

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Hoffmann Flóra Adél**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Növénytermesztési Tudományok Intézet**  
**Agrármérnök osztatlan szak**

**Az olasz nád takarmány célú hasznosításának vizsgálata**

**Belső konzulens:**      **Dr. Balogh Krisztián Milán**  
**Egyetemi docens,**  
**Élettani és Takarmányozástani Intézet,**  
**Takarmánybiztonsági Tanszék**

**Külső konzulens:**      **Dr. Orosz Szilvia**  
**Takarmányanalitikai igazgató,**  
**Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló**  
**Kft.**

**Készítette:**              **Hoffmann Flóra Adél**

**Gödöllő**

**2024**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés .....	5
2.1. Az olasz nádban rejlő lehetőségek .....	5
2.2. Biológiája, termesztése.....	5
2.3. Felhasználása, termesztési célok .....	7
2.4. Takarmány célú felhasználása.....	9
2.5. A vizsgálat során használt eszközök ismertetése .....	10
3. Anyag és módszer .....	12
3.1. Az eljárás leírása .....	12
3.2. Mintavételezés.....	12
3.3. NIR spektroszkópia .....	13
3.4. Statisztikai elemzés .....	14
4. Eredmények.....	15
4.1. A korai időpontban, 2,5 magasságban betakarított zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (2022. 06. 29.) .....	15
4.1.1. Összefüggés-vizsgálat a minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége között .....	15
4.2. A különböző fenológiai jellemzőkkel rendelkező zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (2022.08.08.) .....	25
4.2.1. Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége .....	25
4.2.2. A különböző fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége .....	27
4.3. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (betakarítás: 2022.10.05.).....	29
4.3.1. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs dokumentációja	29
4.3.2. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtásból készült modellszilázs táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (betakarítás: 2022.10.05.).....	32

4.4. Az üzemi betakarításból származó olasznádszilázs-minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége .....	33
4.5. Az üzemi tartósításból származó olasznádszilázs betakarítása és silózása (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.) .....	35
4.6. Az üzemi tartósításból származó olasznádszilázs tenyésznövendékekkel való próbaetetése (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.) .....	37
5. Értékelés és következtetések .....	40
6. Összefoglalás .....	43
7. Köszönetnyilvánítás .....	45
8. Irodalomjegyzék .....	46

## 1. Bevezetés és célkitűzések

Diplomadolgozatom célja az olasz nád (*Arundo donax L.*) széleskörű megismerése, valamint takarmánycélú felhasználásának vizsgálata.

Az elmúlt évek aszályos időjárása miatt indokolttá válik a kukorica kiegészítésére, akár leváltására alkalmas növény behozatala a magyar mezőgazdaságba. Az olasz nád (*Arundo donax L.*) egy magasra növő, nagy biomasszát adó, évelő fűféle. Energetikai és építőipari felhasználása régóta ismert, azonban az éghajlatváltozás következtében takarmány célú előállítás is meggondolandó hazánk területén. Termesztése a talajra rendkívül kedvező hatással van, csökkenti az eróziót, nitrogént köt, illetve egyes toxikus anyagokat (pl. Cd, Pb) is képes kivonni a talajból. A gödöllői központú Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 2021-ben kezdte meg az olasz nád takarmány célú felhasználásának vizsgálatait, melyek elsődlegesen jó eredményeket hoztak, táplálóanyag értékei megfelelhetnek szarvasmarha növendékeknek, húsmarháknak, anyateheneknek.

A dolgozatom célja, hogy ezen új takarmány etethetőségét, hasznosíthatóságát és a takarmánybázisban betölthető szerepét tudományosan alátámasszam.

A kutatás alapja a szarvasi olasz nád-ültetvényről származó

1. korai időpontban, de 2,5 magasságban betakarított olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022. 06. 29.),
2. különböző fenológiai jellemzőkkel (fenotípus és fenológiai fázis szerint) rendelkező olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022. 08. 08.),
3. erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs laboratóriumi vizsgálati eredményei (betakarítás: 2022.10.05.), valamint
4. ezt követően egy „élesben” történő üzemi betakarítás, üzemi tartósítás, majd állatokkal való próbaetetés volt (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.).

Ezen eredmények alapján értékeltem a növény táplálóanyag-tartalmát és táplálóértékét különböző fenológiai fázisokban, valamint különböző fenotípusos jellemzők esetében. Továbbá értékeltem silózhatóságát, etethetőségét és pozicionáltam a takarmányozásban betölthető szerepe alapján.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. Az olasz nádban rejlő lehetőségek

Az olasz nád egy évelő, lágyszárú fűféle. Akár 4-6 méter magasra is megnőhet, robosztus szárai kemények. A világ számos táján termesztik és használják fel bioetanol, biogáz, biomassza előállításra, de a bútortiparban és építőiparban is alkalmazzák. Ezekon felül a környezetvédelmi vonatkozása is megemlítendő, rizómás növény ugyan, de nem terjed messzire, valamint nem invazív faj. Nagyobb beruházást a telepítése igényel, azonban ezen túl nem igényel jelentős talajművelést, gyomirtást, valamint a tápanyag igénye is elenyésző. Klímaváltozásokkal szemben ellenálló, a szárazságot mélyre hatoló gyökere révén kitűnően tolerálja. Hazánkban a hidegebb telek veszélyeztethetik. Az ültetvény élettartama akár 20 évnél is több lehet.

Az Azori-szigeteki Egyetemen 2014-2020 között futott egy (Inv2Mac), melynek során több kutatás és kísérlet zajlott inváziós fajok ipari felhasználásának kapcsán. E pályázat keretében az olasz nád is több ízben górcső alá került. Vizsgálták a tápérték potenciálját: kémiai összetételét, *in vitro* emészthetőségét, bendőbeli gáztermelését, valamint becslések történtek az energiatartalmára vonatkozóan. Tömegetakarmányként a következő értékek kerültek vizsgálatra: nyersfehérje és a különböző rostfrakciók: neutrális detegens rost (NDF) savdetergens rost (ADF), savdetergens lignin (ADL). A kutatások során az eredmények jó emészthetőséget, de gyenge takarmányértéket mutattak (Nunes és mtsai. 2022, Maduro Dias és mtsai. 2023).

Az olasz nád kiváló alternatívája lehet a silótakarmányoknak, azonban a hazai hasznosítása még nem eléggé kidolgozott, további tesztelést és vizsgálatokat igényel (Orosz, 2022). Gödöllőn, az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 2021-ben és 2022-ben folytatott kísérletei kimutatták, hogy a fiatal, korai fenológiai fázisban betakarított hajtások silózott tömegetakarmányként is hasznosíthatóak tenyésznövendékeknek, extenzív húsmarháknak, valamint anyateheneknek (Orosz 2022).

### 2.2. Biológiája, termesztése

A ma már Európa mediterrán térségeiben és Amerikában is elterjedt növény eredeti élőhelye Kelet-Ázsia (Gyuricza 2014). A pászitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó, C3-típusú fotoszintézist folytató, évelő, lágyszárú növény, szára sima, üreges, akár a 6 métert is elérheti,

gyökereit 4-6 méterre is lejuttatja (Orosz 2022). Széles, kékeszöld levelei lehajlóak. Magyarországi éghajlaton magjai sterilek, nem termőképesek, azáltal nem tekinthető invazív, kiirthatatlan fajnak (Simon 2017).

Fejlődéséhez hazánk hőmérséklete megfelelő, az átlagosnál hidegebb telek árthatnak neki, a fiatal állomány kifagyhat. Talaj vonatkozásában nem kimondottan igényes, kedveli a laza, homokos, vízzel jól ellátott talajokat, azonban szárazabb, szikes, meszes talajon is sikerrel termesztendő. A talaj kémhatása szempontjából tűrőképessége széles, 5,0-8,7 közötti pH értéket kedveli (Simon 2017). Időszakos szárazságot jól tolerálja, aszályos és hőstresszes időszakot is átlagos terméssel vészeli át (Orosz 2022). A csapadékra igényes, vízparti, vízhez közeli területeken termesztendő a leghatékonyabban, ennek ellenére az időszakos szárazságot jól tűri, az termésbeli változást nem okoz. Fontos, hogy a talaj 2-3 méteres mélységében legyen talajvíz. A csapadék mennyiségére és eloszlására igényesebb, mint a talaj adottságaira (Gyuricza 2014, Simon 2017). Vegetációs időszakban a vízszükséglete 300-700 mm. A növény legnagyobb tömegét, megközelítőleg 80%-át a szár adja, a maradékot a levelek teszik ki (Simon 2017).

Előveteményre nem igényes, előnyösek a korán lekerülő kalászosok, kevésbé megfelelőek az ősszel betakarított növények (Gyuricza 2014). Az őszi 30-40 cm-es mélyszántást meghálálja, tömörödött, 70-80 cm mélyen eketalpas talajt lazítani szükséges, homoktalajt elegendő tavasszal elmunkálni. Aprómorzás, elmunkált talajba a legkedvezőbb a telepítése. Törekedni kell a talajnedvesség megtartására. Telepítés előtt szükséges totális gyomirtót használni, akár többször is (Gyuricza 2014, Simon 2017, Orosz 2022).

A telepítéskori tápanyagok nagy részét a rizómák segítségével a növény újrahasznosítja, így a tápanyag-utánpótlás igénye elenyésző. Ennek ellenére a nitrogén műtrágyázás kedvezően hat a termés mennyiségére (Simon 2017, Orosz 2022). Évi 20 mm szarvasmarha hígtrágya kijuttatása esetén 30-70%-os hozamemelkedés várható (Ceotto 2015).

Telepítése igényli a legnagyobb beruházást, illetve munkálatokat. Ideje március végétől május elejéig tart, hazánkban inkább május eleje-közepe az alkalmas. Telepítéséhet a 10°C-os talajhőmérséklet megfelelő (Gyuricza 2014). A telepítési sűrűség mérsékelt éghajlaton 5-10 ezer db/ha, melegebb térségekben 10-20 ezer db/ha. Telepíthetjük 70 cm-es sortávval és 50 cm-es tőtávval, illetve 1x1 méteres kvadrátokba. Az ültetési mélység 10-15 cm (Simon 2017, Orosz 2022).

Ültetéskor, valamint az első évben száraz időszakban ajánlott öntözni az állományt, ezzel segítve a növekedés megindulását. Ez végezhető lajtoscocsival, vagy egyéb öntözési technológiával (Orosz 2022).

Növényvédelme csupán a gyomirtásra korlátozódik, melyet első évben kell elvégezni, ezt követően a záródó növényzet miatt elnyomja a konkurens gyomokat. A nád megeredését követően használhatunk kétszikű gyomok ellen hormonhatású gyomirtót (pl. 2,4-D (diklorofenoxi-ecetsav)). Jelentős kártevők és kórokozók egyelőre nem ismertek, ezért növényvédőszer nem igényel. Nagyfokú rezisztenciát mutat betegségekkel szemben. Elmondható, hogy egyéb szántóföldi kultúrában termesztett növényekkel összehasonlítva kevés növényvédelmet igényel (Simon 2017, Acharya 2018, Orosz 2022).

Betakarítása történhet egy, vagy két menetben, jól gépesíthető. Egy menetben azonnali aprítással és szállítással, két menetben a renden fonnyasztható a növény, majd silózható vagy bálázható. Számolni kell a szár magas nedvességtartalmával, melynek értéke 36-49% őszi betakarításkor (Gyuricza 2014). Takarmánynövényként betakarítva 25-30% az elérhető szárazanyag-tartalom (Orosz 2022). Tömegetakarmány előállítás szempontjából előnyösebb az egy menetben való betakarítás: a hamutartalom így alacsony, a nyersfehérje-tartalma mérsékelt, a cukortartalom elegendő az erjesztéshez. Ekkor a betakarított anyag vizesebb, javasolt szalma aprítékkal, abrakdarával történő keverése. Két menetben való betakarításkor a 35%-os szárazanyag-tartalom könnyebben elérhető (Orosz 2022). Az energetikai iparban egyéves vágásforduló a mérvadó, ekkor termésátlaga 10-35 t/ha (Gyuricza 2014).

A fajtaválasztást befolyásolja a termesztés célja. Tömegetakarmány előállítási céllal törekedni kell olyan fajta kiválasztására, amely az optimális nedvességtartalmat produkálja 1,5-2 méteres magasságnál (Simon 2017, Orosz 2022).

