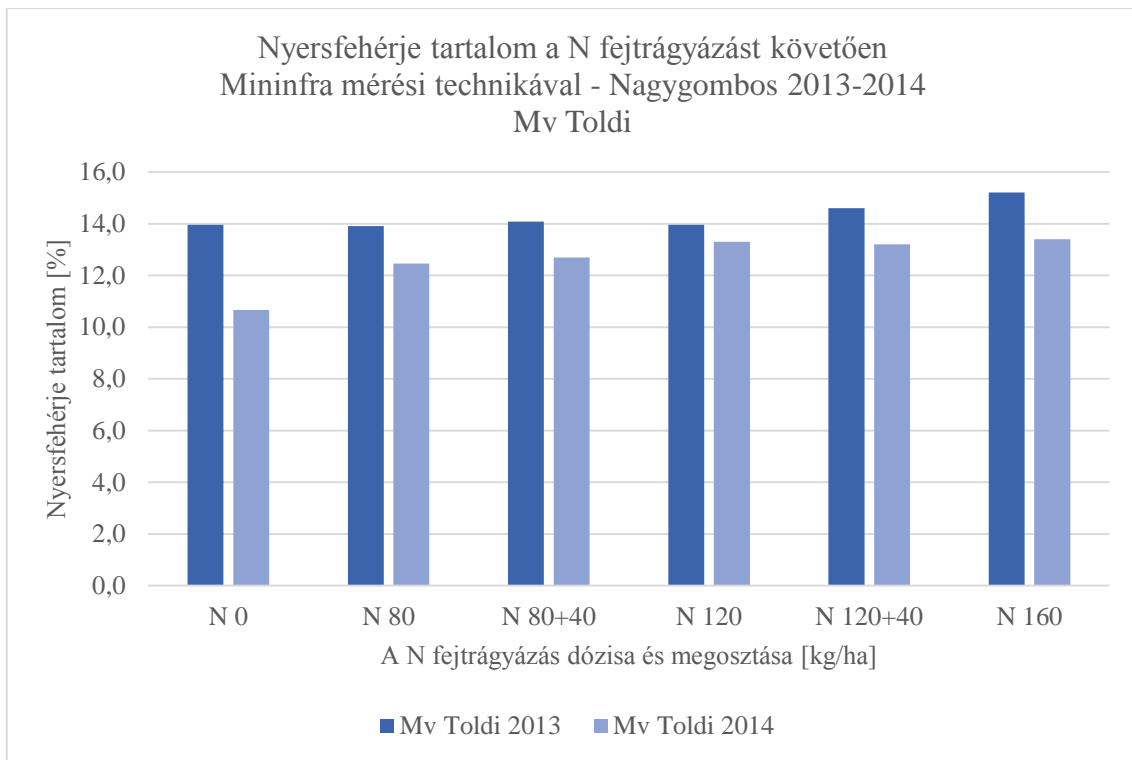




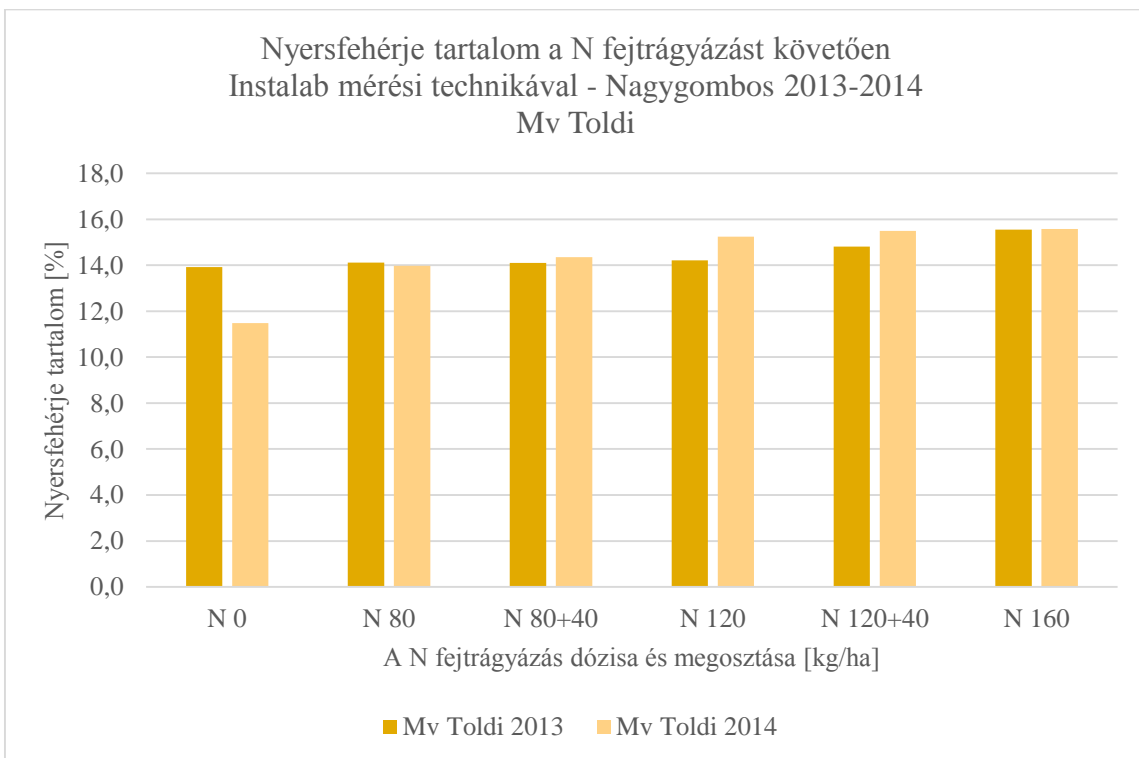
65. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Kjeldahl analitikai módszer



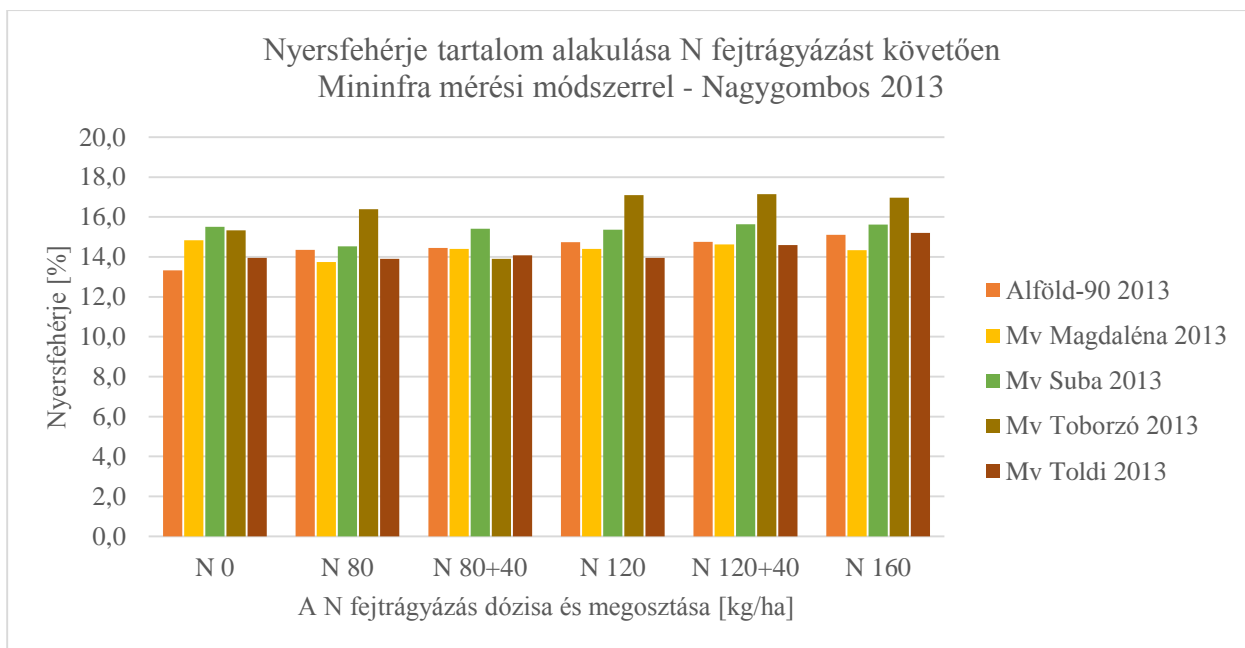
66. ábra A nyersfehérje tartalom értékeinek változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Toldi



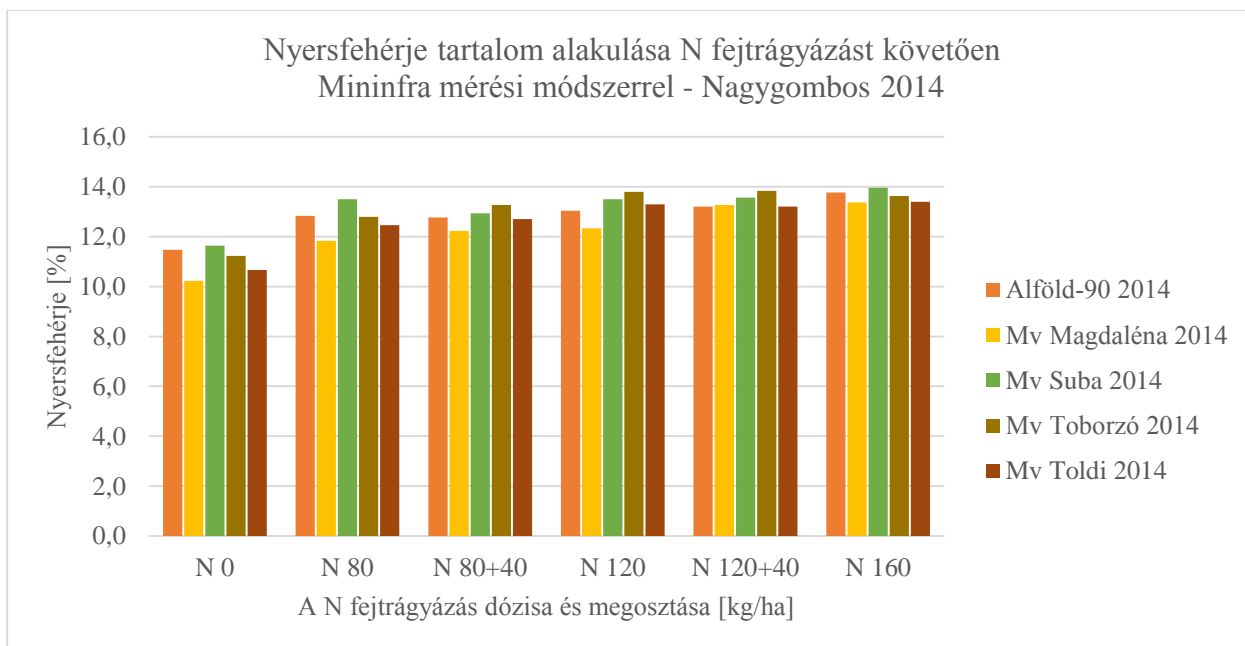
67. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toldi, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt



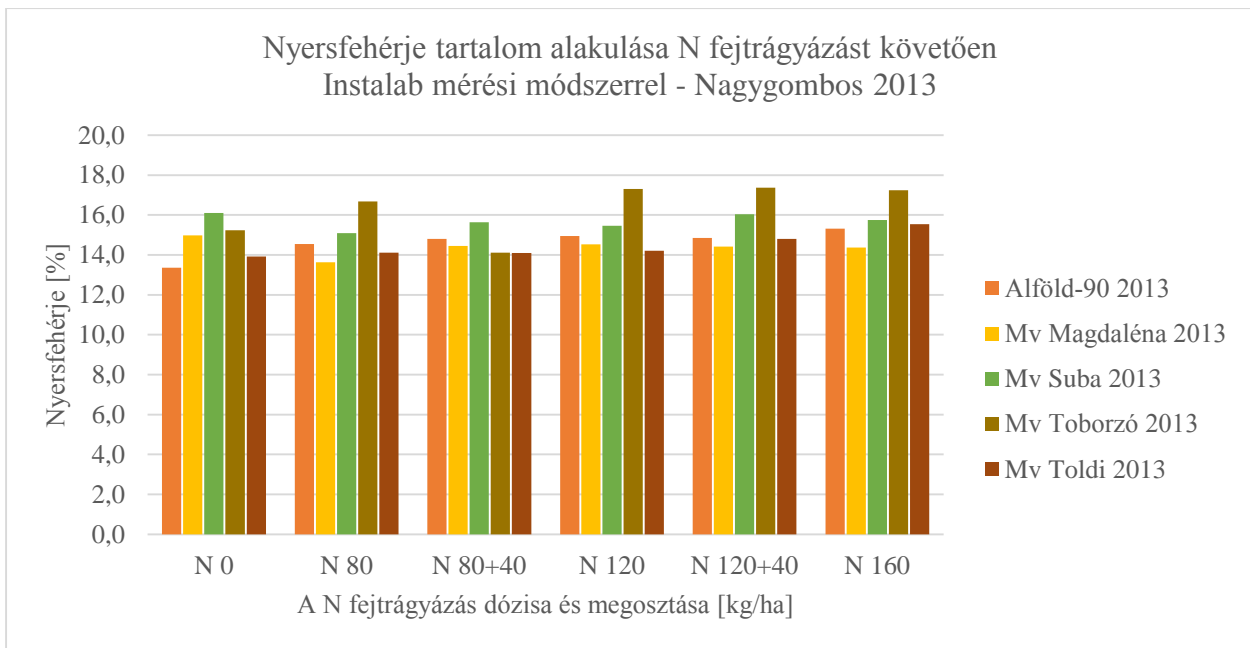
68. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toldi, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



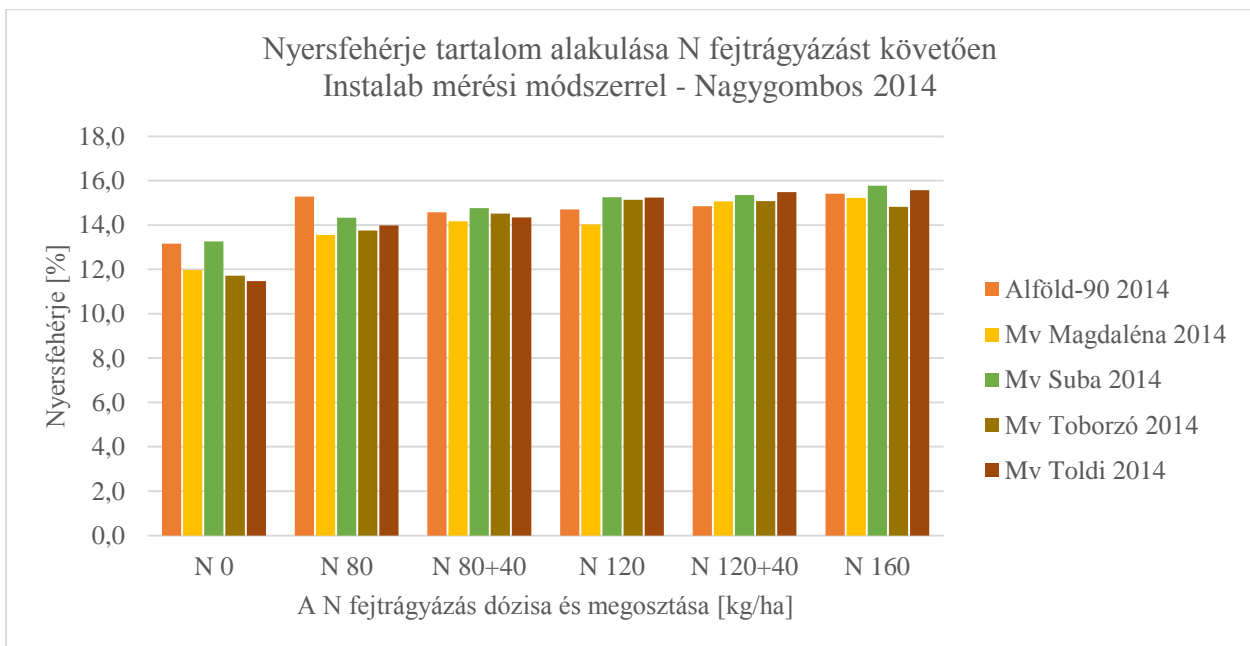
69. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszerrel meghatározva, 2013-ban



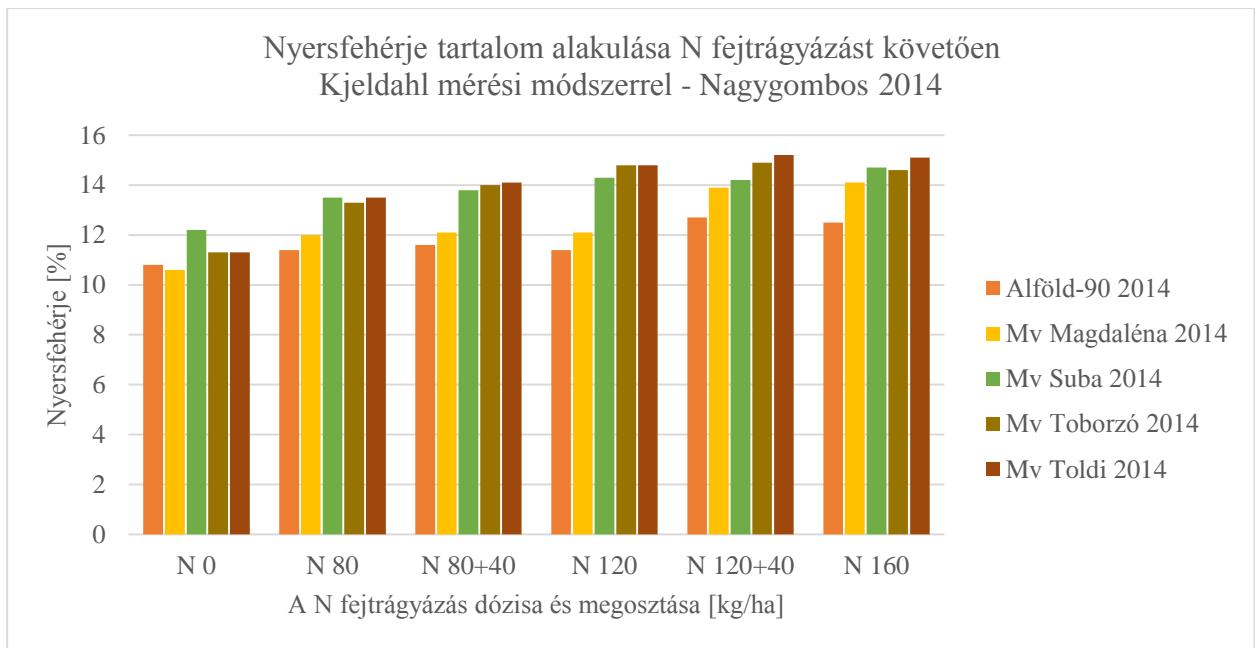
70. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszerrel mérve, 2014-ben



71. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Instalab mérési módszerrel mérve, 2013-ban

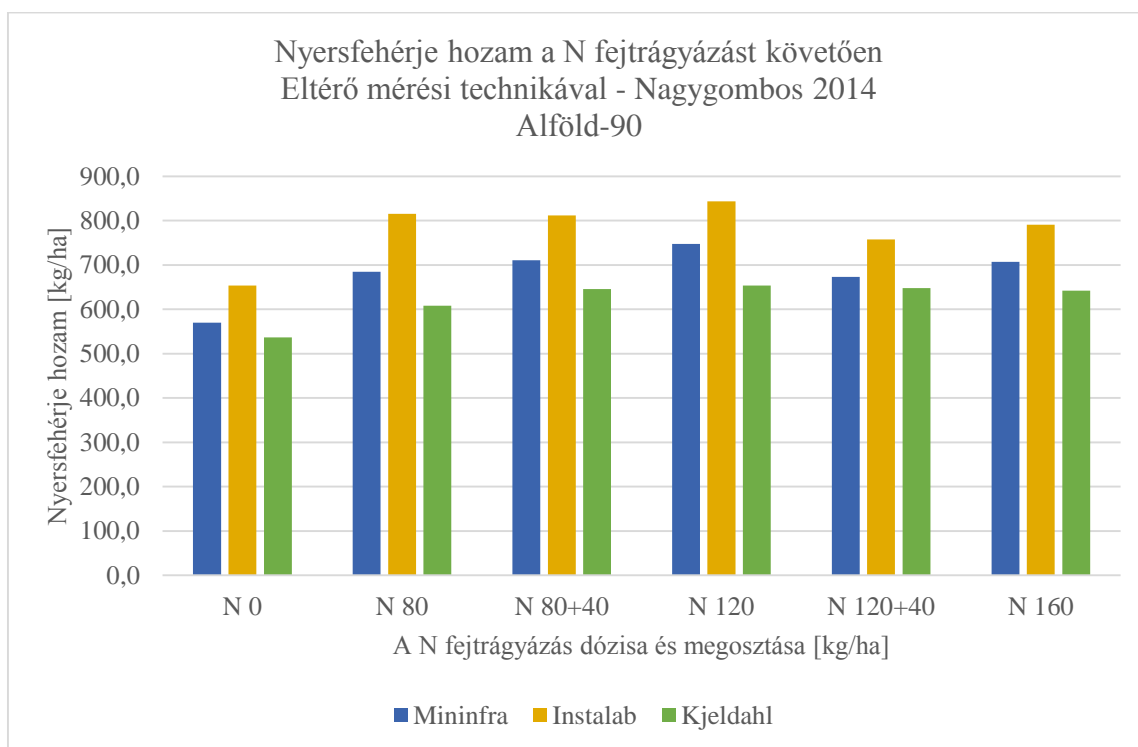


72. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Instalab mérési módszerrel meghatározva, 2014-ben

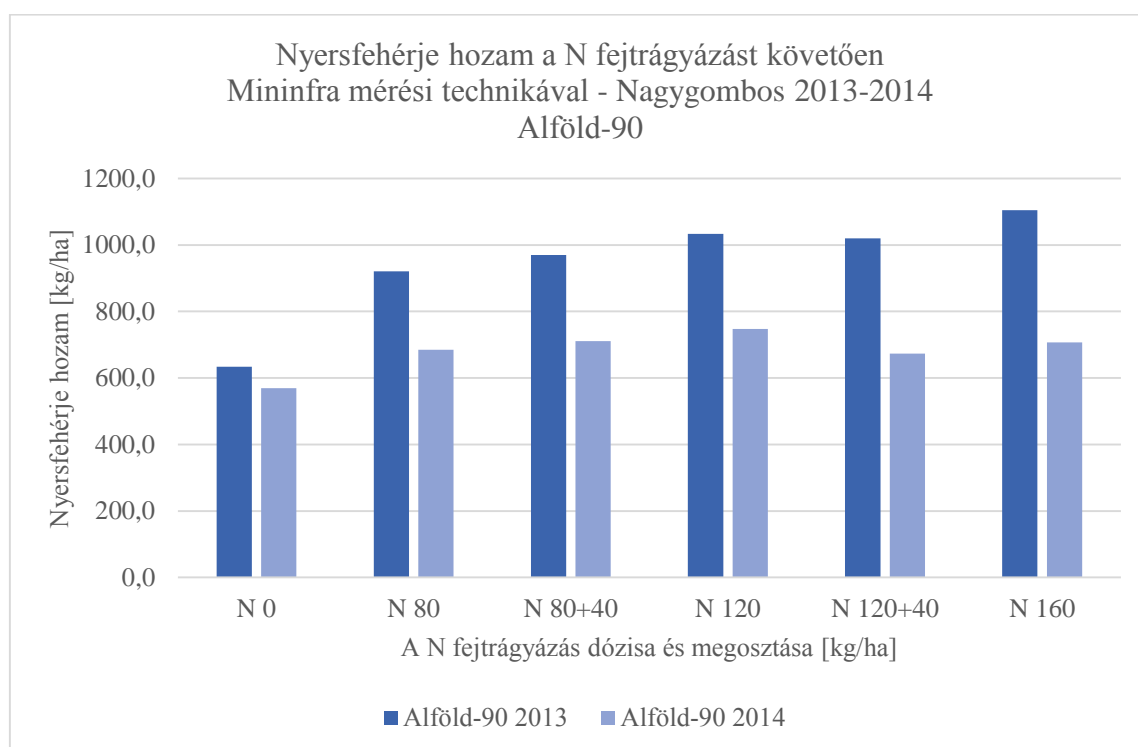


73. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Kjeldahl analitikai mérési módszerrel mérve, 2014-ben

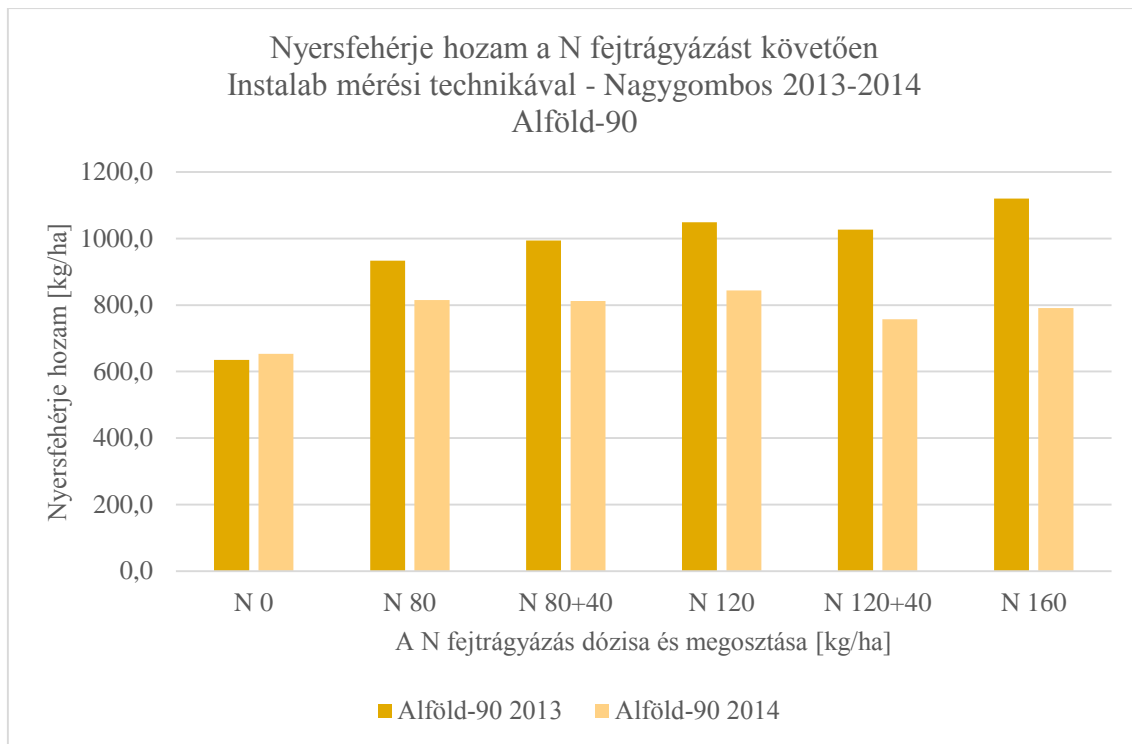
### 9.2.2.2 A nyersfehérje hozam változása a fejtrágyázás hatására



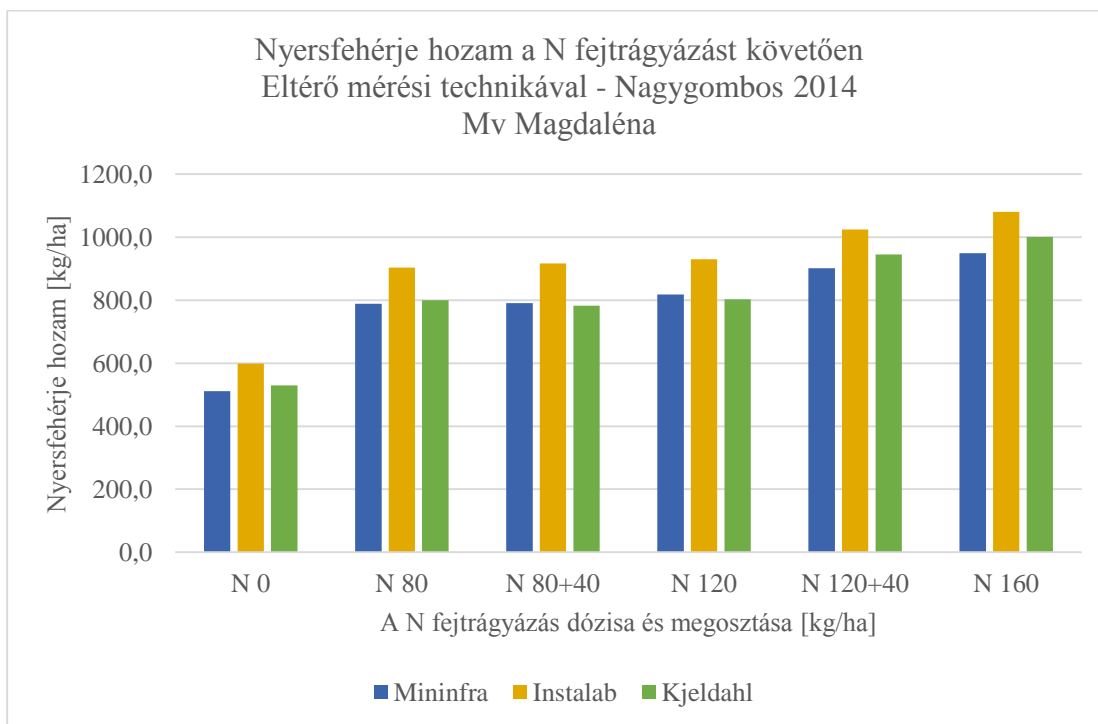
74. ábra A nyersfehérje hozam változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel vizsgálva – Alföld-90



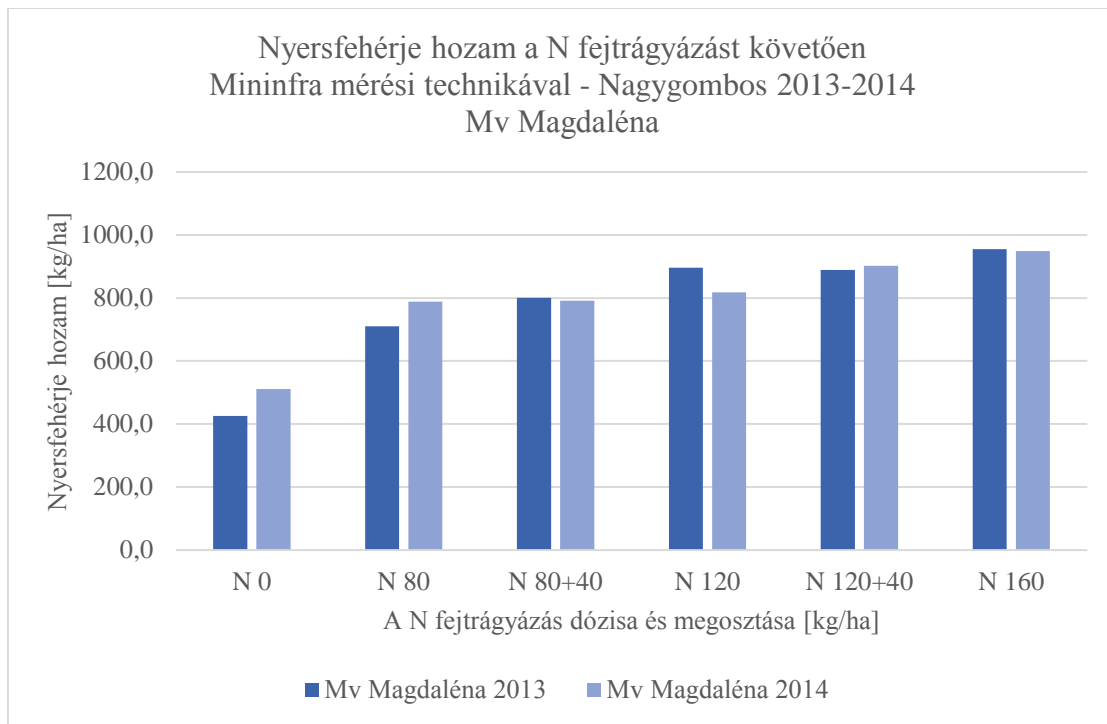
75. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében - Alföld-90, 2013. 2014., Mininfra gyorseszteszt



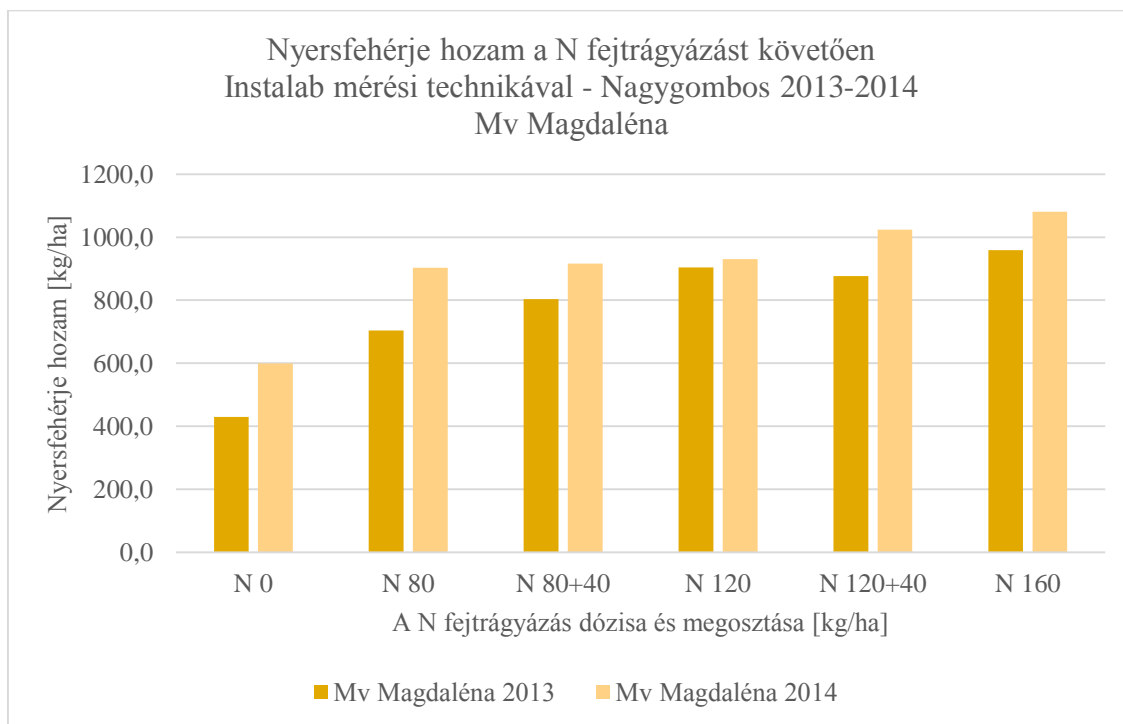
76. ábra ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében - Alföld-90, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



77. ábra A nyersfehérje hozam változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Magdaléna

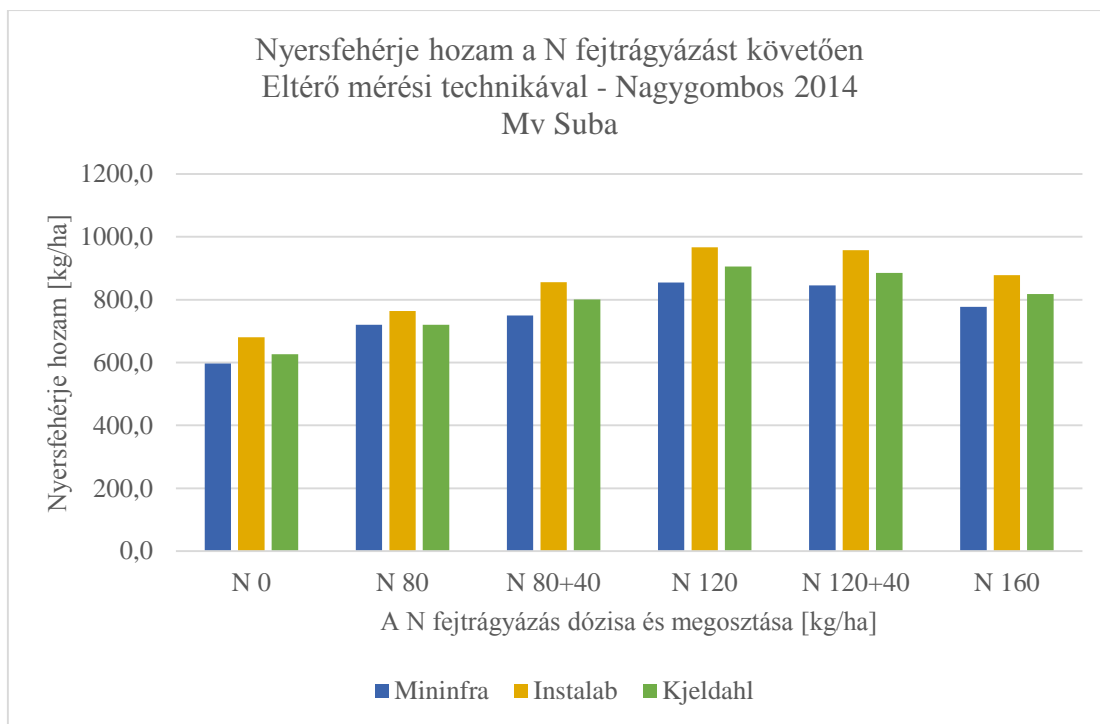


78. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Magdaléna, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt

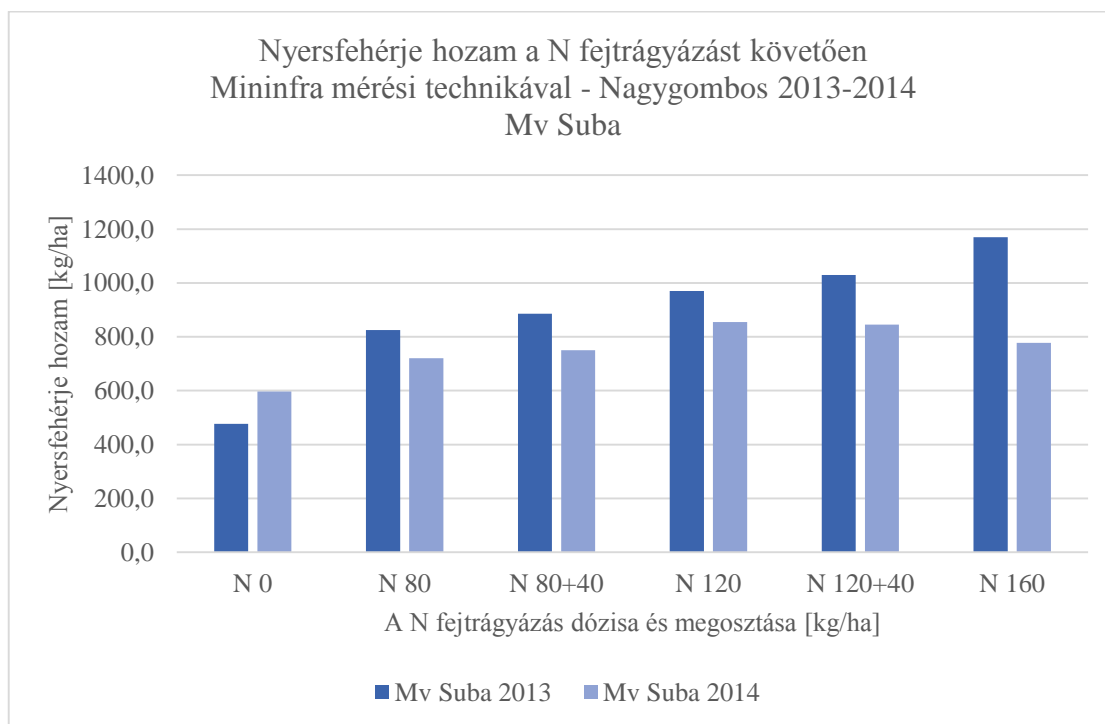


79. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Magdaléna, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt

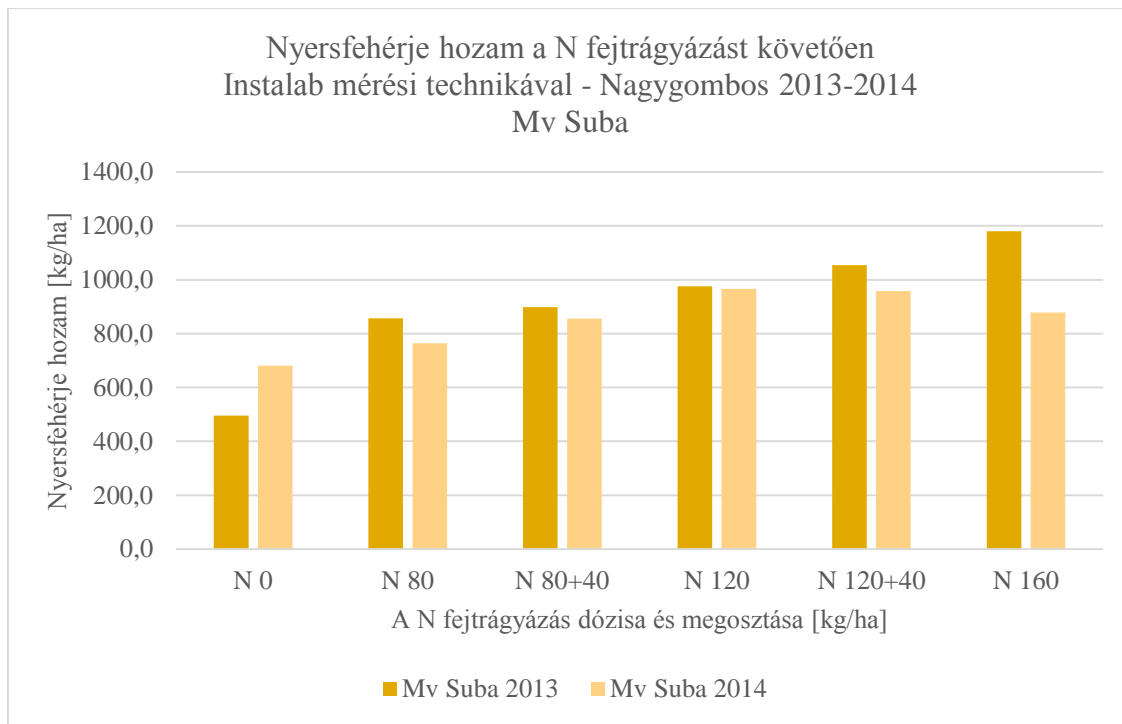




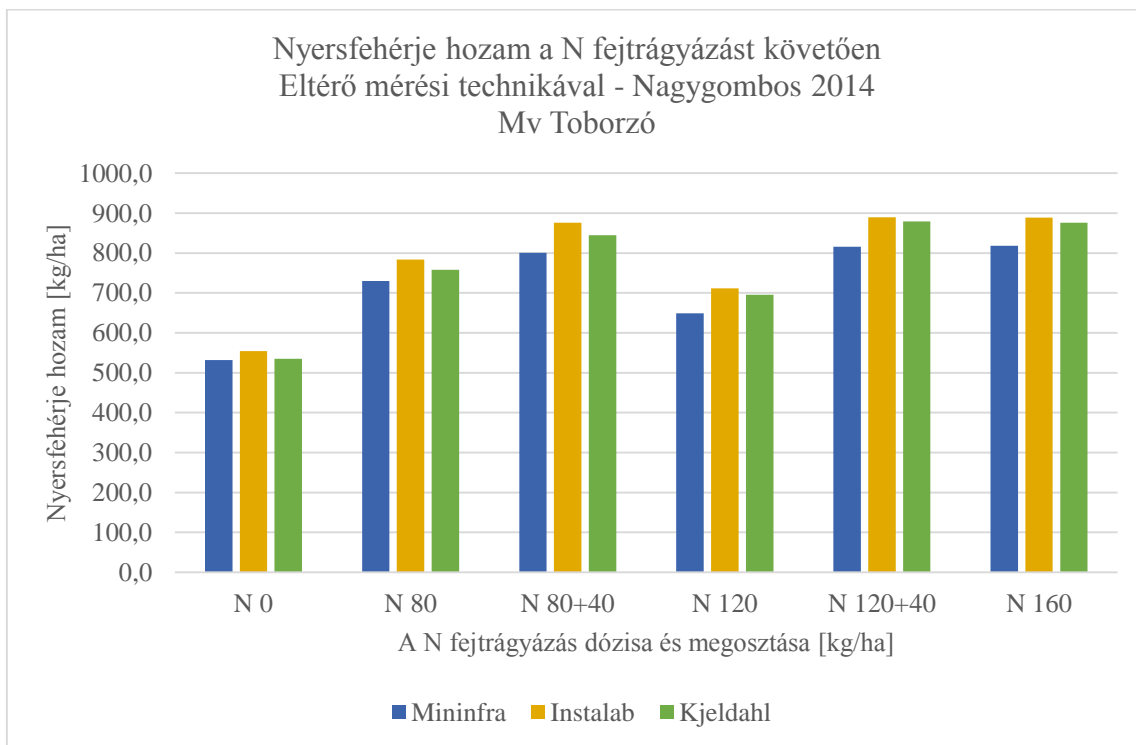
80. ábra A nyersfehérje hozam változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Suba



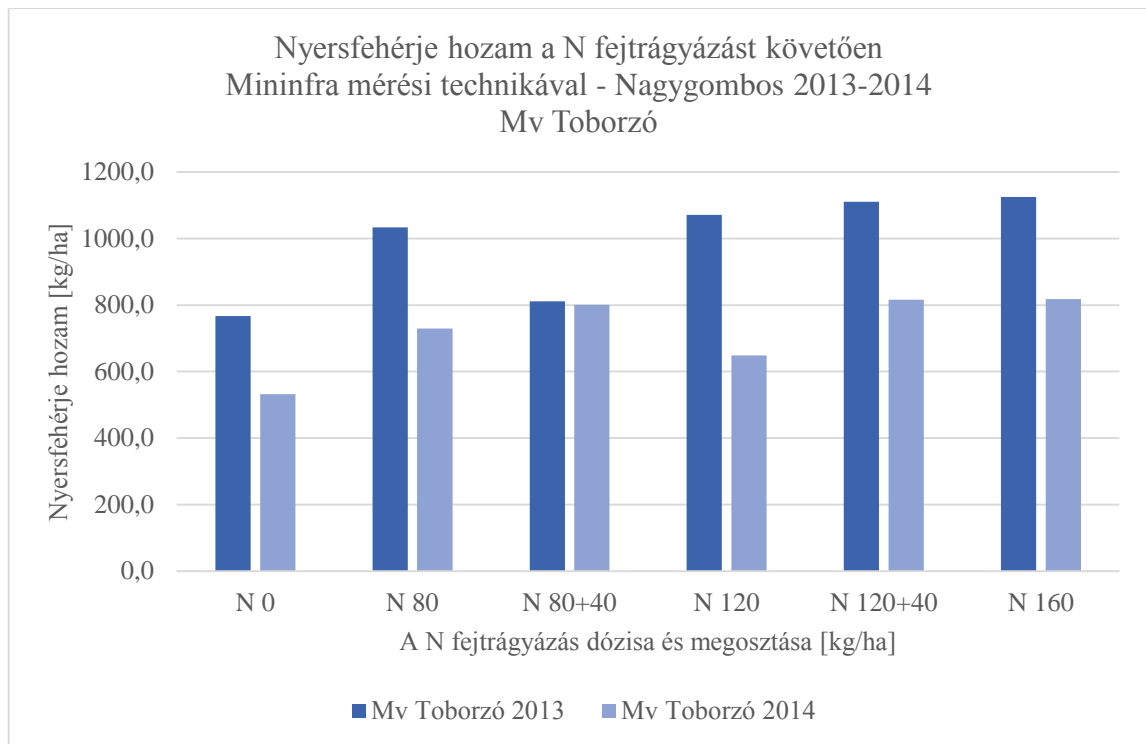
81. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Suba, 2013. 2014., Mininfra gyorseszt



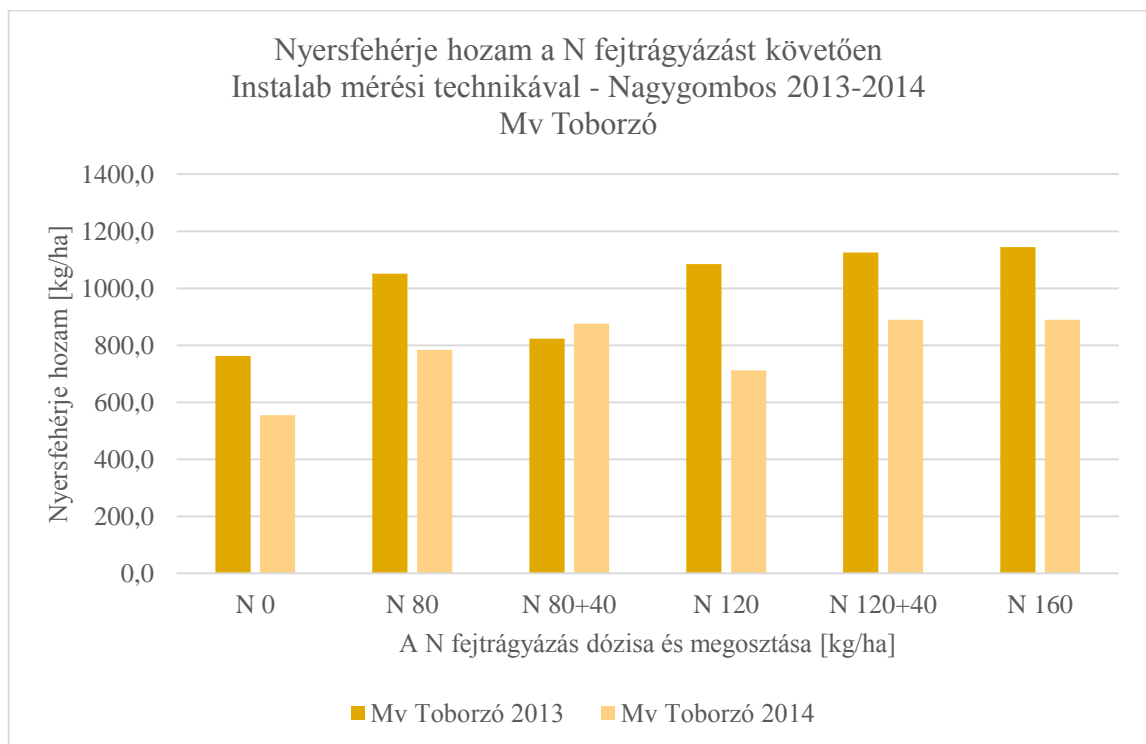
82. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Suba, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



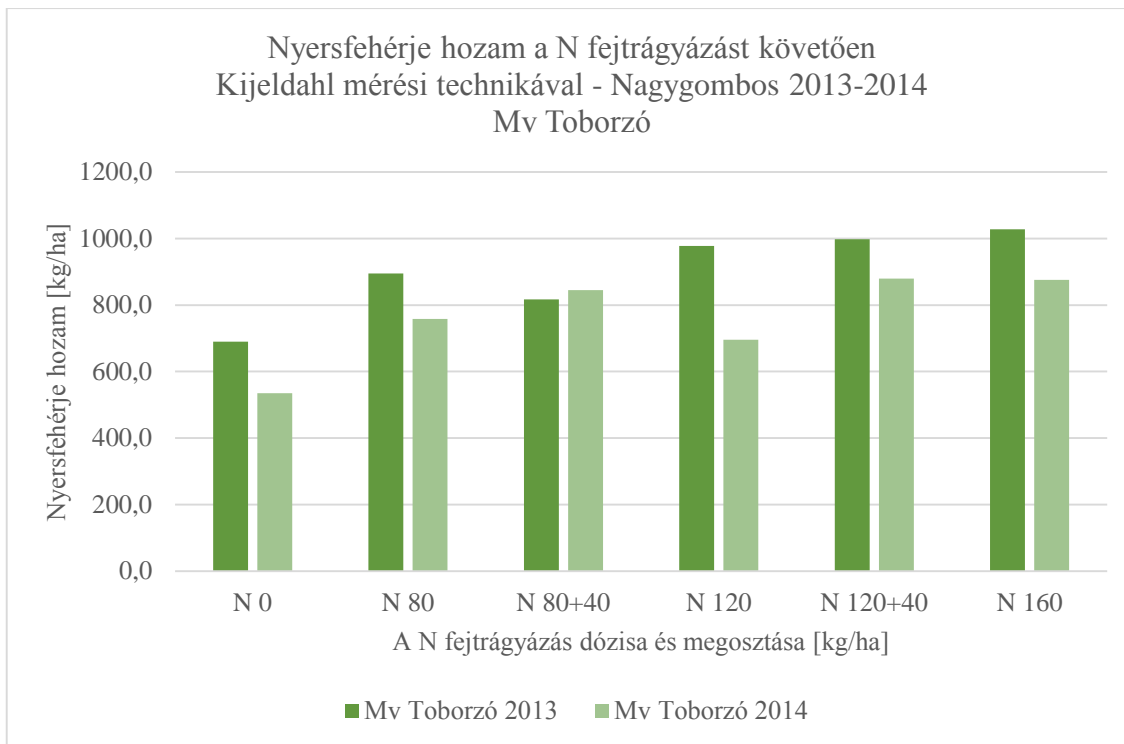
83. ábra A nyersfehérje hozam változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel kimutatva – Mv Toborzó



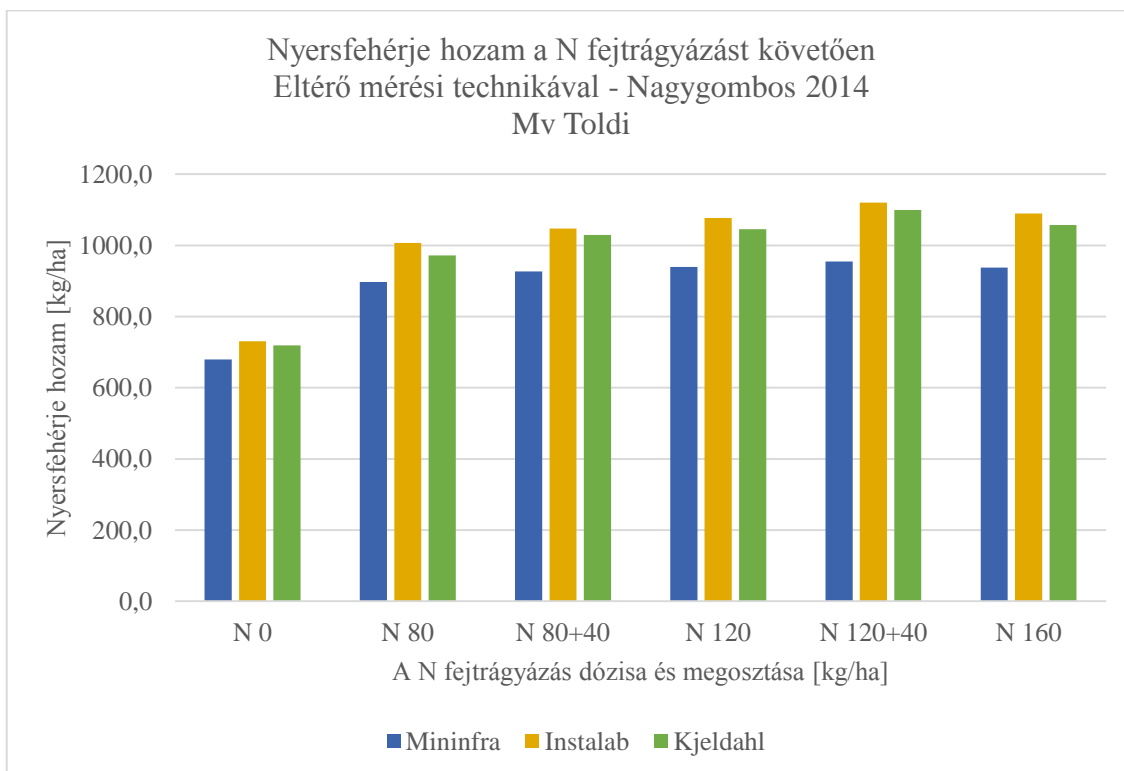
84. ábra Nyersfehérje tartalom alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt



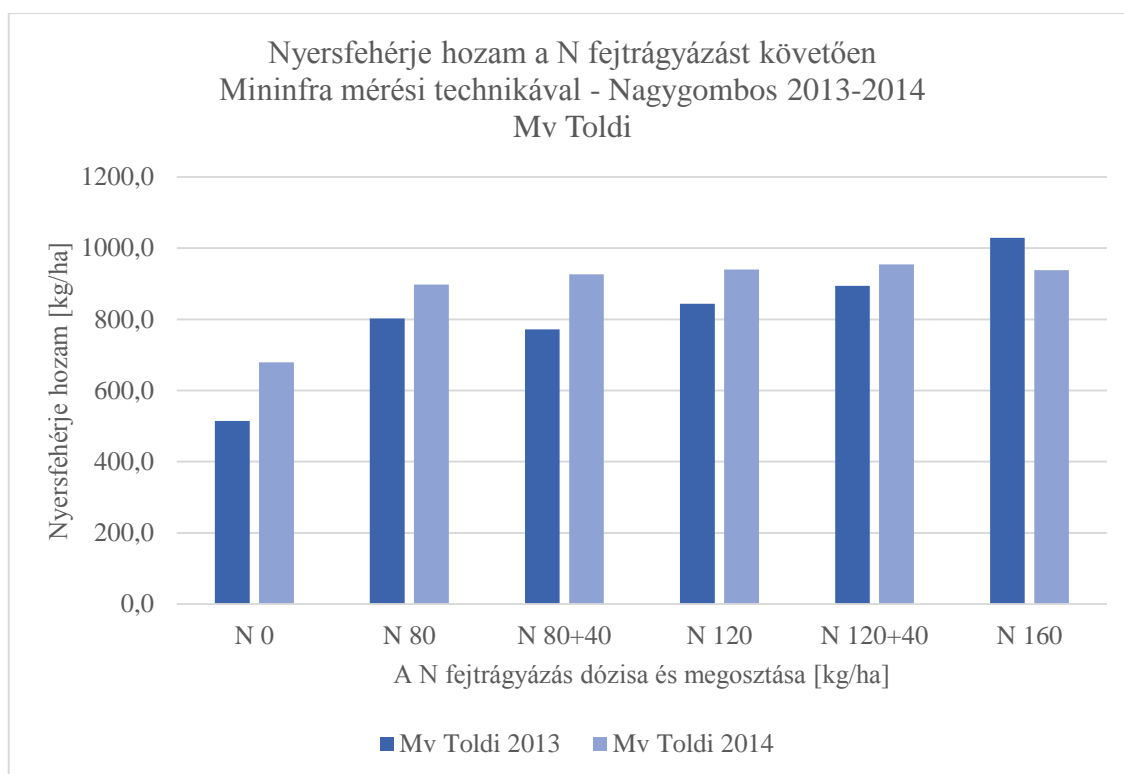
85. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



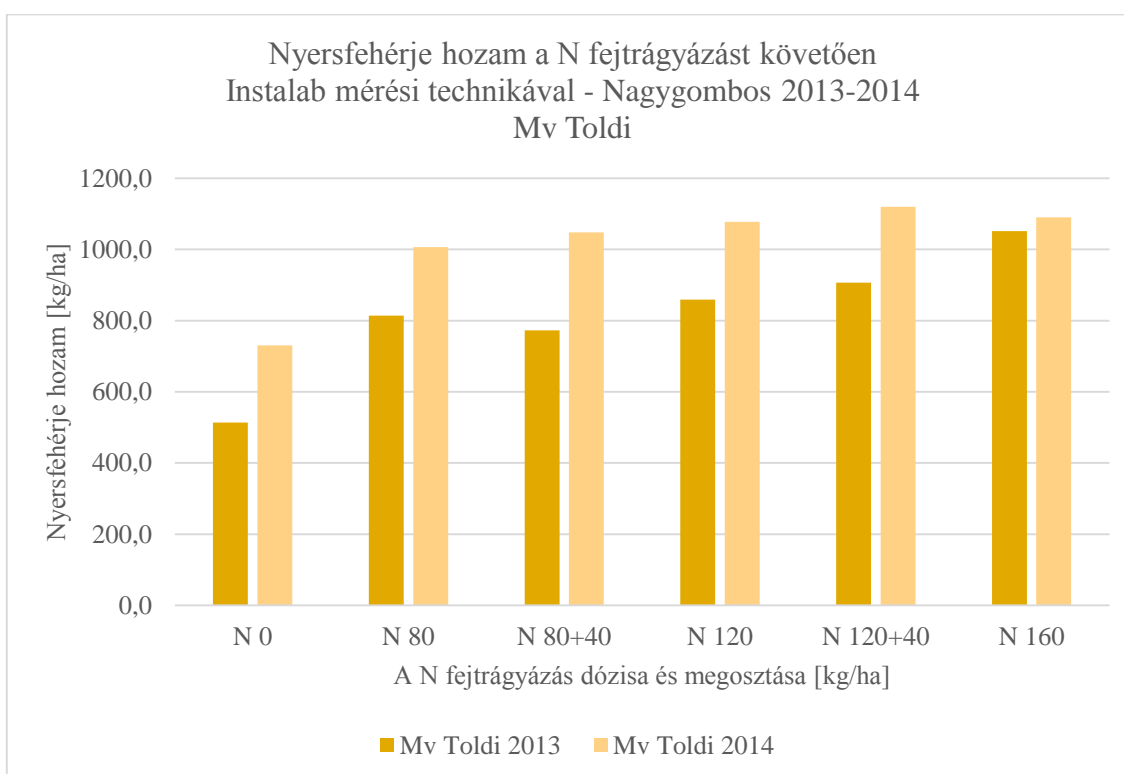
86. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toborzó, 2013. 2014., Kjeldahl analitikai módszer alapján



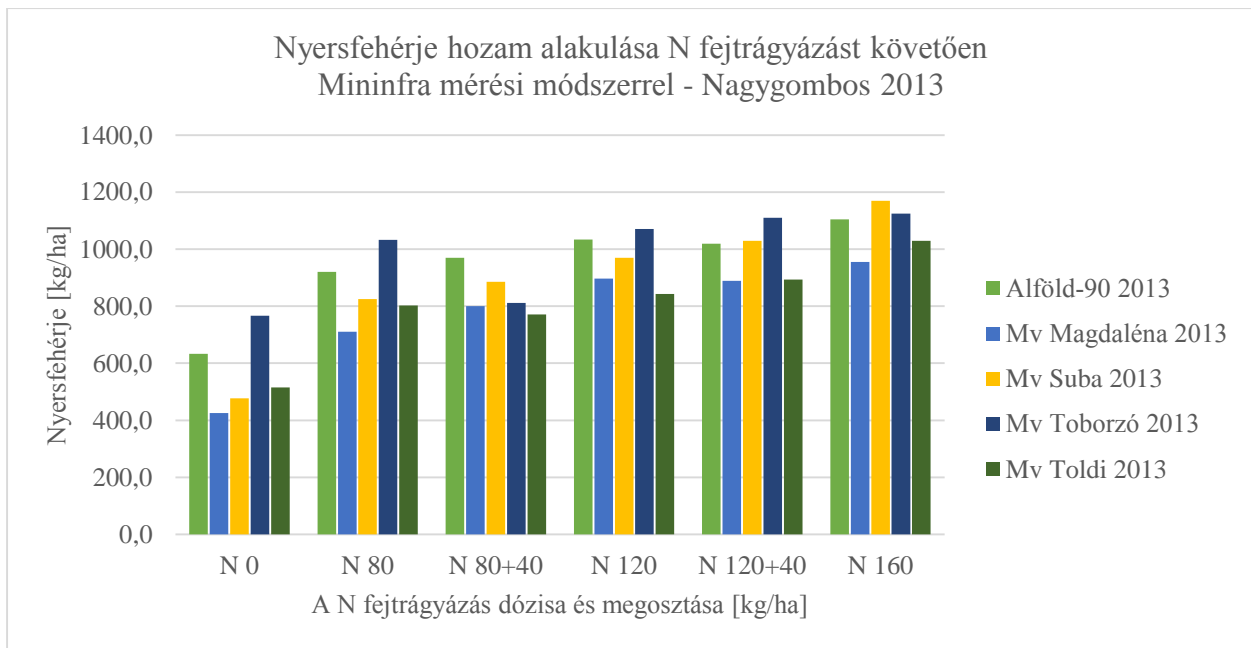
87. ábra A nyersfehérje hozam változása a műtrágyadózis függvényében, különböző mérési módszerekkel alapján – Mv Toldi



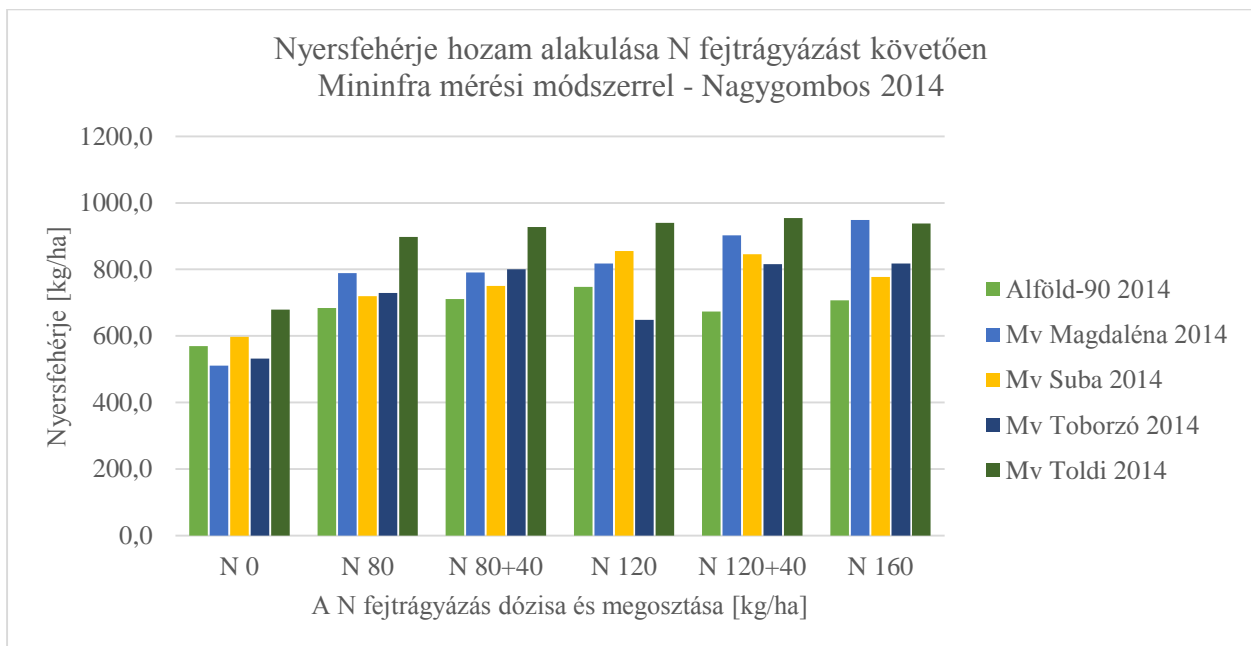
88. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toldi, 2013. 2014., Mininfra gyorsteszt



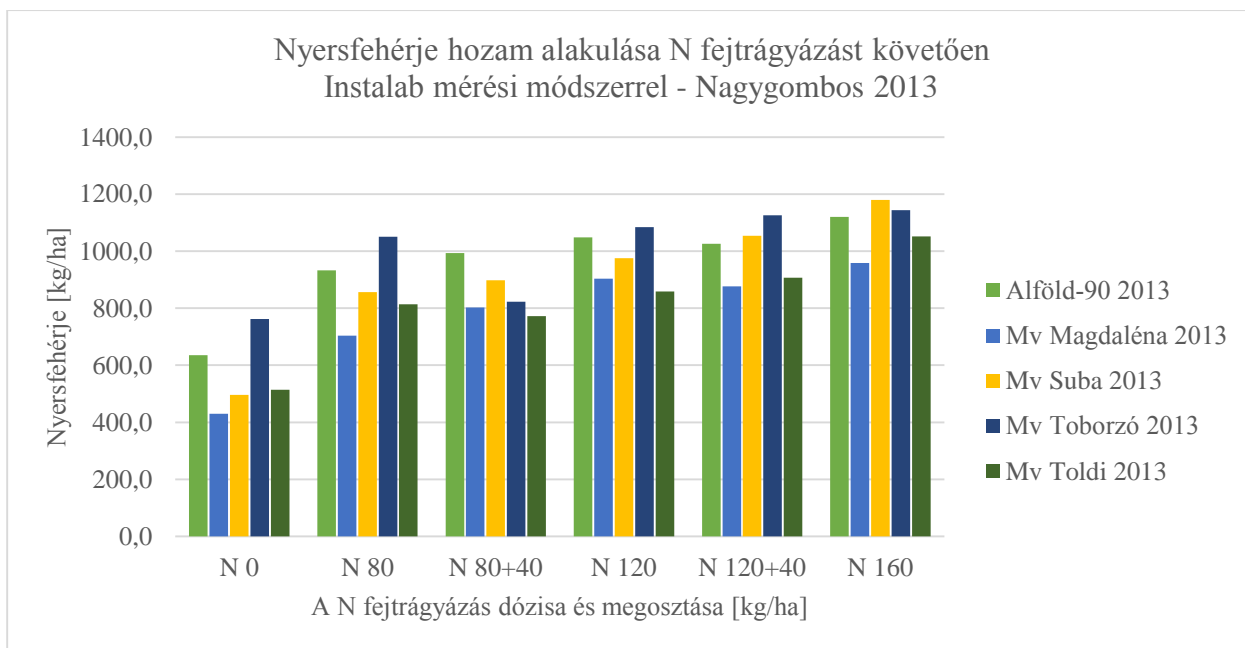
89. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a műtrágyadózis változásának függvényében Mv Toldi, 2013. 2014., Instalab gyorsteszt



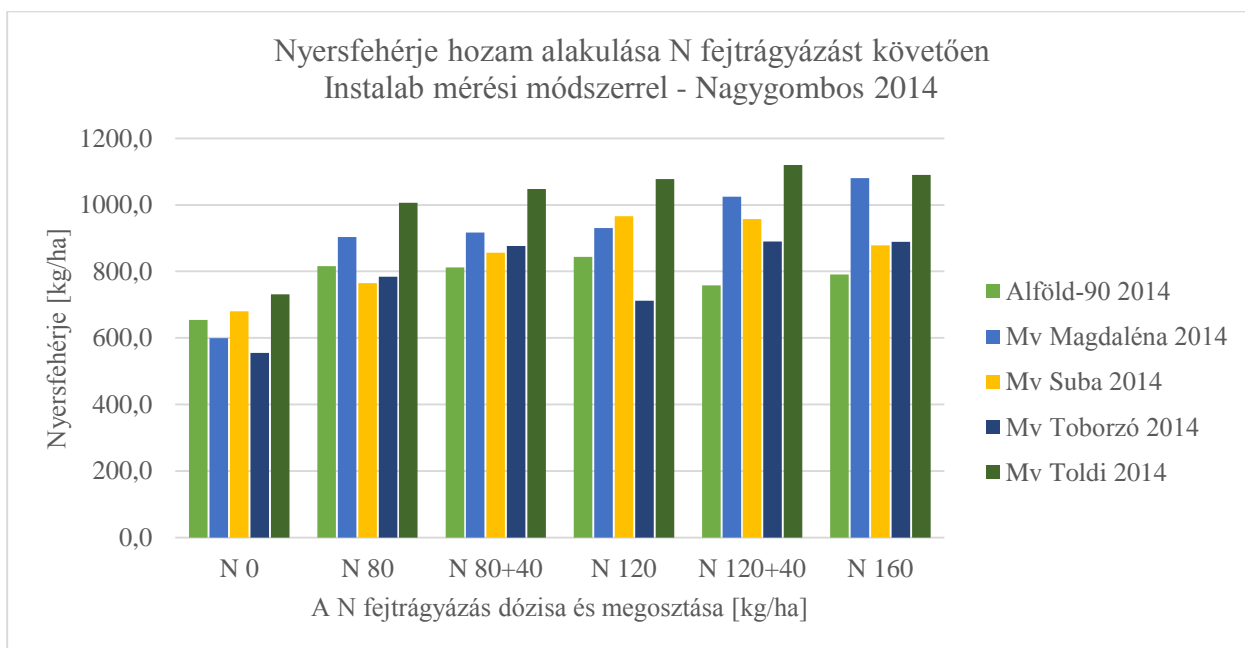
90. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszer alapján, 2013-ban



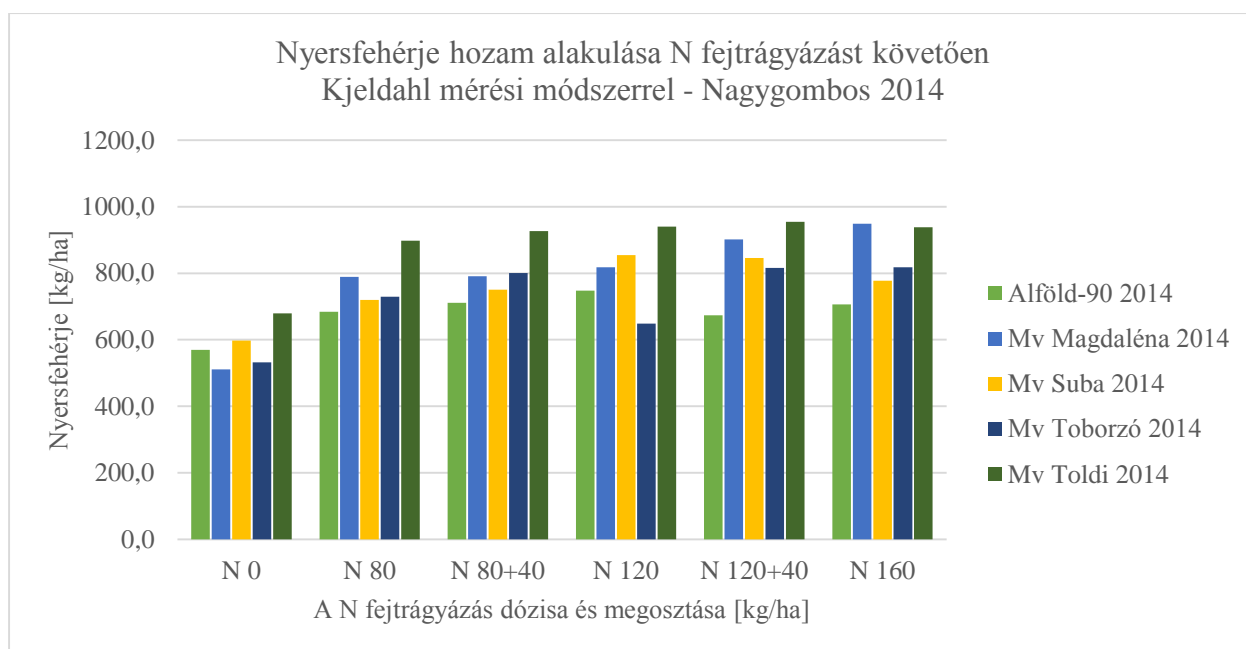
91. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Mininfra mérési módszer alapján, 2014-ben



92. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Instalab mérési módszer alapján, 2013-ban



93. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Instalab mérési módszer alapján, 2014-ben



94. ábra Nyersfehérje hozam alakulása a vizsgált öt búzafajta esetén N fejtrágyázást követően Kjeldahl analitikai mérési módszerrel alapján, 2014-ben



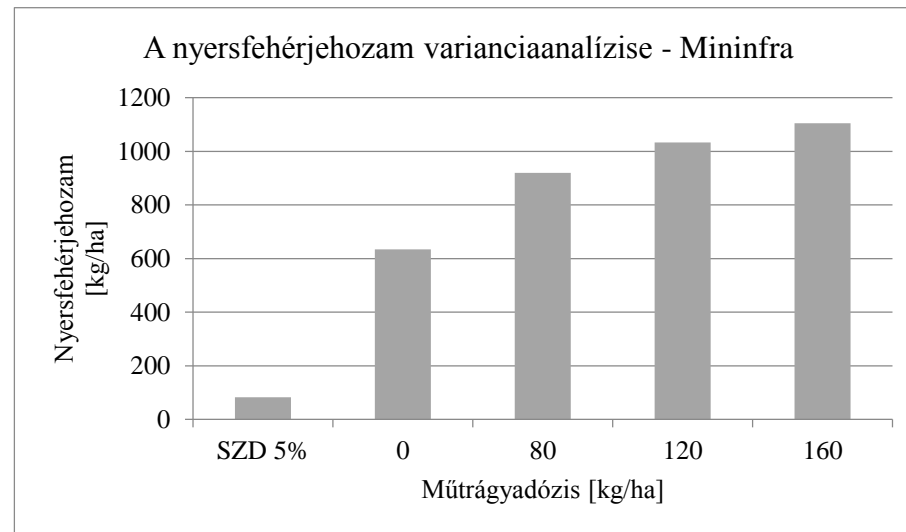
### 9.2.2.3 Részletes varianciaanalízis táblázatok: a műtrágyadózis változásának hatása a nyersfehérje-hozamra

6. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise Alföld-90, 2013.

