

SZEMES CIROK, MINT A KUKORICA LEHETSÉGES ALTERNATÍVÁJA A TAKARMÁNYOZÁSBAN IRODALMI ÁTTEKINTÉS

TÓTH ARIEL – HUSVÉTH FERENC – TÓTH ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A globális klímaváltozás negatív hatásai a magyarországi kukoricatermesztésben is egyre határozottabban mutatkoznak meg, ezért fontos számításba venni olyan alternatív kultúrnövényeket, amelyek termesztése a megváltozott körülmények között is eredményesen folytatható, továbbá amelyek a takarmányozásban is alkalmasak lehetnek a kukorica kiváltására. A szakirodalmi áttekintés elsődleges célja a szemes cirok azon tulajdonságainak részletes ismertetése, melyek alapján a takarmányozásban a kukorica alternatívájává válhat. Számos szakirodalmi forrás alapján fejtjük ki a szemes cirok termesztésének aszályos viszonyok közötti előnyeit. Ezeken felül az áttekintés a szemes cirok és a kukorica előnyös és előnytelen beltartalmi mutatóiból és korábbi takarmányozási kísérletek eredményeiből kiindulva fejt ki, hogy a fő tenyésztett állatfajok (kérődzők, baromfifajok, sertés) esetében milyen hatásokkal járhat a kukorica szemes cirokkal történő részleges vagy teljes kiváltása. Fő következtetés, hogy a mai kis tannintartalmú szemes-, illetve silócirok-hibridek a legtöbb haszonállat esetében eredményesen alkalmazhatóak mind tömegtakarmányként, mind a takarmánykeverékekben.

SUMMARY

Tóth, A. – Husvéth, F. – Tóth, Z.: SORGHUM AS A POTENTIAL ALTERNATIVE TO CORN IN ANIMAL NUTRITION – LITERATURE REVIEW

Negative effects of climate change appear more and more markedly in Hungarian corn production. This emphasizes the importance to find alternative crops, the cultivation of which can be successfully continued even under the changed conditions and can also be suitable for replacing corn in animal nutrition. The main aim of this literature review is to describe the properties of grain sorghum, which can be an alternative feed component to replace corn in animal nutrition. The advantages of grain sorghum in drought-prone environments are studied in numerous literatures. They underline that sorghum can be economical to be produced on soils which are unfavorable for corn, because it has a lower transpiration coefficient and it is also more tolerant to biotic and abiotic stress factors, furthermore the purchase price of feed grain sorghum is roughly the same as that of corn. Based on earlier published results, comparing nutritional values of sorghum and corn, this review explains the effects of partial and complete replacement of corn with grain sorghum, in the case of the main farm animals (ruminants, poultry, pigs). Feeding the green parts of sorghum (grazing or in TMR), it is important to pay attention to the fact that grazing can start only at a height of 60 cm of the plant, because in earlier stages of development sorghum can contain cyanoglycosides. Proper treatments (drying, fermentation, etc.) of both green and grain sorghum are also essential before feeding. Flaking of sorghum grain increases its digestibility and it becomes suitable for the partial replacement of corn by ruminants. In case of poultry, sorghum grain can be fed without grinding, so processing costs can also be reduced. However, even a low tannin content can adversely affect the production parameters of animals, so it should be used in 1:1 proportion in a mixture with corn. In case of pigs, tannin content is the only component that decreases the perfect utilization of sorghum. In feeding experiments comparing sorghum to corn, similar results were found when sorghum hybrids were used with a negligible tannin content. The main conclusion of the articles referred in this review is that today's grain sorghum hybrids with a low tannin content can be effectively used in the case of most farm animals, both in forage or concentrate feeding, if the proper ratio is applied in the feeds. Increasing the nutritive values of sorghum varieties and developing tannin-free sorghum hybrids may be decisive in animal husbandry for the future.

BEVEZETÉS

A megfelelő klíma a mezőgazdaság termelékenységének egyik kulcstényezője (Cumhur és Malcolm, 2008). Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2021-ben kiadott hatodik értékelő jelentése alapján 20 éven belül valószínűleg átlépjük a globális 1,5 °C-os hőmérsékletemelkedést (IPCC, 2021). Az üvegházhatás erősödése a magyarországi éghajlat szárazabbá és napfényben gazdagabbá válását okozhatja (Mika, 2002). Ezeken felül az előrejelzések és az eddigi tapasztalatok alapján valószínű, hogy az éves csapadékmennyiség eloszlása is át fog alakulni. A szezonális csapadékmennyiség az őszi-téli félévben várhatóan növekedni, a tavaszi-nyári félévben pedig csökkenni fog (Bartholy, 2007). Az OMSZ 1901-2021 közötti adatai alapján az országos évi átlag középhőmérséklet a lineáris trendbecslés alapján szignifikánsan emelkedik, míg az éves csapadékösszeg átlagosan 3,4%-os csökkenést mutat (OMSZ, 2021). Ezen felül nőtt a szélsőségesen csapadékos és szélsőségesen száraz évek gyakorisága is. A mezőgazdaság a klímaváltozás által legközvetlenebbül érintett gazdasági ágazat.