### **2.3. Felhasználása, termesztési célok**

Ipari felhasználása rendkívül sokoldalú. Közvetlenül felhasználható égetéssel történő hőfejlesztésre és áramfejlesztésre, pellet, apríték vagy brikett formájában. Fűtőértéke megegyezik a többi energianövényével (18,7±1,2 MJ/kg). Energetikai célú felhasználás során a korábban említett nagy hamutartalom nem előnyös. Egyéb energianövényekhez mérten, - a kimagaslóan nagy hektárra vetített biomassza-tartalom miatt - több bioetanol állítható elő; 11 ezer l/ha. Biogáz



hozama egy hektárra vetítve kedvező. A benne található lignocellulózok segítségével biodízel állítható elő (Simon 2017). Az energetikai felhasználáson kívül az olasz nád jó alapanyag az építőiparban, valamint a bútorigarban; falpanel, forgácslemez, bútorlap készül belőle. Számos egyéb célra is megfelel, – a teljesség igénye nélkül – hangszerek (pl. fuvolák), papíripari hasznosítás, műszaki textíliák, biopolimer, bioolaj, élelmiszeraroma, humuszanyagok létrehozására alkalmas (Alshaal 2013, Simon 2017).

Meleg éghajlatú, déli országokban az olasz nád invazív fajként számontartott növény (Cavallaro 2014). Hazánk mérsékelt övében ez nem okoz problémát, ezen a klímán nem hoz termékeny magot (Simon 2017). Mélyre hatoló gyökerével, és a szélsőséges talajviszonyok között is megél és védi a talajt az eróziótól (Visconti 2020). Megkötö a szerves anyagokat a talajban, ezzel javítva a talaj minőségét (Simon 2017, Orosz 2022). Az olasz nád alacsony vízellátottság mellett is képes hatékonyan felvenni a rendelkezésre álló vizet. Ez az eredmény azt jelzi, hogy a száraz időszakokban mérsékelt öntözés mellett is termesztethető (Cosentino 2014). A különböző genotípusok eltérhetnek a gyökérszóna vízvevő képességében (Zegada-Lizarazu 2017).

Az olasz nád rizómái segítségével egyaránt képes a talajok és a szennyvizek fitoremediációjára. A fitoremediáció növények és a hozzájuk tartozó mikrobák használatát jelenti a talajban, vízben és levegőben. Ezekkel kivonható és stabilizálható több nehézfém, mellyel csökkenthető a kockázata a szennyeződéseknek és megfertőződéseknek (Fernando 2016).

Aszálytűrő képességével, gyors növekedésével, sőtűrésével, alacsony input anyag igényével és a széleskörű felhasználási lehetőségekkel egy kiválóan alkalmas növény erre a célra (Di Mola 2018). 2014-ben végeztek vizsgálatokat a nehézfémekkel szennyezett talajokon, melyeken olasz nádat telepítettek. Arra az eredményre jutottak, hogy magasabb csapadék mellett a növények biomasszájában magasabb a nehézfémek – cink és króm - abszorpciója, tehát a megfelelő mennyiségű csapadék elengedhetetlen ezen anyagok fitoextrakciójához. Toxikus nehézfémeket tartalmazó szennyvíziszappal történő kezelés hatására az állomány a következő két évben szignifikáns növekedést mutatott, a föld feletti szervekben a toxikus anyagok (kadmium, ólom) nem voltak nagyobb mennyiségben kimutathatók. Kutatások kimutatták, hogy természetének hatására növekedett a talaj enzimek aktivitása, különös tekintettel a kataláz, dehidrogenáz és ureáz enzimekre. Ezáltal a növény képes a vörös iszap által károsodott talajok javítására (Papazoglou 2004, Fernando 2016).

## 2.4. Takarmány célú felhasználása

Az Azori-szigeteki Egyetem kísérletei során az olasz nád nedves kémiai analízissel vizsgálták. A nyersfehérje-tartalom a mikro-Kjeldahl módszerrel lett vizsgálva. Az Azori-szigeteken végzett vizsgálatok során mért szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és nyershamu-tartalom az 1. táblázatban látható.

**1.táblázat:** Az Azori-szigeteken az olasz nád esetében mért szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír és nyershamu-tartalom.  
(forrás: Nunes és mtsai. 2022, Maduro Dias és mtsai. 2023, saját szerkesztés)

	<b>Szárazanyag</b> g/kg	<b>Nyersfehérje</b> g/kg sza.	<b>Nyerszsír</b> g/kg sza.	<b>Nyershamu</b> g/kg sza.
Nunes 2022	244	168,6	20,3	107,3
Szórás	6,1	3,6	1,3	1,2
Maduro Dias 2023	235,6	156,9	18,2	107,6

A 2. táblázatban a Nunes és mtsai. 2022-ben, valamint Maduro Dias és mtsai. 2023-ban vizsgált minták neutrális detergens rost, savdetergens rost, savdetergens lignin, hemicellulóz és cellulóz-tartalma figyelhető meg.

**2.táblázat:** Az Azori-szigeteken az olasz nád esetében mért NDF, ADF, ADL, hemicellulóz és cellulóz-tartalom.  
(forrás: Nunes és mtsai. 2022, Maduro Dias és mtsai. 2023, saját szerkesztés)

	<b>NDF</b> g/kg sza.	<b>ADF</b> g/kg sza.	<b>ADL</b> g/kg sza.	<b>Hemicellulóz</b> g/kg sza.	<b>Cellulóz</b> g/kg sza.
Nunes 2022	703,4	334,4	31,6	369	302,8
Szórás	1,4	6,4	2,2	n.a.	n.a.
Maduro Dias 2023	719,3	356,6	37,6	362,7	319

Az Azori-szigeteken vett minták szárazanyag- és szervesanyag emészthetőségét, bruttó, metabolizálható és laktációs nettó energiatartalmát a 3. táblázat tartalmazza.

**3.táblázat:** Az Azori-szigeteken az olasz nád esetében mért szárazanyag- és szervesanyag emészthetőség, BE, ME és NEI-tartalom.  
(forrás: Nunes és mtsai. 2022, Maduro Dias és mtsai. 2023, saját szerkesztés)

	Sza. emészthetőség %	Szervesa. emészt. %	BE MJ/kg sza.	ME MJ/kg sza.	NEI MJ/kg sza.
Nunes 2022	60,44	59,62	16,96	n.a.	n.a.
Szórás	1,22	1,41	1,18	n.a.	n.a.
Maduro Dias 2023	58,16	55,43	n.a.	7,08	3,96

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 2021-ben és 2022-ben kísérleti céllal betakarított olasz nád mintákat közeli infravörös (near infrared, NIR) spektroszkópiával vizsgált. Ezen eljárás a fény és a minta kölcsönhatásán alapul. A szerkezet által kibocsájtott fotonok részben elnyelődnek, részben áthaladnak rajta, a felületéről verődnek vissza, vagy a belső rétegekbe hatolnak, és onnan verődnek vissza. A NIR szempontjából utóbbi releváns. Előnye, hogy gyors, hatékony és nem roncsolja a mintát. Egyaránt alkalmas talajok, állati termékek, takarmányok, bendőtartalom stb. vizsgálatára (Bázár & Romvári 2009).

## 2.5. A vizsgálat során használt eszközök ismertetése

A kísérlet során NIR készülékkel vizsgáltuk a mintákat. Hagyományos eljárás során a takarmány mintákat nedves kémiai eljárással vizsgálják meg a takarmánylaboratóriumban. Ennek során a mintákat egyesével, a különböző paramétereket különböző kémiai eljárásokkal vizsgálják. Ez a vizsgálat meglehetősen időigényes, valamint precíz emberi munkát igényel, nagy a hibalehetőség. A nedves kémiai eljárást kiegészítve, illetve lecserélve jelent meg az infravörösközeli színeképelemzés (NIR) ([http 1](http://1)).

Az infravörös sugárzást elsőként William Herschel jegyezte fel, mikor arra kereste a választ, hogy a prizmával bontott napfény melyik színe felelős a hőképzésért. 35 évvel később, 1835-ben Ampère volt az, aki megállapította, hogy a fény és az „infravörös sugárzás” között csak a hullámhosszban van különbség. 1881-ben Abney és Festing rögzítette az első NIR spektrumot fotográfias eljárással. Ők jutottak arra a megállapításra, hogy az abszorpciók a folyadékok kémiai összetételétől függenek. A NIR első célzott alkalmazása mezőgazdasági területen az Egyesült Államokban történt. Lisztek víztartalmát szerették volna vizsgálni, azonban észrevették, hogy a víztartalom

megállapításakor zavarja a mérést a gabona fehérjetartalma. Ezt követően a különböző komponenseket (víz, fehérje, zsír) külön-külön is mérni tudták (Bázár 2011).

A módszer használati területe ezt követően kiterjedt, alkalmazták a gyógyszeriparban, az orvostudományban, majd a nehéz- és könnyűiparban is. Fő alkalmazási területe az eljárásnak azonban akkor, és most is a mezőgazdaság. Jelenleg ez az egyik legelterjedtebb technológia az anyagok kémiai szerkezetének és termékek tisztaságának megállapítására ([http 1](#)).

Egy minta elemzése fél percet vesz igénybe, ezáltal egy óra alatt akár több, mint száz minta kiértékelését is megkaphatjuk. Egy 30 másodperces mérés alatt a műszer körülbelül 50 képet készít ([http 1](#)).

Ezek a minták egy nemzetközi adatbázisba kerülnek, ahonnan az eredmény akár két óra alatt is visszaérkezhet. A nemzetközi adatbázis több évtizednyi nedves kémiai, emészthetőségi és *in vitro* lebonthatósági mérések alapján áll össze. A vizsgálat során kémiai referenciamódszerekkel meghatározott vizsgálati eredmények alapján adják meg a színképhez tartozó takarmány vizsgálati paramétereinek értékét ([http 1](#)).

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Takarmányanalitikai Laboratóriumának több, mint 10 éves tapasztalata van az közeli infravörös tartományú színképelemzéssel. Ezeket a vizsgálatokat helyben, a Hollandiában található wageningeni központú Eurofins Agro céggel együttműködésben alapították és működtetik jelenleg is. A takarmánymintákat széles körben vizsgálják, a szilázsoktól, szenázsoktól, a szénaféléken át, egészen a különböző abraktakarmányokig terjed a palettájuk. Az analitika pontosságát a különböző takarmánytípusokra való különböző kalibrációk biztosítják ([https 1](#)).

### **3. Anyag és módszer**

#### **3.1. Az eljárás leírása**

Az alkalmazott módszerek az alábbi célok megvalósítását szolgálták. Vizsgáltam a szarvasi olasz nád-ültetvényről származó

1. korai időpontban, de 2,5 magasságban betakarított olasz nád minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (2022. 06. 29.),
2. különböző fenológiai jellemzőkkel (fenotípus és fenológiai fázis szerint) rendelkező olasz nád minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (2022. 08. 08.),
3. erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült szilázs minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (betakarítás: 2022.10.05.), valamint
4. üzemi betakarításból származó minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét.

Az üzemi tartósításból származó szilázst tenyésznövényekkel etetve vizsgáltam az étvágyat (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.). A növény Szarvason a MATE Szarvasi Képzési Hely területén az Arundo Bioenergy Kft. közreműködésével lett telepítve 2018-ban. A laboratóriumi analízisek 2021., 2022. és 2023. folyamán történtek, a kísérleti etetésre pedig 2023-ban került sor.

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. takarmányanalitikai laboratóriuma az Eurofins Agro által megadott referencia adatbázis alapján készíti a minták értékelését.

#### **3.2. Mintavételezés**

Az első vizsgálatok alkalmával a növény kézzel, metszőollóval, megadott magasságban került betakarításra és már a betakarítás napján el lett szállítva a takarmánylaboratóriumba, ahol ágdarálóval megfelelő méretűre lett szecskázva.

Kétféle típust különböztettünk meg az olasz nád esetében ezen a területen: mediterrán és sűrű levélzetű. A mediterrán típus egy nyurgább, vékony szárral rendelkező, hosszú ízközű fenotípus, míg a sűrű levélzetű vastag szárral és rövid ízközökkel rendelkezik.

Négy különböző alkalommal történt betakarítás a kísérlet céljára, majd ezen felül egy teljesen gépesített betakarítás alkalmával készült az állatoknak szánt takarmány.

