

Olasznád mint alternatív tömegtakarmány

Hoffmann Flóra Adél¹, Orosz Szilvia², Balogh Krisztián Milán¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet,
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

²Allattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 2100 Gödöllő, Dózsa György út 58.

Received/Érkezett: 08. 10. 2024.

Accepted/Elfogadva: 12. 02. 2024.

Összefoglalás: Vizsgálatunk célja az olasz nád (*Arundo donax L.*) széleskörű megismerése, azon belül is a takarmánycélú felhasználásának lehetőségeinek felmérése volt. Az olasz nád egy évelő, lágyszárú fűféle. A világ számos táján természetik és használják fel bioetanol, biogáz, biomassza előállításra, de a bútoriparban 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. Célunk ezen új takarmány etethetőségének, hasznosíthatóságának és a takarmánybázisban betölthető szerepének tudományos alátámasztása volt. A kutatás során különböző időpontokban és különböző fenológiai jellemzőkkel rendelkező növények kerültek betakarításra, majd a növény erjesztéses tartósítására és szarvasmarhákkal történő etetésre is sor került. A kapott eredmények alapján több, a gyakorlat számára hasznos következtetés fogalmazható meg. A különböző fenológiai fázisokban betakarított mintákból kapott eredmények alapján levonható az a következtetés, hogy a 180 cm feletti magasságban történő betakarítás kerülendő. Másik megállapítás, hogy az olasz nád szilázs esetén a nyersrost meghatározása kémiai analízissel, helyettesítheti az NDF mérését, amennyiben erre nincs lehetőség. Sejt-falhatás szempontjából az olasz nád klasszikus tendenciát mutat. A hazai eredmények összevethetőek az Azori-szigeteken végzett kutatásokkal, amelyek hasonló eredményeket hoztak mind szárazanyag-tartalom, mind pedig szervesanyag emészthetőség terén. A modellszilázs esetében az erjedési paraméterek megfelelőek voltak. Ezeken felül az üzemi betakarítás és az üszőkkel folytatott próbaetetés igazolta, hogy az olasz nád betakarítása megfelelően kivitelezhető és az állatok szívesen fogyasztják, nem válogatják ki a TMR-ből az olasz nád szilázst. Mindezen megállapítások alapján kijelenthető, hogy az olasz nád potenciálisan kiegészítheti a hazai takarmánybázist, mint erjesztéssel tartósítható tömegtakarmány. Értékei növendékeknek, húsmarháknak optimálisak lehetnek, hazánk pedig alkalmas a termesztésére.

Kulcsszavak: olasz nád, *Arundo donax*, tömegtakarmány, szarvasmarha

Giant reed, as a forage alternative

Flóra Adél Hoffmann¹, Szilvia Orosz², Krisztián Milán Balogh¹

¹Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Institute of Physiology and Nutrition,
Páter Károly utca 1. 2100 Gödöllő, Hungary

²Livestock Performance Testing Ltd., Dózsa György út 58., 2100 Gödöllő, Hungary

Abstract: The aim of this study was to gain a broad knowledge of giant reed (*Arundo donax* L.), including the possibilities of its use as fodder. Giant reed is a perennial, herbaceous grass. It is globally planted and used for bioethanol, biogas and biomass production, but it is also commonly used in furniture and construction industries. The giant reed can be an excellent alternative as silage fodder, but its domestic use has not been sufficiently developed yet and requires further testing and research. Our aim in this research was to get a scientific proof on the feed ability, utility of this new forage and its possible role in the feed base. Plants at different stage of growth were harvested, ensiled and fed to cattle. The results of the study led to several practical conclusions. Based on the results obtained from samples harvested at different phenological stages, it can be concluded that harvesting at heights above 180 cm should be avoided. Another finding is that, in case of giant reed silage, determination of crude fibre by chemical analysis can replace the measurement of NDF where its measurement is not possible. Cell wall effect shows a classic trend in giant reed. The Hungarian results match the results of studies carried out in the Azores, which have produced similar results regarding dry matter content and organic matter digestibility. In case of the model silage, fermentation parameters were appropriate. In addition, on-farm harvesting and test feeding with heifers confirmed that harvesting of giant reed was feasible and animals were willing to consume the giant reed silage and did not reject it from the TMR. Based on all these findings, it can be concluded that giant reed has the potential to complement the domestic feed base as a fermentable forage. Its nutritive values meet the requirements of growing and beef cattle, and our country is suitable for its cultivation.