Az éghajlatváltozás nagymértékben formálhatja át az egyes mezőgazdasági területek jellemzőit, melynek következtében a hagyományos szántóföldi növények gazdaságos előállítására való alkalmasságuk jelentősen csökkenhet. Ez a humán élelmezést közvetlenül és közvetetten – a hagyományos takarmánynövények kisebb termésmennyiségén keresztül – is érintheti. Hazánkban a használatban lévő szántóterületek ~60%-án gabonanövényeket termesztnek, melyből 42% (~1.000.000 ha) kukorica (KSH, 2019). Pásztor és Fodor (2010) országunk agroökológiai potenciáljának jövőjét kísérelték meg 4M szimulációs modell alkalmazásával felmérni a klímaváltozás függvényében. Eredményeik szerint elsősorban a klímaváltozás negatív hatásai fognak érvényesülni, mely a kukorica termésátlagának csökkenését vetíti előre. A termelői tapasztalatok azt mutatják, hogy a magyar kukoricatermesztés - elsősorban a tenyésztési időszakban tapasztalható vízhiány miatt – már most is kockázatosabbá vált (Király, 2017). A kukorica számára kedvezőtlenebbé vált termőhelyi feltételek által okozott termés kiesés értelemszerűen a piaci árakban is megmutatkozik, melyek egyik fő elszorítója az állattartók. Az érintett területeken előremutató lehet a klímaváltozással járó kihívásokat jobban toleráló gazdasági növényeket termesztetni. A világ számos régiójában a szemes cirok helyettesíti a kukoricát, nagy terméshozamának, remek víz-, hőmérséklet- és stressztűrőképességének köszönhetően (Espitia-Hernández és mtsai, 2020). A gyengébb adottságú területeken a takarmánycirok-fajták, mind tömegtakarmányként, mind pedig abrakként biztonságosabban termeszthetők (Bocz, 1992).

E szakirodalmi áttekintés elsődleges célja összegyűjteni a szakirodalom azon kiemelt kutatási eredményeit, amelyek a szemes cirok alternatív takarmányként való alkalmazásának jogosultságát igazolják, a legfontosabb tenyésztett állatfajok esetében. További cél felhívni a figyelmet a szemes cirokban, mint takarmánynövényben rejlő lehetőségekre, különös tekintettel a klímaváltozás miatt, a kukorica számára alkalmatlanabbá váló területeken.

A SZEMES CIROK ÉS A KUKORICA TERMÉSEREDMÉNYEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A kukorica termés csökkenését elsősorban a magas hőmérséklet és az éves csapadékmennyiség kedvezőtlenebbé váló eloszlása okozza (Széles és mtsai, 2018). Ezek főként a generatív időszakban veszélyeztetik a kukorica termésmennyiségét. Meza és mtsai (2008) szerint a kukorica termés csökkenése a klímaváltozási forgatókönyv és a termesztett hibrid függvényében 10-30% is lehet. Ezzel szemben láthatjuk, hogy a 2022-es, meglehetősen aszályos és meleg év tenyészidőszakában az Alföldön és a közép-magyarországi régió egyes területein a kukoricatermés csaknem egésze (~300.000 ha) megsemmisült.

A szemes cirok termesztése -mivel termése a kukorica számára kedvezőtlenebb körülmények között is elérheti a 4-5 t/ha-os szintet - a kukoricának nem kedvező talajokon is gazdaságosnak tekinthető (Bocz, 1992). A KSH 2021-es adatai alapján a cirok mag felvásárlási ára (66891 Ft/t) sem tér el jelentősen a takarmánykukorica felvásárlási árától (73023 Ft/t).