A betakarítások időpontjai: 2021.09.09., 2022.06.29, 2022.08.08., 2022.10.05. és 2023.06.24. A 2021-es betakarítás alkalmával a mediterrán típust két magasságban takarították be: 150 centiméteres 1. éves, 180 centiméteres 2. éves és 180 centiméteres 3. éves állomány. 2022-ben az első alkalommal egy magasságban, 200 centiméteresen lett levágva a mediterrán minta.

A második mintavételezés alkalmával mindkét fenotípus görcső alá került, a mediterrán típus 180 és 220 centiméteres magasságban, a sűrű levélzetű pedig 180 centiméteresen.

Az őszi alkalommal az olasz nád 150 centiméteres magasságban, kizárólag a mediterrán típus figyelembevételével történt a vágás.

A minták az aprítás után vödörökben lettek tömörítve és eltárolva. Ezeket a mintákat aztán a laboratórium eszközeivel vizsgálták.

### **3.3. NIR spektroszkópia**

A vizsgálat során a mintákat előszárítják 70 °C-os hőmérsékleten. Ezt követi a minták finomra darálása (1 mm), majd boroszilikát üvegbe mérése. Ezeket helyezik a NIR készülékbe, amely elvégzi a szinképet.

A NIR módszer a következő értékeket mérte ezen takarmányminta esetében g/kg szárazanyag mennyiségben: szárazanyag (g/kg), nyersfehérje, nyerszsír, nyershamu, cukor, keményítő, hamuval korrigált és amiláz enzimmel előkezelt neutrális detergens rost (aNDF<sub>om</sub>), sav detergens rost (ADF), sav detergens lignin (ADL), nem rost jellegű szénhidrátok (NFC), oldódó nyersfehérje százalékban és g/kg szárazanyagban kifejezve, nitrát, szerves anyagok emészthetősége (OM<sub>d48</sub>, %), 48 órás inkubációs idő alatt a bendőben lebontható NDF (dNDF<sub>48</sub>). Ezen felül a holland és a francia fehérje- és energiaértékelési rendszerben releváns adatok is mérésre és számításra kerültek.

A mérések az alábbi szabvány módszerek alapján készültek: mintaelőkészítés: MSZ EN ISO 6498:2012, érzékszervi vizsgálat: MSZ 680-1:1983, nedvesség (szárazanyag: számított): MSZ ISO 6496:2001, nyershamu: ISO 5984:2002.

A referencia adatbázis felépítéséhez használt kémiai módszerek: nyersfehérje: NEN-ISO 5983-2 EG guideline L54 2009/152, nyersrost: NEN-EN-ISO 6865 EG guideline L54 2009/152, nyerszsír: NEN-ISO 6492, EG guideline L54 2009/152, keményítő: NEN-EN-ISO 15914, oldható

nyersfehérje: NEN-ISO 5983-2, NDF: NEN-EN-ISO 13906, ADF: NEN-EN-ISO 13906, ADL: NEN-EN-ISO 13906, cukor: EG guideline L54 2009/152.

### **3.4. Statisztikai elemzés**

Az adatok leíró statisztikai értékeléséhez (átlag, szórás, variációs koefficiens /CV%/) a Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corp.) programot használtam.

Az adatok normál eloszlásának vizsgálatát és a különböző paraméterek közötti kapcsolat felmérést (lineáris regresszióanalízis) a GraphPad Prism 9.5.1 (GraphPad Software Inc.) programmal végeztem.

A vizsgált paraméterek közötti lineáris kapcsolat ábrázolására a GraphPad InStat 3.05 programot (GraphPad Software Inc.) használtam.

Az azonos magasságban betakarított, két eltérő fenotípusba tartozó olasz nád, valamint az azonos fenotípusba sorolható, de két eltérő fenológiai fázisban (magasság mellett) betakarított olasz nád esetében mért paraméterek átlagértékeinek összevetése kétmintás t-próba segítségével történt. Amennyiben a szórásérték között az f-próba alapján statisztikailag igazolható eltérés mutatkozott, a kétmintás t-próbát Welch-korrekciónal végeztem el. A munkához a GraphPad InStat 3.05 programot (GraphPad Software Inc.) használtam.

## 4. Eredmények

### 4.1. A korai időpontban, 2,5 magasságban betakarított zöld olasz nád minták táplálékanyag-tartalma és emészthetősége (2022. 06. 29.)

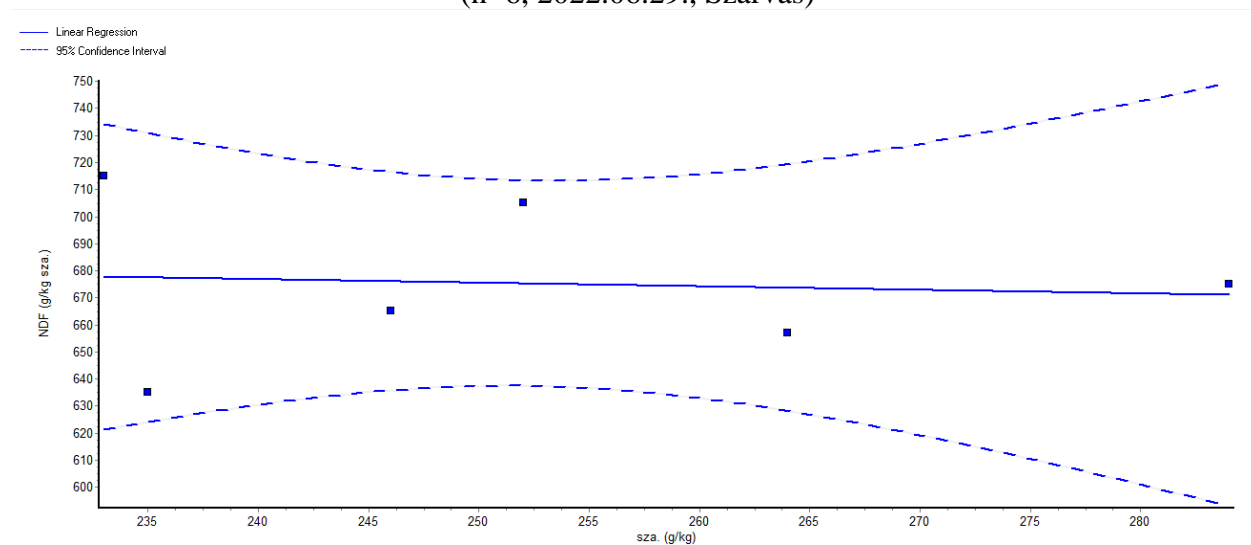
#### 4.1.1. Összefüggés-vizsgálat a minták táplálékanyag-tartalma és emészthetősége között

Alábbiakban a 2022.06.29-én betakarított zöld olasz nád minták táplálékanyagai közötti összefüggéseket szeretném ismertetni.

A vizsgálatra került 6 olasz nád minta szárazanyag-tartalma 233 és 284 g/kg között alakult, 252 g/kg átlagérték mellett. A bevizsgált minták neutrális detergens rost tartalma esetében 675 g/kg szá. átlagérték volt mérhető, 635 g/kg szá. minimum és 715 g/kg szá. maximum érték mellett.

Az 1. ábrán az olasz nád minták szárazanyag- és neutrális detergens rost tartalmának összefüggése látható. Ahogy az ábrán is megfigyelhető, a két változó között nem volt kimutatható statisztikailag igazolható lineáris összefüggés.

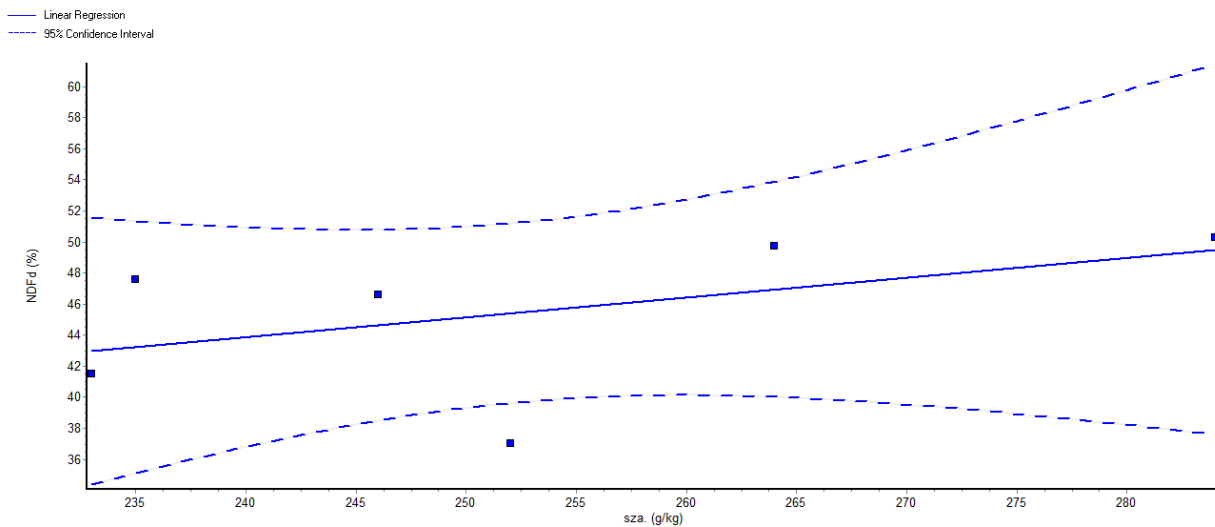
**1. ábra:** Az olasz nád minták szárazanyag és NDF tartalma közötti kapcsolat (n=6, 2022.06.29., Szarvas)





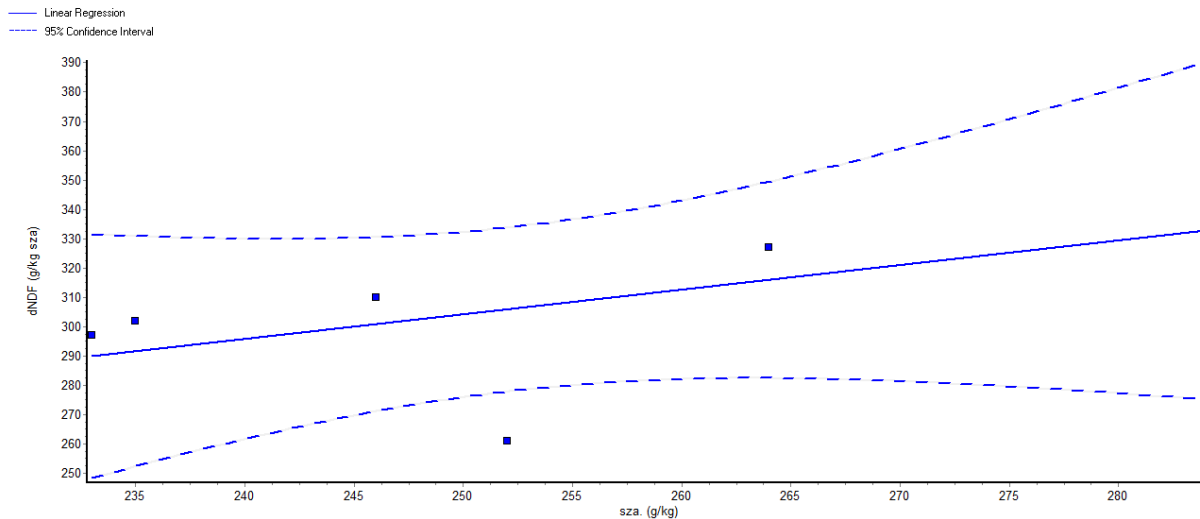
A 6 olasz nád minta 48 órás bendőbeli rostlebonthatóság értéke ( $NDF_{d48}$ ) 37 és 50% között mozgott, 45%-os átlagérték mellett. Az olasz nád minták szárazanyag tartalma és a bendőbeli rostlebonthatóság közötti kapcsolatot az 2. ábrán figyelhetjük meg. A szárazanyag-tartalom és a neutrális detergens rost bendőbeli rostlebonthatósága ( $NDF_{d48}$ ) között szignifikáns lineáris kapcsolat nem volt igazolható, tehát az megállapítható, hogy a vizsgált tartományban a szárazanyag-tartalom növekedése a neutrális detergens rost bendőbeli rostlebonthatóságát ( $NDF_{d48}$ ) statisztikailag igazolhatóan nem rontotta.