Key words: giant reed, *Arundo donax*, forage, cattle



Bevezetés és célkitűzések

Az elmúlt évek aszályos időjárása miatt indokoltá 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 növedékeknek, húsmarháknak, anyateheneknek. Vizsgálatunk során célunk volt ezen új takarmány etethetőségét, hasznosíthatóságát és a takarmánybázisban betölthető szerepét tudományosan alátámasztani. A kutatás alapja a szarvasi olasz nád-ültetvényről származó korai időpontban, de 2,5 magasságban betakarított olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022.06.29.), különböző fenológiai jellemzőkkel (fenotípus és fenológiai fázis szerint) rendelkező olasz nád minták laboratóriumi vizsgálati eredményei (2022.08.08.), erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült modellszilázs laboratóriumi vizsgálati eredményei (betakarítás: 2022.10.05.), valamint ezt követően egy „élesben” történő üzemi betakarítás, üzemi tartósítás, majd állatokkal való próbaetetés volt (2023.06.24. Szarvasi Agrár Zrt.). Ezen eredmények alapján értékeltük a növény táplálóanyag-tartalmát és táplálóértékét különböző fenológiai fázisokban, valamint különböző fenotípusos jellemzők esetében. Továbbá vizsgáltuk silózhatóságát, etethetőségét és pozicionáltuk a takarmányozásban betölthető szerepe alapján.

Szakirodalmi áttekintés

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 bútoriparban és építőiparban is alkalmazzák. Ezeken felül a környezetvédelmi vonatkozása is megemlítendő, rizómás növény ugyan, de nem terjed messzire, valamint nem inváziós faj. Nagyobb beruházást a telepítése igényel, azonban ezen túl nem igényel jelentős talajművelést, gyomirtást, valamint a tápanyagigénye 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 projekt (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 is. Tömegtakarmányként 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 et al. 2022, Maduro Dias et al. 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 tömegtakarmányként is hasznosíthatóak tenyésznövénydeknek, extenzív húsmarháknak, valamint anyateheneknek (Orosz 2022).

Biológiája, termesztése

A ma már Európa mediterrán térségeiben és Amerikában is elterjedt növény eredeti élőhelye Kelet-Ázsia (Gyuricza 2014). A pázsitfűfélék (*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 termőképeseek, ezáltal nem tekinthető inváziós, 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 termesztethető. 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 termesztethető 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. Aprómorzsás, 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 tápanyagutánpótlás 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 et al. 2015). Telepítése igényli a legnagyobb beruházást, illetve munkálatokat. Ideje március végétől május elejéig tart, hazánkban inkább május eleje-közepe az alkalmas. Telepítéséhez 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). Vetéskor, 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 növényvédőszerrel nem igényel. Nagyfokú rezisztenciát mutat betegségekkel szemben. Elmondható, hogy egyéb szántóföldi kultúrában termesztett növényekkel összehasonlítva kevés növényvédelmet igényel (Simon 2017, Acharya et al. 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). Tömegtakarmány 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 vizezebb, 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 termésátlagosa 10-35 t/ha (Gyuricza 2014).

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

Felhasználása, termesztési célok

Ipari felhasználása rendkívül sokoldalú. Közvetlenül felhasználható égetéssel történő hőfejlesztésre és áramfejlesztésre, pellet, apríték vagy brikett formájában. Fűtőértéke megközelíti a többi energianövényével ($18,7 \pm 1,2$ MJ/kg). Energetikai célú felhasználás során a korábban említett nagy hamutartalom nem előnyös. Egyéb energianövényekhez mérten, – a kimagaslóan nagy hektárra vetített biomassa-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 bútoriparban; falpanel, forgácslemez, bútortábla 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 et al. 2013, Simon 2017).

Meleg éghajlatú, déli országokban az olasz nád inváziós fajként számoltartott növény (Cavallaro et al. 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 et al. 2020). Megköti 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 termesztendő (Cosentino et al. 2014). A különböző genotípusok eltérhetnek a gyökérszóna vízfelvevő képességében (Zegada-Lizarazu et al. 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 et al. 2016).