Hozama korlátozott vízellátás mellett meghaladja a kukoricáét (Turhollow és mtsai, 2010). A szemes ciroknak 1 kg szárazanyag előállításához csupán 150-250 liter vízre van szüksége (Assefa és mtsai, 2010), míg a kukorica transzspirációs koefficiense 163-368 liter víz / 1 kg szárazanyag (Dobos és Megyes, 2013). Staggenborg és mtsai (2008) a szemes cirok és a kukorica terméskülönbségét vizsgálták Kansasban és Nebraskában. Eredményeikben leírták, hogy a szemes cirok azokon a területeken termett többet a kukoricánál, ahol a kukorica termésátlag 6,4 t/ha alá csökkent. A KSH felmérései alapján 2010 és 2022 között a kukorica termésátlag Magyarországon 3,4 t/ha és 8,6 t/ha között, igen széles skálán mozgott. Általánosan elmondható, hogy a vízellátási és hőmérsékleti szélsőségeknek jobban kitett régiókban (Közép-Magyarország, Alföldi régiók) figyelhetők meg gyakrabban alacsonyabb termésátlagok. Elsősorban ezen területek kiemelt részein térülne meg a szárazságot és vízhiányt jobban toleráló szemes cirok termesztése.

A SZEMES CIROK ÉS A KUKORICA BELTARTALMI MUTATÓINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A szemes cirok beltartalma (1. táblázat) a kukoricáéhoz hasonló, azonban fehérjetartalma általánosságban nagyobb, nyerszsír- és energiatartalma pedig valamivel kisebb, mint a kukoricáé. Teljes emészthető táplálóanyag-tartalma a kukoricáénak a 85-97%-át teszi ki (Cousins és mtsai, 1981). A szemes cirok csupán ~5,68%-kal kevesebb metabolizálható energiával rendelkezik a kukoricához viszonyítva (Rostagno és mtsai, 2011). A nagyobb fehérjetartalom ellenére néhány esszenciális aminosav (pl. lizin, metionin, treonin) emészthetősége relatíve kisebb, mint kukorica esetében (Rostagno és mtsai, 2011). Ezeken felül B-vitaminok kiváló forrása. Tartalmaz tiamint, riboflavint, niacint, piridoxint, pantoténsavat, biotint és folsavat, valamint egyéb vitaminokat, mint például A-, D-, E- és K-vitaminokat (Taylor, 2003). Tartalmaz továbbá karotinoidokat, fitoszterolokat és polikozanolokat is (Awika és Rooney, 2004).

Említésre méltó a cirokfélék azon tulajdonsága, miszerint a betegségekkel és rovarkártevőkkel szembeni ellenállóképességük igen jó, így az azonos időjárás

körülmények közt termelt takarmány mikotoxin-szennyezettsége is kevésbé jellemző, mint a kukorica esetében (Ssepuuya és mtsai, 2018). Ezt igazolja Mpuchane és mtsai, (1997) felmérése is, miszerint a silókban betárolt szemes cirok és kukorica minták közül általánosságban a kukorica minták mutatnak magasabb gombák általi szennyezettséget.

Fontos szót ejteni a szemes cirok maghéjának tannintartalmáról is. A tannin az egyik legfontosabb tényező, amely befolyásolja a cirok takarmányozási értékét. A tanninok, a természetben előforduló polifenol-vegyületek, melyek többnyire kétszikű növényekben, leggyakrabban hüvelyesekben találhatók meg (Mahmood és mtsai, 2014). Hatásukat tekintve csökkentik az emésztőenzimek aktivitását, a

1. táblázat

A szemes cirok és a kukoricaszem beltartalmi mutatóinak összehasonlítása
(Sibbald, 1977; NRC, 1994; Eckhoff és Paulsen, 1996; Rostagno és mtsai, 2011; Li és mtsai, 2014; Marta és mtsai, 2017; Abah és mtsai, 2020; Faqih és mtsai, 2020; Riffat, 2020)

Összetétel (1)	Szemes cirok (2)	Kukoricaszem (3)
Szárazanyag (4)	87-89,4%	88,3-89%
Emészthető energia (5)	13,8-16,4 MJ/kg	16,5-17,5 MJ/kg
Metabolizálható energia (6)	13,8-16,6 MJ/kg	15,9-17,2 MJ/kg
Nyersfehérje (7)	10-12%	8-10%
Lizin / 100 g fehérje (8)	1,1-3,6 g	1,5-3 g
Nyersrost (9)	1-3,4%	2,4-3,7%
Lignin	~2%	~1,2%
Nyerszsír (10)	3,3-3,4%	3,5-5%
Keményítő (11)	55-75%	70-73%
Nyershamu (12)	1,3-3,3%	1-1,6%
Oldható cukor (13)	0,7-4,2%	1-3%
Összes ásványi anyag (14)	~1,5%	~1,2%
Kalcium (15)	0,28 g/kg	~0,09 g/kg
Foszfor (16)	~2,87 g/kg	~3,8 g/kg
Magnézium (17)	~1,5 g/kg	~1,2 g/kg
Vas (18)	~4,4 mg/100g	~4,6 mg/100g
Tiamin	~0,35 mg/100g	~0,4 mg/100g
Riboflavin	~0,15 mg/100g	~0,1 mg/100g
Niacin	~4,65 mg/100g	~3,6 mg/100g
Tannin	10-722 mg/100g	-
Glutén	-	-