**2. ábra:** Az olasz nád minták szárazanyag tartalma és az NDF bendőbeli lebonthatósága ( $NDF_d$ ) közötti kapcsolat (n=6, 2022.06.29., Szarvas)



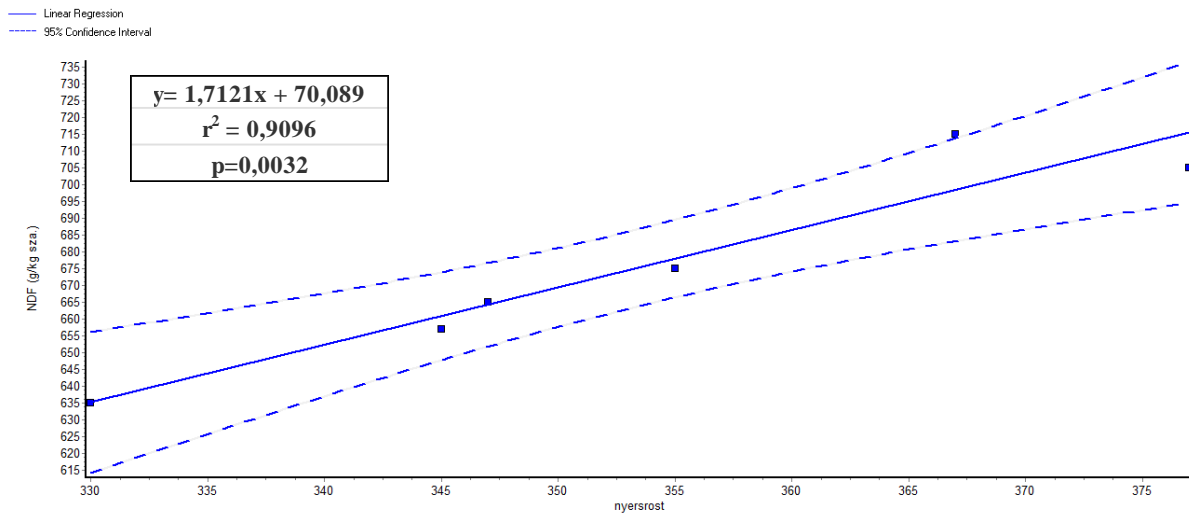
A minták összes lebontható NDF (dNDF<sub>48</sub>) tartalma 261 és 340 g/kg sza. között alakult, 306 g/kg sza. átlagérték mellett (3. ábra). Az olasz nád minták szárazanyag-tartalma és bendőben lebontható NDF (g/kg sza.) tartalma között statisztikailag igazolható lineáris kapcsolat nem volt kimutatható (3. ábra).

**3. ábra:** Az olasz nád minták szárazanyag- és összes lebontható NDF (dNDF<sub>48</sub>) tartalma közötti kapcsolat  
(n=6, 2022.06.29., Szarvas)



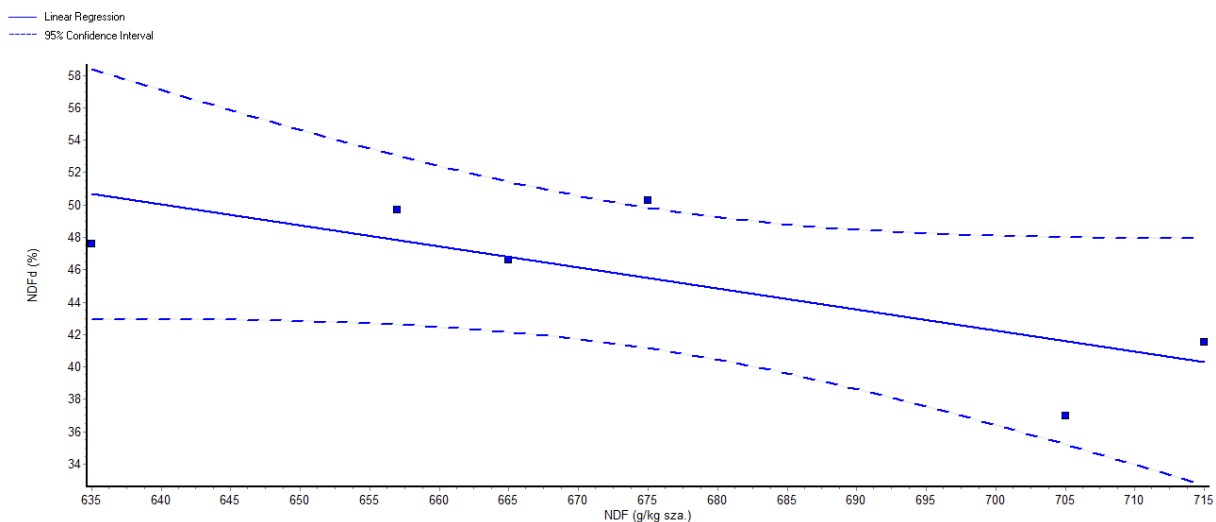
A vizsgálatra került 6 olasz nád minta nyersrost tartalma 330 és 377 g/kg sza. között alakult, 354 g/kg sza. átlagérték mellett. A 4. ábrán látható az összefüggés az olasz nád minták nyersrost-tartalma és NDF tartalma között. Ahogy az ábrán nyomon követhető, a két változó között igen erős pozitív korreláció mutatkozott ( $r=0,953$ ), mely statisztikailag igazoltnak bizonyult,  $p<0,01$  szignifikanciaszinten.

**4. ábra:** Az olasz nád minták nyersrost-tartalma és NDF-tartalma közötti kapcsolat  
(n=6, 2022.06.29., Szarvas)



A 5. ábrán a bevizsgált olasz nád minták neutrális detergens rost (NDF) tartalma és annak bendőbeli lebonthatósága (NDF<sub>d48</sub>) közötti összefüggés látható. Az ábrán jól nyomon követhető a negatív korreláció a két változó között, vagyis a rosttartalom növekedése a rost emészthetőségnek csökkenését eredményezte. Jóllehet a két változó között szignifikáns lineáris kapcsolat nem volt igazolható.

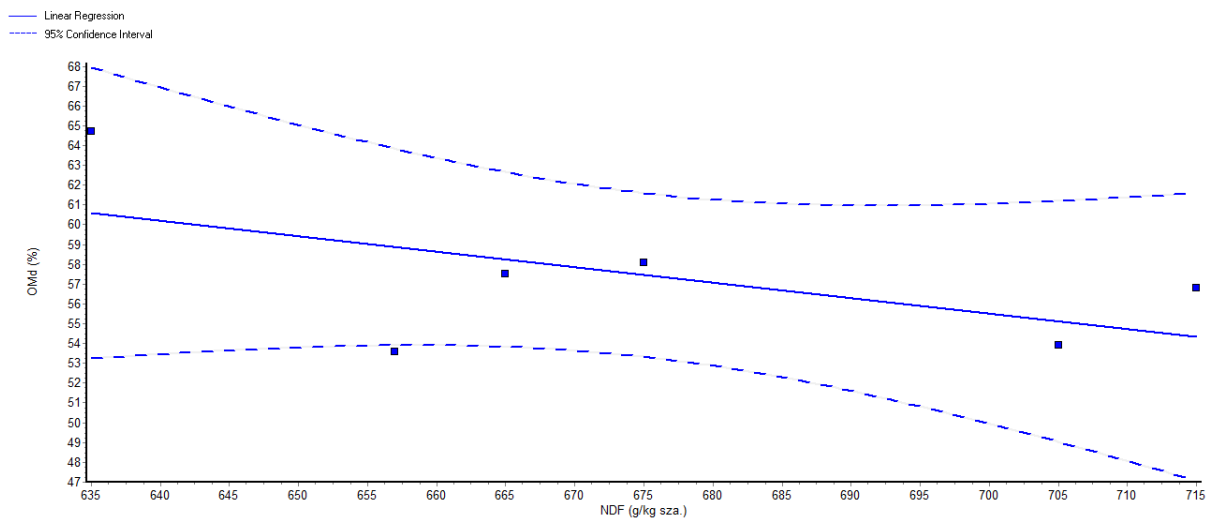
**5. ábra:** Az olasz nád minták NDF tartalma és annak bendőbeli lebonthatósága (NDF<sub>d48</sub>) közötti kapcsolat  
(n=6, 2022.06.29., Szarvas)



A mintákból meghatározott szerves anyagok emészthetőség (OMd) értékek 54% és 65% között mozogtak, 57%-os átlagérték mellett.

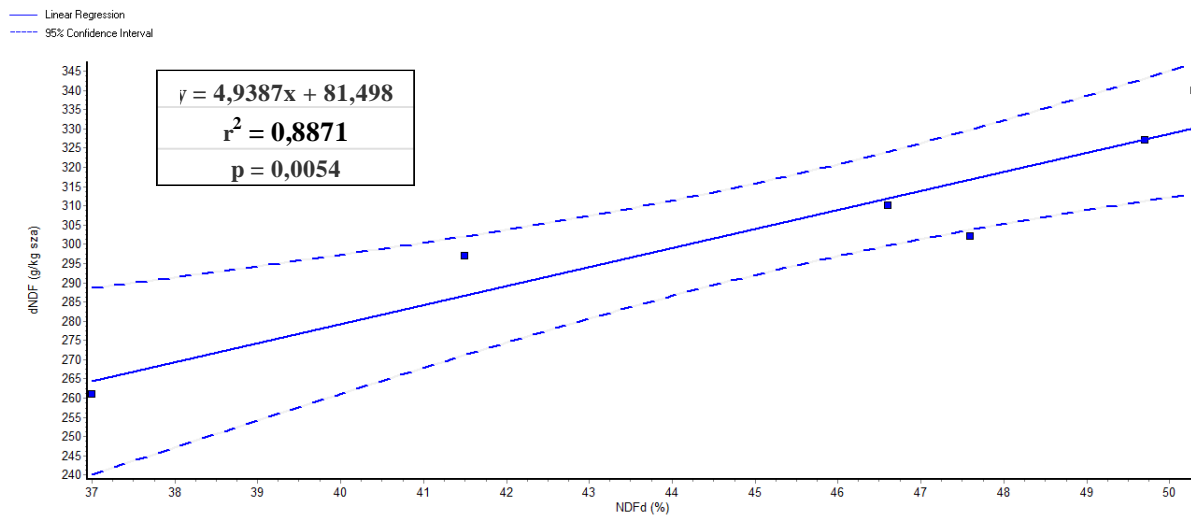
A 6. ábrán a vizsgált olasz nád minták neutrális detergens rost (NDF) tartalma és a szerves anyagok emészthetősége (OMd) közötti összefüggést figyelhetjük meg. Az előbb ismertetett, a növekvő rosttartalomnak a neutrális detergens rost bendőbeli lebonthatóságára (NDF<sub>d48</sub>) gyakorolt negatív hatása (5. ábra), az összes szerves anyag emészthetőségének csökkenésében is megnyilvánult, bár a két változó között statisztikailag igazolható lineáris kapcsolat nem volt kimutatható.

**6. ábra:** Az olasz nád minták NDF tartalma és a szerves anyagok emészthetősége (OMd) közötti kapcsolat  
(n=6, 2022.06.29., Szarvas)



Az olasz nád minták %-ban kifejezett bendőbeli NDF lebonthatóságának ( $NDF_{d48}$ ) és a bendőben lebontható összes NDF tartalmának ( $dNDF_{48}$ ) összefüggése a 7. ábrán látható. Ahogy az ábráról leolvasható, a változók között igen erős pozitív korreláció mutatkozott ( $r = 0,9395$ ). A két változó közötti összefüggés statisztikailag igazoltnak bizonyult,  $p < 0,01$  szignifikanciaszinten.