Aszálytűrő képességével, gyors növekedésével, sótűrésével, alacsony input anyag igényével és a széleskörű felhasználási lehetőségekkel egy kiválóan alkalmas növény erre a célra (Di Mola et al. 2018). 2014-ben végeztek vizsgálatokat nehézfémekkel szennyezett talajokon, amelyeken olasz nádát telepítettek. Arra az eredményre jutottak, hogy több 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 nehézfém koncentrációja a következő két évben szignifikáns növekedést mutatott, a föld feletti szervekben a toxikus anyagok (kadmium, ólom) nem voltak nagyobb mennyiségben kimutathatók. Kutatások kimutatták, hogy termesztésének hatására növekedett a talajenzimek aktivitása, különös tekintettel a kataláz, dehidrogenáz és ureáz enzimekre. Ezáltal a növény képes a vörös iszap által károsodott talajok javítására (Papazoglou et al. 2004, Fernando et al. 2016).

Takarmány célú felhasználása

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 2021-ben és 2022-ben kísérleti céllal betakarított olasz nád mintákat közeli infravörös (near infrared, NIR) spektroszkópiával vizsgálta. Ezen eljárás a fény és a minta kölcsönhatásán alapul. A szerkezet által kibocsátott 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 and Romvári 2009).

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Takarmányanalitikai Laboratóriumának több, mint 10 éves tapasztalata van az közeli infravörös tartományú színeképelemzéssel. 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://www.eurofins.com>).

Anyag és módszer

Az eljárás leírása

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

- korai időpontban, de 2,5 magasságban betakarított olasz nád minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (2022.06.29.),
- különböző fenológiai jellemzőkkel (fenotípus és fenológiai fázis szerint) rendelkező olasz nád minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (2022.08.08.),
- erjesztés céljából betakarított fiatal hajtás és abból készült szilázs minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét (betakarítás: 2022.10.05.), valamint
- üzemi betakarításból származó minták táplálóanyag-tartalmát és emészthetőségét.

Az üzemi tartósításból származó szilázst tenyésznövendékkel etetve vizsgáltuk az étvágyat (2023.06.24. Szarvasi Agrár Zrt.). A növény Szarvason a MATE Szent István Cam-

pus Szarvasi Képzési Hely területén az Arundo Bioenergy Kft. közreműködésével lett telepítve 2018-ban. A laboratóriumi analízisek 2022. és 2023. folyamán történtek, a kísérleti etetésre pedig 2023-ban került sor.

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 fenotípust 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.

Három különböző alkalommal történt betakarítás a vizsgálat céljára, majd 2023-ban egy teljesen gépesített betakarítás alkalmával készült az állatoknak szánt takarmány.

A betakarítások időpontjai: 2022.06.29, 2022.08.08., 2022.10.05. és 2023.06.24. 2022-ben az első alkalommal egy magasságban, 250 centiméteresen lett levágva a mediterrán típusú minta. A második mintavételezés alkalmával mindkét fenotípus görcső alá került, a mediterrán típus 180 és 220 centiméteres magasságban, a sűrű levélzetű pedig 180 centiméteresen. 2022. őszén a mediterrán típusú olasz nád 150 centiméteres magasságban került vágásra. Ez utóbbi mintavételből származó zöldtakarmány az aprítás után műanyag vödörökben lett tömörítve és tárolva.

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 elkészíti a színeképet.

A NIR módszer a következő értékeket mérte ezen takarmányminta esetében: szárazanyag (g/kg), nyersfehérje, nyerszsír, nyershamu, cukor, keményítő, hamuval korrigált és amiláz enzimmal előkezelt neutrális detergens rost (aNDF_{om}), savdetergens rost (ADF), savdetergens lignin (ADL), nem rost jellegű szénhidrátok (NFC), oldódó nyersfehérje százalékban és g/kg szárazanyagban kifejezve, nitrát, szerves anyagok emészthetősége (OM_{d48}, %), 48 órás inkubációs idő alatt a bendőben lebontható NDF (dNDF₄₈).

Statisztikai elemzés

Az adatok leíró statisztikai értékeléséhez (átlag, szórás, variációs koefficiens /CV%/) a Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corp.) programot használtuk. Az adatok normál eloszlásának vizsgálatát és a különböző paraméterek közötti kapcsolat felmérést (lineáris regresszióanalízis) a GraphPad Prism 9.5.1 (GraphPad Software Inc.) programmal végeztük. A vizsgált paraméterek közötti lineáris kapcsolat ábrázolására a GraphPad InStat 3.05 programot (GraphPad Software Inc.) használtuk.

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-korrektció mellett végeztük el. A munkához a GraphPad InStat 3.05 programot (GraphPad Software Inc.) használtuk.