Table 1. Comparison of the nutrient contents in sorghum and corn grains

Composition (1); sorghum grain (2); corn grain (3); dry matter (4); digestible energy (5); metabolizable energy (6); crude protein (7); lysine / 100g protein (8); crude fiber (9); crude fat (10); starch (11); crude ash (12); soluble sugar (13); total minerals (14); calcium (15); phosphorus (16); magnesium (17); iron (18)

fehérje és az aminosavak emészthetőségét, valamint az ásványianyag- és vitaminfelvételt (Chung és mtsai, 1998). Ezzel egyidejűleg viszont daganatmegelőző, gyulladáscsökkentő és antibakteriális hatásuk pozitívumként könyvelhető el (Nagy és mtsai, 2021).

Genotípusuk és beltartalmuk szerint a szemes cirokokat három csoportba sorolhatjuk. Az I. típusú (vagy fehér cirok), nem rendelkezik pigmentált maghéjjal és kicsi a tannintartalma (0,28 g/kg). A II. típusú (vagy vörös cirok) pigmentált maghéjjal rendelkezik nagyobb tannintartalommal (4,48 g/kg), a III. típusú (szintén pigmentált, fekete) cirok pedig nagyobb mennyiségben (11,95 g/kg) tartalmaz tannint (Dykes és Rooney, 2006). Nagy és mtsai (2021), a köztermesztésben leggyakrabban alkalmazott szemes cirok-hibridekkel végzett kutatása szintén igazolja a szín és tannintartalom közti összefüggéseket. A vizsgált vörös (*Alföldi1*, *Zádor*, *Foehn*) és fehér (*Albita*, *Albanus*) típusok közül általánosságban a vörös hibridek mutattak nagyobb tanninkoncentrációkat. A nemesítői törekvések eredményeként a mai szemes cirok-hibridek csupán elhanyagolható mennyiségű tannint tartalmaznak.

A SZEMES CIROK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A TAKARMÁNYOZÁSBAN

Kérődzők esetében *Herrera-Saldana és Huber* (1989) megállapították, hogy a gabonanövények közül a cirok mag keményítőjének bendőbeli lebonthatósága a legrosszabb, mivel a cirokban lévő keményítő-fehérje mátrix jobban ellenáll a mikrobiális eredetű enzimes bontásnak, mint pl. a kukorica esetében. *Nocek és Tamminga* (1991) számításai szerint a cirokdara összes keményítőjének bendőbeli lebonthatósága az összes keményítőtartalom %-ában 51-57,3%, míg a kukoricadaráé 53,1-67% körül alakul. A cirokkeményítő emészthetőségének javítása érdekében a cirok magot pelyhesítik, melynek következtében a cirokpehely keményítőjének emészthetősége 98%-ra növekszik (NRC, 2001). *Theurer és mtsai* (1999) az őrölt és pelyhesített cirok és kukorica hatásait vizsgálták tejhasznú tehenek esetében. Eredményeikre alapozva leírták, hogy a pelyhesített takarmányok hatása közel azonos volt, emellett a pelyhesítés növelte a tejtermelést és a tej fehérjetartalmát is. *Buonaiuto és mtsai* (2021) a kukoricaliszt, mint keményítőforrás szemes cirok lisztre való teljes cseréjének hatásait vizsgálták tejhasznú tehenek széna alapú TMR takarmányában. A tej, mint végtermék minőségében nem tapasztaltak negatív változásokat. *Mitzner és mtsai* (1994) hasonló kutatásuk eredményeként azt tapasztalták, hogy a kukorica szemes cirokkal történő cseréje nem befolyásolta negatívan sem a DMI-t, sem a tejtermelést, sem annak zsírtartalmát, viszont pozitívan befolyásolta a fehérjetartalmat.