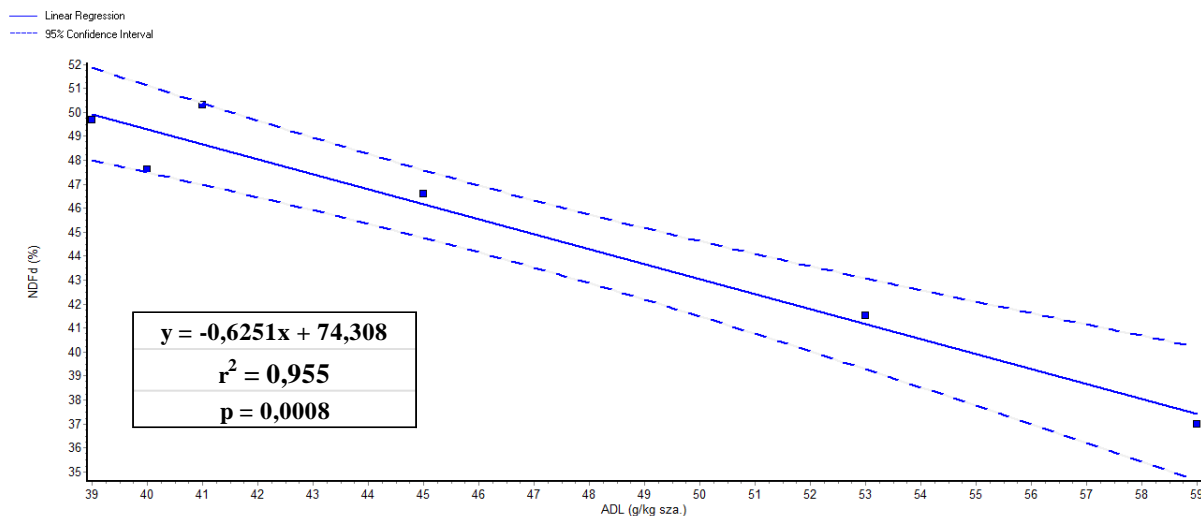
**7. ábra:** Az olasz nád-minták bendőbeli NDF lebonthatósága ( $NDF_{d48}$ ) és a bendőben lebontható összes NDF ( $dNDF_{48}$ ) tartalom közötti kapcsolat (n=6, 2022. 06.29., Szarvas)



A vizsgálatra került olasz nád minták savdetergens lignin (ADL) tartalma 39 és 59 g/kg szá. között változott, 46 g/kg szá. átlagérték mellett.

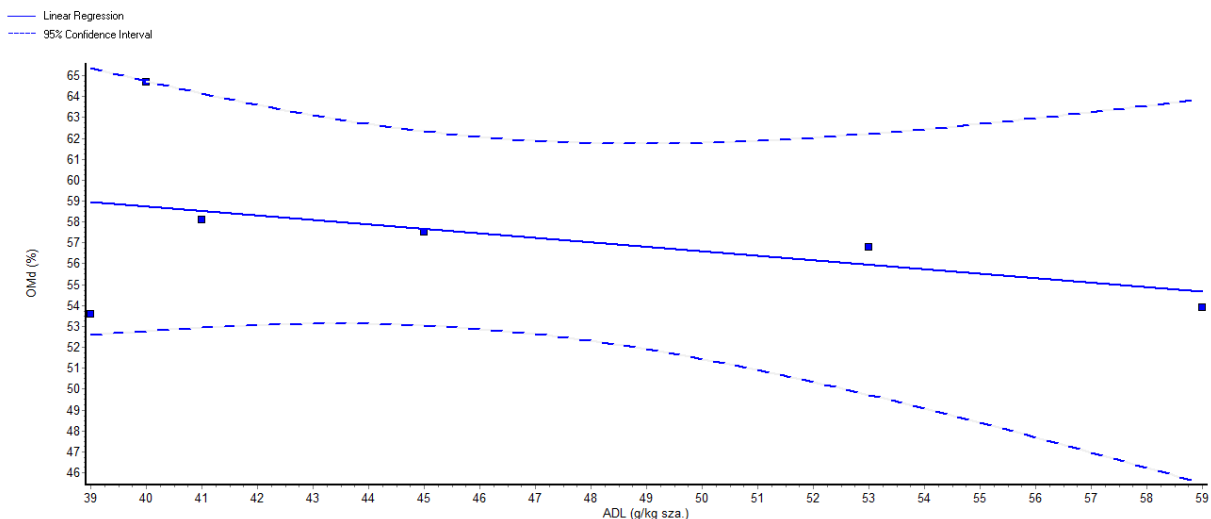
Az ADL-tartalom és a minták NDF tartalmának %-ban kifejezett bendőbeli lebonthatóságának ( $NDF_{d48}$ ) értékei közötti korreláció a 8. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy igen erős negatív korreláció mutatkozott a változók között ( $r = -0,9772$ ). A két változó közötti összefüggés statisztikailag igazoltnak bizonyult,  $p < 0,01$  szignifikanciaszinten.

**8. ábra:** Az olasz nád minták ADL tartalma és az NDF bendőbeli lebonthatósága (NDF<sub>d48</sub>) közötti kapcsolat  
(n=6, 2022. 06.29., Szarvas)



Az 9. ábrán az olasz nád minták savdetergens lignin (ADL) tartalma és a szerves anyagok emészthetősége (OMd) közötti összefüggés látható. Ahogy az korábban bemutatásra került, a minták növekvő lignin tartalmának a neutrális detergens rost bendőbeli lebonthatósága (NDF<sub>d48</sub>) gyakorolt negatív hatása (8. ábra), az összes szerves anyag emészthetőségének csökkenését is eredményezte, jóllehet a két változó között statisztikailag igazolható lineáris kapcsolat nem volt kimutatható.

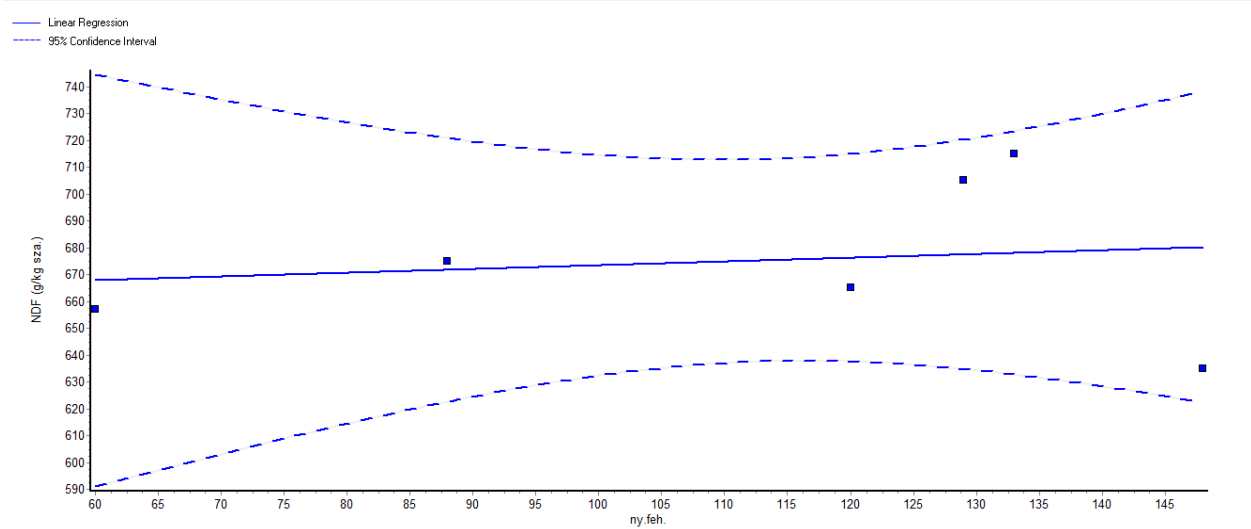
**9. ábra:** Az olasz nád minták ADL és a szerves anyagok emészthetősége (OMd) közötti kapcsolat  
(n=6, 2022. 06.29., Szarvas)



A vizsgálatra került 6 olasz nád mintából mért nyersfehérje-tartalom viszonylag tág tartományban mozgott (88 g/kg szá.), 148 g/kg szá. maximum és 60 g/kg szá. minimum érték mellett. A mintákból mért nyersfehérje-tartalom átlagértéke 113 g/kg szá. volt.

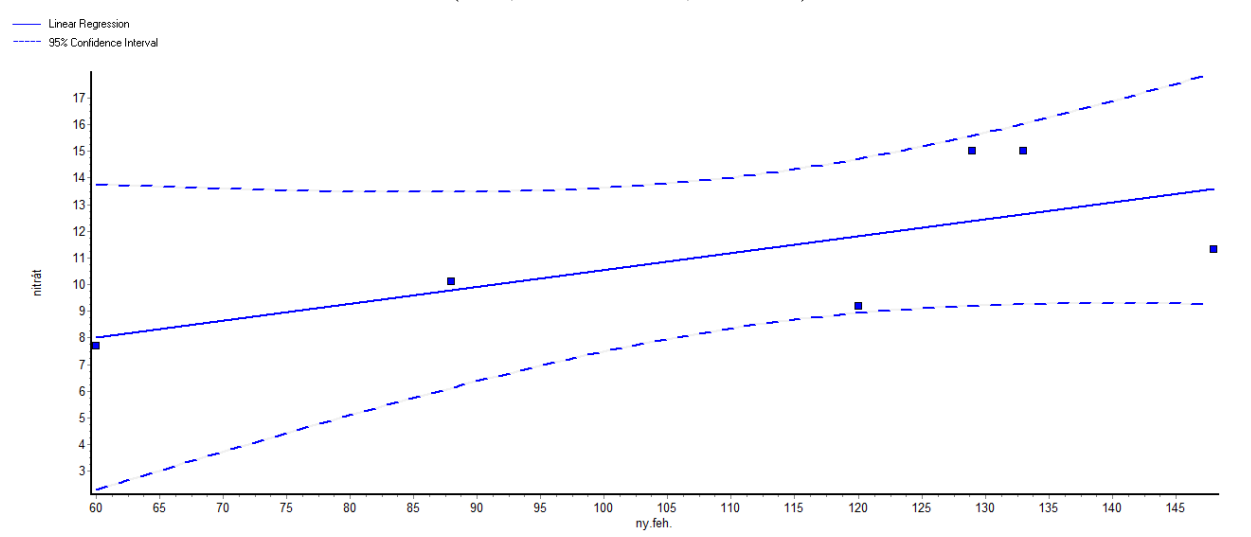
Az olasz nád mintákból mért nyersfehérje-tartalom és a neutrális detergens rost (NDF) tartalom közötti összefüggés a 10. ábrán látható. Ahogy az ábrán is megfigyelhető, a két változó között nem volt kimutatható statisztikailag igazolható lineáris összefüggés.

**10. ábra:** Az olasz nád minták nyersfehérje és NDF tartalma közötti kapcsolat  
(n=6, 2022. 06.29., Szarvas)



A 11. ábrán az olasz nád minták nyersfehérje és nitrát tartalmának összefüggése látható. A vizsgálatra került 6 olasz nád mintából mért nitrát-tartalom 11 g/kg szá. átlagértékkel, 7,7 g/kg szá. minimum és 15 g/kg szá. maximum értékkel jellemezhető. A 12. ábrán megfigyelhető, hogy a két változó között statisztikailag igazolható lineáris összefüggés nem mutatkozott. A vizsgált tartományban a nyersfehérje-tartalom növekedésével a nitrát-tartalom is mérsékelt emelkedést mutatott.

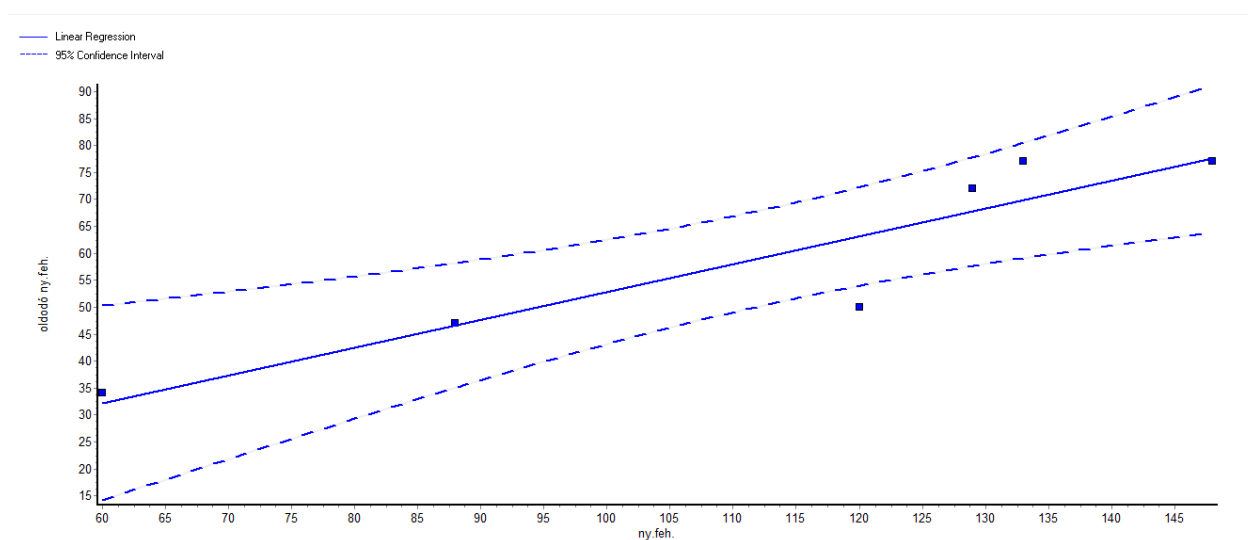
**11. ábra:** Az olasz nád minták nyersfehérje és nitrát tartalma közötti kapcsolat  
(n=6, 2022. 06.29., Szarvas)





A 12. ábrán az olasz nád minták nyersfehérje (g/kg szá.) és oldódó nyersfehérje (g/kg szá.) tartalma közötti összefüggés látható. A vizsgálatra került 6 olasz nád mintából mért oldódó nyersfehérje-tartalom 59 g/kg szá. átlagértékkel, 34 g/kg szá. minimum és 77 g/kg szá. maximum értékkel jellemezhető. A 14. ábrán megfigyelhető, hogy a két változó között statisztikailag igazolható lineáris összefüggés nem volt kimutatható. A vizsgált tartományban a nyersfehérje-tartalom növekedését az oldódó nyersfehérje-tartalom mérsékelt emelkedése követte.