A nyersfehérje-hozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	0	579,6	580,5	734,4	736,7	663	681,1	593,4	567,6	571,9		5708,2
	80	1021,2	904,2	817,6	1005	924,6	884	982,1	1058,5	676,8		8274
	120	908,9	1005	1195,2	1080	1076,4	1079,2	938	943,8	1071		9297,5
	160	1125	1021,2	1101,6	1162,8	1132,5	1125	1020	1147,5	1109,6		9945,2
											G=	33224,9
											r=	9
											v=	4
											C=	30663722

	SQ	FG	MQ		
összes	1396989	35			
kezelés	1157738	3	385913		
hiba	239251,3	32	7476,6		
				számolt F=	51,61602

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 83,028



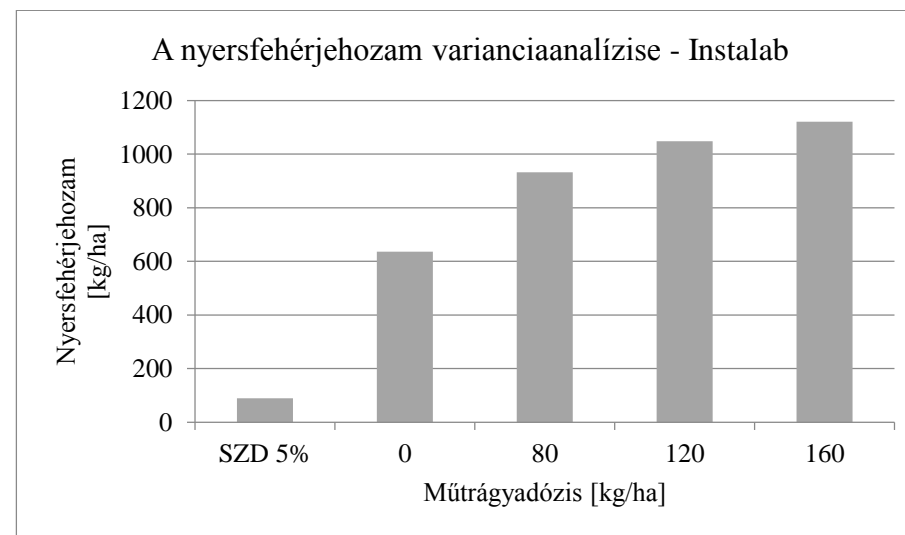
95. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise Alföld-90, 2013.

7. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise Alföld-90, 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	0	616,4	585	745,2	747,3	637,5	676,2	593,4	563,2	559	5723,2	
	80	1043,4	917,4	812	1045,2	944,7	890,5	1000,4	1051,2	686,4	8391,2	
	120	915	1018,4	1220,1	1080	1124,7	1117,2	931,3	930,6	1099	9436,3	
	160	1147,5	1028,1	1116	1162,8	1155	1132,5	1054	1170	1116,9	10082,8	
											G=	33633,5
											r=	9
											v=	4
											C=	31422565

	SQ	FG	MQ		
összes	1502149	35			
kezelés	1230088	3	410029		
hiba	272061	32	8501,9		
				számolt F=	48,22791

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 88,538



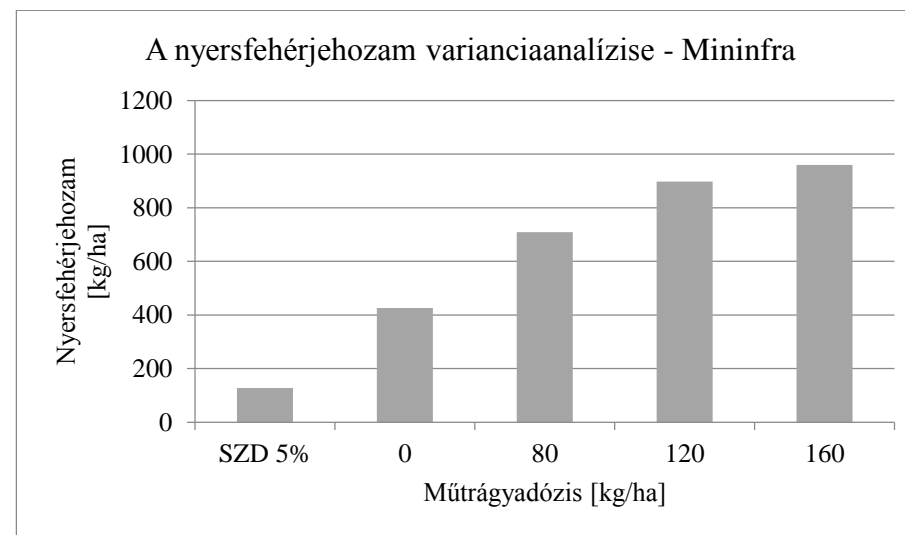
96. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Alföld-90, 2013.

8. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2013

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	0	332,2	285,6	477,4	394,8	277,4	613,2	423,9	477	551		3832,5
	80	658	644	849,6	722,4	729,6	524,8	633,6	704	910,8		6376,8
	120	914,5	945	897	1209,6	852,6	930	723,6	728	875,7		8076
	160	850,5	897	924	928	890,6	772,8	1170	1240,3	958,8		8632
											G=	26917,3
											r=	9
											v=	4
											C=	20126140

	SQ	FG	MQ		
összes	2108267	35			
kezelés	1549953	3	516651		
hiba	558313,8	32	17447		
				számolt F=	29,61207

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 126,83



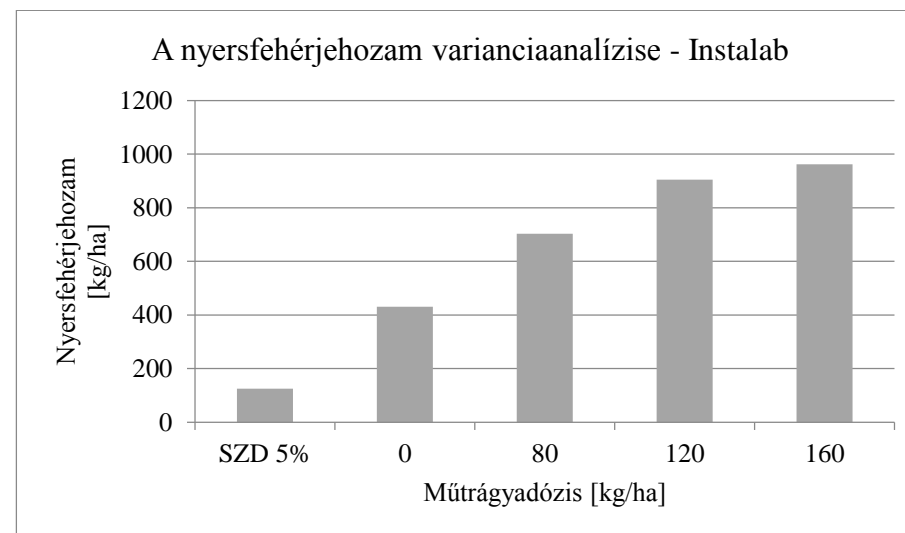
97. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2013.

9. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2013

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	0	332,2	298,2	480,5	397,6	273,6	625,8	421,2	492	551		3872,1
	80	667,4	630,2	831,9	716,8	729,6	528,9	602,8	720,5	897		6325,1
	120	902,7	926,1	903,5	1218	858,4	942,4	739,8	759,2	888,3		8138,4
	160	856,8	897	924,66	915,2	890,6	778,4	1185,6	1224,5	986		8658,76
											G=	26994,36
											r=	9
											v=	4
											C=	20241541

	SQ	FG	MQ		
összes	2101565	35			
kezelés	1559318	3	519773		
hiba	542247,2	32	16945		
				számolt F=	30,67369

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 125



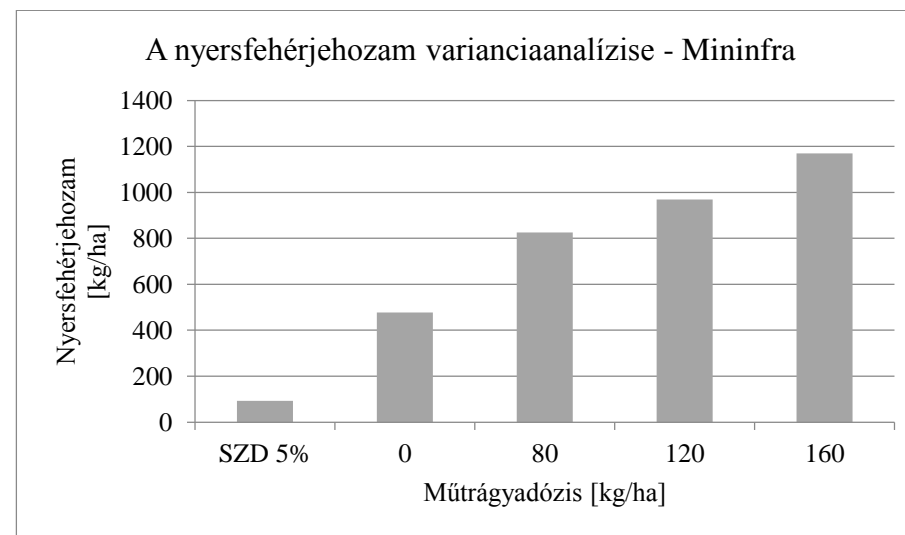
98. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise - Mv Magdaléna, 2013.

10. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Suba / 2013	0	486,4	574	308	453,6	513,4	492,9	480,5	521,4	465,3		4295,5
	80	960	841,8	923,8	828,8	668,8	837,9	694,3	905,2	764,4		7425
	120	948	830,5	979,6	1127	875,8	869	957,6	979,8	1155,2		8722,5
	160	1184	1185,6	1185,6	973,4	1232	1110	1147,6	1344	1168		10530,2
											G=	30973,2
											r=	9
											v=	4
											C=	26648309

	SQ	FG	MQ		
összes	2599788	35			
kezelés	2301587	3	767196		
hiba	298201	32	9318,8		
				számolt F=	82,32789

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 92,694



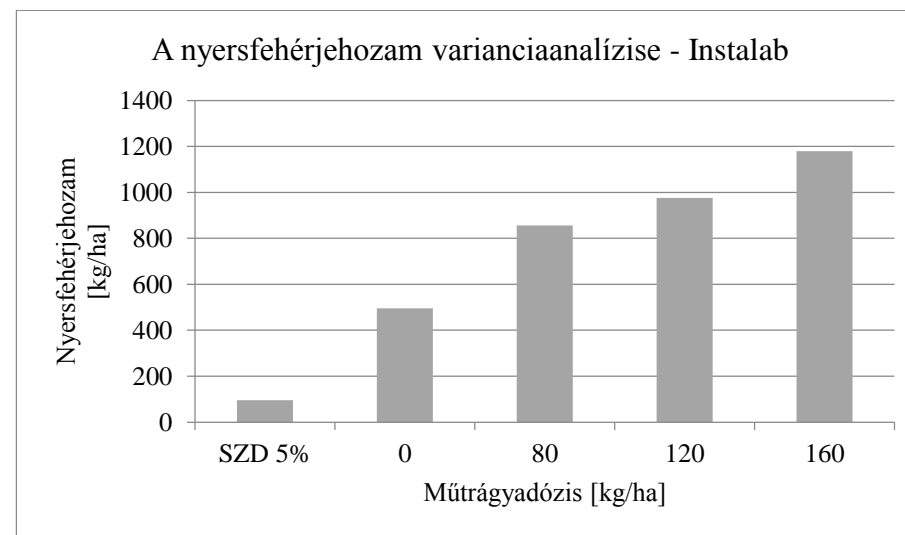
99. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2013.

11. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Suba / 2013	0	502,4	581	322	473,2	537,2	492,9	502,2	554,4	495	4460,3
	80	1004,8	872,3	954,8	851,2	712,8	855	715,5	954,8	785,2	7706,4
	120	954	819,5	985,8	1127	899	852,5	963,9	1000,5	1178	8780,2
	160	1154,4	1223,6	1193,4	992	1239,7	1132,2	1155,2	1344	1182,6	10617,1
											G= 31564
											r= 9
											v= 4
											C= 27674614

	SQ	FG	MQ		
összes	2537599	35			
kezelés	2225120	3	741707		
hiba	312479,1	32	9765		
				számolt F=	75,95582

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 94,887



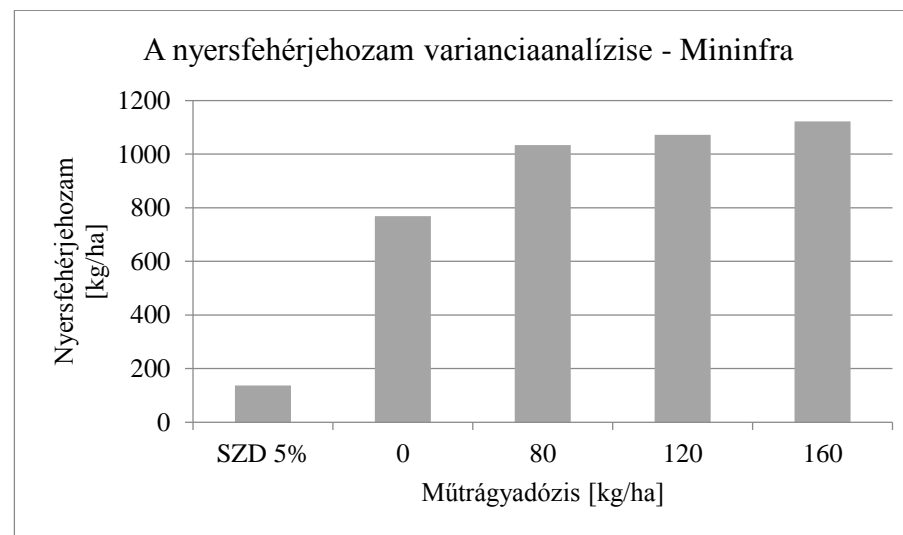
100. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba 2013.

12. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2013.

A nyersfehérje-hozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toborzó / 2013	0	1029,2	678,3	729,6	864	837,2	816	874,8	596,6	493	6918,7	
	80	1198,8	1246,4	1110,9	796,8	938,1	952	1190	1098,8	768	9299,8	
	120	870	1211	942	991,8	1061,4	1094,4	1197	1228,3	1050	9645,9	
	160	1079,2	1089,9	1102,5	1055,3	1113,6	1169,6	1339,8	1102,5	1047,8	10100,2	
											G=	35964,6
											r=	9
											v=	4
											C=	35929235

	SQ	FG	MQ		
összes	1320188	35			
kezelés	672111,5	3	224037		
hiba	648076	32	20252		
				számolt F=	11,06227

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 136,65



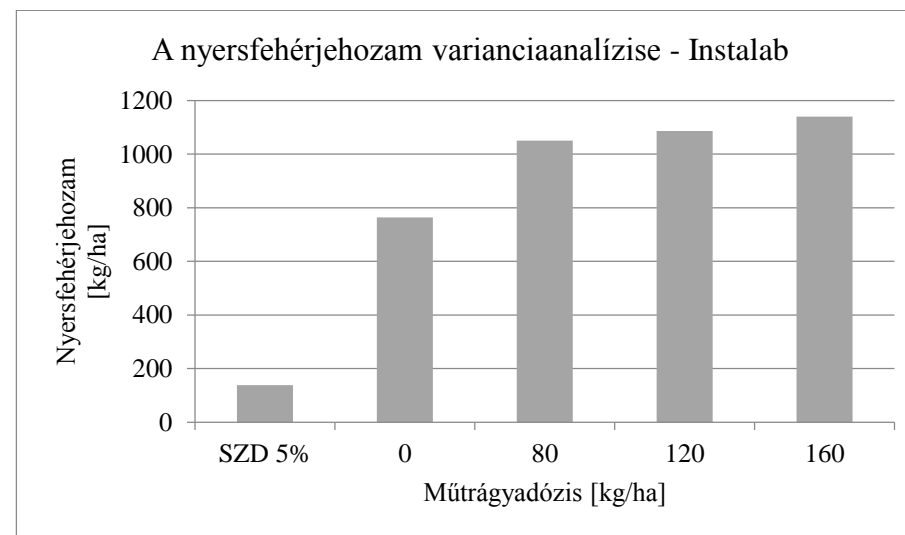
101. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2013.

13. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise											
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Toborzó / 2013	0	1010,6	703,8	696	858	837,2	826,2	858,6	592,8	493	6876,2
	80	1206,2	1261,6	1104	830,4	967,6	952	1218	1125,6	782,4	9447,8
	120	875	1225	942	991,8	1061,4	1132,8	1218	1278	1050	9774
	160	1079,2	1102,5	1127,7	1085,8	1152	1169,6	1370,6	1127,7	1047,8	10262,9
											G= 36360,9
											r= 9
											v= 4
											C= 36725418

	SQ	FG	MQ		
összes	1427557	35			
kezelés	763609,1	3	254536		
hiba	663948,4	32	20748		
				számolt F=	12,26777

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 138,31



102. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2013.

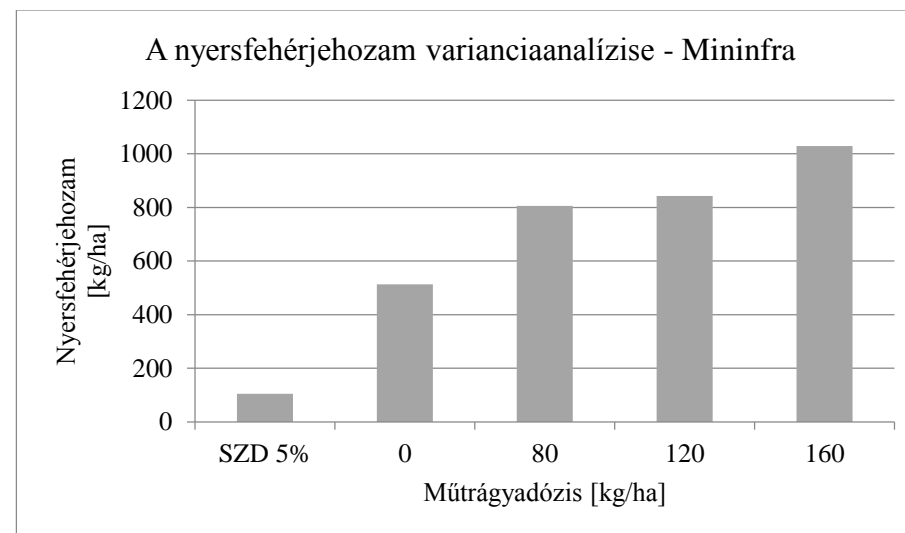


14. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toldi / 2013	0	614,4	552	543,4	489,6	478,5	607,2	602,7	446,4	287,7		4621,9
	80	896	767,2	817,8	1020	575	882	815,1	828	648,6		7249,7
	120	855,6	877,7	828	1029	714	749,7	889,6	818,4	820,8		7582,8
	160	900	960	1045,2	1053	1085	1029,6	1260	921,6	1007,4		9261,8
											G=	28716,2
											r=	9
											v=	4
											C=	22906115,1

	SQ	FG	MQ		
összes	1609339	35			
kezelés	1227208	3	4E+05		
hiba	382131	32	11942		
				számolt F=	34,2558

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 104,9



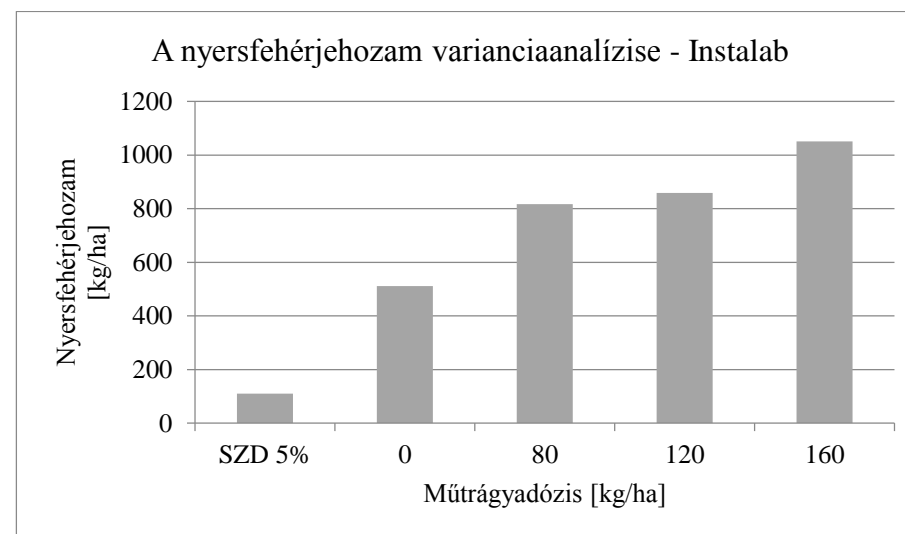
103. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2013.

15. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2013.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toldi / 2013	0	619,2	544	543,4	464,4	478,5	594	602,7	461,9	294	4602,1	
	80	915,2	744,8	806,2	1054	579,6	919,8	843,6	834	662,7	7359,9	
	120	861,8	897,8	918	1036	708,9	754,8	902,4	837	809,4	7726,1	
	160	912	972,8	1018,4	1111,5	1141	1049,4	1276,8	953,6	1028,1	9463,6	
											G=	29151,7
											r=	9
											v=	4
											C=	23606155,9

	SQ	FG	MQ		
összes	1767908	35			
kezelés	1349377	3	4E+05		
hiba	418531	32	13079		
				számolt F=	34,3902

választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 109,8

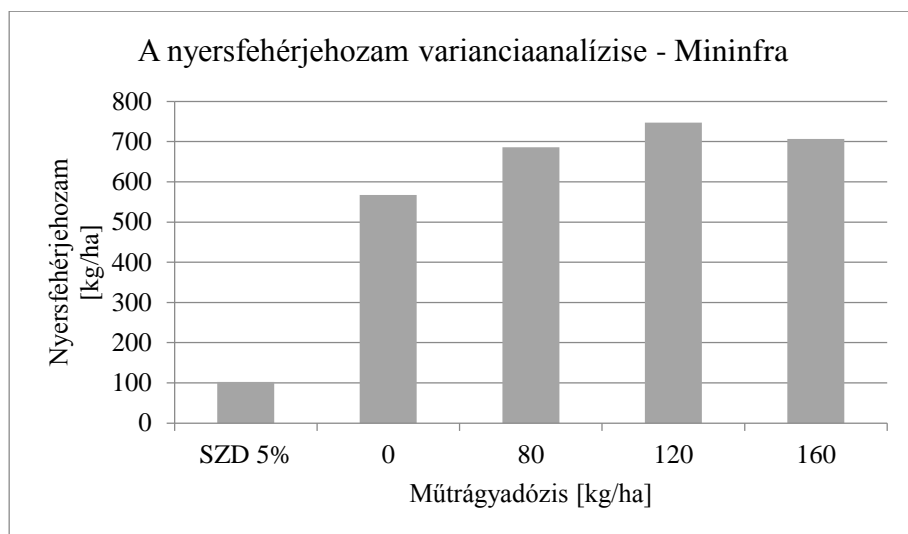


104. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2013.

16. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Alföld-90, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra			összeg	
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	0	572	510	620,4		1702,4
	80	778,4	675	605		2058,4
	120	761,1	731,5	748,2		2240,8
	160	734,4	708,9	676,2		2119,5
					G=	8121,1
					r=	3
					v=	4
					C=	5496022,1

	SQ	FG	MQ		
összes	77012,329	11			
kezelés	53524,969	3	17841,656		
hiba	23487,36	8	2935,92		
				számolt F=	6,077024



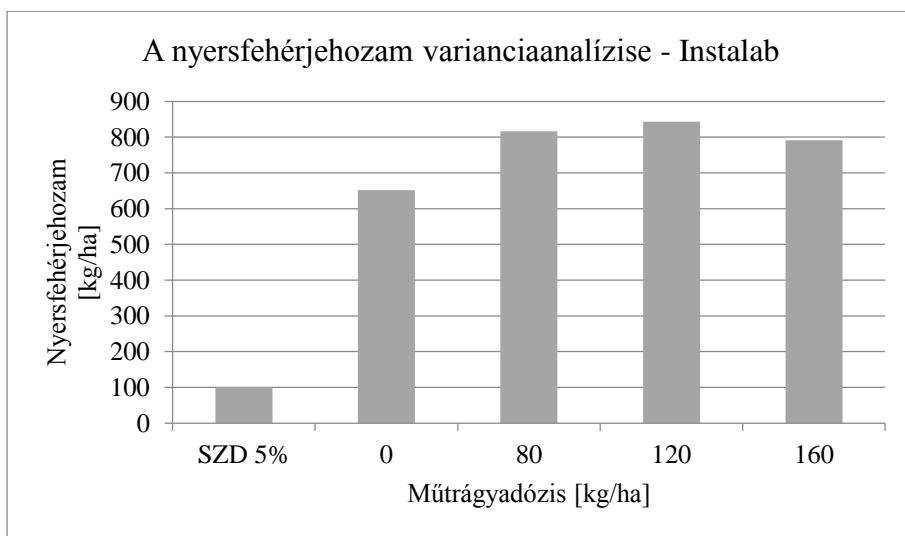
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 102,02

105. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Alföld-90, 2014.

17. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Alföld-90, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab			összeg
		1	2	3	
Alföld-90 / 2014	0	654,68	605	695,6	1955,28
	80	868	858,06	724	2450,06
	120	882,05	820,05	828,24	2530,34
	160	836,46	786,93	750,19	2373,58
					G= 9309,26
					r= 3
					v= 4
					C= 7221860,1

	SQ	FG	MQ		
összes	88681,976	11			
kezelés	65611,992	3	21870,664		
hiba	23069,983	8	2883,7479		
				számolt F=	7,584111



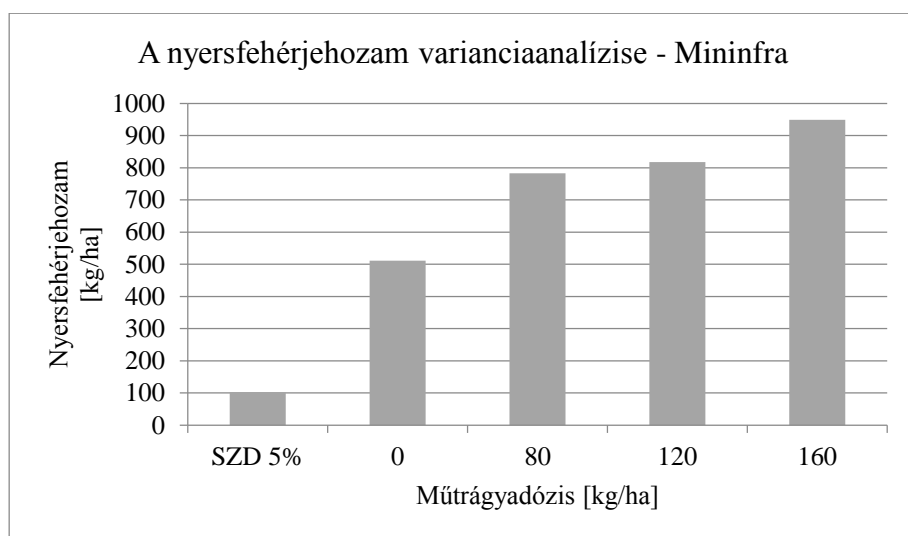
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 101,11

106. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Alföld-90, 2014.

18. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra			összeg
		1	2	3	
Mv Magdaléna / 2014	0	500	555,9	478,73	1534,63
	80	850,2	761,1	737,1	2348,4
	120	862,5	744	847	2453,5
	160	903	943,2	1001,1	2847,3
					G= 9183,83
					r= 3
					v= 4
					C= 7028561,1

	SQ	FG	MQ		
összes	327163,46	11			
kezelés	303722,66	3	101240,89		
hiba	23440,804	8	2930,1005		
				számolt F=	34,552018



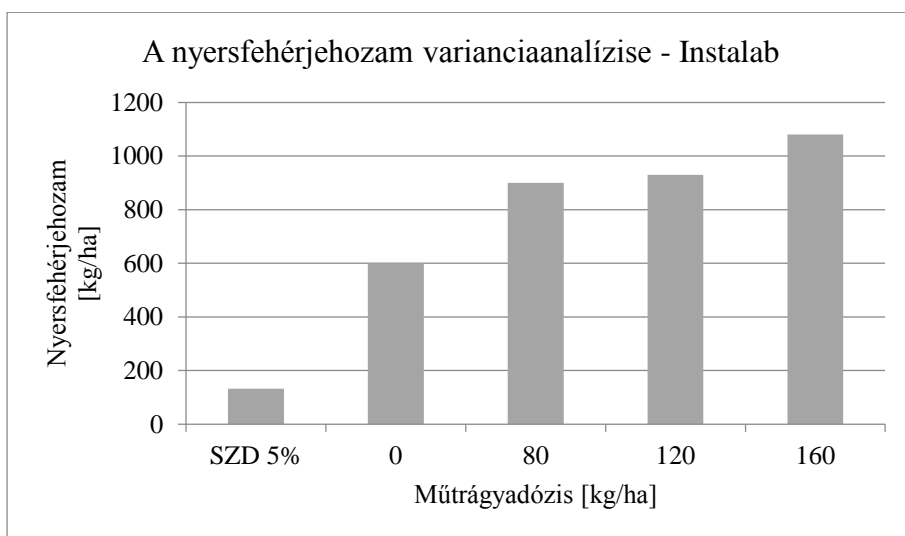
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 101,91913

107. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2014.

19. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab			összeg	
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	0	588,5	635,46	573,79		1797,75
	80	1020,24	870,84	807,66		2698,74
	120	976,35	845,4	968,1		2789,85
	160	1044,4	1117,44	1080,62		3242,46
					G=	10528,8
					r=	3
					v=	4
					C=	9237969,1

	SQ	FG	MQ		
összes	405335,34	11			
kezelés	366001,72	3	122000,57		
hiba	39333,614	8	4916,7017		
				számolt F=	24,813499



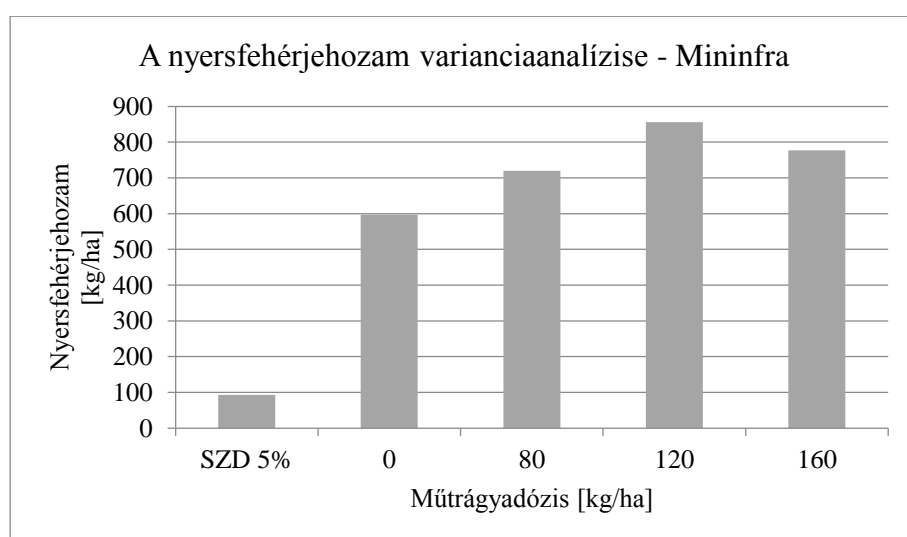
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 132,02354

108. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Magdaléna, 2014.

20. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra			összeg
		1	2	3	
Mv Suba / 2014	0	555,9	601,8	634,4	1792,1
	80	753,5	683,4	723,6	2160,5
	120	924,8	875,7	767	2567,5
	160	800,4	761,4	770	2331,8
					G= 8851,9
					r= 3
					v= 4
					C= 6529677,801

	SQ	FG	MQ		
összes	126033,0292	11			
kezelés	106565,5825	3	35521,86083		
hiba	19467,44667	8	2433,430833		
				számolt F=	14,5974401



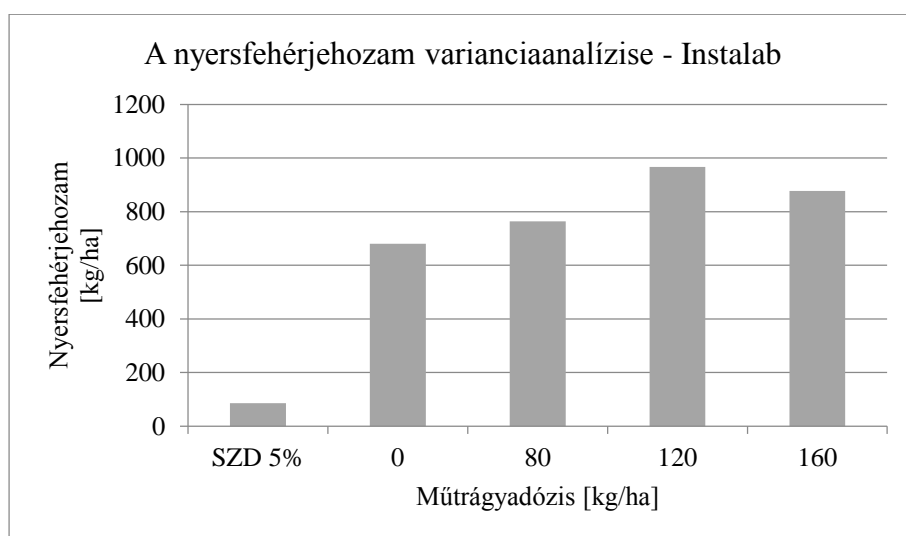
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 92,880374

109. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2014.

21. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab			összeg
		1	2	3	
Mv Suba / 2014	0	651,27	677,28	713,44	2041,99
	80	776,05	733,38	783,54	2292,97
	120	1029,52	992,88	877,92	2900,32
	160	894,36	870,48	867,9	2632,74
					G= 9868,02
					r= 3
					v= 4
					C= 8114818,227

	SQ	FG	MQ		
összes	158405,2779	11			
kezelés	142051,9703	3	47350,65677		
hiba	16353,3076	8	2044,16345		
				számolt F=	23,16383104



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 85,12796696

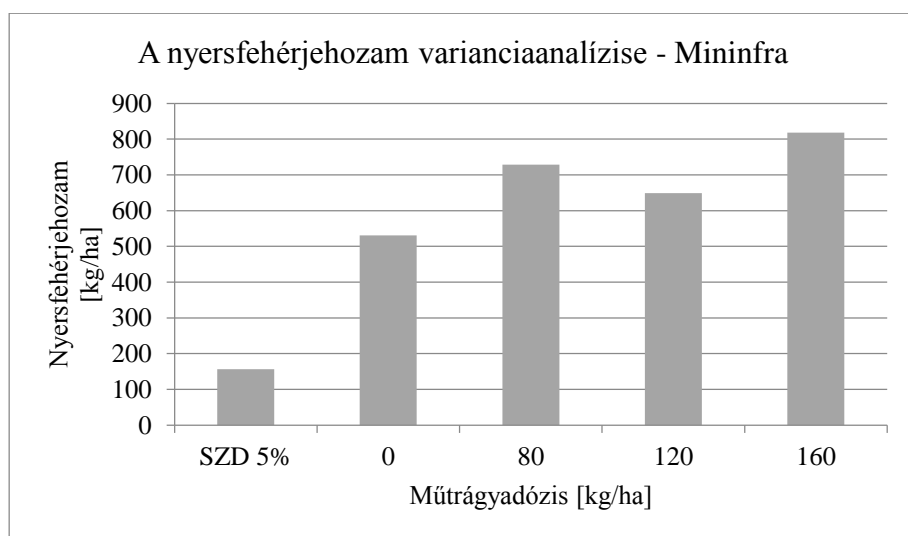
110. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Suba, 2014.



22. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	0	632,7	495	464		1591,7
	80	678,4	869,4	637		2184,8
	120	611,6	625,6	708,9		1946,1
	160	810	856,8	786,6		2453,4
					G=	8176
					r=	3
					v=	4
					C=	5570581,333

	SQ	FG	MQ		
összes	188815,8067	11			
kezelés	133864,2333	3	44621,41111		
hiba	54951,57333	8	6868,946667		
				számolt F=	6,496106794



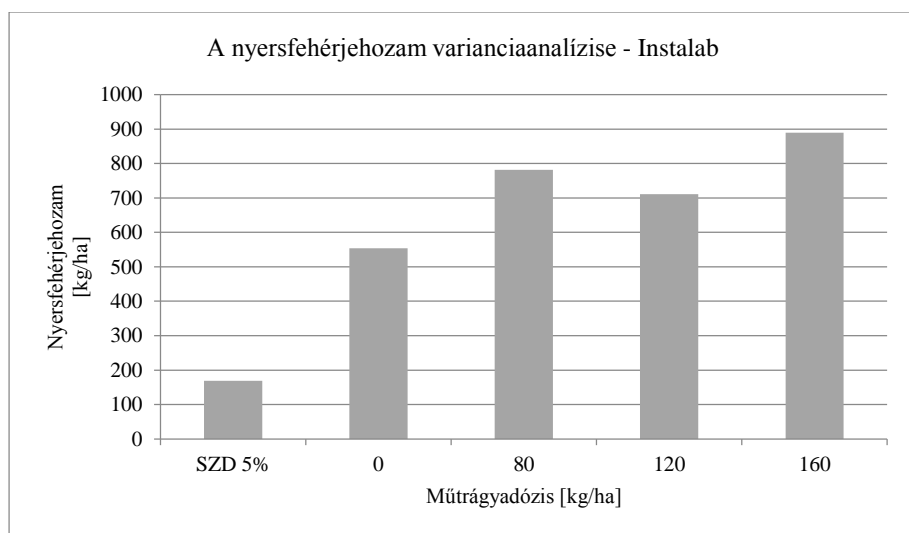
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 156,0484734

111. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2014.

23. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	0	673,74	499,95	488,8		1662,49
	80	743,06	924,6	677,67		2345,33
	120	684,64	682,18	766,53		2133,35
	160	887,4	943,74	836,76		2667,9
					G=	8809,07
					r=	3
					v=	4
					C=	6466642,855

	SQ	FG	MQ		
összes	242379,0953	11			
kezelés	177796,6251	3	59265,5417		
hiba	64582,4702	8	8072,808775		
				számolt F=	7,341378119



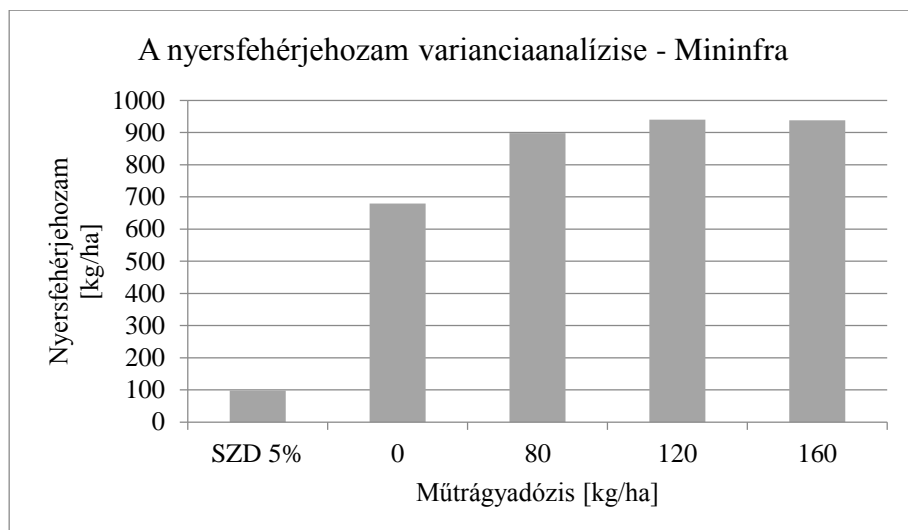
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 169,1713382

112. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toborzó, 2014.

24. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2014.

A nyersfehérjehozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Mininfra			összeg
		1	2	3	
Mv Toldi / 2014	0	640,5	720,8	675,8	2037,1
	80	809,2	941,7	945	2695,9
	120	931	890,8	999	2820,8
	160	944,3	924	945,3	2813,6
					G= 10367,4
					r= 3
					v= 4
					C= 8956915,23

	SQ	FG	MQ		
összes	161569,05	11			
kezelés	140055,0433	3	46685,01444		
hiba	21514,00667	8	2689,250833		
				számolt F=	17,35985869



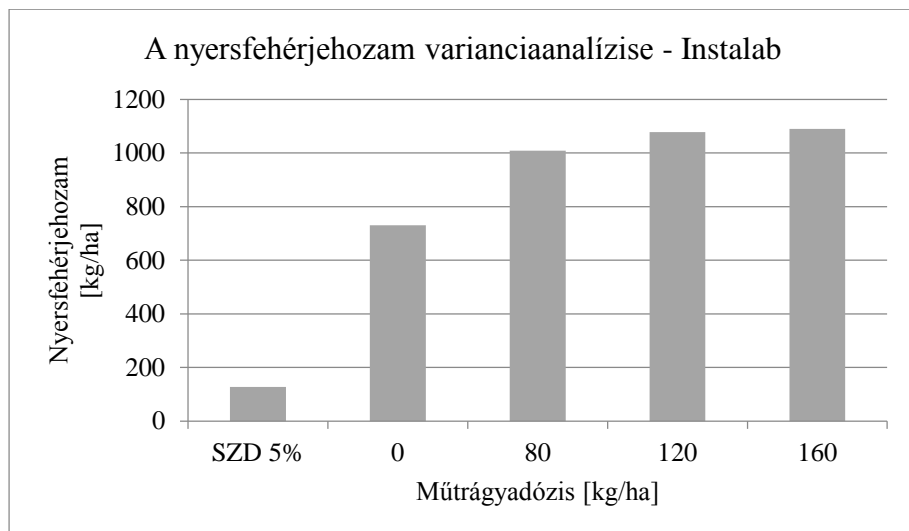
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 97,64053

113. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2014.

25. Táblázat Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2014.

A nyersfehérje-hozam varianciaanalízise					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben - Instalab			összeg
		1	2	3	
Mv Toldi / 2014	0	657,58	776,56	758,26	2192,4
	80	892,84	1054,85	1077	3024,69
	120	1059,8	1026,8	1147	3233,6
	160	1097,66	1071,7	1099,86	3269,22
					G= 11719,91
					r= 3
					v= 4
					C= 11446357,53

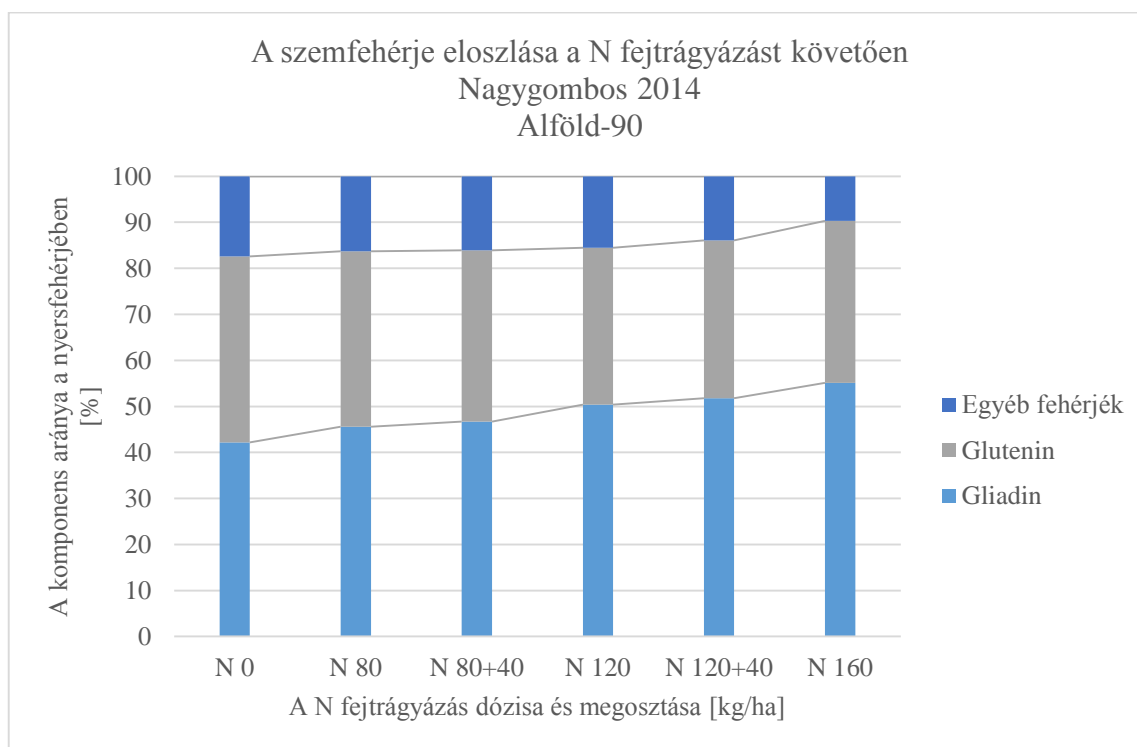
	SQ	FG	MQ		
összes	290052,0369	11			
kezelés	253421,0408	3	84473,68028		
hiba	36630,99607	8	4578,874508		
				számolt F=	18,44856856



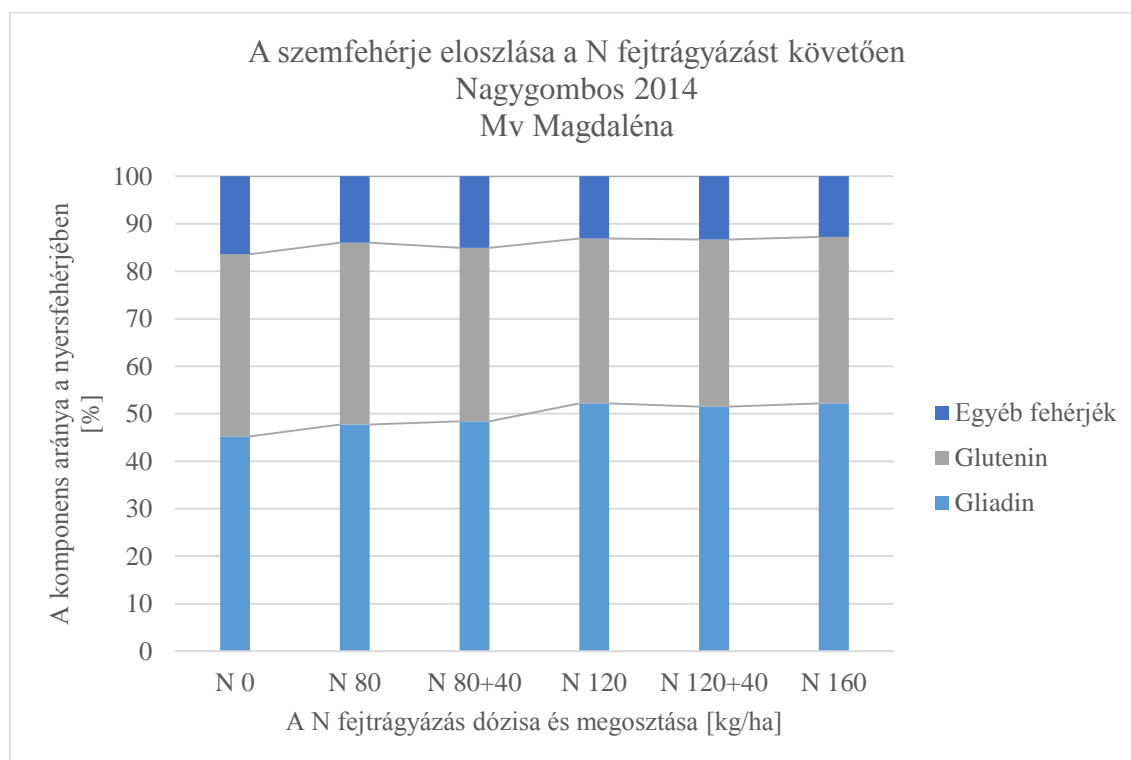
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 127,4072

114. ábra Nyersfehérje-hozam varianciaanalízise – Mv Toldi, 2014.

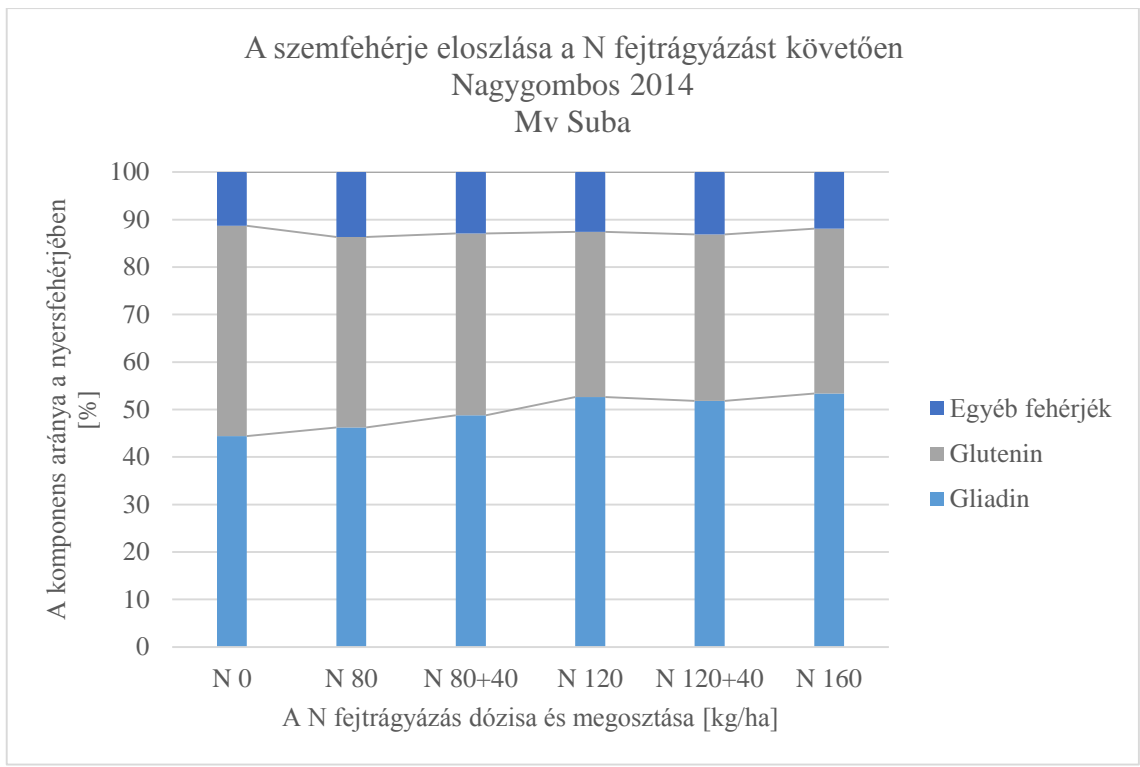
### 9.2.2.4 Az egyes fehérjekomponensek aránya a nyersfehérjében



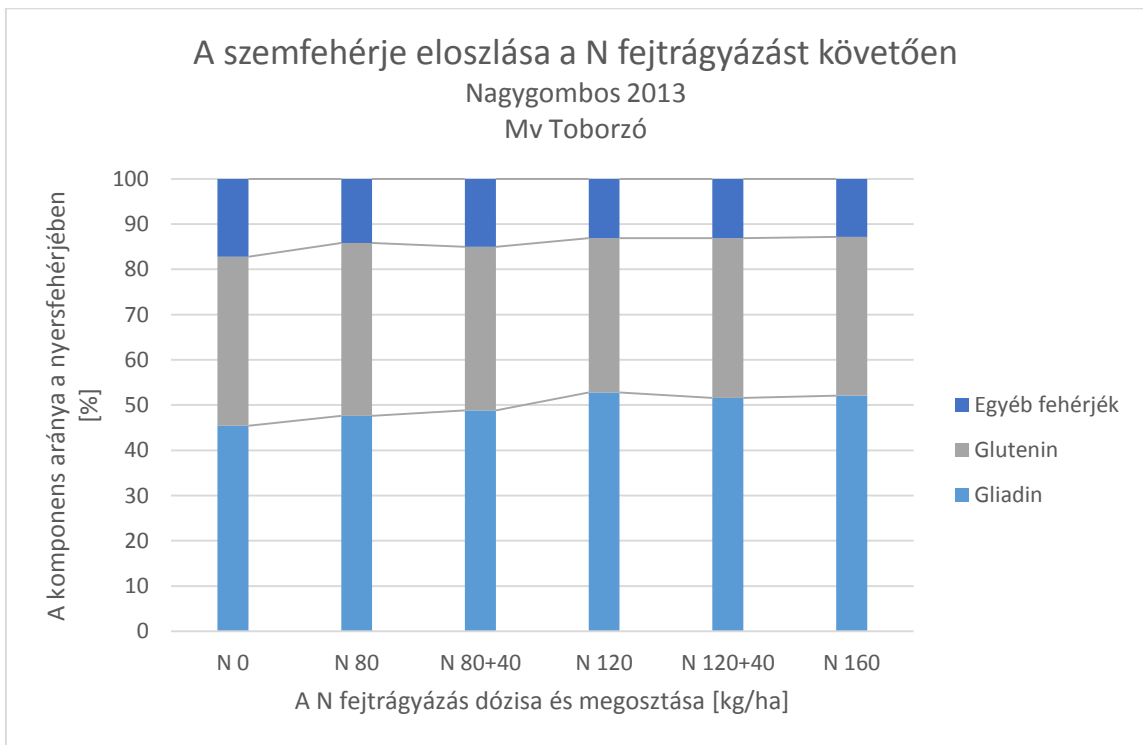
115. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Alföld-90, 2014.



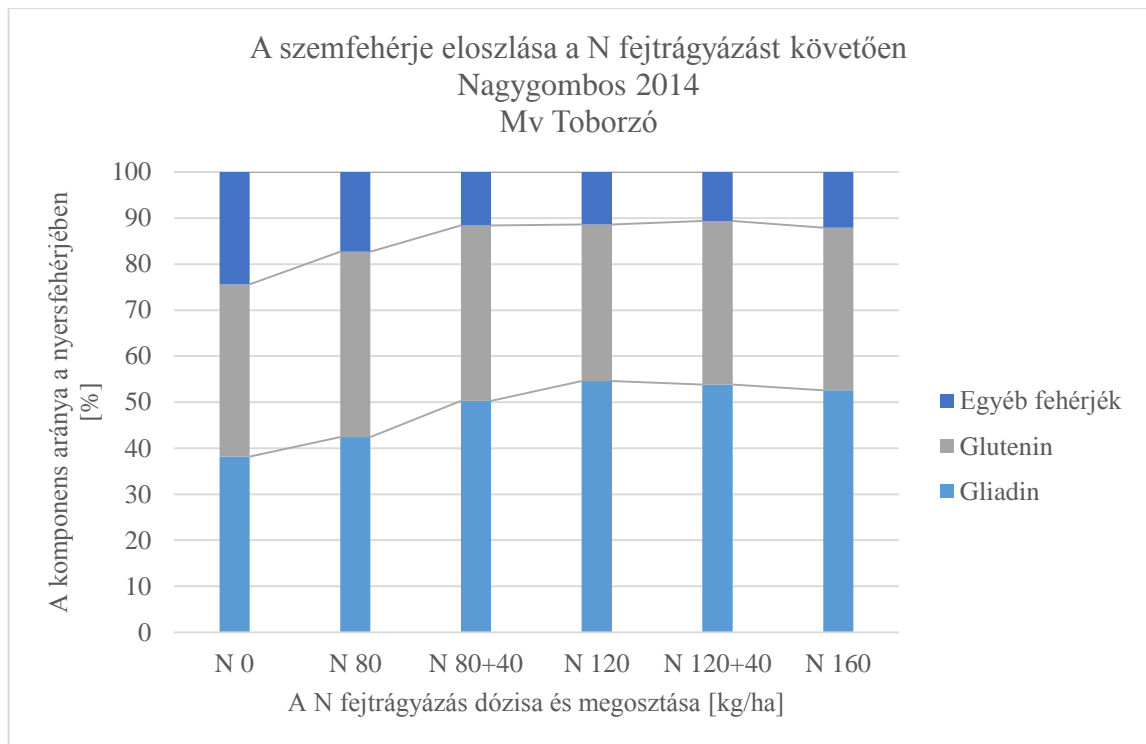
116. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Magdaléna, 2014.



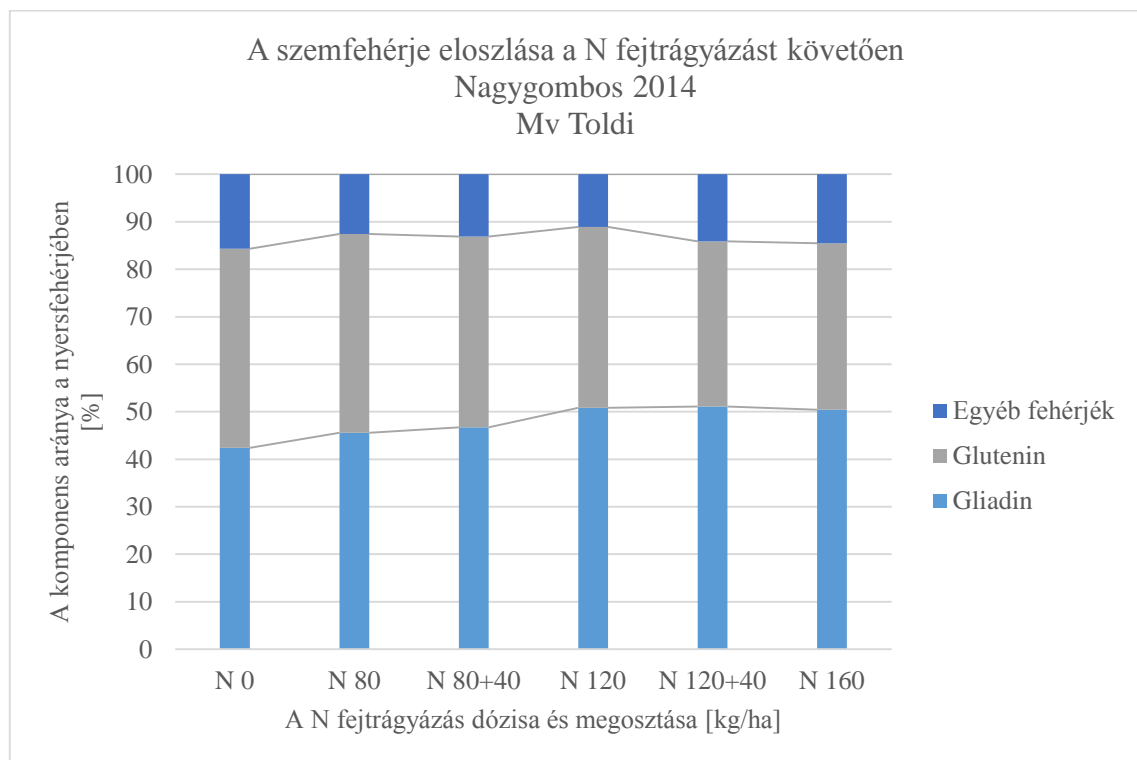
117. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Suba, 2014.



118. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Suba, 2014.

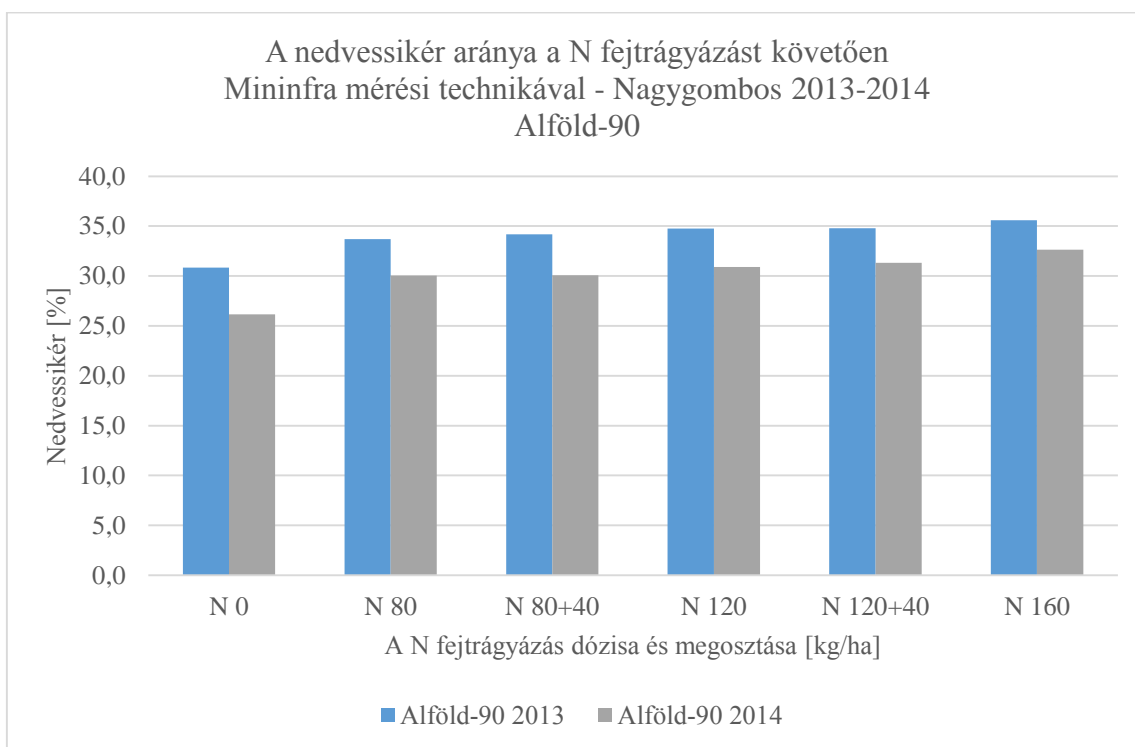


119. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Toborzó, 2014.

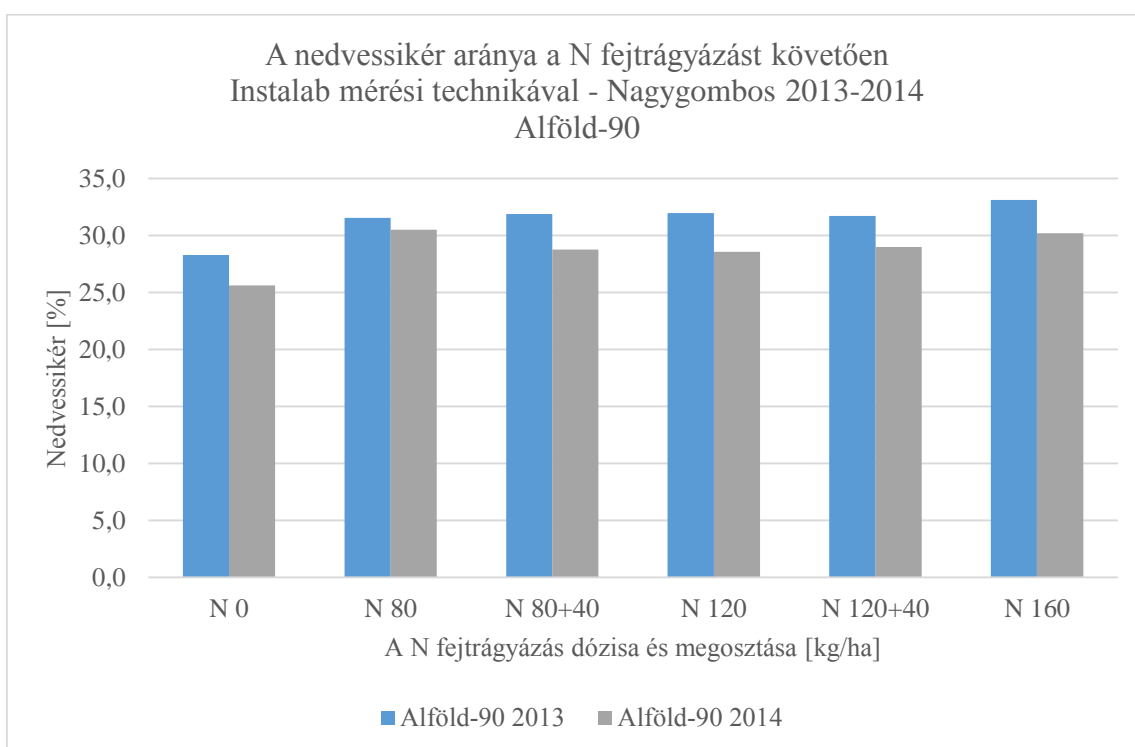


120. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Toldi, 2014.

### 9.2.3 A nedvessikér arányának változása a fejtrágyázás hatására

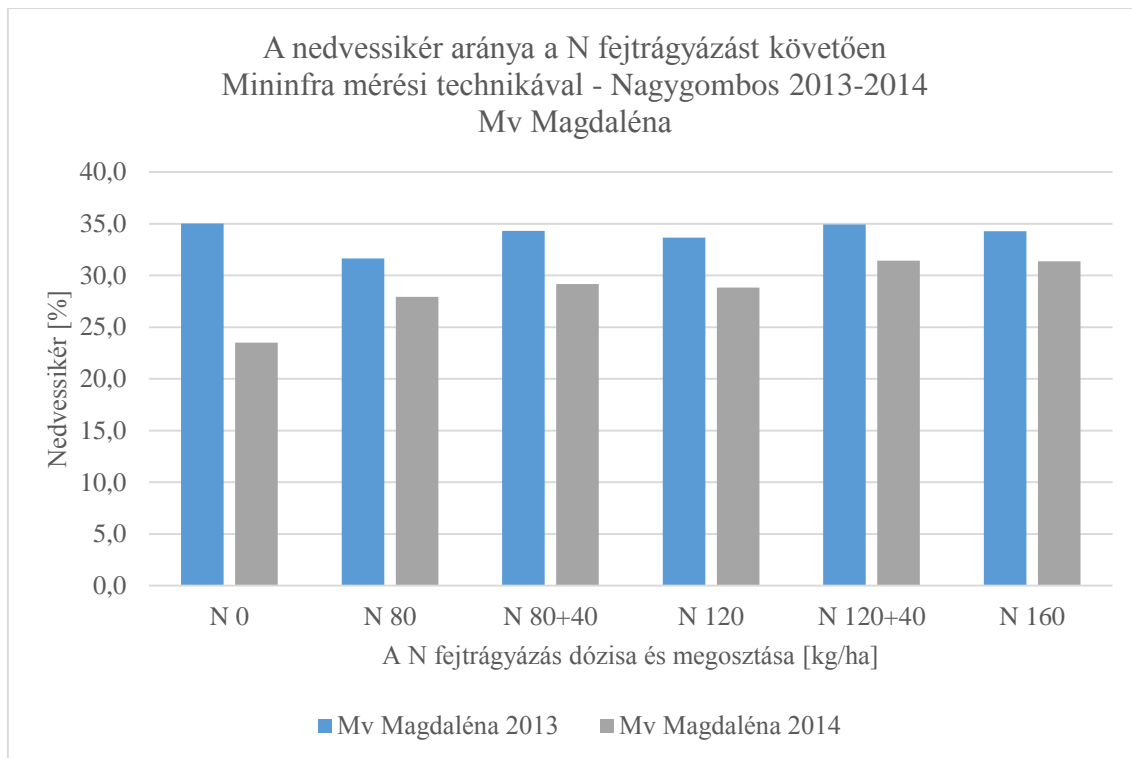


121. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Alföld-90, 2013. és 2014.

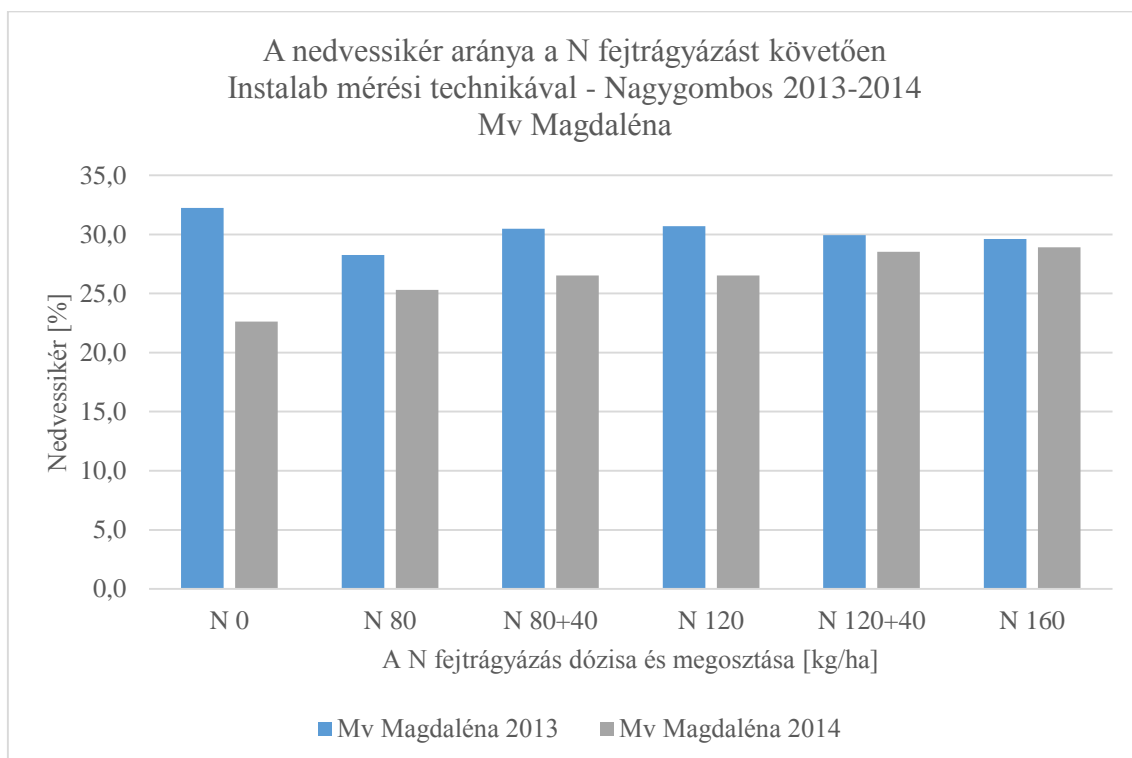


122. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Alföld-90, 2013. és 2014.

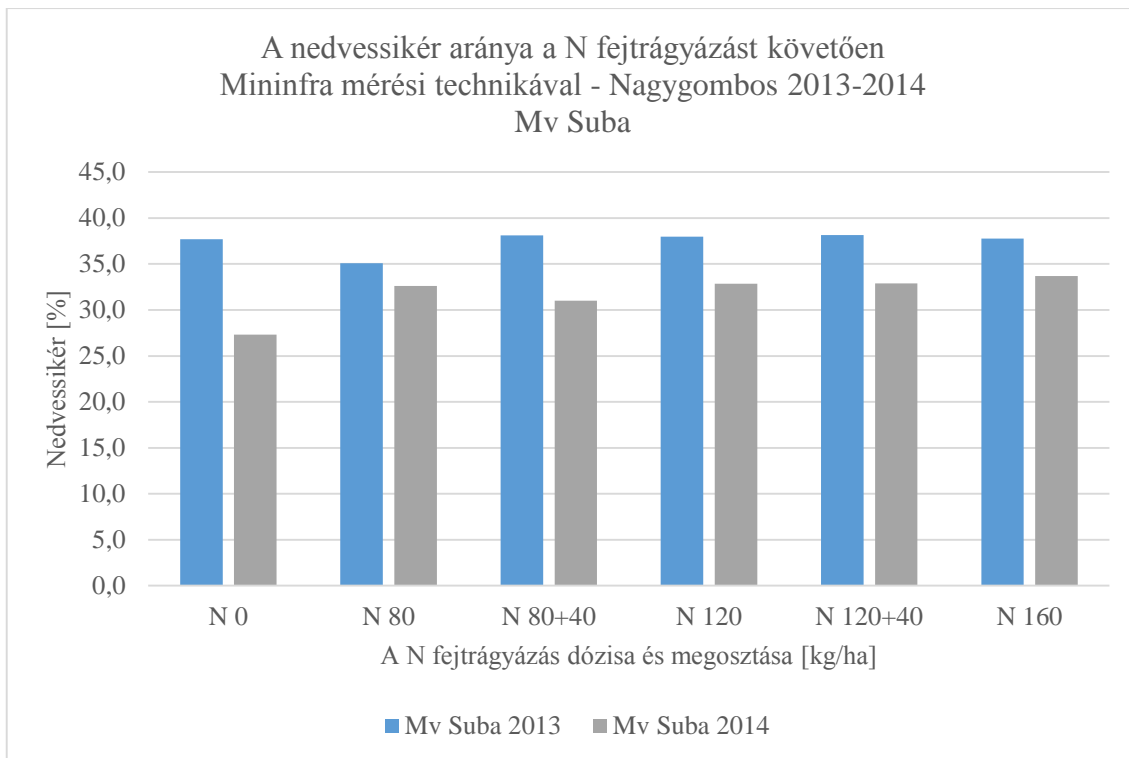




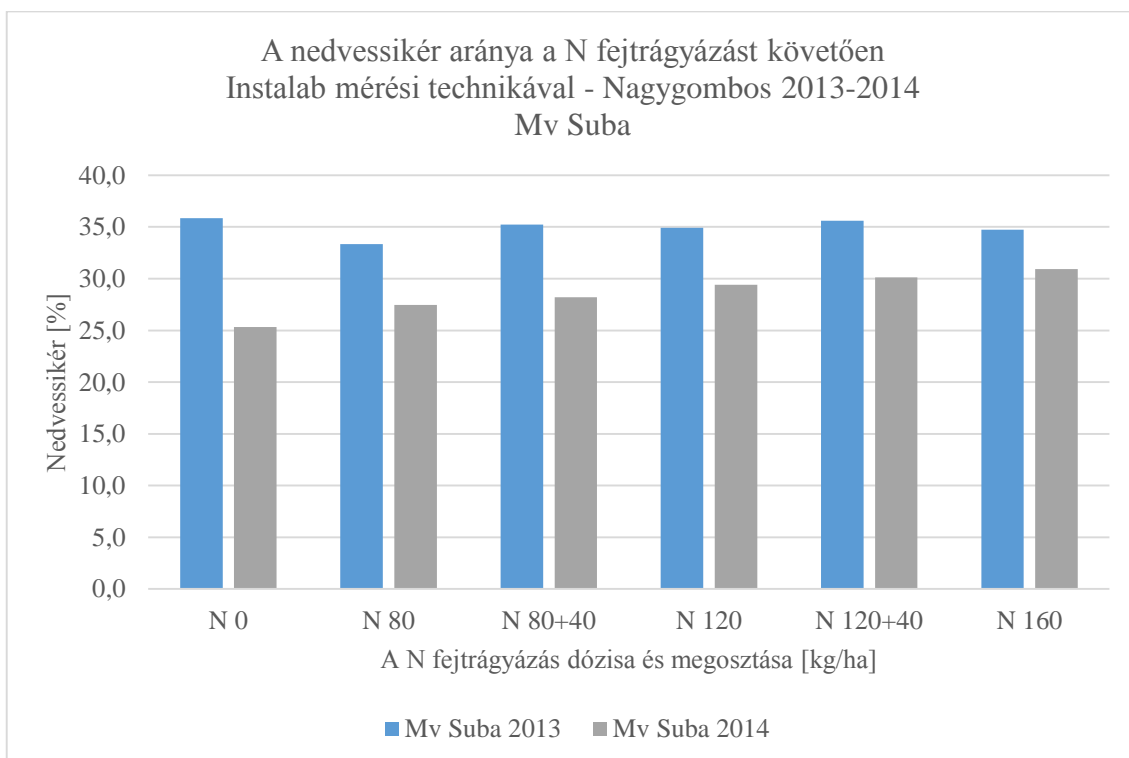
123. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Magdaléna, 2013. és 2014.