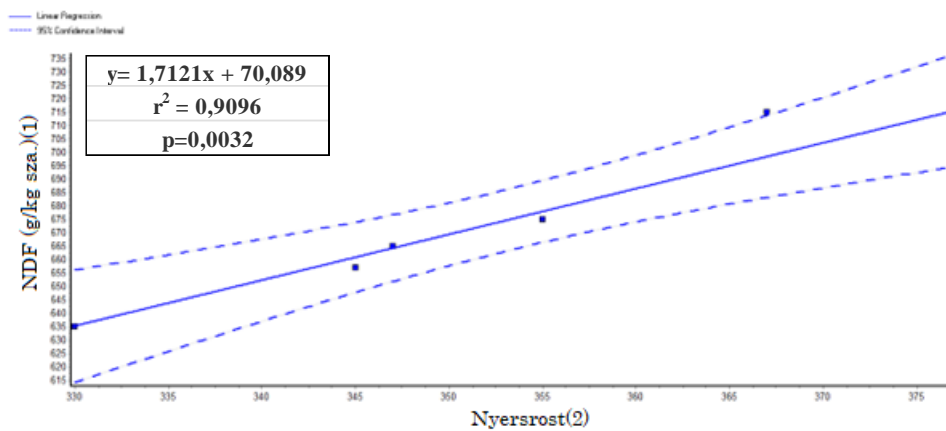
Eredmények

A korai időpontban, 2,5 magasságban betakarított zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége (2022.06.29.)

Összefüggés-vizsgálat a minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége között

A vizsgálat során hat minta került elemzésre, melyek közül három esetben volt statisztikailag igazolható lineáris összefüggés a vizsgált paraméterek között.

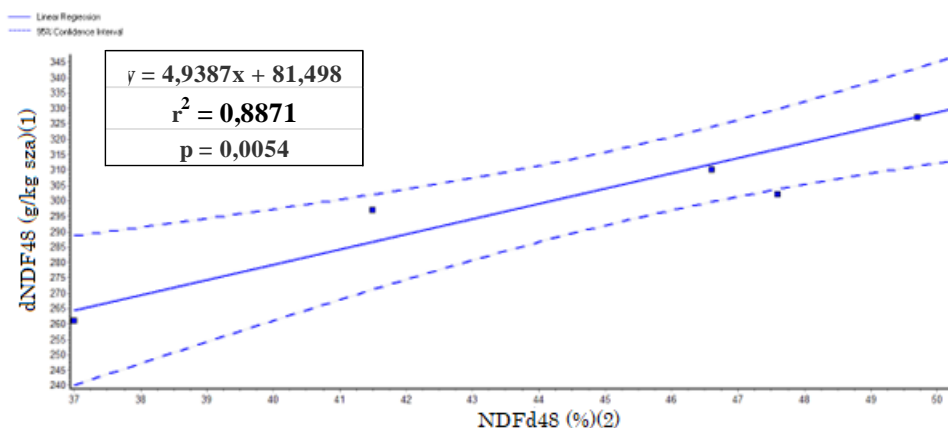
A vizsgált olasz nád minták nyersrost tartalma 330 és 377 g/kg szá. között alakult, 354 g/kg szá. átlagérték mellett. Az 1. ábrán látható az összefüggés az olasz nád minták nyersrost-tartalma és NDF tartalma között. A két változó között igen erős pozitív korreláció mutatkozott ($r = 0,953$), mely statisztikailag igazoltnak bizonyult, $p < 0,01$ szignifikancia-szinten.



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

Figure 1. Relationship between crude fibre content and NDF content of giant reed samples (n=6, 29.06.2022, Szarvas)
NDF (g/kg DM) (1), crude fibre (2),

Az olasz nád minták %-ban kifejezett bendőbeli NDF lebonthatóságának (NDF_{d48}) és a bendőben lebontható összes NDF tartalmának ($dNDF_{48}$) összefüggése a 2. 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.