Húsmarhák esetében *Ferreira és mtsai* (2020) Nellore húsmarhákön vizsgálták a kétféle takarmány hatását a hús minőségére. Nem tapasztaltak komolyabb eltéréseket sem a pH, sem a hús kémiai összetétele, sem a sütési veszteségek tekintetében, viszont a bőr alatti zsírszövet színében (mely a kukoricával etetett egyedek esetében sárgább volt), igen. *Brandt és mtsai* (1992) hasonló eredményeket írtak le. A cirokkal és kukoricával etetett húsmarhák végtermékeinek minőségi és érzékszervi vizsgálatánál szignifikáns eltéréseket nem detektáltak, viszont a bőr alatti zsírszövet sárgább színét ők is megfigyelték a kukoricával etetett állatok esetében. A fentebb leírtak alapján a megfelelően kezelt cirok mag

alkalmas lehet a kukorica egy részének kiváltására mind tejelő tehenek, mind húsmarhák esetében.

Baromfi- és sertéstakarmányok esetében kimutatták, hogy a kis tannintartalmú cirok-hibridek a hasznosulás befolyásolása nélkül helyettesíthetik a kukoricát (Garcia és mtsai, 2005). A baromfi takarmánykeverékekben a kukoricát 30-50%-ban, sertéseknél pedig 20%-ban válthatjuk ki szemes cirokkal (Rajki és Palágyi, 2017). Torres és mtsai (2013) Cobb-500 brojlercsirkékkel vizsgálták a kukorica kis tannintartalmú szemes cirokkal történő helyettesítésének az állatok teljesítményére gyakorolt hatásait három takarmányozási kezelés vonatkozásában (100% kukorica, 50-50% kukorica-cirok keverék, 100% cirok). Eredményeikben rámutattak, hogy a brojlerek takarmányozására az 50-50%-ban kukoricát és cirkot tartalmazó takarmány volt a legalkalmasabb, mivel a cirok 100%-os etetésekor a még kis mennyiségben (0,3-0,34%) előforduló tannin is csökkentette a brojlerek teljesítményét. A fentiek értelmében a ciroknemesítés és a további tanninmentes hibridek előállítása és fejlesztése döntő lehet a jövőre tekintve. Ochieng és mtsai (2020) kitértek arra is, hogy brojlercsirkék takarmányában maximum 60%-ban keverve javasolt a szemes cirok. Ezen arány felett ugyan csökken a hús koleszterin-tartalma, viszont károsan befolyásolhatja a telített zsírsav- és E-vitamin-tartalmát. A keverési arány növelése továbbá hatással lehet a pH-ra és a hús színére is (Garcia és mtsai, 2005).

Baromfifajokban az egész cirokmag darálás nélküli felhasználásának olyan gazdasági vonatkozása lehet, hogy a darálás energiateljesítményéből adódó (napjainkban egyre magasabb) költségeit meg tudjuk spórolni rajta. Silva és mtsai (2014) az egész és darált cirokmagnak, továbbá a kukoricának a bél morfológiára és a bél szöveti szerkezetére gyakorolt hatásait vizsgálták 42 napos brojlerek esetében. A kutatás eredményeként azt a következtetést vonták le, hogy a szemes cirok helyettesítheti a kukoricát 1-42 napos brojlerekben, mivel megfelelő súlygyarapodás érhető el takarmányozásával, továbbá nem befolyásolja hátrányosan a bél morfológiáját és az egyes létfontosságú szervek súlyát sem. Wu és mtsai (2004) rámutattak arra, hogy az egész cirokmag etetésének 500 g/kg felett ugyan van negatív hatása a brojlerek teljesítményére, viszont eddig a pontig kedvezőtlen eredmények nem tapasztalhatóak.

A szemes cirok tojóhibridek számára is megfelelő takarmány lehet. Ochieng és mtsai (2018) a kukorica kis tannintartalmú szemes cirokkal való helyettesítésének a tojás minőségére gyakorolt hatását vizsgálták, cirkot 0, 50 és 100%-ban tartalmazó keverékek alkalmazásával. A tojások tömegében, fehérje- és zsírtartalmában, E- és A-vitamin-tartalmában nem voltak statisztikailag kimutatható eltérések. A szemes cirok arányának növelésével ugyan világosabb lett a tojássárgája, viszont a koleszterin-tartalom szignifikánsan csökkent.