**12. ábra** Az olasz nád minták nyersfehérje (g/kg szá.) és oldódó nyersfehérje (g/kg szá.) tartalma közötti kapcsolat (n=6, 2022. 06.29., Szarvas)



## 4.2. A különböző fenológiai jellemzőkkel rendelkező zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (2022.08.08.)

Ezen mintavétel alkalmával a növény két különböző magasságban és két különböző fenotípusos változatban került betakarításra. Először a különböző fenológiai fázisokban betakarított zöld növény értékeit ismertetem, melyet a különböző fenotípusos változatok táplálóanyag-tartalom értékei fognak követni.

### 4.2.1. Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége

Az 4. táblázatban az eltérő fenológiai fázisban (magasságban) betakarított zöld olasz nád mintákból mért, a nedves kémiai vizsgálatok (weendei analízis) során rutinszerűen meghatározásra kerülő táplálóanyagok értékei olvashatók. Statisztikailag igazolható különbség egyik paraméter esetében sem volt kimutatható a különböző fenológiai fázisban betakarított minták esetében.

**4. táblázat:** Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		Száraz- anyag g/kg	Nyers- fehérje g/kg szá.	Nyers- zsír g/kg szá.	Nyers- rost g/kg szá.	Nyers- hamu g/kg szá.
220 cm	<b>Átlag</b>	<b>333</b>	<b>57</b>	<b>23</b>	<b>359</b>	<b>87</b>
	Szórás	24,2	16,5	3,6	51,8	6,1
	CV%	7,3	29,0	15,7	14,4	7,0
180 cm	<b>Átlag</b>	<b>338</b>	<b>61</b>	<b>26</b>	<b>323</b>	<b>74</b>
	Szórás	22,6	15,3	4,0	21,9	7,5
	CV%	6,7	25,2	15,3	6,8	10,1

Az 5. táblázatban a 220 és 180 centiméteres magasságban betakarított zöld olasz nád mintákból mért Van Souse-féle rostfrakció értékek, így a neutrális detergens rost (NDF), savdetergens rost (ADF) és savdetergens lignin (ADL) értékei láthatók. Bár a 220 cm-es magasságban betakarított olasz nád esetében 5,7%-kal nagyobb NDF és 5,8%-kal nagyobb ADF-tartalom, valamint 13,6%-kal több ADL volt mérhető, mint az alacsonyabb minták esetében, a különbség egyik esetben sem volt szignifikáns.

**5. táblázat:** Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták NDF, ADF és ADL tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>NDF</b> (g/kg szá.)	<b>ADF</b> (g/kg szá.)	<b>ADL</b> (g/kg szá.)
220 cm	<b>Átlag</b>	<b>673</b>	<b>400</b>	<b>50</b>
	Szórás	48,6	54,0	7,2
	CV%	7,2	13,5	14,6
180 cm	<b>Átlag</b>	<b>637</b>	<b>378</b>	<b>44</b>
	Szórás	26,4	21,1	1,7
	CV%	4,14	5,57	3,94

A 6. táblázatban az eltérő magasságú zöld olasz nád mintákból meghatározott emészthetőségi értékeket és a minták laktációs nettó energia (NEI) tartalmát követhetjük nyomon. Jóllehet az alacsonyabb magasságban vágott minták esetében a szerves anyagok emészthetősége 9,3%-kal jobbnak bizonyult, ami a laktációs nettó energia (NEI) tartalomban is magasabb értéket eredményezett a későbbi fenológiai fázisban betakarított minták átlagértékéhez képest, statisztikailag igazolható különbség egyik paraméter esetében sem volt kimutatható.

**6. táblázat:** Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták Omd, NDF<sub>d48h</sub>, dNDF<sub>48</sub>, NEI koncentrációja (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>Omd</b> (%)	<b>NDF<sub>d48</sub></b> (%)	<b>dNDF<sub>48</sub></b> g/kg szá.	<b>NEI-VC</b> (MJ/kg szá.)
220 cm	<b>Átlag</b>	<b>54</b>	<b>48</b>	<b>319</b>	<b>4,2</b>
	Szórás	3,4	5,1	13,6	0,3
	CV%	6,3	10,6	4,2	8,2
180 cm	<b>Átlag</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>326</b>	<b>4,8</b>
	Szórás	4,4	0,2	12,4	0,5
	CV%	7,5	0,3	3,8	9,9

A 220 és 180 centiméteres magasságban betakarított olasz nád minták cukor-, oldódó nyersfehérje- (% és g/kg szá.) és nitráttartalmát a 7. táblázat mutatja be. A mért értékekben megfigyelhető különbség egyik esetben sem volt szignifikáns.

**7. táblázat:** Az eltérő fenofázisban betakarított zöld olasz nád minták cukor, oldódó nyersfehérje (% és g/kg szá.) és nitrát tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>Cukor</b> (g/kg szá.)	<b>Oldódó nyersfeh.</b> (%)	<b>Oldódó nyersfeh.</b> (g/kg szá.)	<b>Nitrát</b> (g/kg szá.)
220 cm	<b>Átlag</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>24</b>	<b>5</b>
	Szórás	7,9	16,3	4,4	5,4
	CV%	25,6	36,7	18,6	112,0
180 cm	<b>Átlag</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>23</b>	<b>4</b>
	Szórás	5,6	27,2	10,9	3,2
	CV%	21,4	64,1	46,9	78,5

#### 4.2.2. A különböző fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták táplálékanyag-tartalma és emészthetősége

A 8. táblázatban a különböző fenotípusos változatba tartozó zöld olasz nád mintákból a weendei analízis keretében rutinszerűen meghatározott táplálékanyagok értékei tekinthetők meg. Statisztikailag igazolható különbség kizárólag a nyersfehérje esetében volt kimutatható ( $p < 0,05$ ), ahol a sűrű levelű, mediterrán fenotípusba tartozó növény esetében 72,1%-kal nagyobb átlagértéket kaptunk, mint az azonos magasságban vágott másik fenotípusú növényben. Ez utóbbi növény szárazanyag tartalma – azonos napon betakarítva – ugyan 13,8%-kal meghaladta a mediterrán fenotípusba tartozó növény átlagértékét, de a különbség nem bizonyult statisztikailag is igazolhatónak.

**8. táblázat:** Az eltérő fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>Szárazanyag</b> (g/kg)	<b>Nyersfehérje</b> (g/kg szá.)	<b>Nyers- zsír</b> (g/kg szá.)	<b>Nyers- rost</b> (g/kg szá.)	<b>Nyers- hamu</b> (g/kg szá.)
Sűrű levelű, 180 cm	<b>Átlag</b>	<b>297</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>328</b>	<b>84</b>
	Szórás	4,9	9,0	2,1	25,7	4,9
	CV%	1,7	8,6	7,0	7,8	1,7
180 cm	<b>Átlag</b>	<b>338</b>	<b>61*</b>	<b>26</b>	<b>323</b>	<b>74</b>
	Szórás	24,2	16,5	3,6	51,8	24,2
	CV%	7,3	29,0	15,7	14,4	7,3

A táblázat adott oszlopában \*-al jelölt átlagértékek szignifikáns mértékben eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ ).

A zöld olasz nád mintákból meghatározott Van Soest-féle rostfrakció értékekben, így a neutrális detergens rost (NDF), savdetergens rost (ADF) és savdetergens lignin (ADL) tartalmakban megfigyelhető különbségek egyik esetben sem voltak szignifikánsak (9. táblázat).

**9. táblázat:** Az eltérő fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták NDF, ADF és ADL tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>NDF</b> (g/kg sza.)	<b>ADF</b> (g/kg sza.)	<b>ADL</b> (g/kg sza.)
Sűrű levelű, 180 cm	Átlag	<b>629</b>	<b>377</b>	<b>43</b>
	Szórás	12,1	21,2	3,0
	CV%	1,9	5,6	7,0
180 cm	Átlag	<b>637</b>	<b>378</b>	<b>44</b>
	Szórás	26,4	21,1	1,7
	CV%	4,14	5,57	3,94

Az 10. táblázatban az eltérő fenotípusba tartozó zöld olasz nád mintákból meghatározott emészthetőségi értékek és a minták laktációs nettó energia (NEI) tartalma látható. A mért értékekben megfigyelhető különbség egyik esetben sem volt szignifikáns.

**10. táblázat:** Az eltérő fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták OMD, NDF<sub>d48h</sub>, dNDF<sub>48</sub>, NEI koncentrációja (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>OMD</b> (%)	<b>NDF<sub>d48</sub></b> (%)	<b>dNDF<sub>48</sub></b> g/kg sza.	<b>NEI</b> (MJ/kg sza.)
Sűrű levelű, 180 cm	Átlag	<b>62</b>	<b>54</b>	<b>341</b>	<b>5,0</b>
	Szórás	2,2	2,0	5,9	0,2
	CV%	3,5	3,7	1,7	4,6
180 cm	Átlag	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>326</b>	<b>4,8</b>
	Szórás	4,4	0,2	12,4	0,5
	CV%	7,50	0,39	3,80	9,91

A fenotípusban különböző, de azonos magasságban betakarított olasz nád mintákból mért cukor-, oldódó nyersfehérje- (% és g/kg sza.) és nitrát tartalmak a 11. táblázatban láthatók.

Statisztikailag igazolható különbség kizárólag az oldódó nyersfehérje (g/kg sza.) esetében volt kimutatható ( $p < 0,05$ ), ahol a sűrű levelű, mediterrán fenotípusba tartozó növény esetében 2,3-szor nagyobb átlagértéket kaptunk, mint az azonos magasságban vágott másik fenotípusú növényben. A többi paraméter átlagértékeiben megfigyelhető különbség egyik esetben sem volt szignifikáns.

**11. táblázat:** Az eltérő fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták cukor, oldódó nyersfehérje (% és g/kg szá.) és nitrát tartalma (n=3, 2022.08.08., Szarvas)

		<b>Cukor</b> (g/kg szá.)	<b>Oldódó nyersfeh.</b> (%)	<b>Oldódó nyersfeh.</b> (g/kg szá.)	<b>Nitrát</b> (g/kg szá.)
Sűrű levelű, 180 cm	Átlag	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>54</b>	<b>10</b>
	Szórás	11,2	17,8	14,5	2,8
	CV%	35,2	34,0	26,8	27,7
180 cm	Átlag	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>23*</b>	<b>4</b>
	Szórás	5,6	27,2	10,9	3,2
	CV%	21,41	64,14	46,91	78,57

A táblázat adott oszlopában \*-al jelölt átlagértékek szignifikáns mértékben eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (betakarítás: 2022.10.05.)

#### 4.3.1. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs dokumentációja

A szántóföldi betakarítás során vágott növényrészek a 13-14. ábrán láthatók. A laboratóriumi modellszilázs lépései a 15-17. képeken láthatóak

**13. ábra:** A mintavételt szolgáló állomány  
(Forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2022.10.05., Szarvas)



**14. ábra:** Kézzel betakarított olasz nád  
(Forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2022.10.05., Szarvas)



**15. ábra:** Szecskázás ágdarálólval  
(Forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2022.10.05., Gödöllő)



**16. ábra:** Olasz nád szecska  
(Forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2022.10.05., Gödöllő)





**17. ábra:** Olasz nád minták vödörbe taposása  
(Forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2022.10.05., Gödöllő)



**4.3.2. Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtásból készült modellszilázs táplálótartalmának és emészthetőségének vizsgálata (betakarítás: 2022.10.05.)**

A fiatal olasz nád hajtásokból készült modellszilázs szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu értékeit a 12. táblázat szemlélteti.