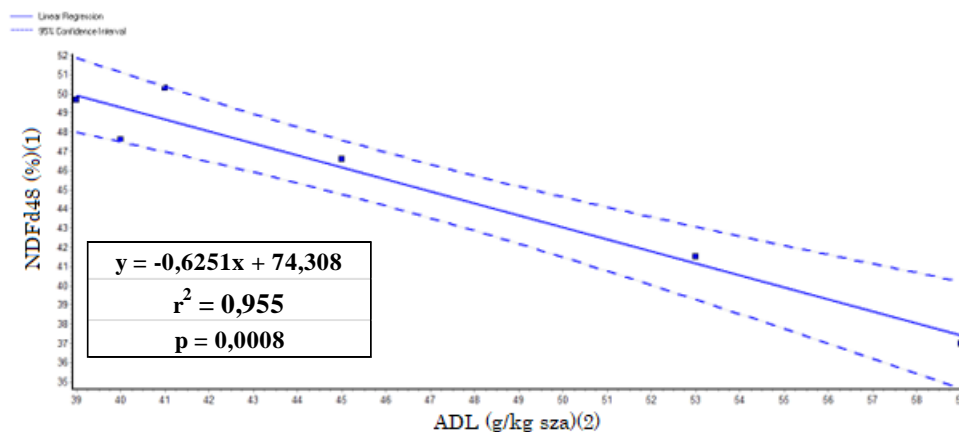


2. ábra. Az olasz nád-minták bendőbeli NDF lebonthatósága (NDF_{d48}) és a bendőben lebontható összes NDF (dNDF₄₈) tartalom közötti kapcsolat (n=6, 2022. 06.29., Szarvas)

Figure 2. Relationship between ruminal NDF degradability (NDF_{d48}) and total ruminal degradable NDF content (dNDF₄₈) of giant reed samples (n=6, 29.06.2022, Szarvas)
dNDF48 (g/kg DM) (1), NDFd48 (%) (2),

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 3. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy igen erős negatív korreláció mutatkozott a változók között ($r = -0,9772$). A két változó közötti összefüggés statisztikailag igazoltnak bizonyult, $p < 0,001$ szignifikanciaszinten.



3. ábra. Az olasz nád minták ADL tartalma és az NDF bendőbeli lebonthatósága (NDF_{d48}) közötti kapcsolat (n=6, 2022. 06.29., Szarvas)

Figure 3. Relationship between ADL content and the ruminal NDF degradability (NDF_{d48}) of giant reed samples (n=6, 29.06.2022, Szarvas)
NDFd48 (%) (1), ADL (g/kg DM) (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.

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

Az 1. 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.

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

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

Table 1. Dry matter, crude protein, crude fat, crude fibre and crude ash content of green giant reed samples harvested at different phenophases (n=3, 08.08.2022, Szarvas)

Dry matter (g/kg DM) (1), crude protein (g/kg DM) (2), crude fat (g/kg DM) (3), crude fibre (g/kg DM) (4), crude ash (g/kg DM) (5), mean (6), standard deviation (7)

A 2. táblázatban a 220 és 180 centiméteres magasságban betakarított zöld olasz nád mintákból mért Van Soust-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.

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

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

Table 2. NDF, ADF and ADL content of green giant reed samples harvested at different phenophases (n=3, 08.08.2022, Szarvas)

NDF (g/kg DM) (1), ADF (g/kg DM) (2), ADL (g/kg DM) (3), mean (4), standard deviation (5)

A különböző fenotípusba tartozó zöld olasz nád minták táplálóanyag-tartalma és emésztetősége

A 3. táblázatban a különböző fenotípusos változatba tartozó zöld olasz nád mintákból a weendei analízis keretében rutinszerűen meghatározott táplálóanyagok 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.

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

		Száraz- anyag (g/kg)(1)	Nyers- fehérje (g/kg sza.)(2)	Nyers- zsír (g/kg sza.)(3)	Nyers- rost (g/kg sza.)(4)	Nyers- hamu (g/kg sza.)(5)
Sűrű levelű (6), 180 cm	Átlag (7)	297	105	30	328	84
	Szórás (8)	4,9	9,0	2,1	25,7	4,9
	CV%	1,7	8,6	7,0	7,8	1,7
180 cm	Átlag	338	61*	26	323	74
	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 ($p < 0,05$).

Table 3. Dry matter, crude protein, crude fat, crude fibre and crude ash content of green giant reed samples belonging to different phenotypes (n=3, 08.08.2022, Szarvas)

Dry matter (g/kg DM) (1), crude protein (g/kg DM) (2), crude fat (g/kg DM) (3), crude fibre (g/kg DM) (4), crude ash (g/kg DM) (5), densely leafy (6), mean (7), standard deviation (8)

*The mean values marked with * in the given column of the table are significantly different from each other ($p < 0.05$).*

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 (4. táblázat).