A szemes cirok sertések számára is megfelelő takarmány lehet, viszont az emésztést gátló polifenol-vegyületek miatt fontos a tanninmentes fajták alkalmazása. Más különben a szemes cirok megváltoztathatja a bél morfológiáját, továbbá csökkentheti az emésztő- és antioxidáns enzimek aktivitását, melyek a takarmány hasznosulásáért felelősek (Pan és mtsai, 2021). Emellett Bauza és mtsai (2019) rámutattak, hogy nedves szemes takarmánykeverékek esetében a kukorica közepes tannintartalmú cirokkal való 50%-os helyettesítése kedvezőtlen hatással van a hízósertések izomfejlődésére, melynek velejárója a háti rész intramuszkuláris zsírtartalmának növekedése. Amennyiben viszont kis tannintartalmú cirokkal

helyettesítik a kukoricát, nem változik szignifikánsan a sertéshús összetétele. A kis tannintartalmú cirokkal etetett sertések közel ugyanazokat a paramétereket (súlygyarapodás, takarmányértékesítés) produkálhatják, mint amelyeket kukoricával etetnek (Brand és mtsai, 1990). Más irodalmi források (Pan és mtsai, 2021; Bretensky és mtsai, 2012) a kis tannintartalmú cirok alternatív takarmányforrásként való alkalmazását sertések számára ugyancsak javasolják. Az alacsony tannintartalmú cirok alkalmazásának és a végtermék minőségének a kapcsolatát Moreland (1971) vizsgálta hízósertések esetében Texasban. A szemes cirokkal etetett állatok húsa a következő paraméterek tekintetében nem mutatott szignifikáns eltérést a hagyományos takarmányokkal (kukorica, búza, árpa) etetett egyedekétől: nyers és sült hús nyersfehérje tartalma, összes szárazanyag tartalma, főzési veszteségek, főzési idő, megjelenés, illat, íz és szaftosság (Moreland, 1971).

A CIROKFÉLÉK EGYÉB HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI A TAKARMÁNYOZÁSBAN

A szemes cirok zöld száron érik, ezért a bugák levágása után visszamaradó szár silózással vagy legeltetéssel (főként szarvasmarha és juhtartó gazdaságokban) hasznosítható (Bocz és mtsai, 1992). A cirok legeltetése a 60-70 cm-es magasság elérése után kezdődhet meg, mivel 60 cm alatt még jelen lehetnek benne ciánglikozidok, melyekből az emésztés során kéksav (ciánhidrogén) képződik, mely szöveti oxigénhiányt okoz (Orosz és Fazekas, 2019). Az új hibridek ciánglikozid tartalma már elenyésző, viszont mivel stresszhatás is idézhet elő nagyobb ciánglikozid mennyiséget, így érdemes a hasznosítási rend betartása. Erjesztés és szárítás hatására a ciánglikozidok 3-7 nap alatt lebomlanak (Orosz és Fazekas, 2019).

Kérődzők esetében a cirok erjesztett tömegtakarmányként való alkalmazásában is nagy potenciál rejlik, különösen azon gazdaságok esetében, ahol a vízhiány miatt problémát jelent a takarmánykukorica megtermelése. Tejelő tehenek esetében a kukoricaszilázs teljes mértékben kiváltható cirokszilázzsal anélkül, hogy az káros hatással lenne a tejhozamra és annak összetevőire (Khosravi és mtsai, 2018; Li és mtsai, 2020).

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az aszályos viszonyok között is megfelelő hozamú szemes cirok termesztése kézenfekvő megoldás lehet azon gazdaságok számára, melyek területein – főként a klímaváltozás okozta szélsőségesebbé váló vízellátás miatt – problémássá válik a kukorica termesztése.

A kukoricához hasonló beltartalmú, kis tannintartalmú szemescirok-hibridek megfelelő arányban keverve mind a kérődzők, mind a baromfifajok, mind pedig a sertés esetében helyettesíthetik a kukoricát abraktakarmányként vagy takarmánykeverékekben.