**12. táblázat:** A modellszilázs szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu tartalma (n=1, 2022.10.05., Szarvas)

Szárazanyag	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyershamu
g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.
367	86	25	377	77

A 13. táblázatban a fiatal hajtásokból betakarított takarmányminták neutrális detergens rost, savdetergens rost és lignin-tartalma, szervesanyag emészthetősége (%-ban kifejezve), az NDF bendőbeli lebonthatósága (%), bendőben 48 óra alatt lebontható NDF tartalma (g/kg sza.) és nettó laktációs energiatartalma, a cukor, oldódó nyersfehérje (%-ban és g/kg sza. mértékegységekben) és nitrát-tartalma kerül bemutatásra.

**13. táblázat:** A modellszilázs NDF, ADF, ADL, OMd, NDFd<sub>48</sub>, dNDF<sub>48</sub>, NEI, cukor, oldódó nyersfehérje (% és g/kg sza.) és nitrát-tartalma (n=1, 2022.10.05., Szarvas)

NDF	ADF	ADL	OMd	NDFd <sub>48h</sub>	dNDF <sub>48</sub>	NEI	Cukor	Oldódó nyersf.	Oldódó nyersf.	Nitrát
g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	%	%	g/kg sza.	MJ/kg sza.	g/kg sza.	%	g/kg sza.	g/kg sza.
762	448	54	54	43,10	328	4,20	12 alatt	88	76	2

A modellszilázs erjedési paraméterei a 14. táblázatban olvashatók.

**14. táblázat:** A modellszilázs pH, NH<sub>3</sub>, tejsav, ecetsav tartalma és utóbbiak aránya (n=1, 2022.10.05., Szarvas)

pH	NH <sub>3</sub> g/kg sza.	Tejsav g/kg sza.	Ecetsav g/kg sza.	Tejsav/ecetsav
4,5	11	53	9	5,9

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az olasz nád modellméretben jól silózható és kedvező erjedési profilt kaptunk eredményként.

#### 4.4. Az üzemi betakarításból származó olasz nád szilázs-minták táplálékanyag-tartalma és emészthetősége

Az egy menetes üzemi betakarításra 2023.06.24-én került sor. Ezen alkalommal egy John Deere önjáró járvaszecskező takarította be a növényt, sorfüggetlen adapterrel. A tervezett szecske méret 2 centiméteres volt, azonban a gyakorlatban sajnos ezt nem sikerült megfelelően kivitelezni, nem lett homogén a betakarított olasz nád. Előny azonban, hogy a járvaszecskező gond nélkül takarította be a növényt. Az átlagos növény magasság 2,0-2,2 méter volt, 20 centiméteres tarlómagassággal. Üzemi körülmények között a hozam hektáronként 15 tonna szecske lett.

A szecske az anyag hagyományos taposással, falközi silóba, fóliatakarással lett a depóba helyezve. Csigás típusú hurkatöltővel nem sikerült fóliatömlőbe tölteni az anyagot.

2023.08.08 és 11.-e között került sor a siló megbontására és a szűz üszőkkel való kísérleti etetésre.

A 15. táblázatban az olasz nád szilázs-minták táplálékanyag értékei láthatóak.

**15.táblázat:** Az üzemi olasznádszilázs-minták szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu és cukor tartalma (n=3, 2023.08.08., Szarvas)

	Szárazanyag	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyershamu	Cukor
	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.
Átlag	223	91	22	403	106	12
Szórás	2,0	0,0	1,2	5,5	7,2	0,0
CV%	0,9	0,0	5,3	1,4	6,8	0,0

A 16. táblázatban a takarmányminta emészthetőségének értékei olvashatók.

**16.táblázat:** Az üzemi olasznádszilázs-minták NDF, ADF, ADL, OMD, NDF<sub>48</sub> és dNDF<sub>48</sub> értékei (n=3, 2023.08.08., Szarvas)

	NDF	ADF	ADL	OMD	NDF <sub>48</sub>	dNDF <sub>48</sub>
	g/kg sza.	g/kg sza.	g/kg sza.	%	%	g/kg sza.
Átlag	687	440	54	60	45	308
Szórás	5,1	4,4	1,0	0,8	1,3	11,3
CV%	0,7	1,0	1,9	1,3	2,9	3,7

Az üzemi körülmények között betakarított minta oldódó nyersfehérje (%-ban és g/kg sza. mértékegységben) és a nitráttartalma a 17. táblázatban látható.

**17.táblázat:** Az üzemi olasznádszilázs-minták oldódó nyersfehérje és nitráttartalma (n=3, 2023.08.08., Szarvas)

	Oldódó nyersfeh.	Oldódó nyersfeh.	Nitrát
	%	g/kg sza.	g/kg sza.
Átlag	85,3	77,7	3,7
Szórás	4,0	3,7	1,5
CV%	4,7	4,7	40,0

A 18. táblázat az olasznádszilázs-minták erjedési paramétereit tartalmazza.

**18.táblázat:** Az üzemi olasznádszilázs-minták erjedési jellemzői (n=3, 2023.08.08., Szarvas)

	pH.	Tejsav	Ecetsav	Tejsav/ecetsav
		g/kg sza.	g/kg sza.	
Átlag	<b>4,63</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>1,8</b>
Szórás	0,1	7,0	1,2	0,4
CV%	1,2	15,5	4,6	19,6

#### 4.5. Az üzemi tartósításból származó olasznádszilázs betakarítása és silózása (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.).

A betakarítás és a silózás menete a18-20.ábrán látható.

**18. ábra:** Betakarítás járvaszecskázóval  
(forrás: Sárréti Dániel, 2023.06.24., Szarvas)



**19. ábra:** A betakarított alapanyag  
(forrás: Sárréti Dániel, 2023.06.24., Szarvas)



**20. ábra:** Az aprított olasz nád szecskaméretének alakulása  
(forrás: Sárréti Dániel, 2023.06.24., Szarvas)



#### **4.6. Az üzemi tartósításból származó olasznádszilázs tenyésznövendékekkel való próbaetetése (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.).**

Az olasz nád-szilázs szűz üszőkkel való etetésére 2023.08.08 és 11.-e között került sor.

A telepen ezen időszakban az állatok által fogyasztott TMR összetétele 3 kg/nap/üsző tritikálészilázs, 5 kg/nap/üsző kukoricaszilázs, 4 kg/nap/üsző nedves CGF, 3 kg/nap/üsző réti széna és 2 kg/nap/üsző abrakkeverék volt. Ebben a keverékben a tritikálészilázs helyére került 5 kg/nap/üsző mennyiségben az olasznádszilázs.

Az etetési próba képei a 21-23. ábrán láthatóak.

**21. ábra:** Az üzemi tartósítás során készült takarmány  
(forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2023.08.08., Szarvas)



**22. ábra:** Takarmánykeverő kocsiba rakodás  
(forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2023.08.08., Szarvas)



**23. ábra:** Az állatok jóízűen fogyasztják az  
olasznádszilázst tartalmazó TMR-t  
(forrás: Dr. Orosz Szilvia, 2023.08.08., Szarvas)



A próbaetetés alkalmával azt a megállapítást tettük, hogy a 114 növendék üsző a vizsgálat során (4 nap) szívesen fogyasztotta az 5 kg/nap mennyiségben bekevert olasznádszilázst. Megfigyelésünk szerint az állatok a TMR-ből nem válogatták ki és nem hagyták ott az olasznádszilázst.



## 5. Értékelés és következtetések

Következőkben a fentebb megfogalmazott eredmények értékelését és az ezekből levont következtetéseket fogom ismertetni.

A korai időpontban, 2,5 méteres magasságban betakarított zöld olasz nád-minták eredményei alapján megállapítható, hogy a vizsgált szárazanyag-tartományban (233-284 g/kg) a rost bendőbeli lebonthatósága nem romlott, tehát a csurgaléklé-képződés mérséklése és az ecetes erjedés kockázatának csökkentése érdekében javasolható a 280 g/kg szárazanyag-tartalomban történő egyenletes betakarítás (2. ábra). A gyakorlat számára megfogalmazható, hogy az összes lebontható NDF (dNDF<sub>48</sub>) mennyisége a szárazanyag-tartalom növekedésével tendenciaszerűen emelkedik, csökkenés nem várható a fentebb is említett szárazanyag-tartományban (3. ábra).

Ezen felül, a mért adatok között talált összefüggés alapján kijelenthető, hogy annak ellenére, hogy a weende-i analízis keretében a nyersrost-tartalom meghatározása viszonylag elavult módszernek tekinthető, de helyettesítheti az NDF-mérést limitált laboratóriumi körülmények esetében (4. ábra).

Megállapítható, hogy az olasz nád klasszikus tendenciát mutatott, tehát a sejtfal NDF-tartalmának emelkedése rontja a rost bendőbeli hozzáférhetőségét (NDF<sub>d48</sub>). Vagyis a rostemészthetőség mérésének hiányában a nagyobb rosttartalom gyengébb rostemészthetőséget von maga után az olasz nádban is (5. ábra).

A kapott eredmények közötti összefüggés alapján azt a következtetést vontam le, hogy az olasz nád minták klasszikus tendenciát követtek abból a szempontból is, hogy a növekvő lignintartalom a sejtfalhasadás következtében csökkenő rostemészthetőséget vont maga után. Az NDF<sub>d48</sub>-érték hiányában az ADL-tartalom növekedése egyben a rost emészthetőségének csökkenését jelzi (indikátor paraméter) és az egyenlet alapján kalkulálható a vizsgált ADL-tartományban (8. ábra).

A nitráttartalom mért értéke az ideális értékhez képest magasabb (a TMR javasolt nitráttartalma: maximum 5 mg/kg szá.). Amennyiben ez az emelkedett érték a növény általános jellemzője, úgy korlátozza az etethetőségét, de meg kell vizsgálni annak lehetőségét, hogy az emelkedett nitráttartalom időjárási hatás eredménye (a 2022-ben mért extrém hőstressz és aszály eredménye).

Az eltérő fenológiai fázisban betakarított növényekből vett minták eredményei alapján megállapítható, hogy a 180 cm-es magasságban, fiatalabban betakarított olasz nád-minták táplálóanyag-tartalma, emészthetősége, valamint táplálóértéke tendenciaszerűen kedvezőbbnek

bizonyult, így célszerű a 180 cm-t meghaladó betakarítást kerülni. Hozzá kell tenni azonban, hogy a mintaszám növelésével további vizsgálatokra lenne szükség az eltérések statisztikai igazolására.

A hazai eredményeket összevettem Nunes és mtsai. 2022-es, valamint Maduro Dias és mtsai. 2023-as eredményeivel. Mivel ezen vizsgálatok esetében a fenológiai fázis nem lett megjelölve, a tápanyagpótlás mértéke sem ismert és az Azori -szigetek klímája is eltér a magyarországi viszonyoktól, ezért részleteiben nem összevethetőek az adatsorok. Az azonban megállapítható, hogy az Azori-szigeteken termesztett olasz nád minták alacsonyabb szárazanyag-tartalom mellett lettek betakarítva nagyobb nyersfehérje-tartalommal (szárazanyag: 244 g/kg és 236 g/kg; nyersfehérje 169 g/kg szá. és 157 g/kg szá.). A Nunes és mtsai. által mért (2022) OMD érték hasonló (59,62%) volt a 180 cm magasságban betakarított hazai olasz nád értékéhez.

Összevetve a 2022-ben és a 2023-ban vett olasz nád-minták szárazanyag-tartalmát, jelentős különbség látható (2022.08.08.: 297-338 g/kg; 2023.08.08.: 223 g/kg szá.). Annak ellenére, hogy statisztikai elemzés nem végezhető, feltételezzük, hogy az olasz nád nem jellemzője a 300 g/kg értéket meghaladó szárazanyag-tartalom 180-220 cm-es magasságban augusztus folyamán, hanem ez az emelkedett érték évjárathatás. Tekintettel arra, hogy a 2022-es nyár extrém aszályos és hőstresszes volt (nyári országos átlag: 134 mm, forrás: [https 2](https://2)) hazánkban, míg a 2023-as év nyara csapadékosabb volt (nyári országos átlag: 220,7 mm, forrás: [https 3](https://3)). Összevetve az Azori-szigeteken (nyári országos átlag: 115 mm, forrás: [https 4](https://4)) folytatott vizsgálatok eredményeivel (Nunes és mtsai, 2022; Dias és mtsai, 2023) megállapítható, hogy hasonló szárazanyag-tartalom értékeket kaptak, mint a hazai 2023-as szárazanyag-értékek.