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

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

Table 4. NDF, ADF and ADL content of green giant reed samples belonging to different phenotypes (n=3, 08.08.2022, Szarvas)

NDF (g/kg DM) (1), ADF (g/kg DM) (2), ADL (g/kg DM) (3), densely leafy (4), mean (5), standard deviation (6)

Az erjesztés céljából betakarított fiatal hajtásból készült modellszilázs erjedési paramétere (betakarítás: 2022.10.05.)

A fiatal olasz nád hajtásokból készült modellszilázs erjedési paramétere az 5. táblázatban olvashatók.

5. táblázat. A modellszilázs pH, NH₃, tejsav, ecetsav tartalma és ez utóbbiak aránya (n=1, 2022.10.05., Szarvas)

pH	NH ₃ (g/kg szá.)	Tejsav (g/kg szá.)(1)	Ecetsav (g/kg szá.)(2)	Tejsav/ecetsav (3)
4,5	11	53	9	5,9

Table 5. The pH value, NH₃, lactic acid, acetic acid concentration and the ratio of the latter of the giant reed model silage (n=1, 05.10.2022., Szarvas)

lactic acid (g/kg DM) (1), acetic acid (g/kg DM) (2), ratio of lactic acid to acetic acid (3)

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

Az üzemi betakarításból származó olasz nád szilázs-minták táplálóanyag-tartalma és emészthetősége

Az egy menetes üzemi betakarításra 2023.06.24-én került sor. Ezen alkalommal egy John Deere önjáró járvaszecskázó takarította be a növényt, sorfüggetlen adapterrel. A tervezett szecskaméret 2 centiméteres volt, a járvaszecskázó 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 szecska lett.

A szecskázott anyag hagyományos taposással, falközi silóba, fóliatakarással lett a depóba helyezve. Csigas típusú hurkatöltővel nem sikerült fóliatömlőbe tölteni az anyagot. 2023.08.08 és 11.-e között került sor a siló megbontására és a szűz üszőkkel történő kísérleti etetésre.

A 6. táblázatban az olasz nád szilázs-minták táplálóanyag értékei láthatóak.

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

	Száraz- anyag	Nyersfe- hérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyershamu	Cukor
	(g/kg)(1)	(g/kg sza.)(2)	(g/kg sza.)(3)	(g/kg sza.)(4)	(g/kg sza.)(5)	(g/kg sza.)(6)
Átlag (7)	223	91	22	403	106	12
Szórás (8)	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

Table 6. Dry matter, crude protein, crude fat, crude fibre, crude ash and sugar content of giant reed silage samples (n=3, 08.08.2023, Szarvas)

Dry matter (g/kg) (1), crude protein (g/kg DM) (2), crude fat (g/kg DM) (3), crude fibre (g/kg DM) (4), crude ash (g/kg DM) (5), sugar (g/kg DM) (6), mean (7), standard deviation (8)

Az olasznádszilázs-minták emészthetőségének értékeit és erjedési paramétereit a 7. és 8. táblázat tartalmazza.

7. táblázat. Az üzemi olasznádszilázs-minták NDF, ADF, ADL, OMd, NDF₄₈ és dNDF₄₈ értékei (n=3, 2023.08.08., Szarvas)

	NDF	ADF	ADL	OMd	NDF ₄₈	dNDF ₄₈
	(g/kg sza.)(1)	(g/kg sza.)(2)	(g/kg sza.)(3)	(%)(4)	(%)(5)	(g/kg sza.)(6)
Átlag (7)	687	440	54	60	45	308
Szórás (8)	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

Table 7. NDF, ADF, ADL content and OMd, NDF₄₈ and dNDF₄₈ values of giant reed silage samples (n=3, 08.08.2023, Szarvas)

NDF (g/kg DM) (1), ADF (g/kg DM) (2), ADL (g/kg DM) (3), OMd (%) (4), NDF₄₈ (%) (5), dNDF₄₈ (g/kg DM) (6), mean (7), standard deviation (8)

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

	pH	Tejsav	Ecetsav	Tejsav/ecetsav (3)
		(g/kg sza.)(1)	(g/kg sza.)(2)	
Átlag (4)	4,63	45	25	1,8
Szórás (5)	0,1	7,0	1,2	0,4
CV%	1,2	15,5	4,6	19,6

Table 8. Fermentation characteristics of the giant reed silage samples (n=3, 08.08.2023., Szarvas) *lactic acid (g/kg DM) (1), acetic acid (g/kg DM) (2), ratio of lactic acid to acetic acid (3), mean (4), standard deviation (5)*

Az üzemi betakarításból (2023.06.24.) és tartósításból származó olasznádszilázs tenyésznövendékekkel való próbaetetése (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. 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.