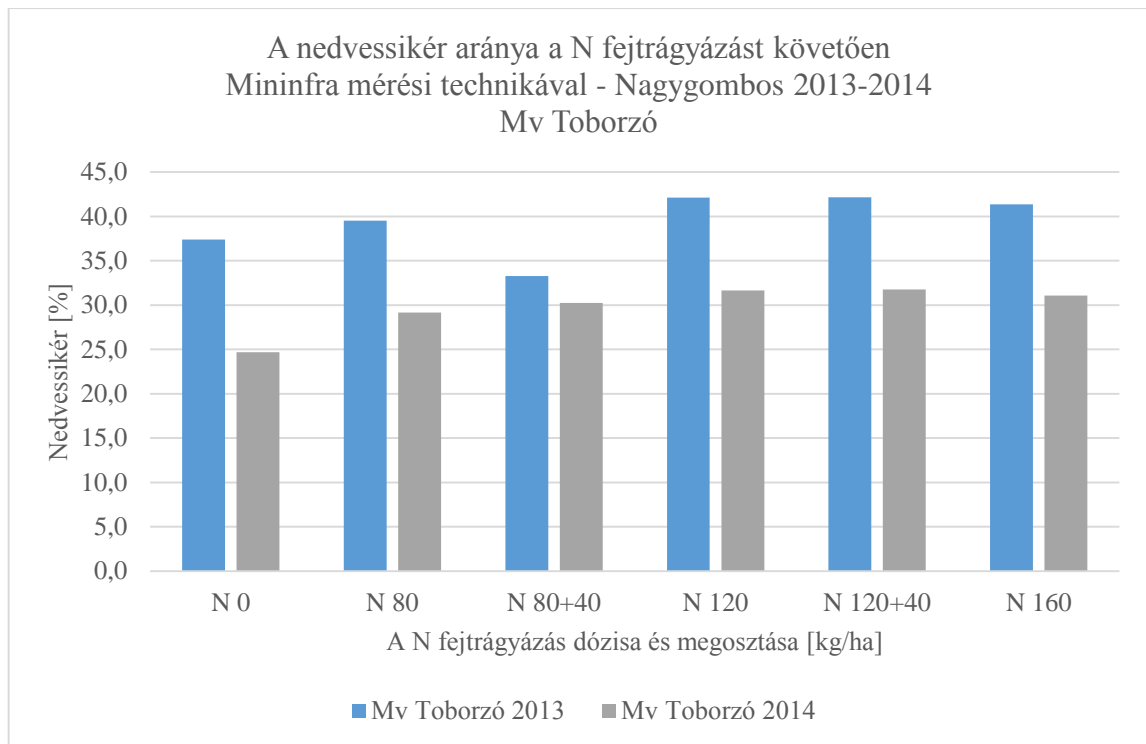
124. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Mv Magdaléna, 2013. és 2014.



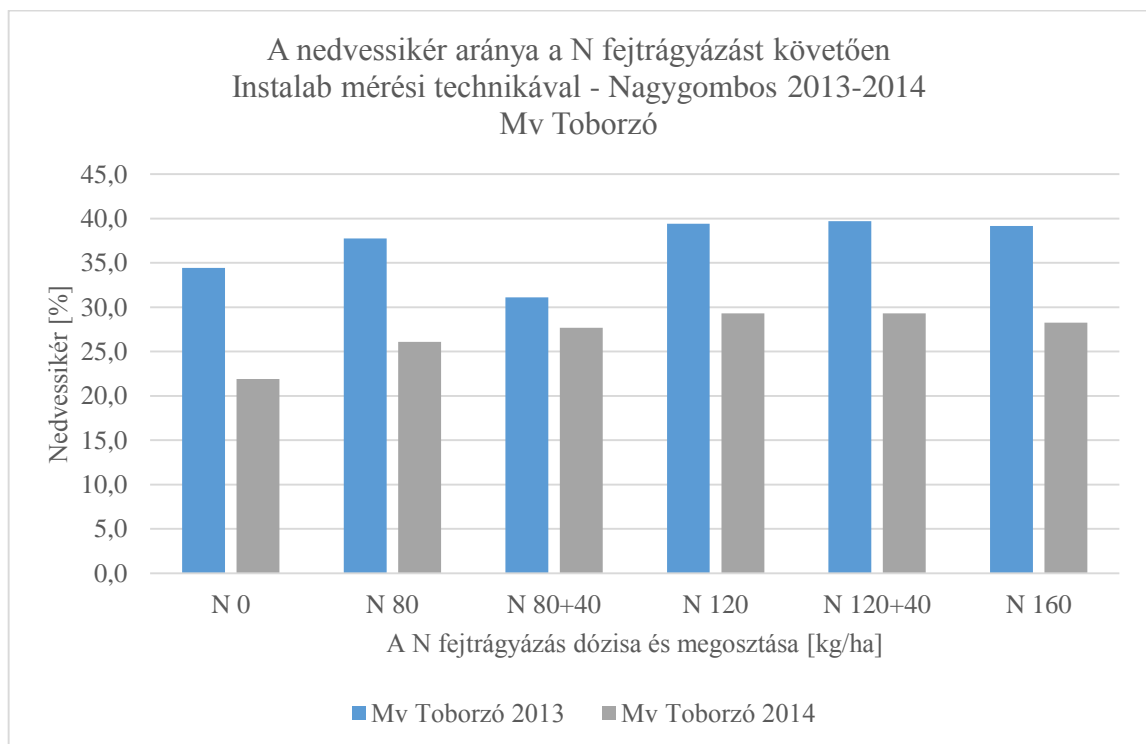
125. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Suba, 2013. és 2014.



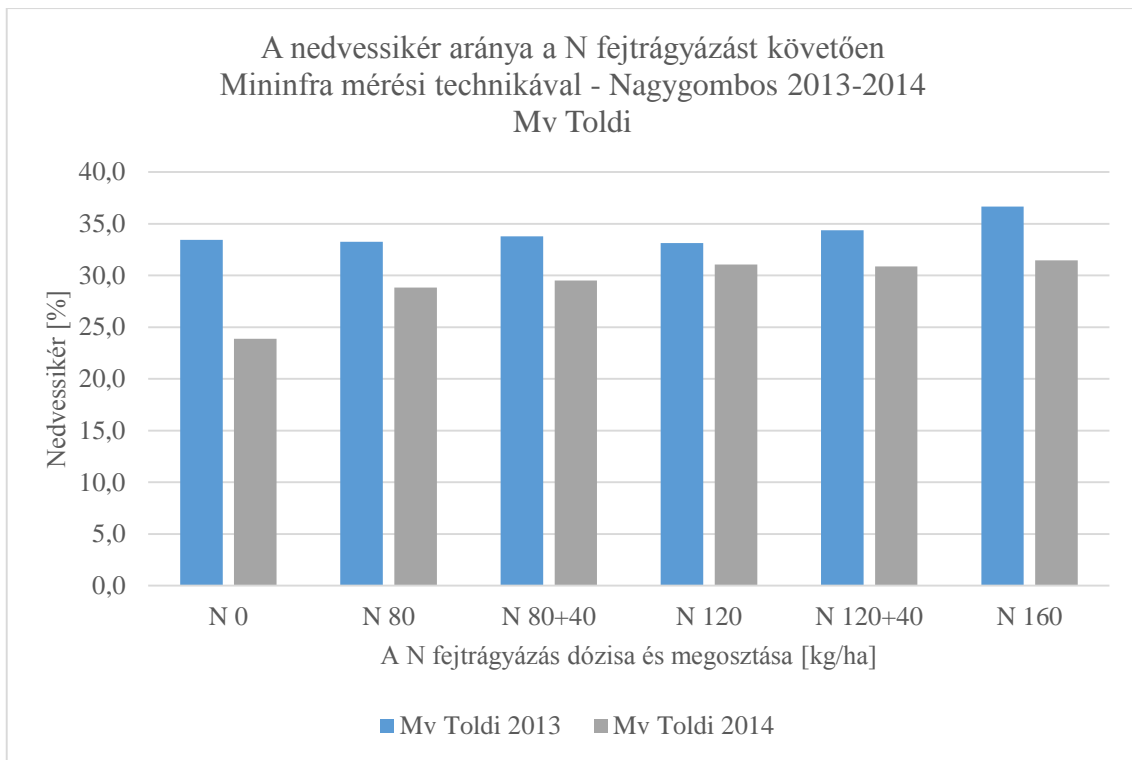
126. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Mv Suba, 2013. és 2014.



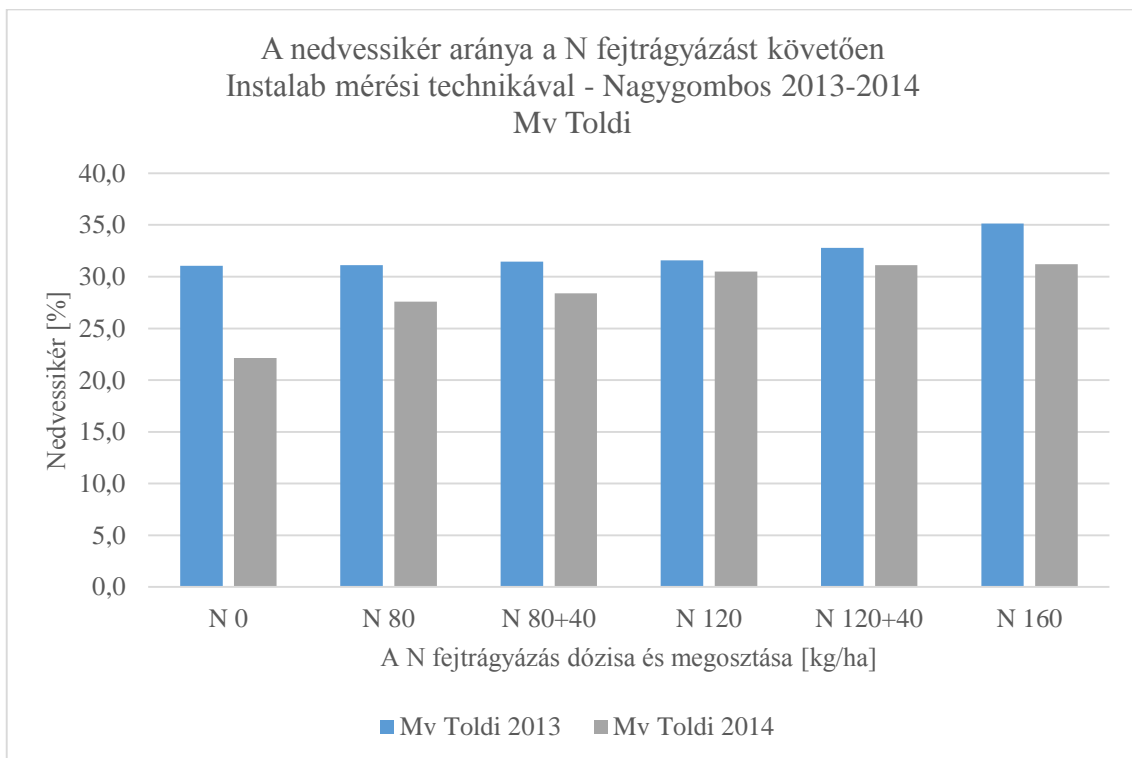
127. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Toborzó, 2013. és 2014.



128. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Mv Toborzó, 2013. és 2014.

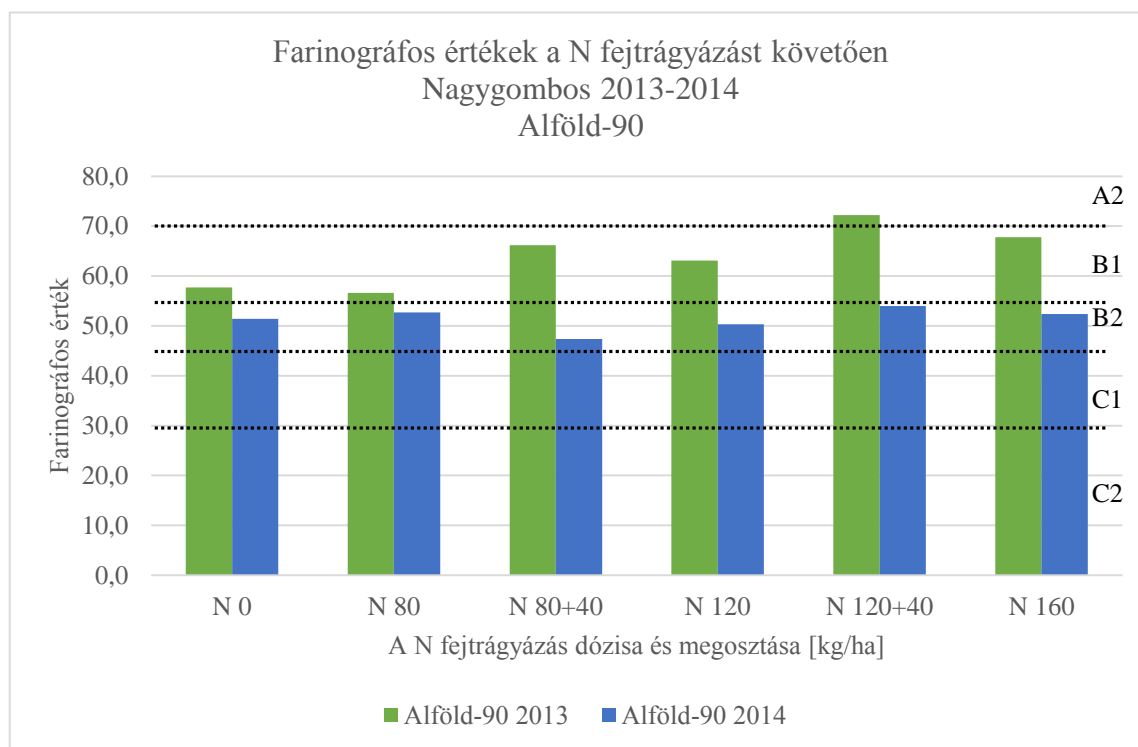


129. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Toldi, 2013. és 2014.

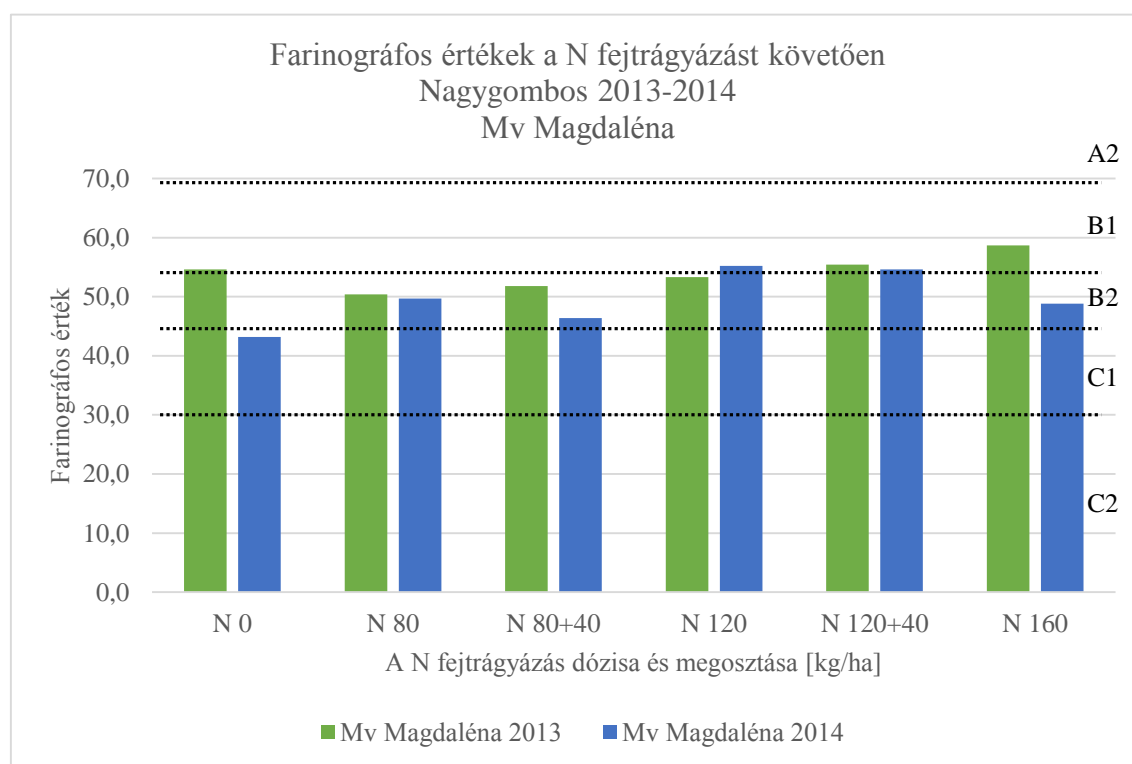


130. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Instalab mérési technikával, Mv Toldi, 2013. és 2014.

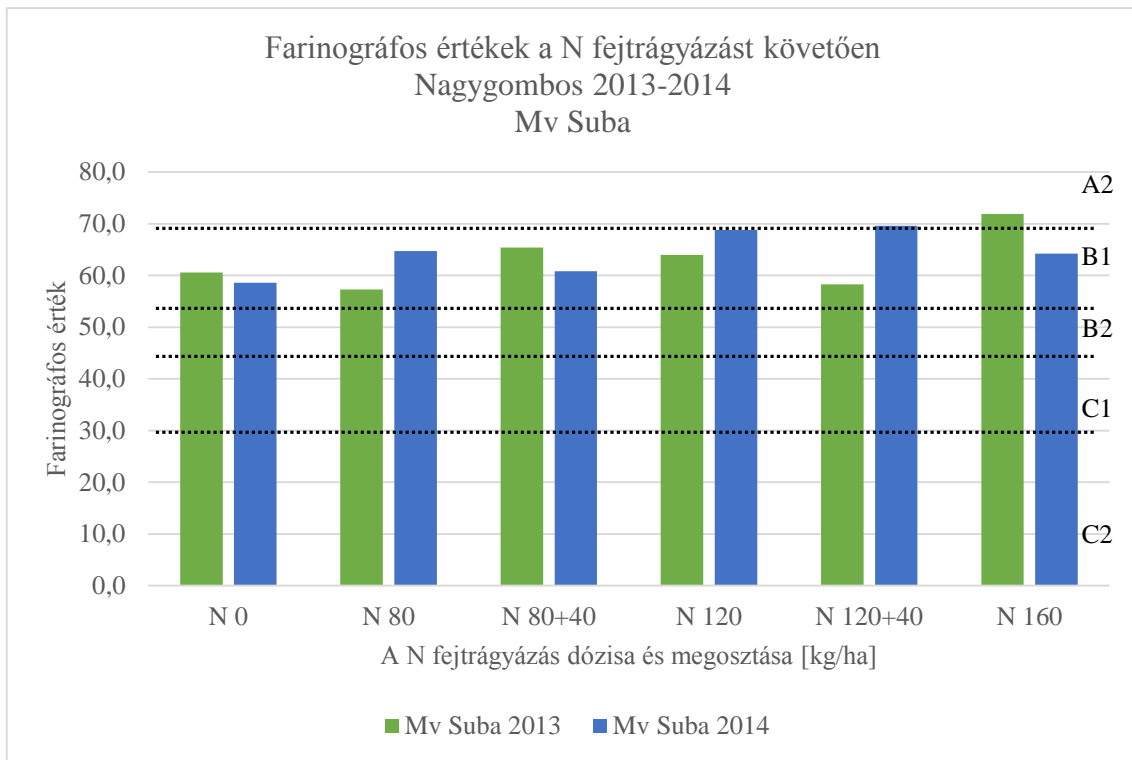
## 9.2.4 A farinográfus érték változása a fejtrágyázás hatásának függvényében



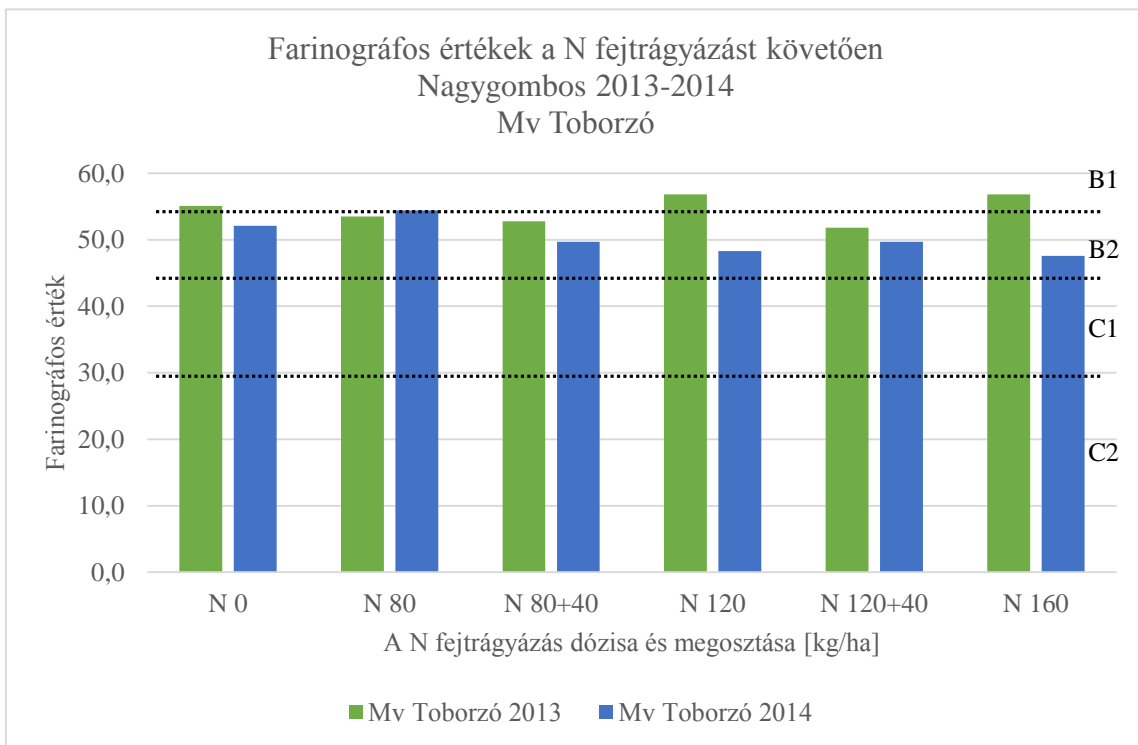
131. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisének függvényében – Alföld-90, 2013. és 2014.



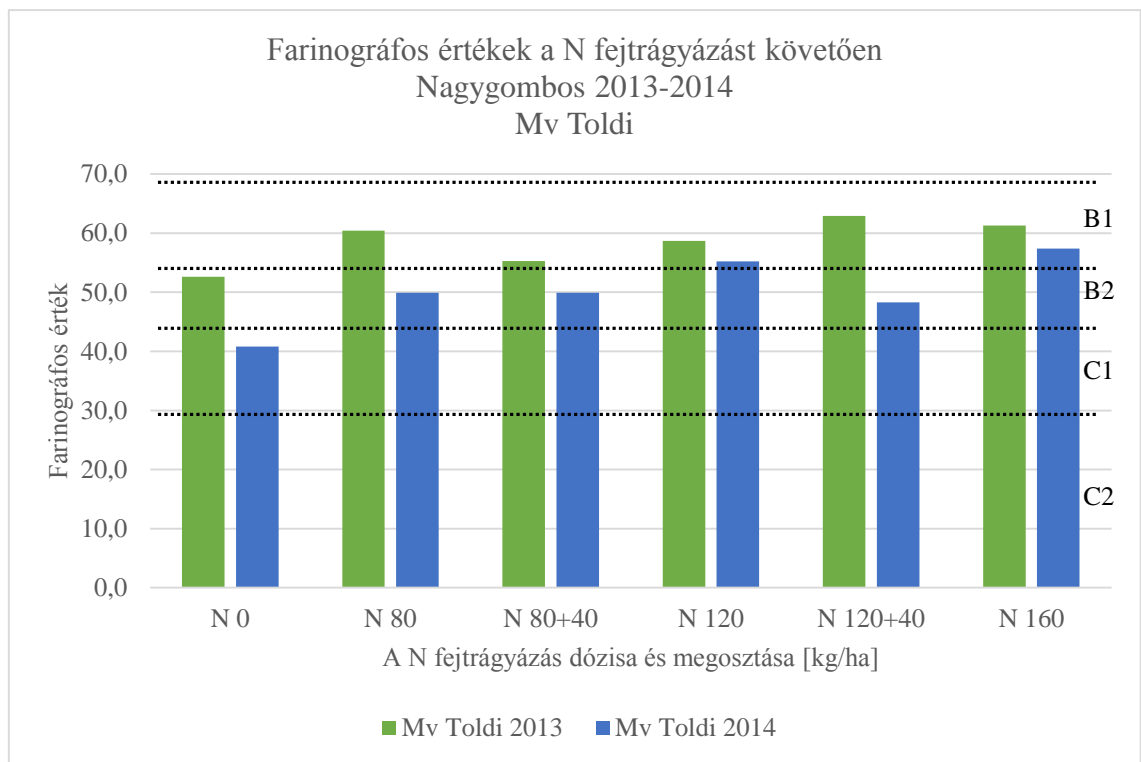
132. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisének függvényében – Mv Magdaléna, 2013. és 2014.



133. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisának függvényében – Mv Suba, 2013. és 2014.



134. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisának függvényében – Mv Toborzó, 2013. és 2014.



135. ábra A farinográfus érték alakulása a N fejtrágyázás dózisának függvényében – Mv Toldi, 2013. és 2014.

## 9.2.5 N kezelés és az egyes minőségi és mennyiségi paraméterek korrelációja

26. Táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2013-as évjáratban

N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2013 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektoliter tömeg [kg/hl]	Ezerszem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográfus értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zeleny szám [ml]	Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutenin	Egyéb fehérjék	Gli/Glu arány
r (Alföld-90)	0,9837	0,9979	0,5640	0,9962	0,9909	0,9931	0,9806	0,9924	0,9900	0,9793	0,8287						
r (Mv Magdaléna)	0,9883	0,9750	0,9563	0,4003	0,9901	0,2015	0,8071	0,3648	0,9887	0,5542	0,4105						
r (Mv Suba)	0,9936	0,9144	0,9432	0,1305	0,9990	0,1414	0,8023	0,3852	0,9973	0,3913	0,7215						
r (Mv Toborzó)	0,9452	0,7715	0,4595	0,9509	0,9661	0,9220	0,9124	0,9542	0,9625	0,9530	0,5729	0,9056	0,9911	0,9164	0,6811	0,9740	0,8324
r (Mv Toldi)	0,9802	0,9556	0,7422	0,6782	0,9863	0,6306	0,7531	0,7922	0,9869	0,7486	0,8892						

27. Táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2014-es évjáratban

N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2014 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektoliter tömeg [kg/hl]	Ezerszem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográfus értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zeleny szám [ml]	Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutenin	Egyéb fehérjék	Gli/Glu arány
r (Alföld-90)	0,4578	0,7055	0,3952	0,9877	0,8826	0,9924	0,9974	0,8621	0,7928	0,7858	0,1078	0,9017	0,9419	0,9661	0,9066	0,8300	0,9652
r (Mv Magdaléna)	0,9463	0,9174	0,0151	0,9954	0,9828	0,9917	0,9753	0,9911	0,9814	0,9894	0,6823	0,9353	0,9701	0,9483	0,8386	0,9779	0,9049
r (Mv Suba)	0,5977	0,8952	0,7827	0,9463	0,8592	0,9405	0,9513	0,9941	0,8377	0,9914	0,7415	0,9957	0,8428	0,9267	0,9642	0,2698	0,9417
r (Mv Toborzó)	0,5716	0,6887	0,8961	0,9536	0,8645	0,9453	0,9662	0,9456	0,8972	0,9314	0,6863	0,9575	0,9088	0,8994	0,4932	0,9585	0,8161
r (Mv Toldi)	0,7506	0,7831	0,8343	0,9729	0,9308	0,9757	0,9838	0,9832	0,9540	0,9836	0,9927	0,9850	0,9581	0,9441	0,8791	0,4583	0,9424

Jelmagyarázat:

0,7506	szignifikáns korreláció
0,7506	fordított szignifikáns korreláció
0,1078	nincs szignifikáns korreláció



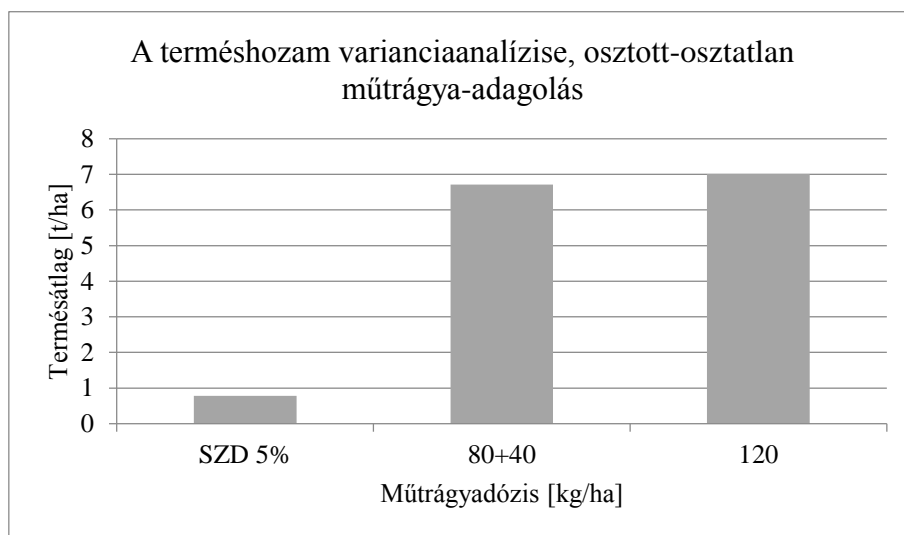
## 9.2.6 Az osztatlan és osztott trágyázás hatása a termés hozamra és a minőségre

### 9.2.6.1 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a termés hozamra

28. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a termés hozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A termés hozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	80+40	6,3	6,5	6,1	7,5	8,5	5,3	6,7	6,5	7		60,4
	120	6,1	6,7	8,3	7,2	6,9	7,6	6,7	6,6	7		63,1
											G=	123,5
											r=	9
											v=	2
											C=	847,3472222

	SQ	FG	MQ		
összes	10,1827778	17			
kezelés	0,405	1	0,405		
hiba	9,77777778	16	0,6111111		
				számolt F=	0,66272727



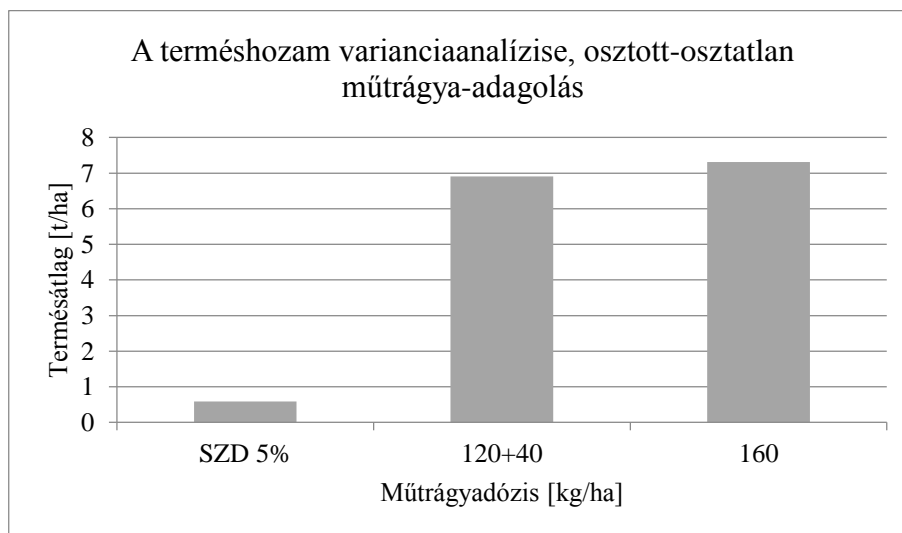
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,781214

136. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a termés hozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

29. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	120+40	6,4	6,6	6,8	8,2	6,9	5,4	7,4	7,1	7,4		62,2
	160	7,5	6,9	7,2	7,6	7,5	7,5	6,8	7,5	7,3		65,8
											G=	128
											r=	9
											v=	2
											C=	910,2222222

	SQ	FG	MQ		
összes	6,21777778	17			
kezelés	0,72	1	0,72		
hiba	5,49777778	16	0,3436111		
				számolt F=	2,09539208



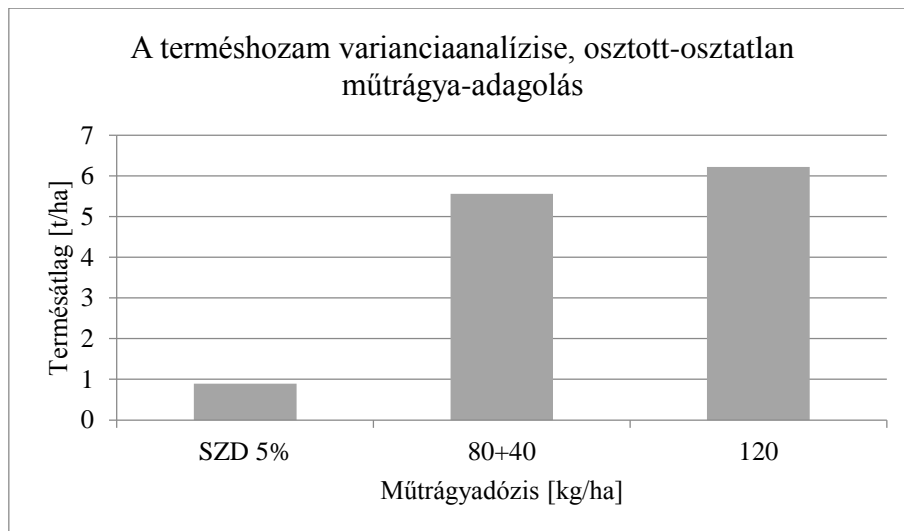
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,585792

137. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

30. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	80+40	5,1	4,9	7,6	5	5,5	4,9	6,1	5,3	5,6		50
	120	5,9	6,3	6,5	8,4	5,8	6,2	5,4	5,2	6,3		56
											G=	106
											r=	9
											v=	2
											C=	624,2222222

	SQ	FG	MQ		
összes	14,75777778	17			
kezelés	2	1	2		
hiba	12,75777778	16	0,797361111		
				számolt F=	2,50827382



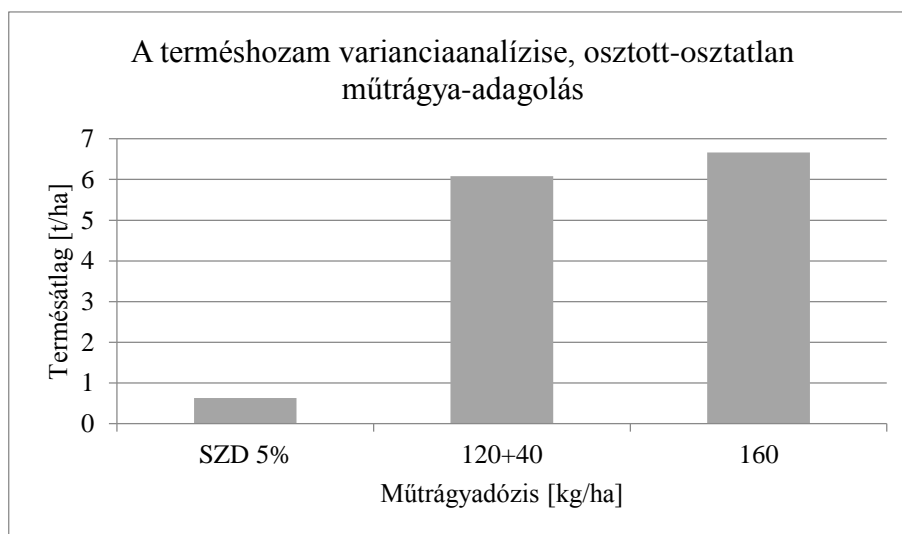
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,892355139

138. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

31. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	120+40	5,9	5,8	5,8	6,4	5,1	6,5	6,5	6,1	6,6		54,7
	160	6,3	6,5	6,6	6,4	6,1	5,6	7,8	7,9	6,8		60
											G=	114,7
											r=	9
											v=	2
											C=	730,8938889

	SQ	FG	MQ		
összes	7,956111111	17			
kezelés	1,560555556	1	1,560555556		
hiba	6,395555556	16	0,399722222		
				számolt F=	3,904100069