Az újabb cirok-hibridek takarmányként való értékesülésének pontosabb megismerése érdekében további kiterjedt kutatások indokoltak.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abah, C. R. - Ishiwu, C. N. - Obiegbuna, J. E. - Oladejo, A. A. (2020): Sorghum grains: Nutritional composition, functional properties and its food applications. *Eur. J. Nutr. Food Saf.*, 12. 101-111.
- Assefa, Y. - Staggenborg, S.A. - Prasad, V. P. V. (2010): Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A Review. *Crop Manag.*, 9. 1-11.
- Awika, J. M. - Rooney, L. W. (2004): Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65. 1199-1221.
- Bartholy, J. (2007): Regional climate change expected in Hungary for 2071-2100. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 5. 1-17.
- Bauza, R. - Barreto, R. - Silva, D. - Bratschi, C. (2019): Quality of carcass and fat of pigs receiving diets with sorghum, canola expeller and peas. *Agrociens. Urug.*, 23. 1-11.
- Bocz, E. (1992): Szemes cirok. Szántóföldi növénytermesztés, Szerk.: Bocz, E. - Antal, J. - Kismányoky, T. - Ragasits, I. - Kovács, G. - Ruzsányi, L. - Varga, J. - Késmárki, I. - Kovács, A. - Szabó, M., Mezőgazda kiadó, Budapest, 432-434.
- Bounaiuto, G. - Palmonari, A. - Ghiaccio, F. - Visentin, G. - Cavallini, D. - Campidonico, L. - Formigoni, A. - Mammi, L. M. E. (2021): Effects of complete replacement of corn flour with sorghum flour in dairy cows fed Parmigiano Reggiano dry hay-based ration. *Ital. J. Anim. Sci.*, 20. 826-833.
- Brand, T. S. - Badenhorst, T. H. A. - Ras, M. N. - Siebrits, F. K. - Kemm, E. H. - Hays, J. P. (1990): Normal and hetero-yellow endosperm grain sorghum as substitute for maize in pig diets. *S. Afr. J. Anim.*, 20. 229-233.
- Brandt, R. T. - Kuhl, G. L. - Campbell, R. E. - Kastner, C. L. - Stroda, S. L. (1992): Effects of steam-flaked sorghum grain or corn and supplemental fat on feedlot performance, carcass traits, longissimus composition, and sensory properties of steers. *J. Anim. Sci.*, 76. 2984-2990.
- Bretensky, M. - Nitrayová, S. - Patras, P. (2012): The quality of sorghum grain in aspect of utilization amino acids in pigs. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 1. 1032-1039.
- Chung, K. T. - Wong, T. Y. - Wei, C. I. - Huang, Y. W. - Lin, Y. (1998): Tannins and human health: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38. 421-464.
- Cousins, B. W. - Tanksley, T. D. - Knabe, D. E. - Zobriska, T. (1981): Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. *J. Anim. Sci.*, 53. 1524-1537.
- Cumhur, A. - Malcolm, S. C. (2008): The effects of global climate change on agriculture. *Am-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 3. 672-676.
- Dobos, A. - Megyes, A. (2013): Irrigated Farming. University of Debrecen.
- Dykes, L. - Rooney, L. W. (2006): Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J. Cereal Sci.*, 44. 236-251.
- Eckhoff, S. R. - Paulsen, M. R. (1996): Maize. In: *Cereal Grain Quality*, edit. Henry, R. J. - Kettlewell, P. S., Chapman and Hall, London, 77-112.
- Espitia-Hernández, P. - Chávez González, M. L. - Ascacio-Valdés, J. A. - Dávila-Medina, D. - Silva, T. - Ruelas Chacón, X. - Sepúlveda, L. - Flores-Naveda, A. (2020): Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) as a potential source of bioactive substances and their biological properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 62. 2269-2280.
- Faquih, A. - Elizabeth, E. - Azahari, D. H. (2020): The Increaseing of Competitiveness of Agro-Industry Products Through Industrial Empowerment to Support the Achievement of Sustainable Agricultural Development. *Int. J. Energy. Econ. Policy.*, 10. 663-671.
- Ferreira, F. A. - Chizzotti, M. L. - Zamudio, G. D. - Estrada, M. M. - Pacheco, M. V. - Silva, B. C. - Valadares-Filho, S. C. - Rodrigues, R. T. (2020): Beef quality of Nellore steers fed dried or rehydrated and ensiled corn or sorghum grains. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 33. 121-133.
- Garcia, R. G. - Mendes, A. A. - Costa, C. - Paz, I. C. L. A. - Takahashi, S. E. - Pelícia, K. P. - Komiyama, C. M. - Quinteiro, R. R. (2005): Desempenho e qualidade de carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 57. 634-643.