Értékelés és következtetések

A korai időpontban, 2,5 magasságban betakarított zöld olasz nád mintákból 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 (1. ábra).

A kapott eredmények közötti összefüggés alapján azt a következtetést is levonhatjuk, 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_{d48}-érték hiányában az ADL-tartalom növekedése egyben a rost emészthetőségének csökkenését jelzi (indikátor paraméter) és az egyenlet alapján kalkulálható a vizsgált ADL-tartományban (3. ábra).

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 összevetettük Nunes et al. 2022-es, valamint Maduro Dias et al. 2023-as eredményeivel. Mivel ezen vizsgálatok esetében a fenológiai fázis nem lett megjelölve és a tápanyagpótlás mértéke sem ismert, továbbá 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 et al. 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 nádnek nem jellemzője a 300 g/kg értéket meghaladó szárazanyag-tartalom 180-220 cm-es magasságban augusztus folyamán, hanem ez az emelkedett érték évjáráthatás. Tekintettel arra, hogy a 2022-es nyár extrém aszályos és hőstresszes volt (nyári országos átlag: 134 mm, forrás: [https 2](https://www.hvg.hu/2022/08/08/nyari_orzagos_atlag_134_mm)) hazánkban, míg a 2023-as év nyara csapadékosabb volt (nyári országos átlag: 220,7 mm, forrás: [https 3](https://www.hvg.hu/2023/08/08/nyari_orzagos_atlag_220_7_mm)). Összevetve az Azori-szigeteken (nyári országos átlag:

115 mm, forrás: <https> 4) folytatott vizsgálatok eredményeivel (Nunes et al. 2022, Dias et al. 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. ősgyep) vagy egy gyenge minőségű, extenzív fűszilázshoz hasonló értéket képvisel. A modell- és az üzemi kísérlet eredményei alapján az olasz nád járvaszecskaóval betakarítható, erjeszhető és a szűz üszők szívesen fogyasztották 5 kg/nap mennyiségben a 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 növényeknek, 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 vizsgálatait indokoltak.

Köszönetnyilvánítás

A munkát az Állattenyésztési Szakkollégium hallgatóinak tudásának fejlesztése a modernizáció irányába c. NTP-SZKOLL-23-0034 számú pályázat támogatta.

Irodalomjegyzék

- Acharya, M., Burner, D.M., Ashworth, A.J., Fritschi, 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. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.912172>
- Alshaal, T., Domokos-Szabolcsy, É., Márton, L., Czakó, M., Kátai, J., Balogh, P., Elhawati, 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. <https://doi.org/10.1007/s12155-013-9369-5>
- Bázár, Gy. Romvári, R. (2009): A közeli infravörös (NIR) spektroszkópia lehetőségei az állattermék előállítás folyamatában. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 58(3), 265–280.
- Cavallaro, V., Patané, C., Cosentino, S.L., 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. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.07.004>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9577-2>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.07.003>

- 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. <https://doi.org/10.4081/ija.2018.995>
- 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. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802830-8.00004-6>
- Gyuricza, Cs. (2014): *Energianövények, biomassza termelés és felhasználás*. Szent István Egyetem, Gödöllő, 143 p.
- https 1: NIR takarmányanalitika. <https://www.atkft.hu/szolgaltatasaink/> (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, (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 (2024. április)
- https 4: Climate – Azores, <https://www.climatestotravel.com/climate/azores> (2024. április)
- 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*, 9, 416. <https://doi.org/10.3390/fermentation9050416>
- 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*, 12, 3587. <https://doi.org/10.3390/ani12243587>
- Orosz, Sz. (2022): *Arundo: egy évelő nád, ami túri a szárazságot - alternatív növedéktakarmány*. Partnertájékoztató Hírlevél, Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., XXII. 7., 20–28
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.09.022>
- Simon, L. (2017): *Az olasz nád (Arundo donax L.) termesztése és hasznosítása*. Szemle, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 20 p.
- 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*, 15, 1764, 332–338. <https://doi.org/10.4081/ija.2020.1764>
- 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, 490–501. <https://doi.org/10.1111/ppl.12701>

A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