Összességében megállapítható, hogy az olasz nád mind zölden, mind silózva táplálóanyag-tartalmában, emészthetőségében egy gyenge minőségű, extenzív réti szénához (pl. ösgyep) vagy egy gyenge minőségű, extenzív fűszilázshoz hasonló értéket képvisel. A modell- és az üzemi kísérlet eredményei alapján pedig megállapítottam a gyakorlat számára, hogy az olasz nád járvaszecskázóval betakarítható, erjeszhető és a szűz üszők szívesen fogyasztották 5 kg/nap mennyiségben TMR-be keverve. További vizsgálatok szükségesek azonban annak megállapítására, hogy hogyan hat az állati termelésre.

Mindezen megállapítások alapján kijelenthető, hogy az olasz nád potenciálisan kiegészítheti a hazai takarmánybázist, mint erjesztett tömegtakarmány. Értékei növedékeknek, húsmarháknak optimálisak lehetnek, hazánk pedig alkalmas a termesztésére. Azonban kiemelő, hogy mivel a

jelen kutatás nagy része egy extrém aszályos és hőstresszes évben (2022) zajlott, ez az adat torzíthatja az olasz nád alapvető tulajdonságait, mint például a nitrát-tartalom. Ezen okból, illetve az alacsony mintaszám miatt a növény további vizsgálatai indokoltak.

## 6. Összefoglalás

Diplomadolgozatom célja az olasz nád (*Arundo donax L.*) széleskörű megismerése volt, azon belül is a takarmánycélú felhasználásának lehetőségei.

Az olasz nád egy évelő, lágyszárú fűféle. A világ számos táján termesztik és használják fel bioetanol, biogáz, biomassa előállításra, de a bútortiparban és építőiparban is alkalmazzák. Az olasz nád kiváló alternatívája lehet a silótakarmányoknak, azonban a hazai hasznosítása még nem eléggé kidolgozott, további tesztelést és vizsgálatokat igényel.

A dolgozatom célja, hogy ezen új takarmány etethetőségét, hasznosíthatóságát és a takarmánybázisban betölthető szerepét tudományosan alátámasszam.

A kutatás alapja a szarvasi olasz nád-ültetvényről származó

1. korai időpontban, de 2,5 magasságban betakarított olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022. 06. 29.),
2. különböző fenológiai jellemzőkkel (fenotípus és fenológiai fázis szerint) rendelkező olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022. 08. 08.),
3. erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs laboratóriumi vizsgálati eredményei (betakarítás: 2022.10.05.), valamint
4. ezt követően egy „élesben” történő üzemi betakarítás, üzemi tartósítás, majd állatokkal való próbaetetés volt (2023. 06. 24. Szarvasi Agrár Zrt.).

A kapott eredmények alapján több, a gyakorlat számára hasznos következtetést lehetett levonni. A csurgaléklé-képződés mérséklése és az ecetes erjedés kockázatának csökkentése érdekében javasolható a 280 g/kg szárazanyag-tartalomban történő egy menetes betakarítás 2,5 méteres magasságban történő betakarítás esetén. Másik megállapítás, hogy az olasz nád szilázs esetén a nyersrost meghatározása kémiai analízissel, helyettesítheti az NDF mérését, amennyiben erre nincs lehetőség. Több szempontból, mint például a sejtfalthatás, az olasz nád klasszikus tendenciát mutat. A hazai eredmények összevethetőek az Azori-szigeteket végzett kutatásokkal, amelyek hasonló eredményeket hoztak mind szárazanyag-tartalom, mind pedig szervesanyag emészthetőség terén. A különböző fenológiai fázisokban betakarított mintákból kapott eredmények alapján az a következtetés levonható is, hogy a 180 cm feletti magasságban történő betakarítás kerülendő. Az

erjesztés céljával készült modellszilázs során az erjedési paraméterek megfelelőek voltak. Ezeken felül az üzemi betakarítás és próbaetetés igazolta, hogy az olasz nád betakarítása megfelelően kivitelezhető és az állatok szívesen fogyasztják, nem válogatják ki a TMR-ből az olasz nádszilázst.

Mindezen megállapítások alapján kijelenthető, hogy az olasz nád potenciálisan kiegészítheti a hazai takarmánybázist, mint erjesztett tömegetakarmány. Értékei növedékeknek, húsmarháknak optimálisak lehetnek, hazánk pedig alkalmas a termesztésére.

Azonban kiemelendő, hogy mivel a jelen kutatás nagy része egy extrém aszályos és hőstresszes évben (2022) zajlott, ez az adat torzíthatja az olasz nád alapvető tulajdonságait, mint például a nitrát-tartalom. Ezen okból, illetve az alacsony mintaszám miatt a növény további vizsgálatai indokoltak.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Szeretném kifejezni köszönetemet konzulenseimnek, Dr. Orosz Szilviának és Dr. Balogh Krisztián Milánnak, akik idejüket és energiájukat nem spórolva támogattak szakmai tudásukkal ennek a dolgozatnak az elkészítésében.

Köszönettel tartozom az ÁT Kft., az Arundo BioEnergy Kft. és a Szarvasi Agrár Zrt. tulajdonosainak és munkatársainak a segítségért, a laboratóriumi vizsgálatokért, a terület és az ültetvény biztosításáért.

Továbbá köszönöm a páromnak, minden családtagomnak és barátomnak, akik támogattak a dolgozat írásában!

## 8. Irodalomjegyzék

Acharya, M., Burner, D.M., Ashworth, A.J., Fritsch, F.B. & Adams, T.C. (2018) Growth rates of giant miscanthus (*Miscanthus× giganteus*) and giant reed (*Arundo donax*) in a low-input system in Arkansas, USA. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 2371-2384 p.

Alshaal, T., Domokos-Szabolcsy, É., Márton, L., Czakó, M., Kátai, J., Balogh, P., Elhawat, N., El-Ramady, H, Gerócs, A., Fári, M. (2013): Restoring soil ecosystems and biomass production of *Arundo donax* L. under microbial communities-depleted soil, *BioEnergy Research* 7. 268-278 p.

Bázár, Gy. & Romvári, R. (2009): A közeli infravörös (NIR) spektroszkópia lehetőségei az állatiternék előállítás folyamatában. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 2009. 58. 3. 265-280. p.

Bázár, Gy. (2011): Közeli infravörös spektroszkópia alkalmazási lehetőségei sertéshús és húskészítmények, valamint sertésszír minősítésében. *Doktori (PhD) értekezés*, Kaposvári Egyetem, Kaposvár, 187 p.

Cavallaro, V., Patané, C., Cosentino, L.S., Di Silvestro, I., Copani, V. (2014): Optimizing in vitro large scale production of giant reed (*Arundo donax* L.) by liquid medium culture. *Biomass and Bioenergy* 69. 21-27 p.

Ceotto, E., Castelli, F., Moschella, A., Diozzi, M., Di Candilo, M. (2015): Cattle slurry fertilization to giant reed (*Arundo donax* L.): biomass yield and nitrogen use efficiency. *BioEnergy Research* 8. 1252-1262 p.

Cosentino, S.L., Scordia, D., Sanzone, E., Testa, G., Copani, V. (2014): Response of giant reed (*Arundo donax* L.) to nitrogen fertilization and soil water availability in semi-arid Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy* 60. 22-32 p.

Corno, L., Pilu, R., Adani, F. (2014): *Arundo donax* L.: A non-food crop for bioenergy and bio-compound production. *Biotechnology Advances*, 32(8): 1535-1549.

Di Mola, I., Guida, G., Mistretta, C., Giorio, P., Albrizio, R., Visconti, D., Fagnano, M., Mori, M. (2018): Agronomic and physiological response of giant reed (*Arundo donax* L.) to soil salinity. *Italian Journal of Agronomy* 13. 31-39 p.

Fernando, A.L., Barbosa, B., Costa, J., Papazoglou, E.G. (2016): Giant reed (*Arundo donax* L.): A multipurpose crop bridging phytoremediation with sustainable bioeconomy. *Bioremediation and Bioeconomy*. 77-95 p.

Fogarassy, Cs. (2001): Energianövények a szántóföldön. SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja, Gödöllő, 144 p.

Gyuricza, Cs. (2014): Energianövények, biomassza termelés és felhasználás. Szent István Egyetem, Gödöllő, 143 p.

http 1: NIR takarmányanalitika. <https://www.atkft.hu/szolgalatasaink/> (2023, július)

https 2: 2022 nyarának időjárása.  
[https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evszakok\\_idojarasa/main.php?no=5&ful=4](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/main.php?no=5&ful=4), (2024, április)

https 3: 2023 nyarának időjárása.  
[https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evszakok\\_idojarasa/main.php?no=1&ful=4](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/main.php?no=1&ful=4) (2024, április)

https 4: Climate – Azores, <https://www.climatestotravel.com/climate/azores> (2024 április)

Kovács, Sz. (2015): Olasznád (Arundo Donax L.) ökotípusok szárazságtűrésének összehasonlító vizsgálata. XXI. Növénynevelési Tudományos Napok, Martonvásár, 2015. március 11–12., 97 p.

Maduro Dias, C. S. A. M., Nunes, H., Vouzela, C., Madruga, J., Borba, A. (2023): In vitro rumen fermentation kinetics determination and nutritional evaluation of several non-conventional plants with potential for ruminant feeding. *Fermentation* 2023, 9, 416.

Nsanganwimana, F. (2014): Arundo donax L., a candidate for phytomanaging water and soils contaminated by trace elements and producing plant-based feedstock. A Review, *International Journal of Phytoremediation*, 16:10, 982-1017

Nunes, H.P.B.; Teixeira, S.; Maduro Dias, C.S.A.M.; Borba, A.E.S. (2022): Alternative Forages as Roughage for Ruminant: Nutritional Characteristics and Digestibility of Six Exotic Plants in Azores Archipelago. *Animals* 2022, 12, 3587.

Orosz, Sz. (2022): Arundo: egy évelő nád, ami tűri a szárazságot - alternatív növedéktakarmány. *Partnertájékoztató Hírlevél*, Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., XXII. 7., 20-28

Orosz, Sz., Pákozdi, S., Sárréti, D. (2023): Eszi vagy nem eszi...? (Az olasznádszilázs etetése Szarvason, 2023). *Partnertájékoztató Hírlevél*, Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., XXIII. 8., 32-35

Papazoglou, E.G., Karantounias, G.A, Vemmos, S.N., Bouranis, D.L. (2004): Photosynthesis and growth responses of giant reed (Arundo donax L.) to the heavy metals Cd and Ni. *Environment International* 31(2): 243-249.

Simon, L. (2017): Az olasznád (Arundo donax L.) termesztése és hasznosítása. *Szemle*, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 20 p.

Teixeira, S., Maduro Dias, C.S.A.M., Vouzela C., Madruga J., Borba A. (2021): Nutritional valorisation of cane (Arundo donax) by treatment with sodium hydroxide, *South African Journal of Animal Science* 2021, 51 (No. 4)

Visconti, D., Fiorentino, N., Cozzolino, E., di Mola, I., Ottaiano, L., Mori, M., Cenvinzo, V., Fagnano, M. (2020): Use of giant reed (Arundo donax L.) to control soil erosion and improve soil quality in a marginal degraded area, *Italian Journal of Agronomy* 2020, 15:1764, p. 332-338



Zegada-Lizarazu, W., Della Rocca, G., Centritto, M., Parenti, A., & Monti, A. (2017): Giant reed genotypes from temperate and arid environments show different response mechanisms to drought, *Physiologia Plantarum* 163: p. 490–501.

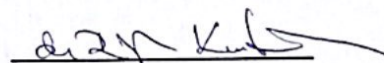
## NYILATKOZAT

Hoffmann Flóra Adél (hallgató Neptun azonosítója: LKOZF1) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: Gödöllő, 2024. év 04. hó 17. nap

  
belső konzulens

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Hoffmann Flóra Adél  
A Hallgató Neptun kódja: LKOZF1  
A dolgozat címe: Az olasz nád takarmány célú hasznosításának vizsgálata  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Élettani és Takarmányozástani Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Takarmánybiztonsági Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

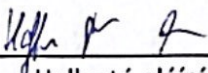
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2024. 04. 18.

  
Hallgató aláírása