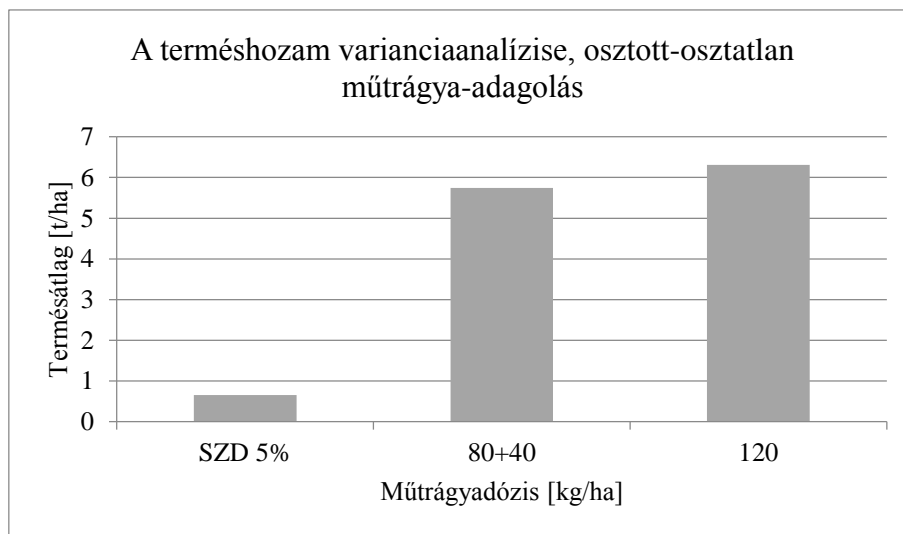
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,631814153

139. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

32. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv	80+40	6,5	5,9	5,7	4,9	5,1	5,2	6,1	5,9	6,4		51,7
Suba / 2013	120	6	5,5	6,2	7	5,8	5,5	6,3	6,9	7,6		56,8
											G=	108,5
											r=	9
											v=	2
											C=	654,0138889

	SQ	FG	MQ		
összes	8,216111111	17			
kezelés	1,445	1	1,445		
hiba	6,771111111	16	0,423194444		
				számolt F=	3,414506072



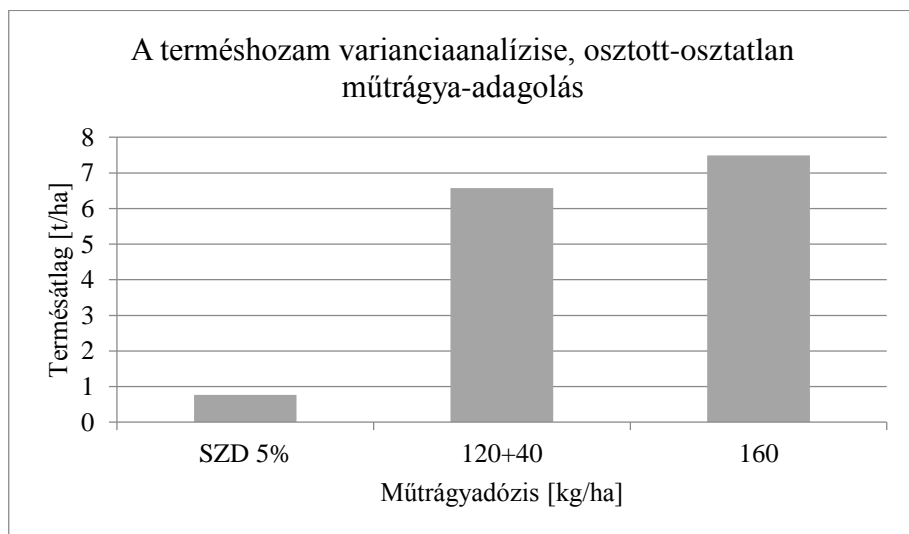
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,650100025

140. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

33. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Suba / 2013	120+40	5,4	6,5	5,3	6,3	6,6	7,1	6,4	8,2	7,4		59,2
	160	7,4	7,6	7,8	6,2	7,7	7,4	7,6	8,4	7,3		67,4
											G=	126,6
											r=	9
											v=	2
											C=	890,42

	SQ	FG	MQ		
összes	13,16	17			
kezelés	3,735555556	1	3,735555556		
hiba	9,424444444	16	0,589027778		
				számolt F=	6,341900495



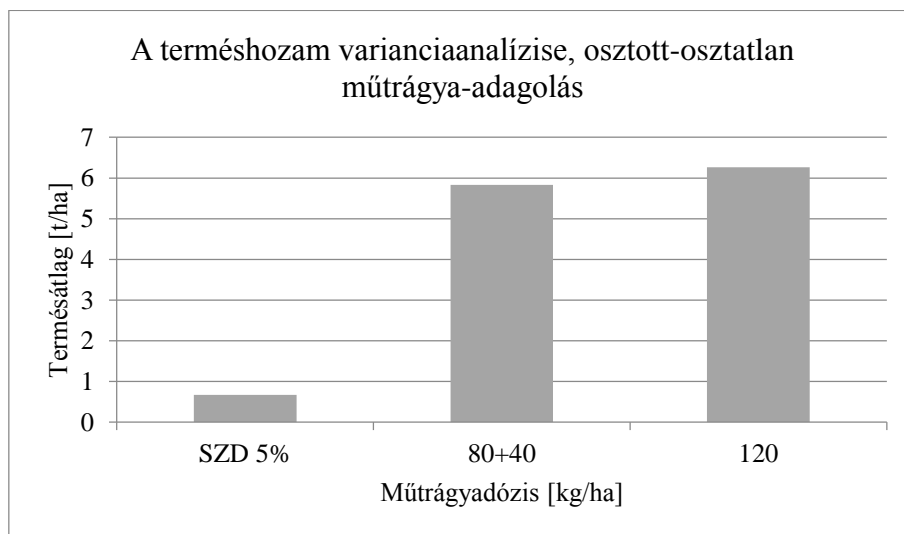
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,766969496

141. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

34. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toborzó / 2013	80+40	6,4	6,7	5,5	6,1	5,7	4,4	5,6	6	6,1		52,5
	120	5	7	6	5,8	6,1	6,4	7	7,1	6		56,4
											G=	108,9
											r=	9
											v=	2
											C=	658,845

	SQ	FG	MQ		
összes	8,105	17			
kezelés	0,845	1	0,845		
hiba	7,26	16	0,45375		
				számolt F=	1,862258953



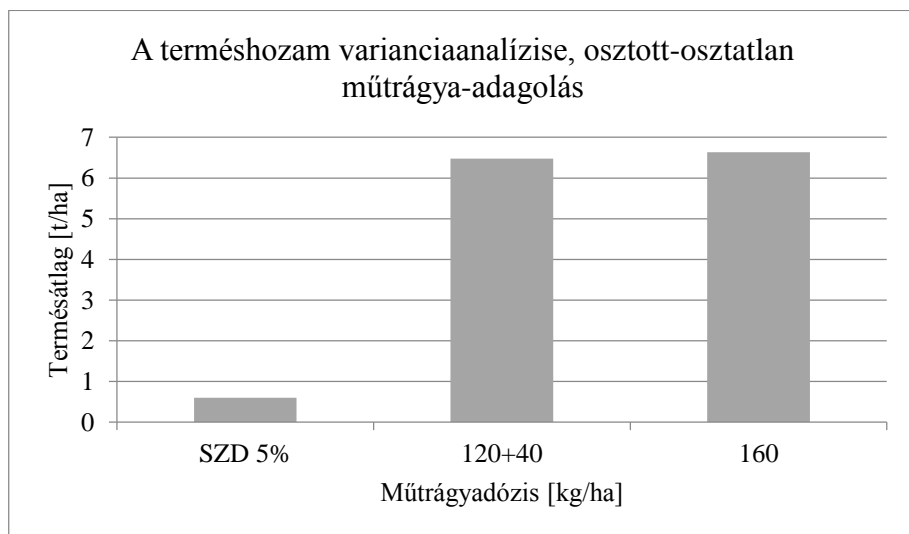
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,673160342

142. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

35. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toborzó / 2013	120+40	5,4	6	7,3	6,5	6,4	6,5	7,3	6,7	6,2		58,3
	160	7,6	6,3	6,3	6,1	6,4	6,8	7,7	6,3	6,2		59,7
											G=	118
											r=	9
											v=	2
											C=	773,5555556

	SQ	FG	MQ		
összes	5,944444444	17			
kezelés	0,108888889	1	0,108888889		
hiba	5,835555556	16	0,364722222		
				számolt F=	0,298552932



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,603519513

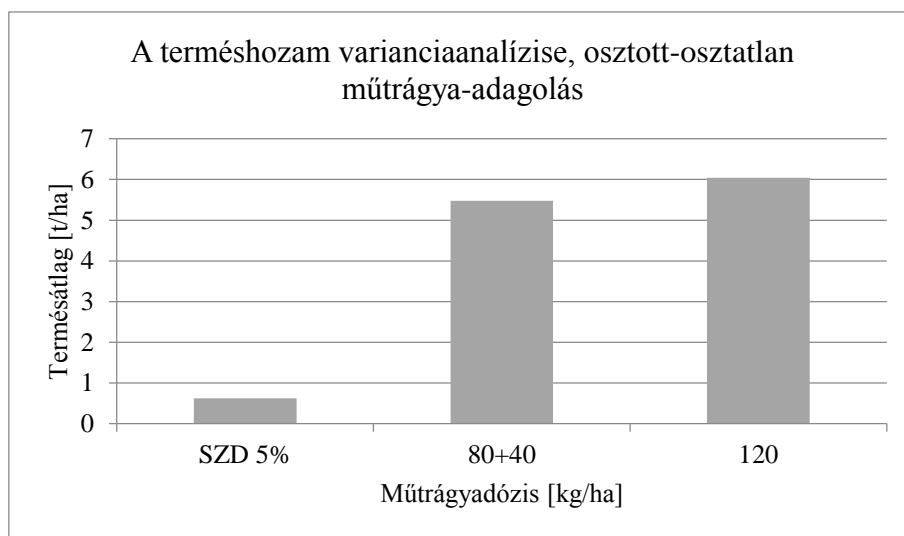
143. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.



36. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv	80+40	6,2	5,8	4,4	5,6	5,2	6,1	5	5,9	5,1		49,3
Toldi / 2013	120	6,2	6,7	6	7	5,1	5,1	6,4	6,2	5,7		54,4
											G=	103,7
											r=	9
											v=	2
											C=	597,4272222

	SQ	FG	MQ		
összes	7,682777778	17			
kezelés	1,445	1	1,445		
hiba	6,237777778	16	0,389861111		
				számolt F=	3,706448165



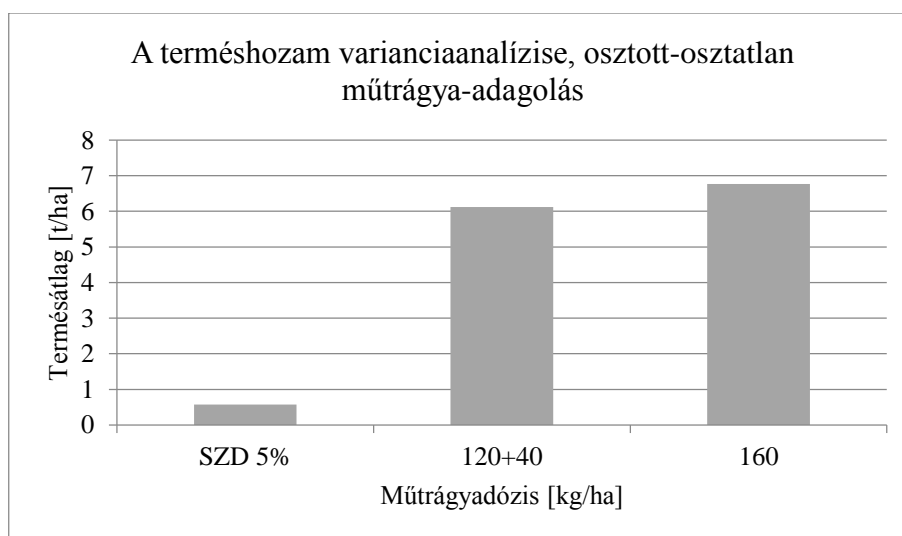
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,623972086

144. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

37. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toldi / 2013	120+40	6,1	6,3	5,4	6,5	6,1	6,3	6,9	5,7	5,8		55,1
	160	6	6,4	6,7	6,5	7	6,6	8,4	6,4	6,9		60,9
											G=	116
											r=	9
											v=	2
											C=	747,5555556

	SQ	FG	MQ		
összes	7,184444444	17			
kezelés	1,868888889	1	1,868888889		
hiba	5,315555556	16	0,332222222		
				számolt F=	5,62541806



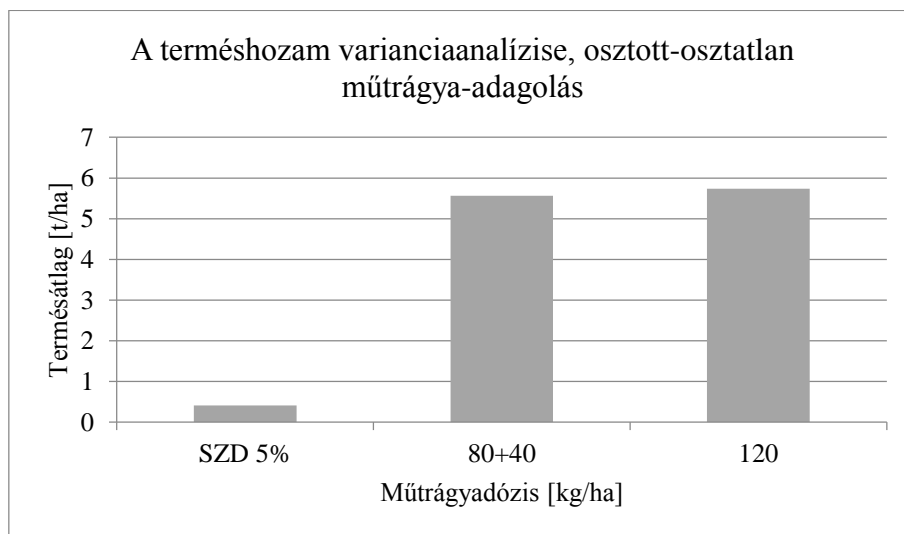
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,576002732

145. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

38. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	80+40	5,7	5,6	5,4		16,7
	120	5,9	5,5	5,8		17,2
					G=	33,9
					r=	3
					v=	2
					C=	191,535

	SQ	FG	MQ		
összes	0,175	5			
kezelés	0,041666667	1	0,041666667		
hiba	0,133333333	4	0,033333333		
				számolt F=	1,25



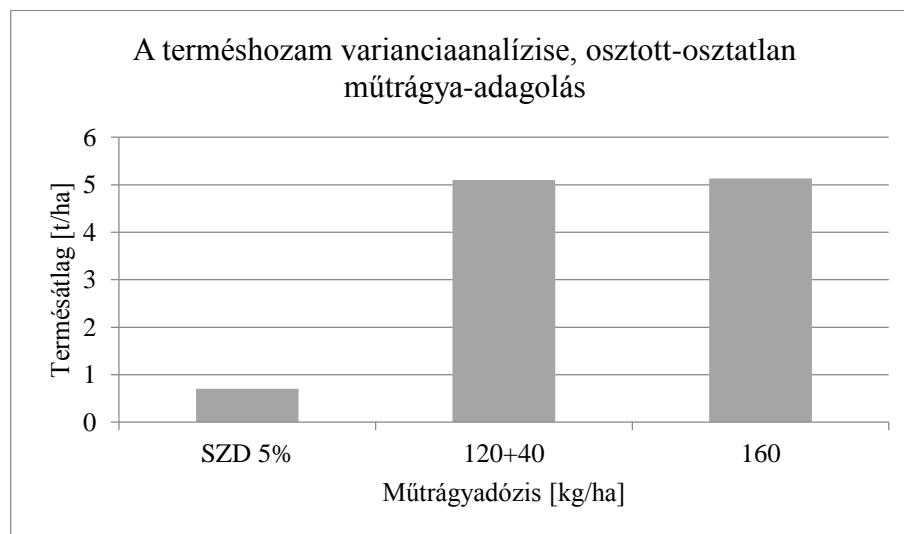
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,413887999

146. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

39. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	120+40	5,5	5	4,8	15,3	
	160	5,4	5,1	4,9	15,4	
					G=	30,7
					r=	3
					v=	2
					C=	157,0816667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,388333333	5			
kezelés	0,001666667	1	0,001666667		
hiba	0,386666667	4	0,096666667		
				számolt F=	0,017241379



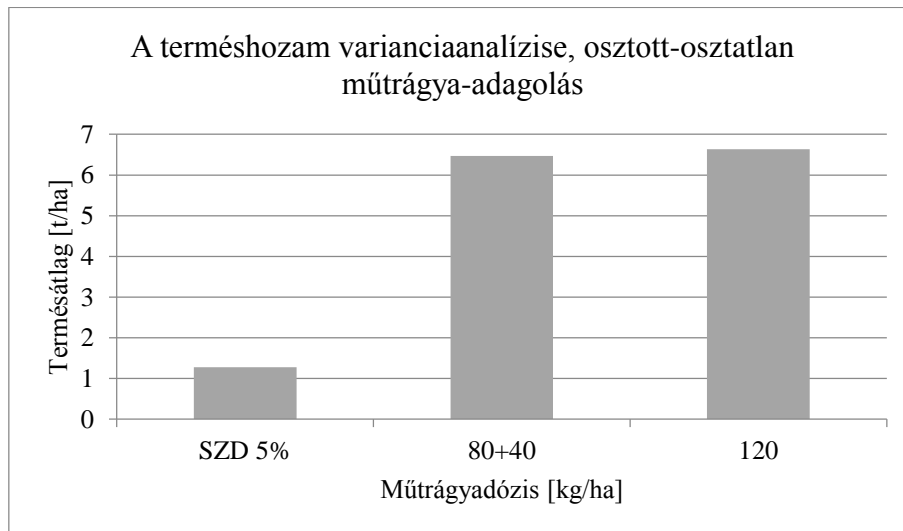
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,704825865

147. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

40. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	80+40	6,8	5,8	6,8		19,4
	120	6,9	6	7		19,9
					G=	39,3
					r=	3
					v=	2
					C=	257,415

	SQ	FG	MQ		
összes	1,315	5			
kezelés	0,041666667	1	0,041666667		
hiba	1,273333333	4	0,318333333		
				számolt F=	0,130890052



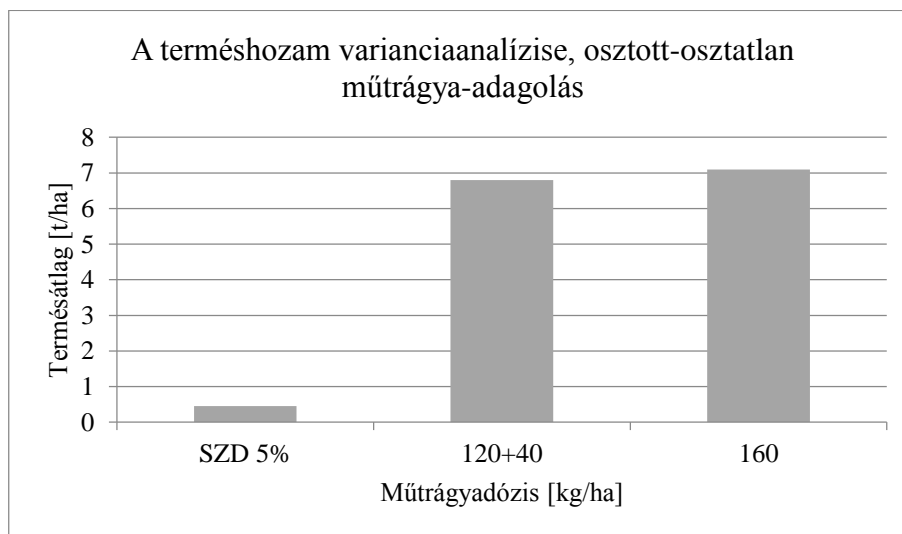
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,279041159

148. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

41. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	120+40	6,6	6,7	7,1		20,4
	160	7	7,2	7,1		21,3
					G=	41,7
					r=	3
					v=	2
					C=	289,815

	SQ	FG	MQ		
összes	0,295	5			
kezelés	0,135	1	0,135		
hiba	0,16	4	0,04		
				számolt F=	3,375



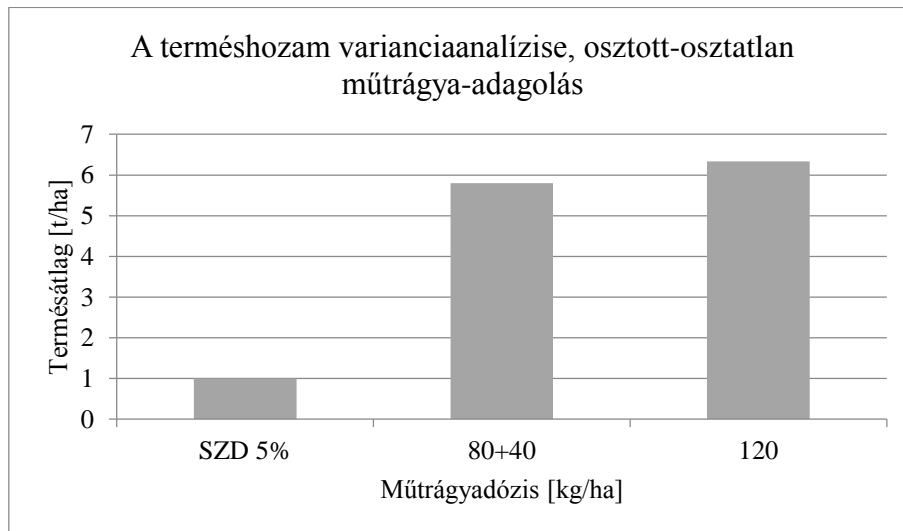
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,453391587

149. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

42. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Suba / 2014	80+40	6,3	5,6	5,5		17,4
	120	6,8	6,3	5,9		19
					G=	36,4
					r=	3
					v=	2
					C=	220,8266667

	SQ	FG	MQ		
összes	1,213333333	5			
kezelés	0,426666667	1	0,426666667		
hiba	0,786666667	4	0,196666667		
				számolt F=	2,169491525



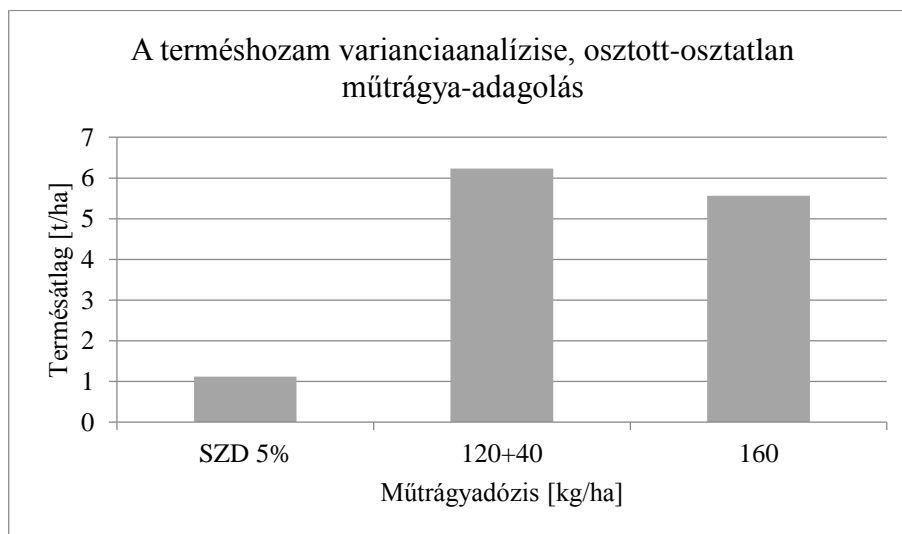
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,005330457

150. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

43. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg
		1	2	3	
Mv Suba / 2014	120+40	7	5,9	5,8	18,7
	160	5,8	5,4	5,5	16,7
					G= 35,4
					r= 3
					v= 2
					C= 208,86

	SQ	FG	MQ		
összes	1,64	5			
kezelés	0,666666667	1	0,666666667		
hiba	0,973333333	4	0,243333333		
				számolt F=	2,739726027



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,118263795

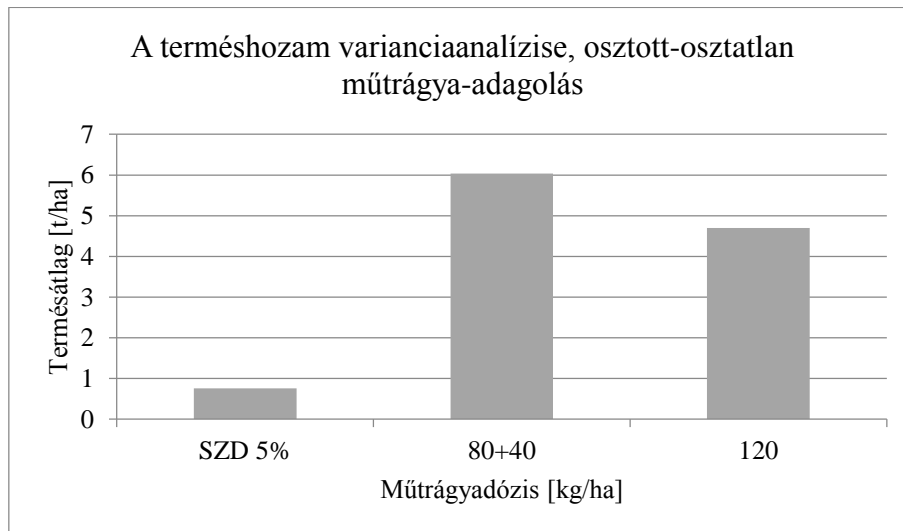
151. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.



44. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	80+40	6,1	5,7	6,3		18,1
	120	4,4	4,6	5,1		14,1
					G=	32,2
					r=	3
					v=	2
					C=	172,8066667

	SQ	FG	MQ		
összes	3,113333333	5			
kezelés	2,666666667	1	2,666666667		
hiba	0,446666667	4	0,111666667		
				számolt F=	23,88059701



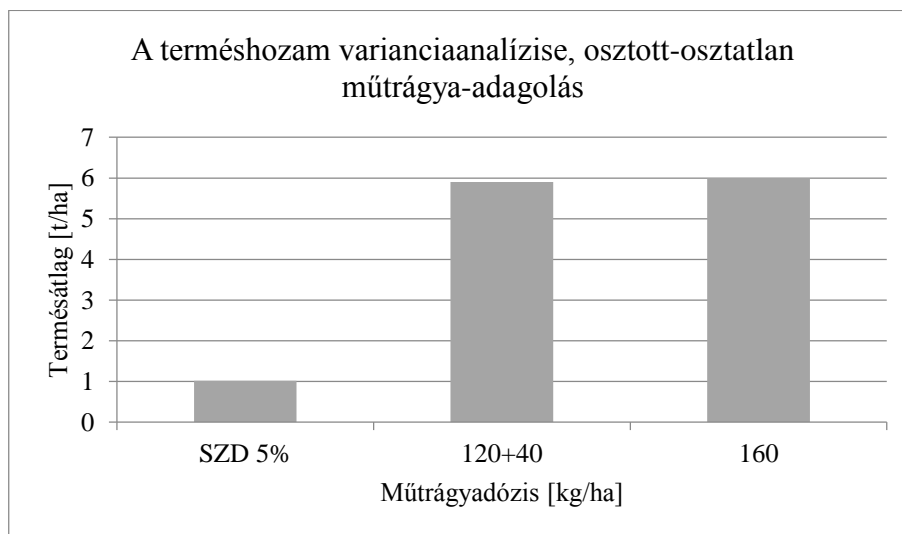
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,757539421

152. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

45. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg
		1	2	3	
Mv Toborzó / 2014	120+40	5,8	6,5	5,4	17,7
	160	6	6,3	5,7	18
					G= 35,7
					r= 3
					v= 2
					C= 212,415

	SQ	FG	MQ		
összes	0,815	5			
kezelés	0,015	1	0,015		
hiba	0,8	4	0,2		
				számolt F=	0,075



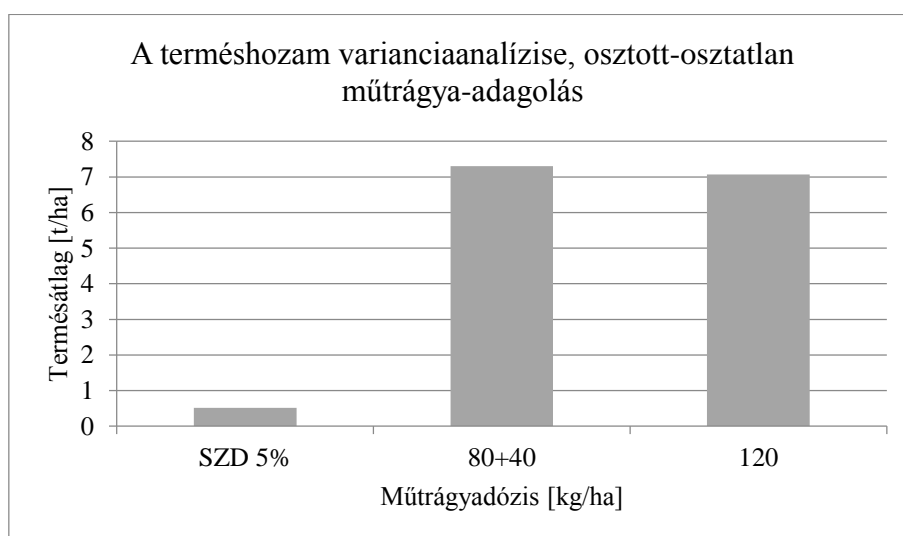
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,013814409

153. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

46. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg
		1	2	3	
Mv Toldi / 2014	80+40	7,3	7,2	7,4	21,9
	120	7	6,8	7,4	21,2
					G= 43,1
					r= 3
					v= 2
					C= 309,6016667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,288333333	5			
kezelés	0,081666667	1	0,081666667		
hiba	0,206666667	4	0,051666667		
				számolt F=	1,580645161



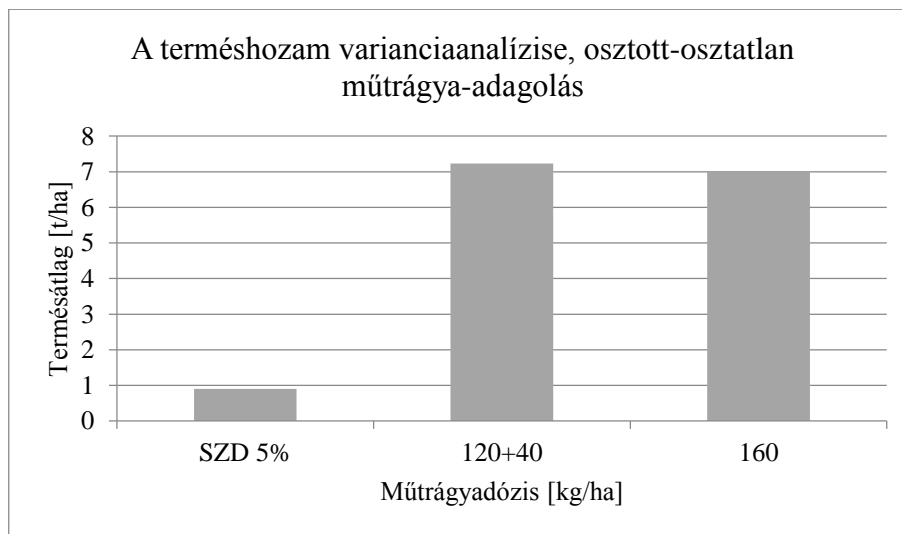
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,515286404

154. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

47. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A terméshozam varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toldi / 2014	120+40	6,6	7,6	7,5		21,7
	160	7,1	7	6,9		21
					G=	42,7
					r=	3
					v=	2
					C=	303,8816667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,708333333	5			
kezelés	0,081666667	1	0,081666667		
hiba	0,626666667	4	0,156666667		
				számolt F=	0,521276596



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,897287801

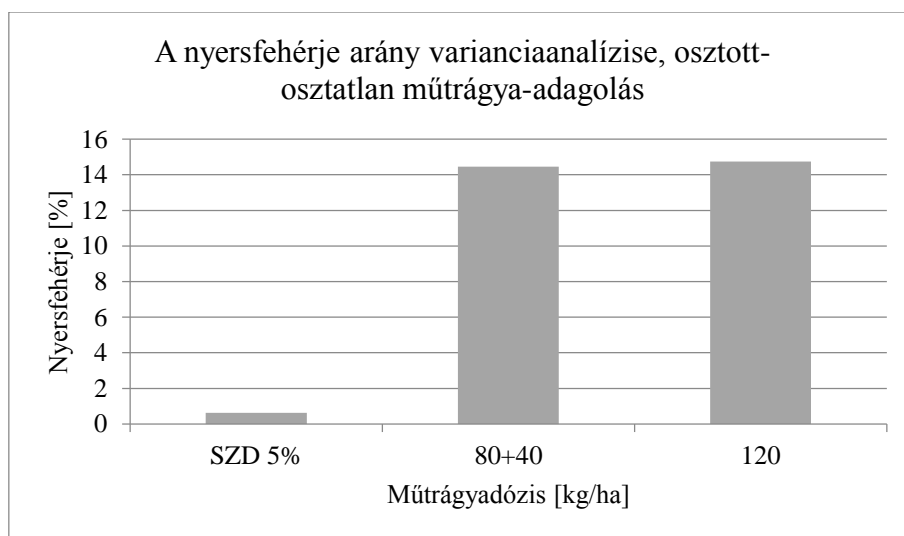
155. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a terméshozamra, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

### 9.2.6.2 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nyersfehérje arányára

48. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	80+40	14,7	14,8	14,5	13,2	15,6	15	14,1	14,3	13,9		130,1
	120	14,9	15	14,4	15	15,6	14,2	14	14,3	15,3		132,7
											G=	262,8
											r=	9
											v=	2
											C=	3836,88

	SQ	FG	MQ		
összes	6,56	17			
kezelés	0,37555556	1	0,37555556		
hiba	6,18444444	16	0,3865278		
				számolt F=	0,97161337



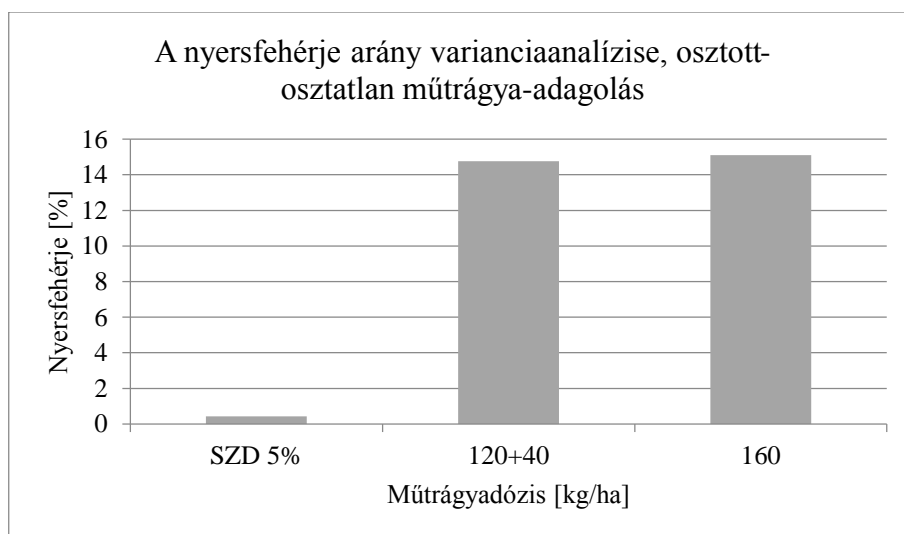
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,781214

156. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

49. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	120+40	14,9	15	14,6	14,4	14,7	13,6	14,7	15,7	15,2		132,8
	160	15	14,8	15,3	15,3	15,1	15	15	15,3	15,2		136
											G=	268,8
											r=	9
											v=	2
											C=	4014,08

	SQ	FG	MQ		
összes	3,48	17			
kezelés	0,56888889	1	0,5688889		
hiba	2,91111111	16	0,1819444		
				számolt F=	3,12671756



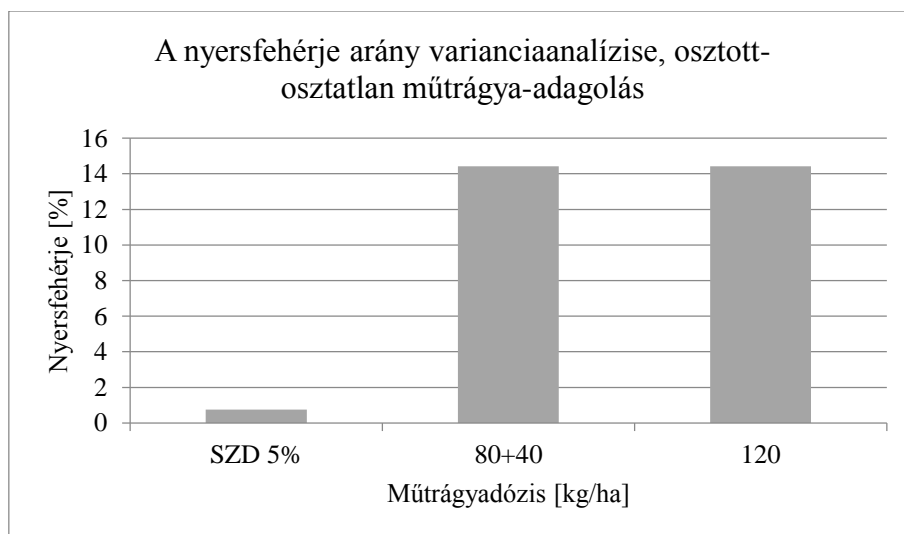
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,426265

157. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

50. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Magdaléna / 2013	80+40	14,7	15,9	13,5	14,7	13,8	13,4	15,2	14	14,5	129,7
	120	15,5	15	13,8	14,4	14,7	15	13,4	14	13,9	129,7
											G= 259,4
											r= 9
											v= 2
											C= 3738,242222

	SQ	FG	MQ	
összes	9,197777778	17		
kezelés	0	1	0	
hiba	9,197777778	16	0,574861111	
				számolt F= 0



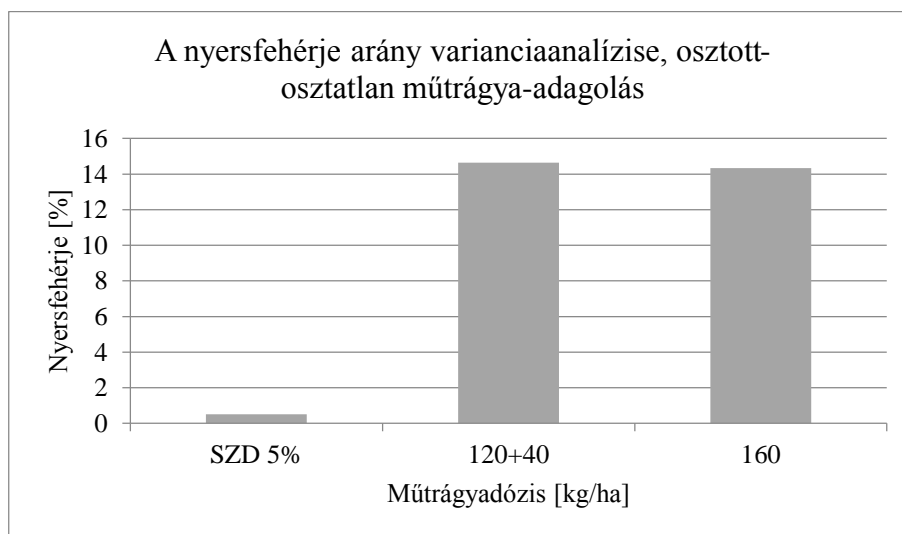
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,757690197

158. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

51. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	120+40	14,3	14,8	14,6	14,3	14,8	14,5	14,7	14,9	14,8		131,7
	160	13,5	13,8	14	14,5	14,6	13,8	15	15,7	14,1		129
											G=	260,7
											r=	9
											v=	2
											C=	3775,805

	SQ	FG	MQ		
összes	4,645	17			
kezelés	0,405	1	0,405		
hiba	4,24	16	0,265		
				számolt F=	1,528301887



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,514438118

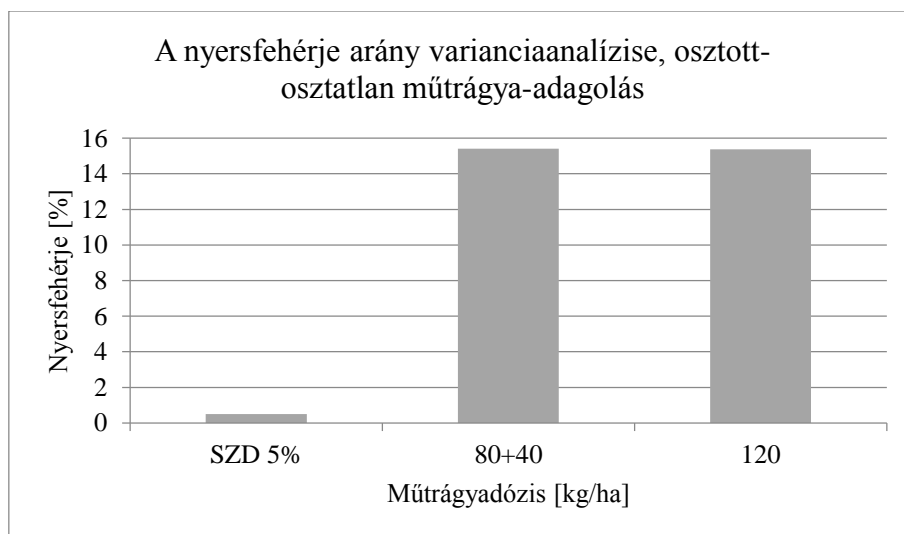
159. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.



52. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Suba / 2013	80+40	15,4	14,7	14,9	15,5	15,8	15,6	15,1	15,8	15,9	138,7
	120	15,8	15,1	15,8	16,1	15,1	15,8	15,2	14,2	15,2	138,3
											G= 277
											r= 9
											v= 2
											C= 4262,722222

	SQ	FG	MQ		
összes	4,117777778	17			
kezelés	0,008888889	1	0,008888889		
hiba	4,108888889	16	0,256805556		
				számolt F=	0,034613304



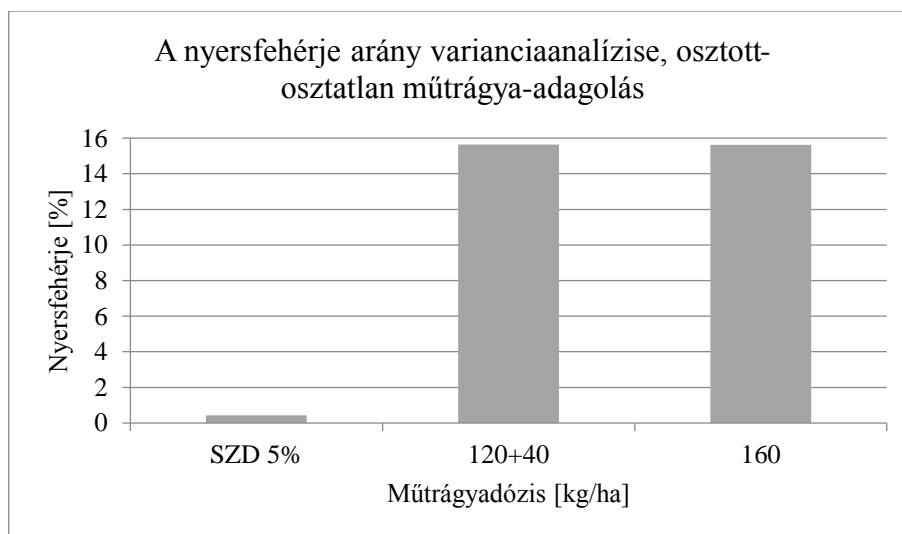
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,506421821

160. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

53. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Suba / 2013	120+40	16,2	15,8	16	15,7	14,7	15,3	15,7	15,7	15,7	140,8
	160	16	15,6	15,2	15,7	16	15	15,1	16	16	140,6
											G= 281,4
											r= 9
											v= 2
											C= 4399,22

	SQ	FG	MQ		
összes	2,9	17			
kezelés	0,002222222	1	0,002222222		
hiba	2,897777778	16	0,181111111		
				számolt F=	0,012269939



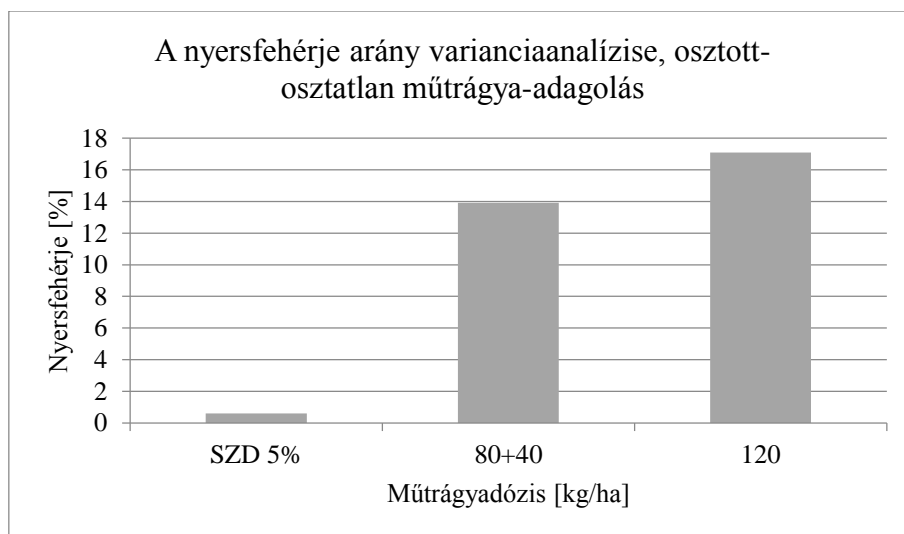
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,42528763

161. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányra, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

54. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toborzó / 2013	80+40	14	13,7	14,1	15	12,5	14	14,3	13,8	13,8		125,2
	120	17,4	17,3	15,7	17,1	17,4	17,1	17,1	17,3	17,5		153,9
											G=	279,1
											r=	9
											v=	2
											C=	4327,600556

	SQ	FG	MQ		
összes	51,58944444	17			
kezelés	45,76055556	1	45,76055556		
hiba	5,828888889	16	0,364305556		
				számolt F=	125,6103698



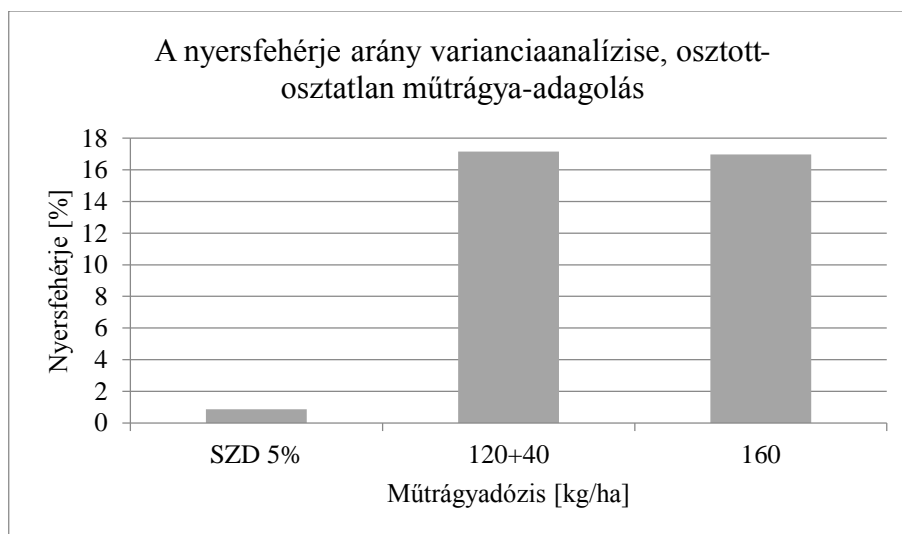
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,603174677

162. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

55. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Toborzó / 2013	120+40	15,6	17	17,8	17,2	17,2	17,1	17,2	17,4	17,8	154,3
	160	14,2	17,3	17,5	17,3	17,4	17,2	17,4	17,5	16,9	152,7
											G= 307
											r= 9
											v= 2
											C= 5236,055556

	SQ	FG	MQ		
összes	12,36444444	17			
kezelés	0,142222222	1	0,142222222		
hiba	12,22222222	16	0,763888889		
				számolt F=	0,186181818



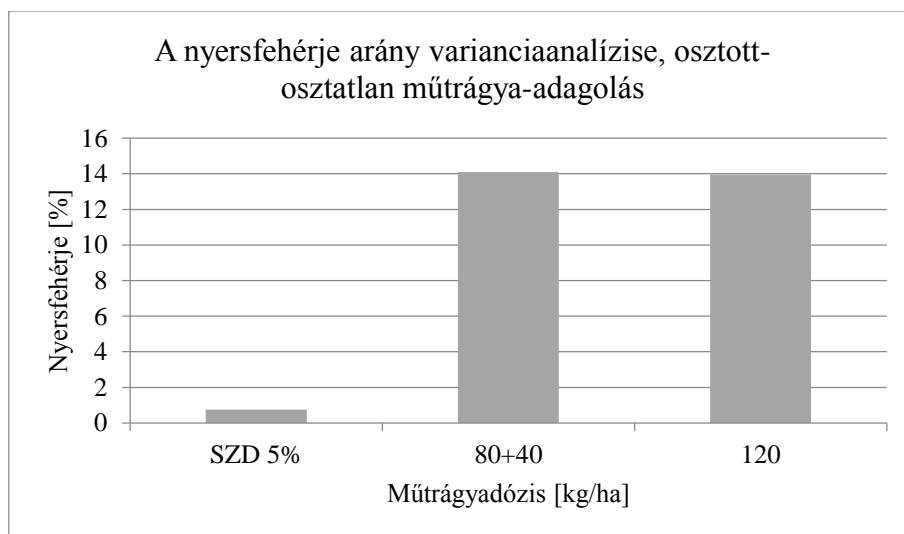
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,87342436

163. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányra, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

56. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Toldi / 2013	80+40	14	14,6	12,5	15,5	13,8	14,9	13,4	13,7	14,4	126,8
	120	13,8	13,1	13,8	14,7	14	14,7	13,9	13,2	14,4	125,6
											G= 252,4
											r= 9
											v= 2
											C= 3539,208889

	SQ	FG	MQ		
összes	8,991111111	17			
kezelés	0,08	1	0,08		
hiba	8,911111111	16	0,556944444		
				számolt F=	0,143640898



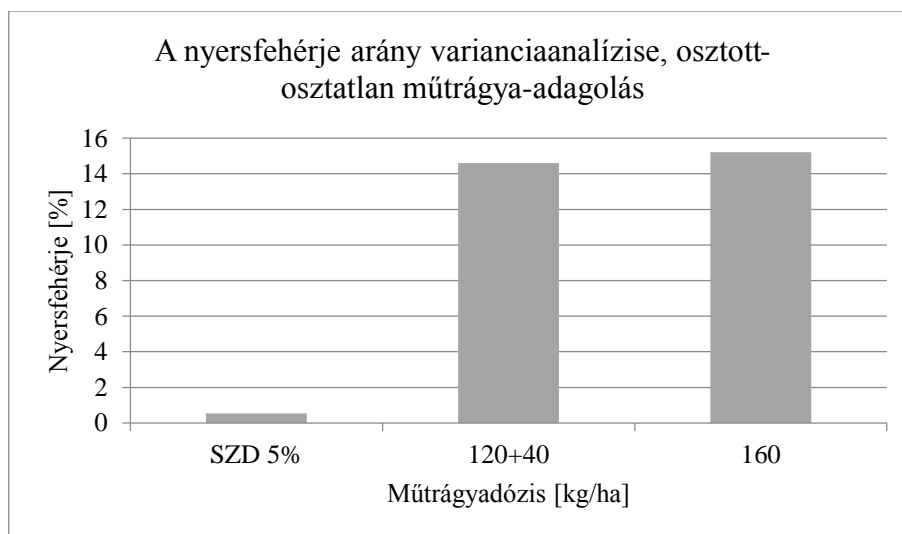
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,745789289

164. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

57. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toldi / 2013	120+40	14,7	14,2	15	15,1	14,4	14,1	15,4	14,6	13,9		131,4
	160	15	15	15,6	16,2	15,5	15,6	15	14,4	14,6		136,9
											G=	268,3
											r=	9
											v=	2
											C=	3999,160556

	SQ	FG	MQ		
összes	6,209444444	17			
kezelés	1,680555556	1	1,680555556		
hiba	4,528888889	16	0,283055556		
				számolt F=	5,937193327



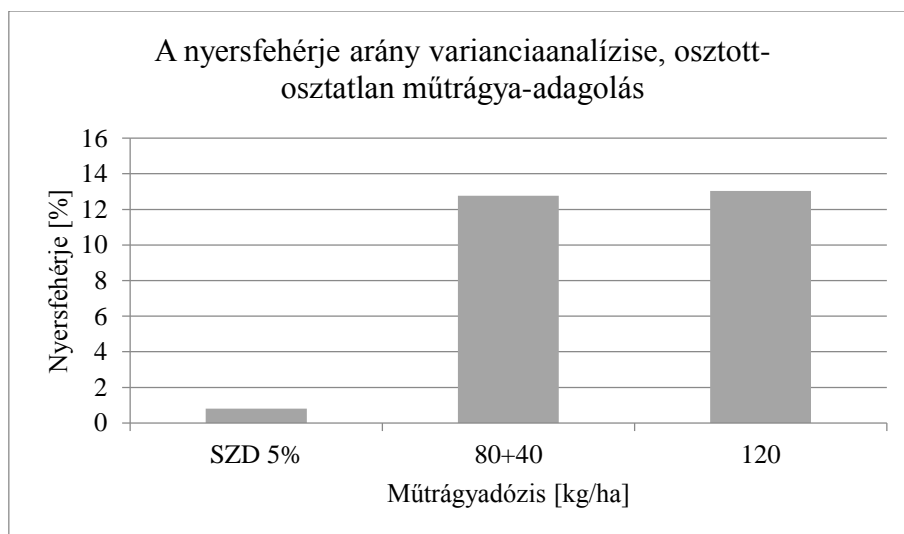
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,531674762

165. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

58. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	80+40	12,8	13,2	12,3		38,3
	120	12,9	13,3	12,9		39,1
					G=	77,4
					r=	3
					v=	2
					C=	998,46

	SQ	FG	MQ		
összes	0,62	5			
kezelés	0,106666667	1	0,106666667		
hiba	0,513333333	4	0,128333333		
				számolt F=	0,831168831



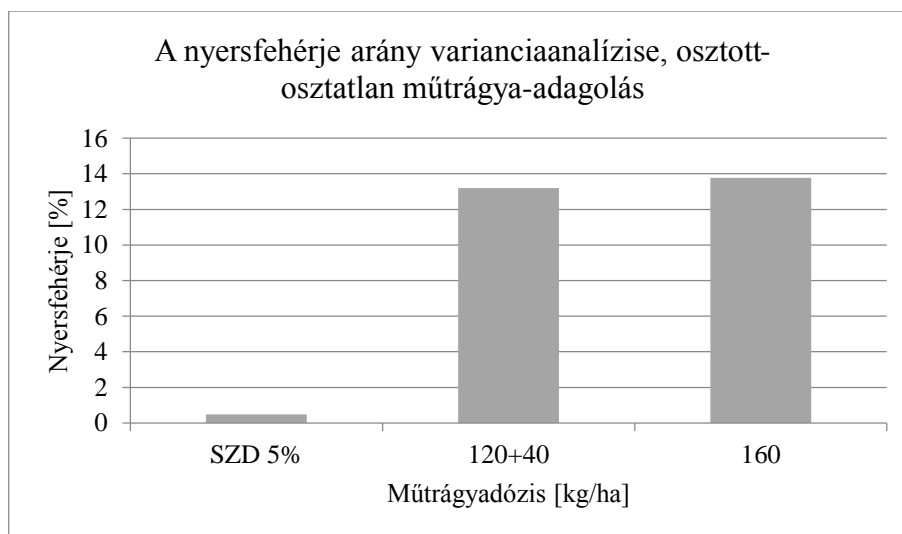
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,812106897

166. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

59. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	120+40	13	13,5	13,1		39,6
	160	13,6	13,9	13,8		41,3
					G=	80,9
					r=	3
					v=	2
					C=	1090,801667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,668333333	5			
kezelés	0,481666667	1	0,481666667		
hiba	0,186666667	4	0,046666667		
				számolt F=	10,32142857



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,489718885

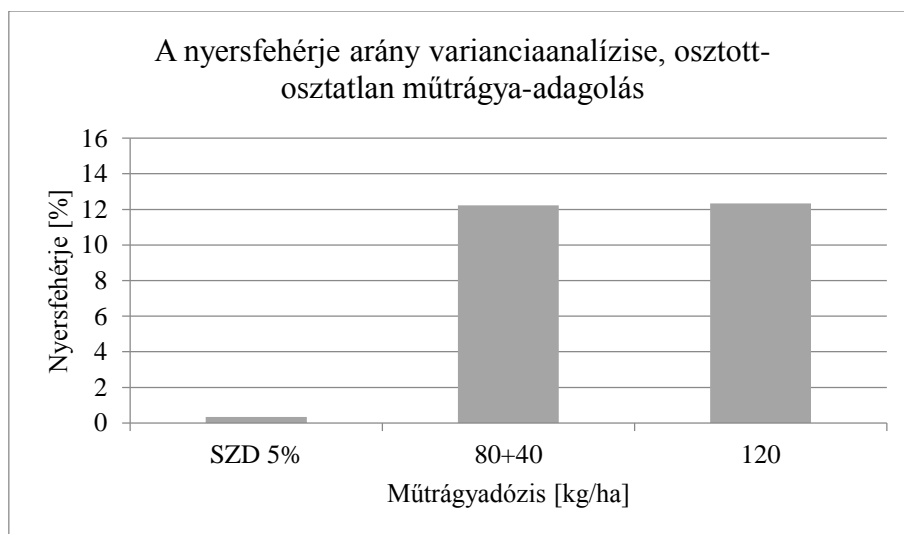
167. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.



60. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	80+40	12,3	12,2	12,2		36,7
	120	12,5	12,4	12,1		37
					G=	73,7
					r=	3
					v=	2
					C=	905,2816667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,108333333	5			
kezelés	0,015	1	0,015		
hiba	0,093333333	4	0,023333333		
				sámolt F=	0,642857143



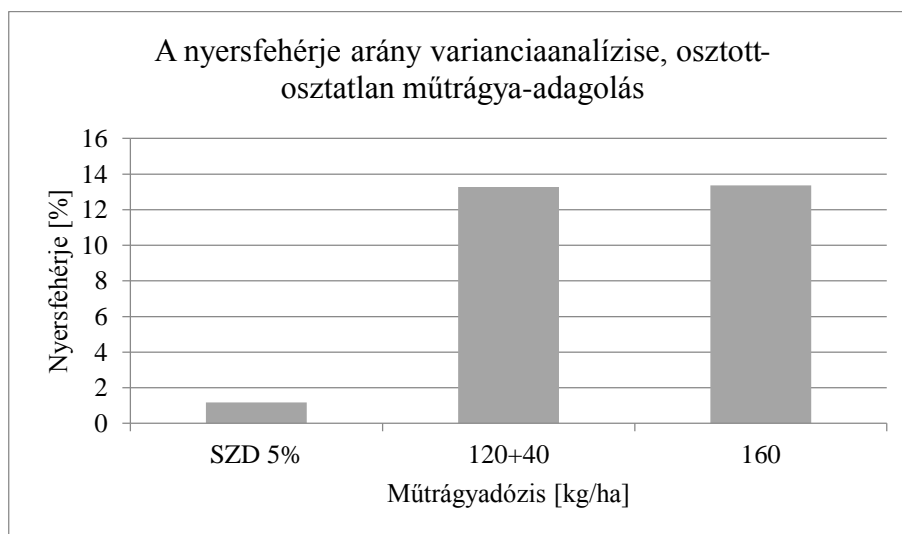
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,346283545

168. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

61. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	120+40	13,3	13,6	12,9		39,8
	160	12,9	13,1	14,1		40,1
					G=	79,9
					r=	3
					v=	2
					C=	1064,001667

	SQ	FG	MQ		
összes	1,088333333	5			
kezelés	0,015	1	0,015		
hiba	1,073333333	4	0,268333333		
				számolt F=	0,055900621



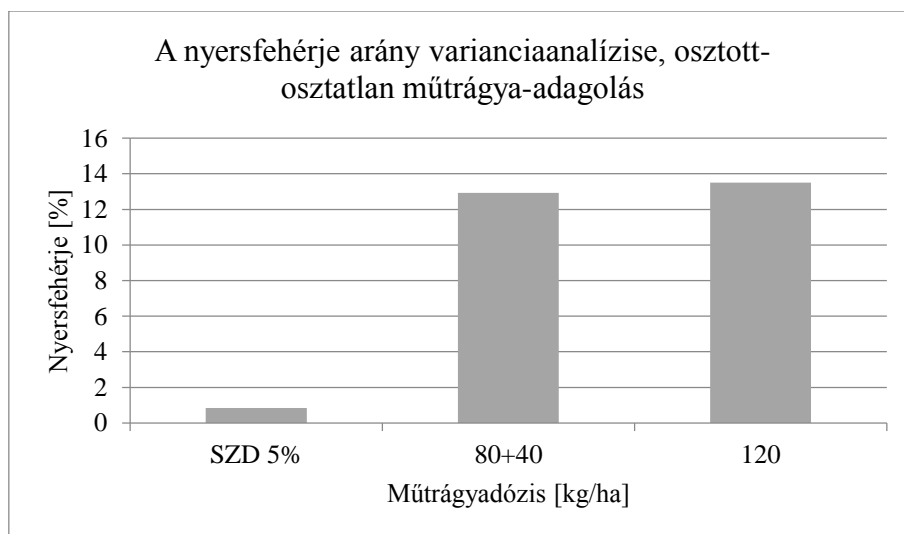
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,174304633

169. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

62. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Suba / 2014	80+40	12,7	12,9	13,2		38,8
	120	13,6	13,9	13		40,5
					G=	79,3
					r=	3
					v=	2
					C=	1048,081667

	SQ	FG	MQ		
összes	1,028333333	5			
kezelés	0,481666667	1	0,481666667		
hiba	0,546666667	4	0,136666667		
				számolt F=	3,524390244



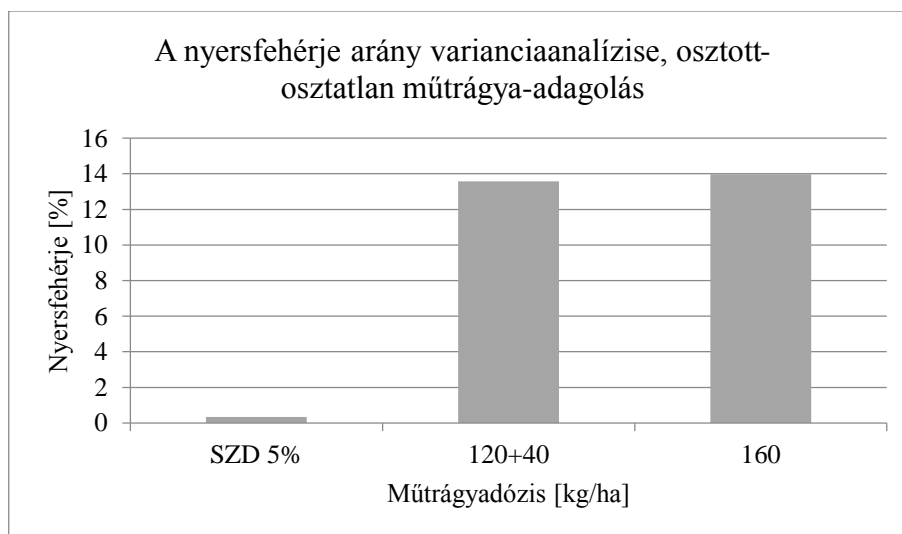
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,838059325

170. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

63. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás					
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg
		1	2	3	
Mv Suba / 2014	120+40	13,4	13,6	13,7	40,7
	160	13,8	14,1	14	41,9
					G= 82,6
					r= 3
					v= 2
					C= 1137,126667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,333333333	5			
kezelés	0,24	1	0,24		
hiba	0,093333333	4	0,023333333		
				számolt F=	10,28571429



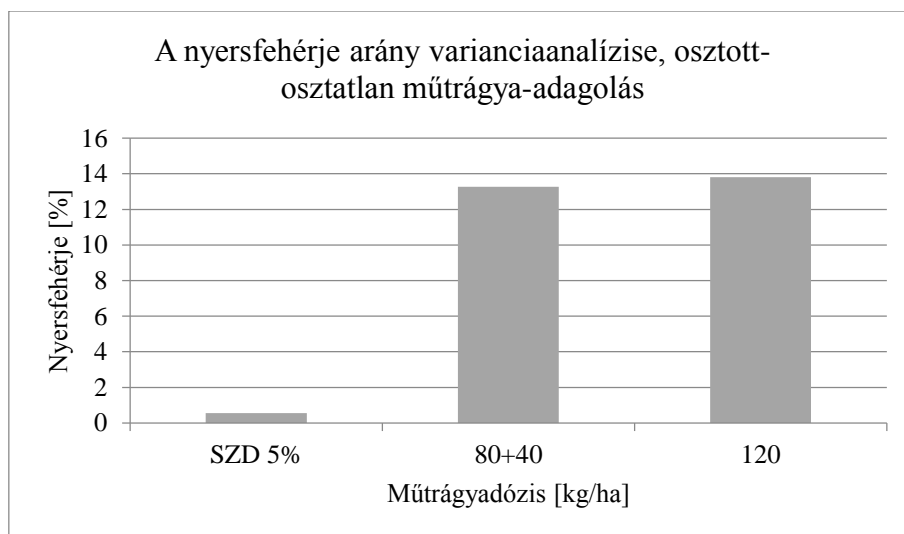
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,346283545

171. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

64. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	80+40	13,2	13	13,6		39,8
	120	13,9	13,6	13,9		41,4
					G=	81,2
					r=	3
					v=	2
					C=	1098,906667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,673333333	5			
kezelés	0,426666667	1	0,426666667		
hiba	0,246666667	4	0,061666667		
				számolt F=	6,918918919



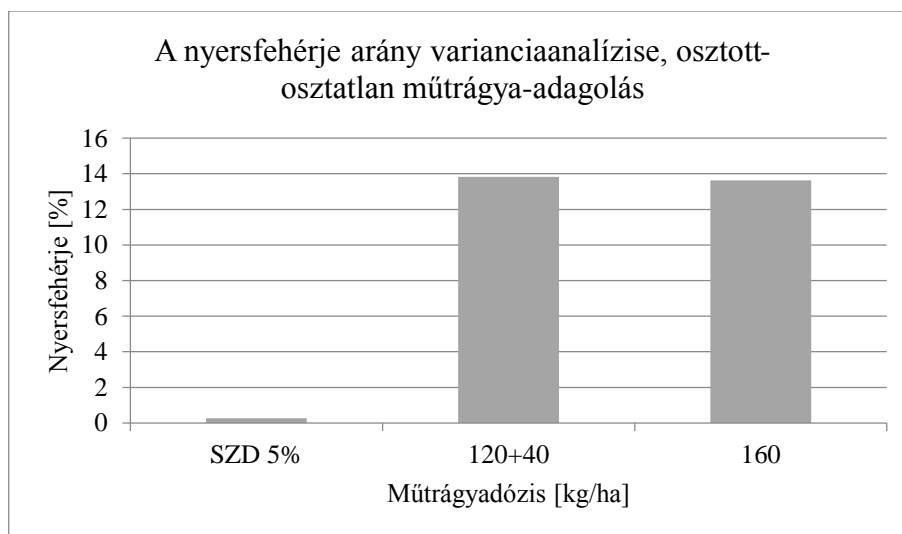
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,562948542

172. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

65. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	120+40	13,8	13,9	13,8		41,5
	160	13,5	13,6	13,8		40,9
					G=	82,4
					r=	3
					v=	2
					C=	1131,626667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,113333333	5			
kezelés	0,06	1	0,06		
hiba	0,053333333	4	0,013333333		
				számolt F=	4,5



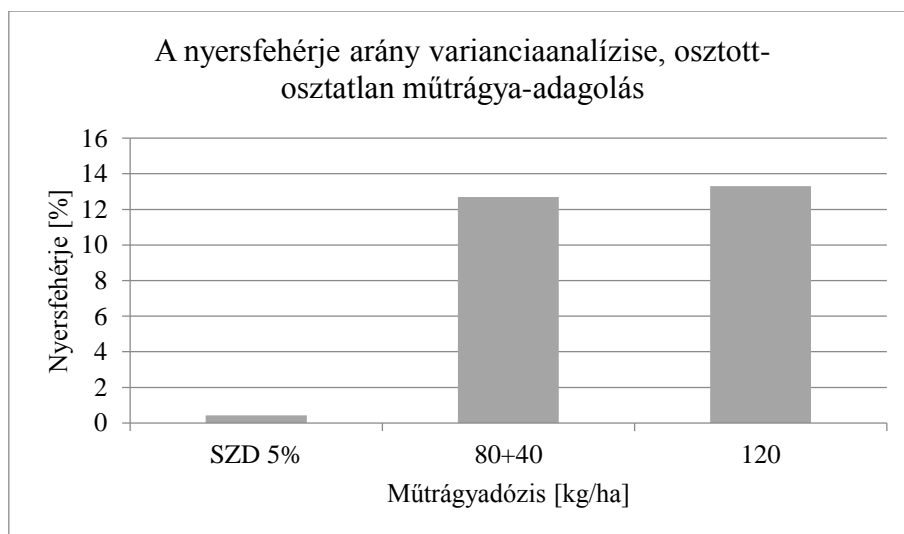
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,261765755

173. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

66. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Toldi / 2014	80+40	12,8	12,5	12,8		38,1
	120	13,3	13,1	13,5		39,9
					G=	78
					r=	3
					v=	2
					C=	1014

	SQ	FG	MQ		
összes	0,68	5			
kezelés	0,54	1	0,54		
hiba	0,14	4	0,035		
				számolt F=	15,42857143



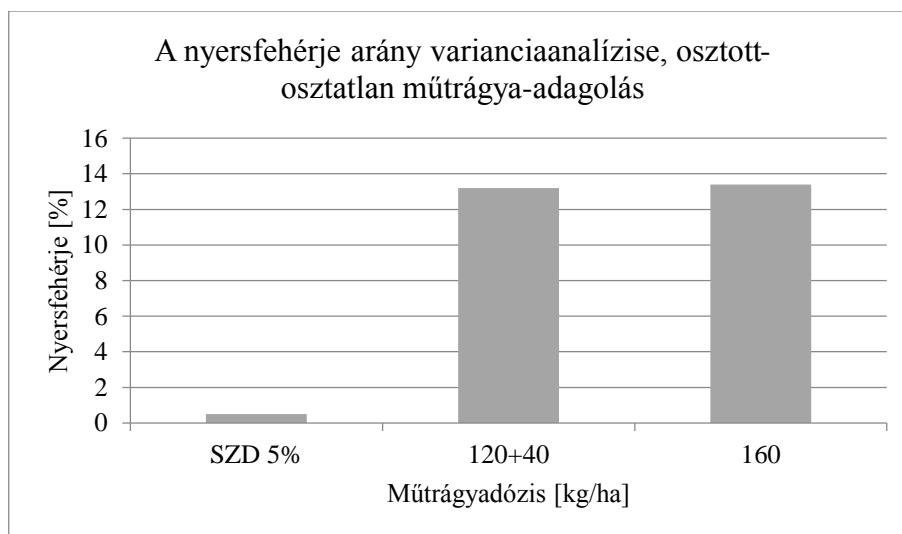
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,424108995

174. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

67. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A nyersfehérje arány varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Toldi / 2014	120+40	13,1	13,1	13,4		39,6
	160	13,3	13,2	13,7		40,2
					G=	79,8
					r=	3
					v=	2
					C=	1061,34

	SQ	FG	MQ		
összes	0,26	5			
kezelés	0,06	1	0,06		
hiba	0,2	4	0,05		
				számolt F=	1,2



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,506907205

175. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nyersfehérje arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

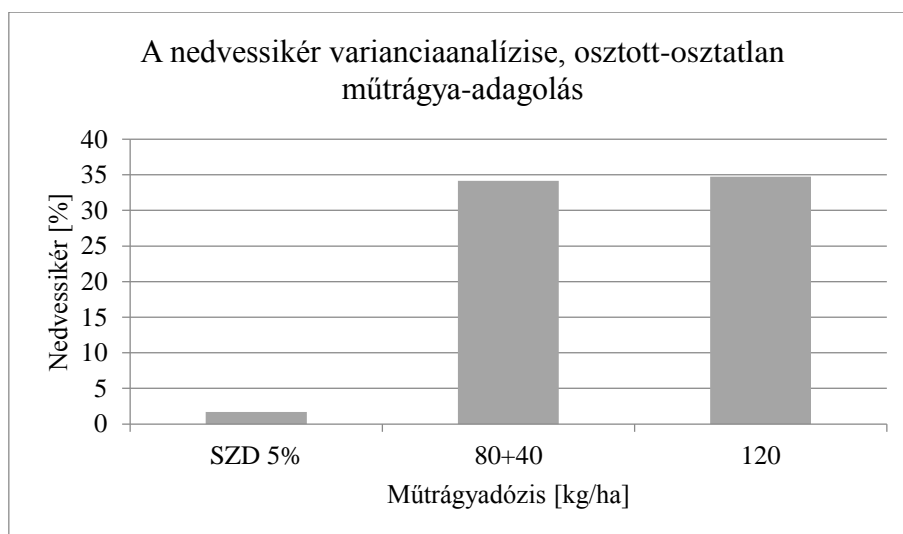


### 9.2.6.3 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása a nedvessikér arányára

68. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Alföld-90 / 2013	80+40	35	35,4	34	30,9	37,2	35,5	33,3	33,5	32,7	307,5
	120	35	35,7	33,9	35,5	37,1	33,4	32,7	33,3	36,1	312,7
											G= 620,2
											r= 9
											v= 2
											C= 21369,33556

	SQ	FG	MQ		
összes	46,4644444	17			
kezelés	1,50222222	1	1,5022222		
hiba	44,9622222	16	2,8101389		
				számolt F=	0,53457223



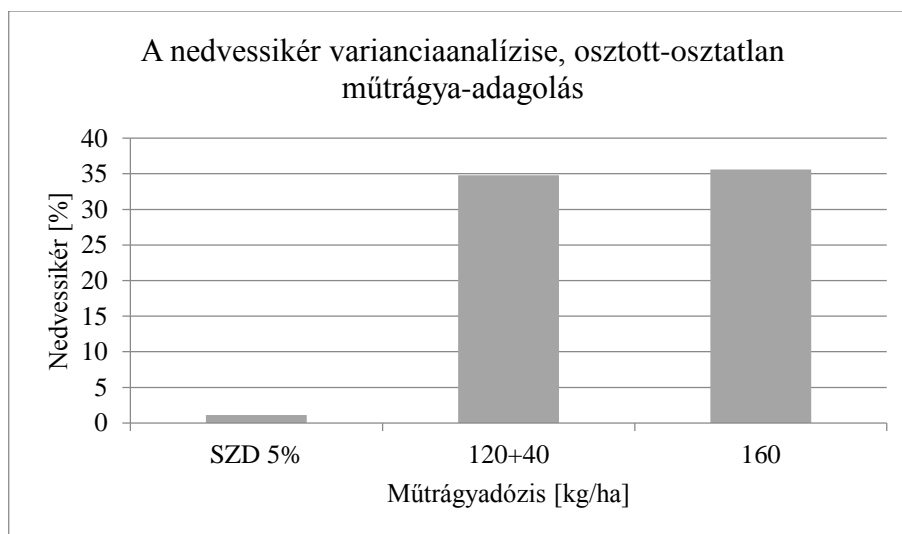
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,675229

176. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

69. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Alföld-90 / 2013	120+40	35	35,7	34,6	34,2	34,7	31,4	34,6	37,2	35,6	313	
	160	35,2	34,9	35,9	36,4	35,6	35,3	35,5	35,6	36	320,4	
											G=	633,4
											r=	9
											v=	2
											C=	22288,64222

	SQ	FG	MQ		
összes	23,9377778	17			
kezelés	3,04222222	1	3,0422222		
hiba	20,8955556	16	1,3059722		
				számolt F=	2,32946932



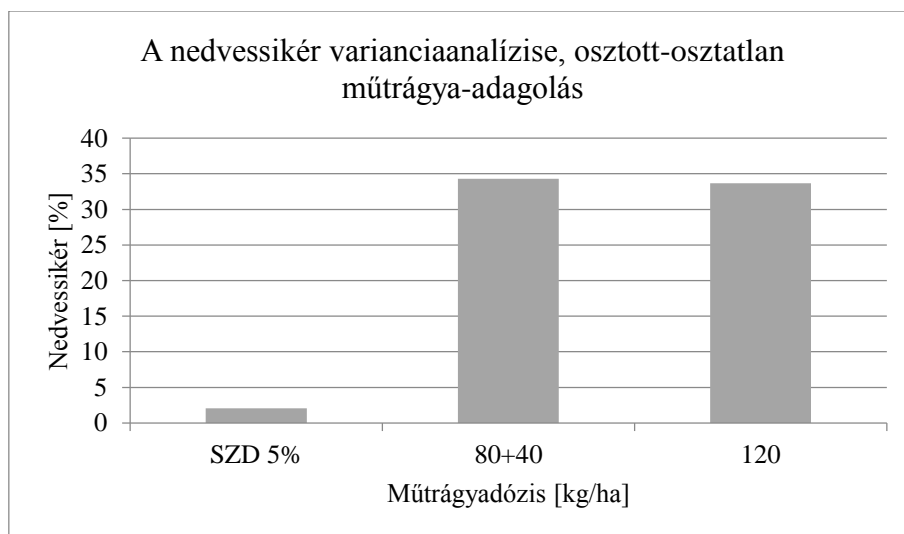
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,142029

177. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2013.

70. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	80+40	34,8	38,5	31,7	35	32,8	31,7	36,5	33,2	34,5		308,7
	120	36,6	35,1	31,8	33,5	34,7	35,3	31,2	32,7	32,1		303
											G=	611,7
											r=	9
											v=	2
											C=	20787,605

	SQ	FG	MQ		
összes	69,425	17			
kezelés	1,805	1	1,805		
hiba	67,62	16	4,22625		
				számolt F=	0,427092576



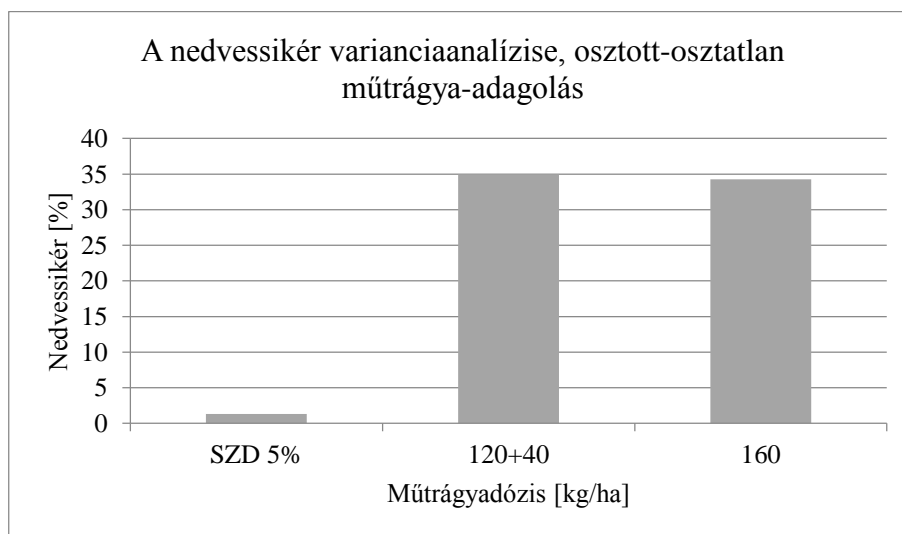
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 2,054413194

178. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

71. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Magdaléna / 2013	120+40	34,2	35,2	34,7	34	35,4	34,5	35,2	35,8	35,4		314,4
	160	32	32,9	33,6	34,5	34,8	32,5	36,6	37,3	34,3		308,5
											G=	622,9
											r=	9
											v=	2
											C=	21555,80056

	SQ	FG	MQ		
összes	30,46944444	17			
kezelés	1,933888889	1	1,933888889		
hiba	28,53555556	16	1,783472222		
				számolt F=	1,084339226



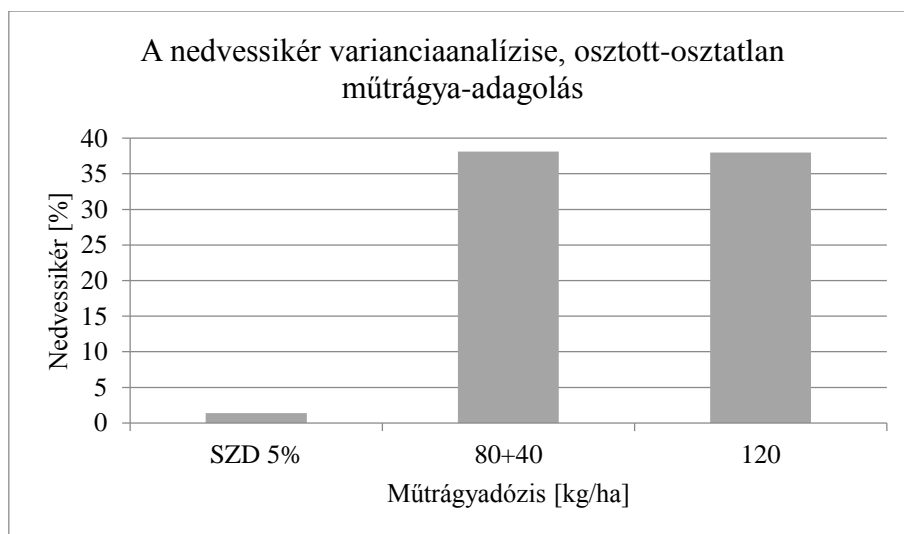
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,334576208

179. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2013.

72. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Suba / 2013	80+40	37,8	36,6	36,4	37,8	38,9	38,5	37,8	39,5	39,7		343
	120	39,2	37,5	39	39,8	37,1	39,2	37,6	34,6	37,9		341,9
											G=	684,9
											r=	9
											v=	2
											C=	26060,445

	SQ	FG	MQ		
összes	30,705	17			
kezelés	0,067222222	1	0,067222222		
hiba	30,63777778	16	1,914861111		
				számolt F=	0,035105534



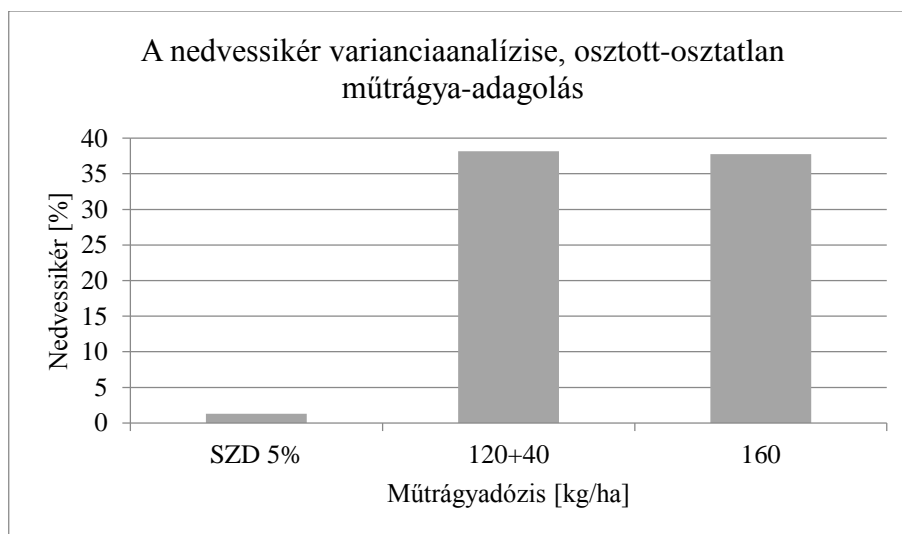
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,382862001

180. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

73. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Suba / 2013	120+40	39,7	38,7	39,2	38,3	35,3	36,9	38,1	38,4	38,8		343,4
	160	39,1	37,6	36,8	37,9	38,9	35,9	36,1	38,7	38,8		339,8
											G=	683,2
											r=	9
											v=	2
											C=	25931,23556

	SQ	FG	MQ		
összes	26,96444444	17			
kezelés	0,72	1	0,72		
hiba	26,24444444	16	1,640277778		
				számolt F=	0,438950042



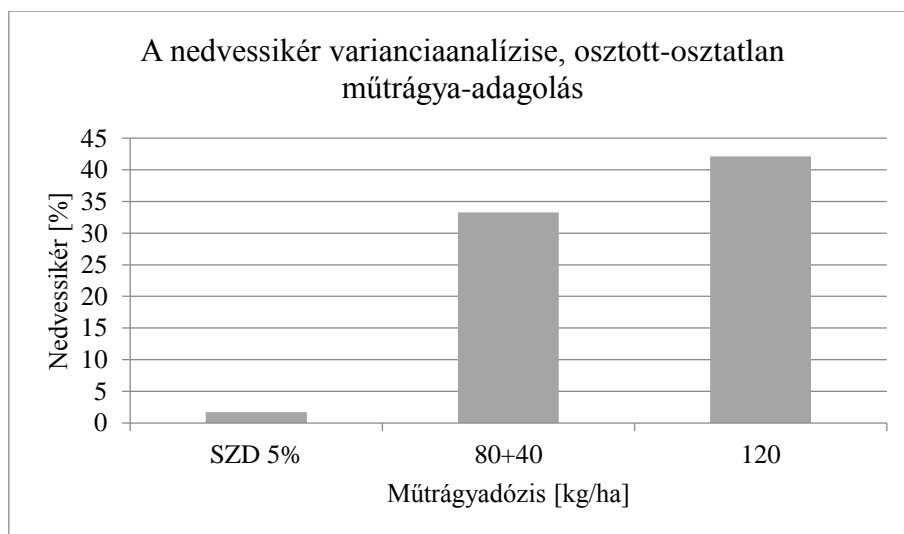
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,279878973

181. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2013.

74. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Toborzó / 2013	80+40	33,6	32,5	33,5	36,3	29,2	33,7	34,4	33,3	32,9	299,4
	120	42,4	43	38,4	42,2	42,8	42,1	41,6	43	43,5	379
											G= 678,4
											r= 9
											v= 2
											C= 25568,14222

	SQ	FG	MQ		
összes	398,2177778	17			
kezelés	352,0088889	1	352,0088889		
hiba	46,20888889	16	2,888055556		
				számolt F=	121,8843897



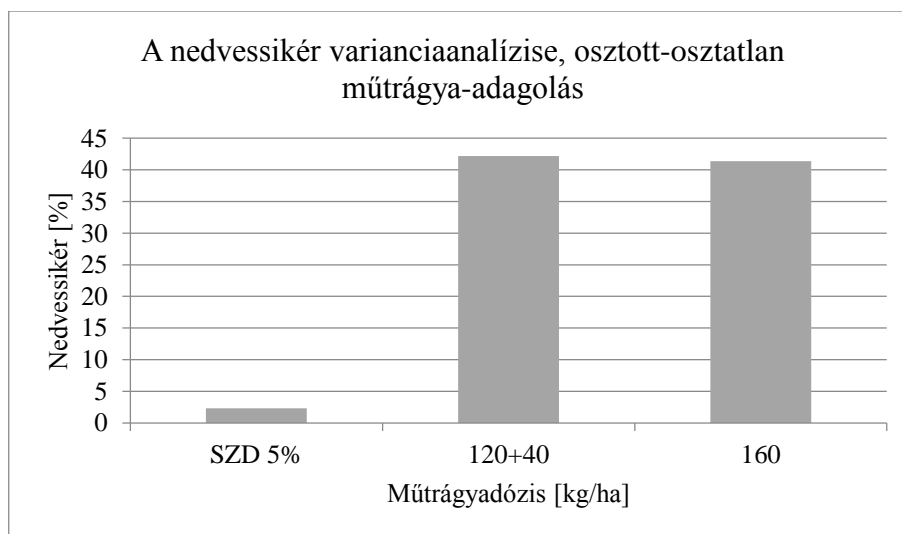
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 1,698294391

182. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

75. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toborzó / 2013	120+40	38,3	41,9	44,1	42,5	41,9	41,8	42,6	42,3	44,1		379,5
	160	33,9	42,2	42,3	42,6	42,7	42	42,4	42,9	41,2		372,2
											G=	751,7
											r=	9
											v=	2
											C=	31391,82722

	SQ	FG	MQ		
összes	90,44277778	17			
kezelés	2,960555556	1	2,960555556		
hiba	87,48222222	16	5,467638889		
				számolt F=	0,541468743



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 2,336738508

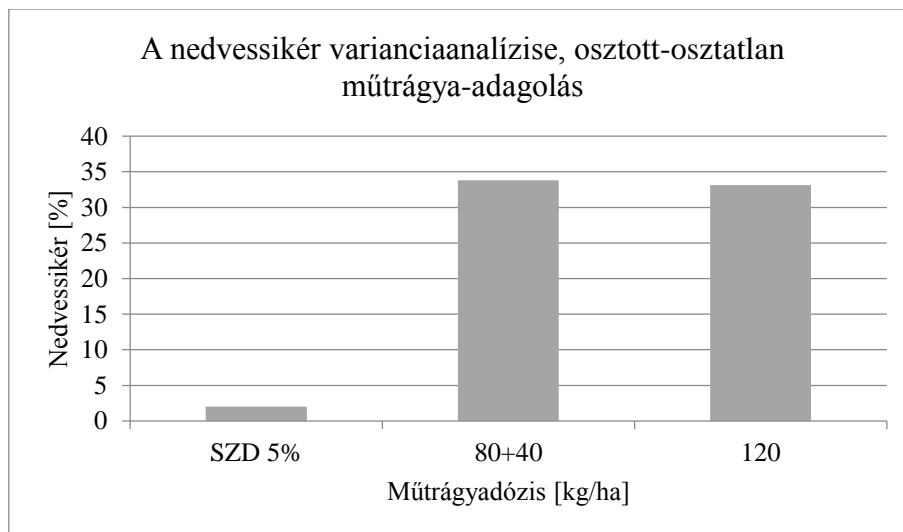
183. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2013.



76. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás											
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mv Toldi / 2013	80+40	33,8	35,2	29,4	37,2	32,7	36,4	31,6	32,8	34,9	304
	120	32,5	31,2	32,5	35,2	33,1	35,1	33,1	31,1	34,5	298,3
											G= 602,3
											r= 9
											v= 2
											C= 20153,62722

	SQ	FG	MQ		
összes	68,38277778	17			
kezelés	1,805	1	1,805		
hiba	66,57777778	16	4,161111111		
				számolt F=	0,433778371



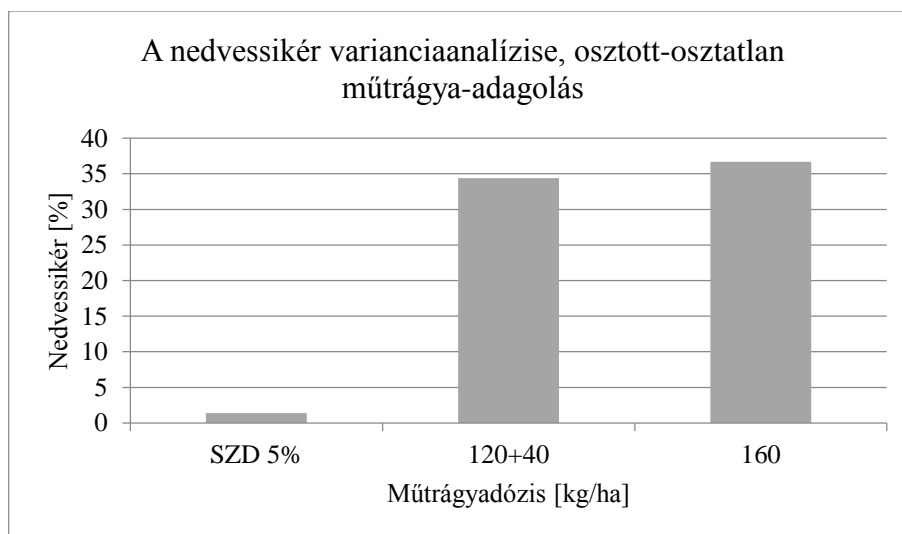
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 2,038519452

184. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

77. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessiker arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

A nedvessiker varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás												
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben									összeg	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mv Toldi / 2013	120+40	34,8	33,1	35,8	35,6	33,6	33,3	36,2	34,5	32,5		309,4
	160	36,3	36,3	37,4	39,3	37,2	37,9	36,2	34,5	34,8		329,9
											G=	639,3
											r=	9
											v=	2
											C=	22705,805

	SQ	FG	MQ		
összes	55,245	17			
kezelés	23,34722222	1	23,34722222		
hiba	31,89777778	16	1,993611111		
				számolt F=	11,71102132



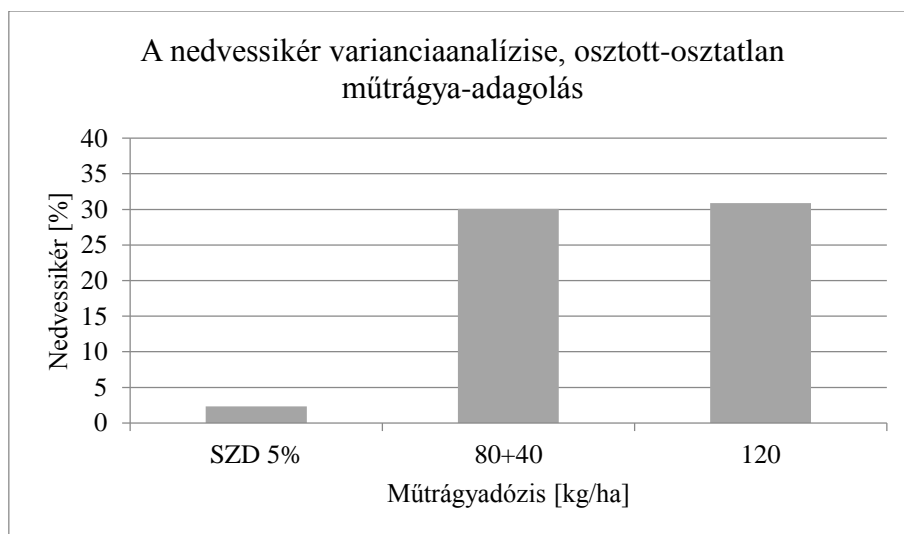
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 1,411011087

185. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessiker arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2013.

78. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	80+40	30,1	31,2	28,9		90,2
	120	30,3	31,9	30,5		92,7
					G=	182,9
					r=	3
					v=	2
					C=	5575,401667

	SQ	FG	MQ		
összes	5,208333333	5			
kezelés	1,041666667	1	1,041666667		
hiba	4,166666667	4	1,041666667		
				számolt F=	1



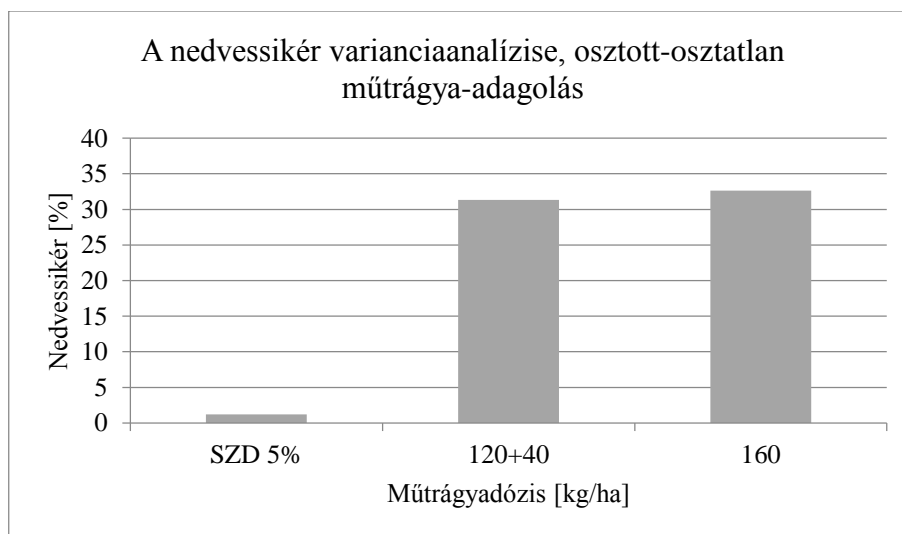
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 2,313704254

186. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

79. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis –Alföld-90, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Alföld-90 / 2014	120+40	30,9	32,1	31		94
	160	32,2	32,8	32,9		97,9
					G=	191,9
					r=	3
					v=	2
					C=	6137,601667

	SQ	FG	MQ		
összes	3,708333333	5			
kezelés	2,535	1	2,535		
hiba	1,173333333	4	0,293333333		
				számolt F=	8,642045455



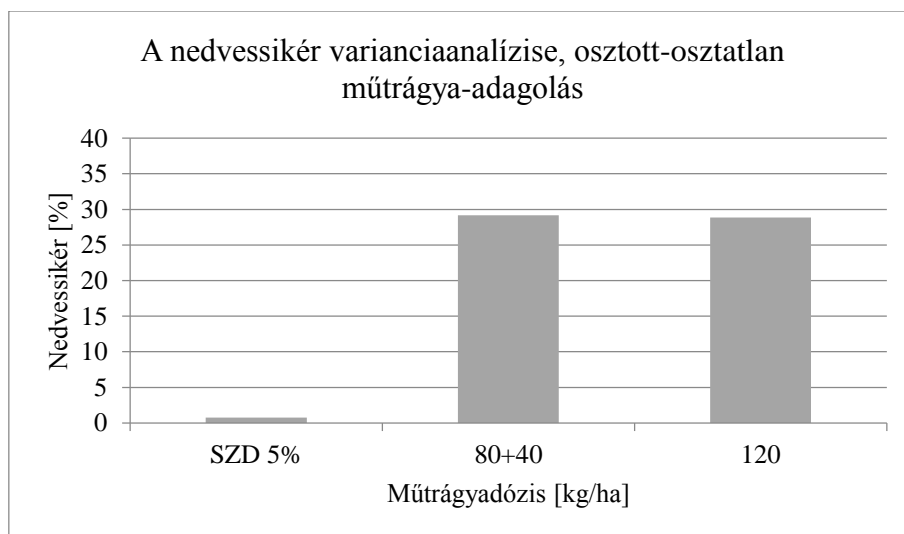
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 1,227790222

187. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Alföld-90, 2014.

80. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	80+40	29,1	29,2	29,2		87,5
	120	29,1	29,1	28,3		86,5
					G=	174
					r=	3
					v=	2
					C=	5046

	SQ	FG	MQ		
összes	0,6	5			
kezelés	0,166666667	1	0,166666667		
hiba	0,433333333	4	0,108333333		
				számolt F=	1,538461538



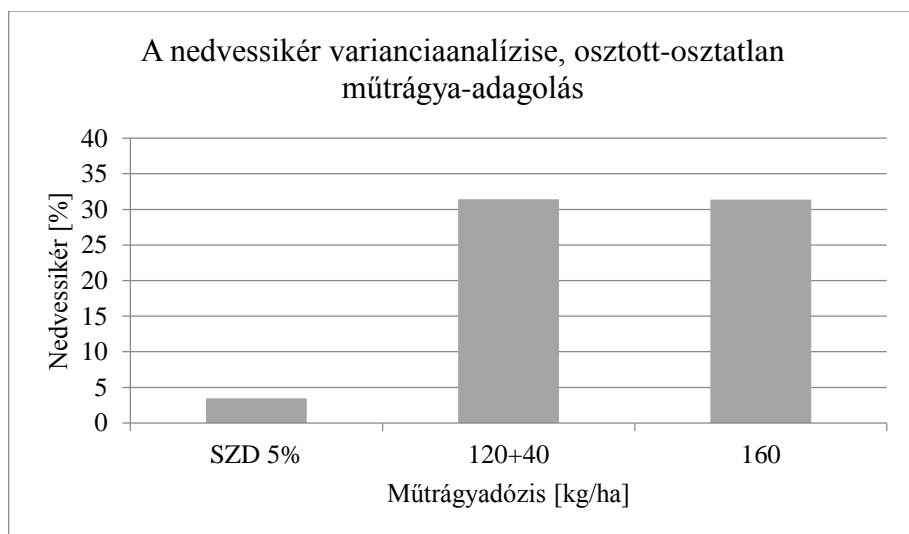
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 0,746147202

188. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

81. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Magdaléna / 2014	120+40	31,8	32,5	30		94,3
	160	30	30,8	33,3		94,1
					G=	188,4
					r=	3
					v=	2
					C=	5915,76

	SQ	FG	MQ		
összes	9,26	5			
kezelés	0,006666667	1	0,006666667		
hiba	9,253333333	4	2,313333333		
				számolt F=	0,002881844



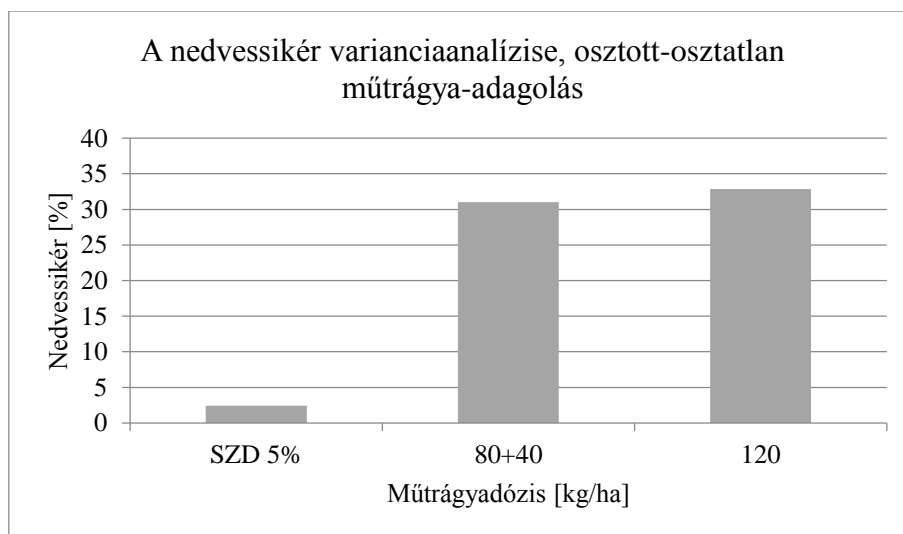
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 3,447962784

189. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Magdaléna, 2014.

82. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Suba / 2014	80+40	30,1	31	31,9		93
	120	33	34	31,6		98,6
					G=	191,6
					r=	3
					v=	2
					C=	6118,426667

	SQ	FG	MQ		
összes	9,753333333	5			
kezelés	5,226666667	1	5,226666667		
hiba	4,526666667	4	1,131666667		
				számolt F=	4,618556701



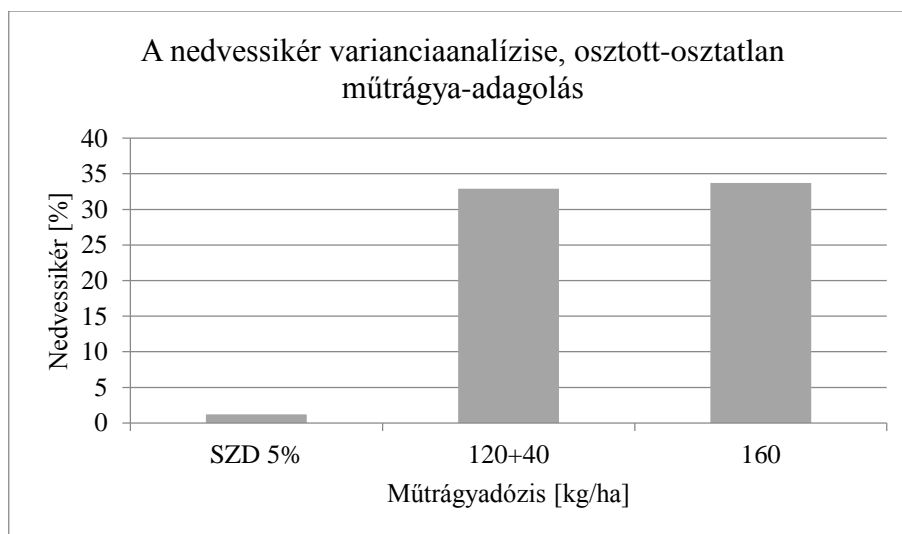
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 2,411585831

190. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

83. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Suba / 2014	120+40	32,4	33,2	33,1		98,7
	160	33	34,1	34		101,1
					G=	199,8
					r=	3
					v=	2
					C=	6653,34

	SQ	FG	MQ		
összes	2,08	5			
kezelés	0,96	1	0,96		
hiba	1,12	4	0,28		
				számolt F=	3,428571429



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,199561386

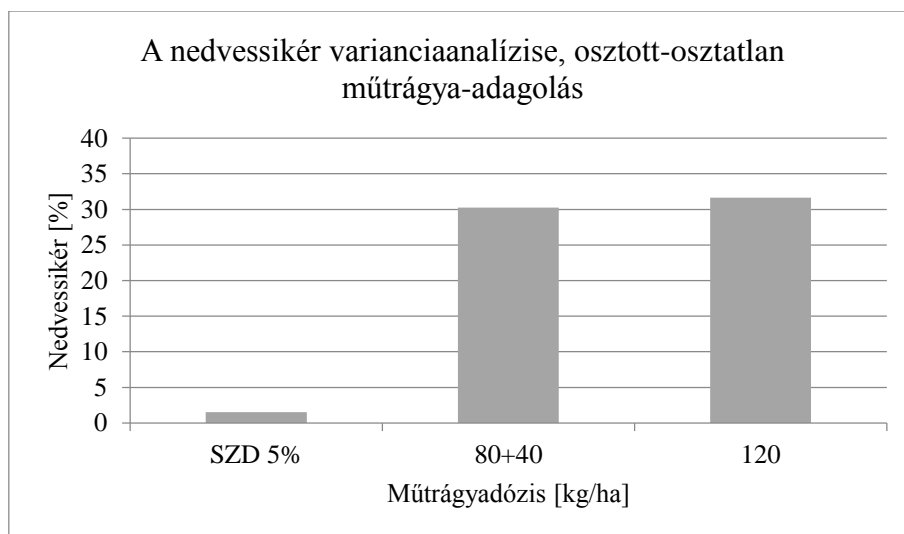
191. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Suba, 2014.



84. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben				összeg
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	80+40	30,1	29,5	31,1		90,7
	120	32,1	31,1	31,7		94,9
					G=	185,6
					r=	3
					v=	2
					C=	5741,226667

	SQ	FG	MQ		
összes	4,753333333	5			
kezelés	2,94	1	2,94		
hiba	1,813333333	4	0,453333333		
				sámolt F=	6,485294118



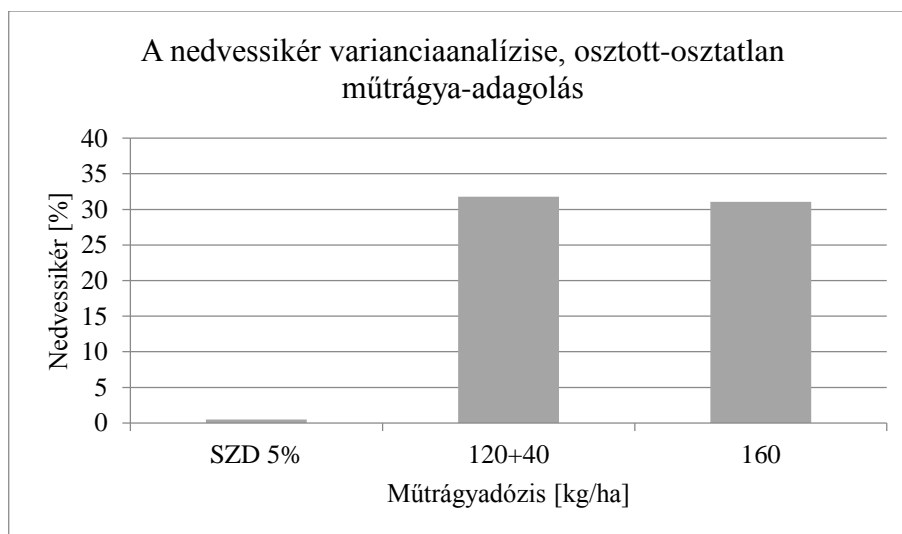
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,526343524

192. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

85. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toborzó / 2014	120+40	31,6	32,1	31,6		95,3
	160	31	31,2	31		93,2
					G=	188,5
					r=	3
					v=	2
					C=	5922,041667

	SQ	FG	MQ		
összes	0,928333333	5			
kezelés	0,735	1	0,735		
hiba	0,193333333	4	0,048333333		
				számolt F=	15,20689655



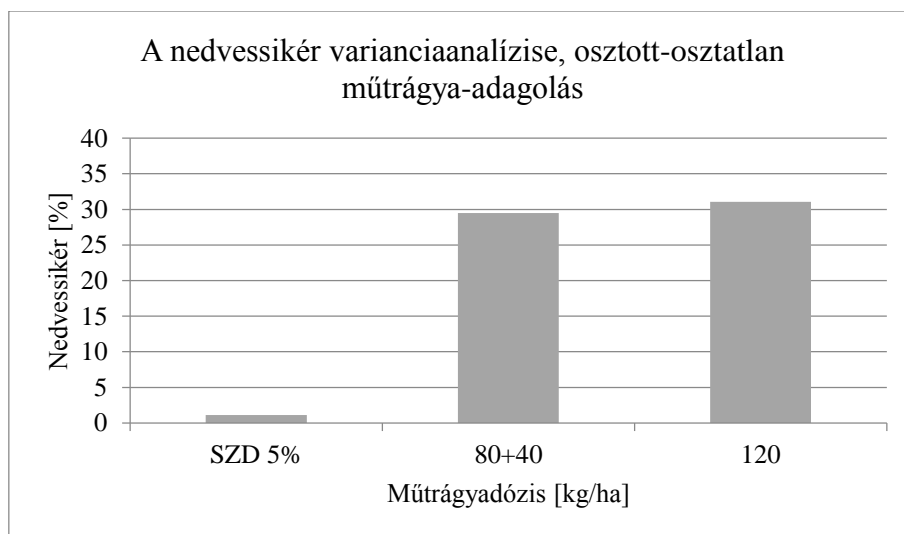
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 0,498387149

193. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toborzó, 2014.

86. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toldi / 2014	80+40	29,5	29	30		88,5
	120	31	30,6	31,6		93,2
					G=	181,7
					r=	3
					v=	2
					C=	5502,481667

	SQ	FG	MQ		
összes	4,688333333	5			
kezelés	3,681666667	1	3,681666667		
hiba	1,006666667	4	0,251666667		
				számolt F=	14,62913907



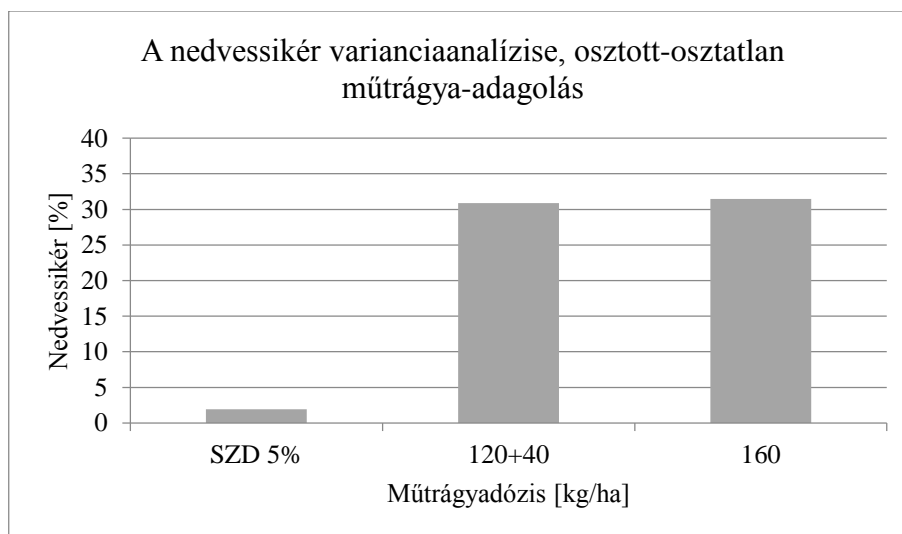
választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: van  
SzD= 1,137250955

194. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

87. Táblázat Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

A nedvessikér varianciaanalízise, osztott-osztatlan műtrágya-adagolás						
Fajta / évjárat	Műtrágyadózis [kg/ha]	Ismétlések véletlen elrendezésben			összeg	
		1	2	3		
Mv Toldi / 2014	120+40	30,4	30,6	31,6		92,6
	160	31,2	30,6	32,6		94,4
					G=	187
					r=	3
					v=	2
					C=	5828,166667

	SQ	FG	MQ		
összes	3,473333333	5			
kezelés	0,54	1	0,54		
hiba	2,933333333	4	0,733333333		
				számolt F=	0,736363636



választott szignifikancia szint: 5 %  
szignifikáns differencia: nincs  
SzD= 1,941306795

195. ábra Osztott-osztatlan adagú fejtrágya kiszórás hatása a nedvessikér arányára, varianciaanalízis – Mv Toldi, 2014.

## 10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Első helyen szeretnék köszönetet mondani dr. Jolánkai Márton professzor úrnak, leginkább azért, hogy ösztönözte a munka elkezdését, majd témavezetőként és intézetigazgatóként minden segítséget megadott ahhoz, hogy azt be is tudjam fejezni.

Köszönöm dr. Tarnawa Ákosnak a szántóföldi kísérletek beállításában és a statisztikai értékelésben nyújtott segítségét.

Köszönöm az intézet laboratóriumi dolgozóinak és minden munkatársának segítségét.

Végül köszönöm családom aprajának és nagyjának a türelmet és a támogatást.