- Herrera-Saldana, R. E. – Huber, J. T. (1989): Influence of varying protein and starch degradability on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72. 1477–1483.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2021): Climate change 2021. The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Edit. Masson-Delmotte, V. – Zhai, P. – Pirani, A. – Connors, S. L. – Zhou, B., Cambridge University Press.
- Khosravi, M. – Rouzbehan, Y. – Rezaei, M. – Rezaei, J. (2018): Total replacement of corn silage with sorghum silage improves milk fatty acid profile and antioxidant capacity of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 101. 10953–10961.
- Király, G. (2017): Éghajlatváltozás és alkalmazkodás a mezőgazdaságban. Magyarok a Kárpát-medencében 2. Szeged: Tudományos Nemzetközi Konferencia, 369–379.
- KSH (2019): A fontosabb növények vetésterülete, 2019. június 1. Statisztikai Tükör, Lekérdezés időpontja: 2023.01.26.
- KSH (2021): Gabonafélék felvásárlási átlagára. Lekérdezés időpontja: 2023.08.17.
- Li, M. M. – Zhang, J. J. – Bai, Y. F. – Degen, A. A. (2020): Sorghum silage substituted for corn in diets for dairy cows: Effects on feed intake, milk yield and quality, and serum metabolites. *Appl. Anim. Sci.*, 36. 228–236.
- Li, Q. – Zang, J. – Liu, D. – Piao, X. – Lai, C. – Li, D. (2014): Predicting corn digestible and metabolizable energy content from its chemical composition in growing pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 5. 11.
- Mahmood, S. – Ali, H. – Ahmad, F. – Iqbal, Z. (2014): Estimation of tannins in different sorghum varieties and their effects on nutrient digestibility and absorption of some minerals in caged white Leghorn layers. *Int. J. Agric. Biol.*, 16. 217–221.
- Marta, H. – Suryadi, E. – Ruswandi, D. (2017): Chemical composition and genetics of Indonesian maize hybrids. *Am. J. Food Technol.*, 12. 116–123.
- Meza, F. J. – Silva, D. – Vigil, H. (2008): Climate change impacts on irrigated maize in mediterranean climates: Evaluation of double cropping as an emerging adaptation alternative. *Agric. Syst.*, 95. 21–30.
- Mika, J. (2002): A globális klímaváltozásról. *Fizikai Szemle*, 9. 258–268.
- Mitzner, K. C. – Owen, F. G. – Grant, R. J. (1994): Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77. 1044–1051.
- Moreland, M. R. (1971): Effect of feeding various grains upon quality of pork. A Thesis in Food and Nutrition.
- Mpuchane, S. F. – Taligoola, H. K. – Gashe, B. A. – Zinzombe, I. – Matsheka, M. (1997): A mycological study of stored maize and sorghum grains. *Botsw. Notes Rec.*, 29. 81–91.
- Nagy, R. – Szöllősi, E. – Molnárné Bíró, P. – Murányi, E. – Czibalmos, E. – Sárosi, P. (2021): Condensed tannin content of Hungarian sorghum varieties grown at research institute in Karcag. *Acta Agrar. Debr.*, 1. 155–160.
- Nocek, J. – Tamminga, S. (1991): Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 74. 3598–3629.
- NRC (1994): Nutrient requirements of poultry. 9th Revised edition. National Academy of Service Washington DC, USA.
- NRC (2001): Nutrient requirements of dairy cattle: 7th Revised edition. s.l.: The National Academy of Sciences, 251–256.
- Ochieng, B. A. – Owino, W. A. – Kinyuru, J. N. – Mburu, J. N. – Gicheha, M. G. (2020): Effect of low tannin sorghum based feeds on broiler meat nutritional quality. *J. Agric. Food. Res.*, 2. 100078.
- Ochieng, B. – Willis, O. O. – Kinyuru, J. – Mburu, J. (2018): Effect of low tannin sorghum based feed on physical and nutritional quality of layer chicken eggs. *J. Food Res.*, 7. 94.
- OMSZ (2021): Lekérdezés időpontja: 2023.08.17.
- Orosz, Sz. – Fazekas, M. (2019): Amit a cirokról tudni érdemes tavaszi aszály után. *Magyar Mezőgazdaság*, 20. 18–19.

- Pan, L. – An, D. – Zhu, W. (2021): Low-tannin sorghum grain could be used as an alternative to corn in diet for nursery pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 105. 890–897.
- Pásztor, L. – Fodor, N. (2010): The agro-ecological potential of Hungary and its prospective development due to climate change. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 8. 177–190.
- Rajki, E. – Palágyi, A. (2017): Szemescirok Termesztési Technológia. Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged.
- Riffat, A. (2020): Sulfur: A multifunctional element that improves nutritional value of maize grains. *Pak. J. Bot.*, 52. 2031–2041.
- Rostagno, H. S. – Albino, L. F. – Donzele, J. L. – Gomes, P. C. – Oliveira, R. F. – Lopes, D. C. – Ferreira, A. S. – Barreto, S. L. T. – Euclides, R. F. (2011): Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: s.n., 252.
- Sibbald, I. R. (1977): The true metabolizable energy values of some feedingstuffs. *Poultry Sci.*, 56. 380–382.
- Silva, M. C. A. – Carolino, A. C. X. G. – Litz, F. H. – Fagundes, N. S. (2014): Effects of sorghum on broilers gastrointestinal tract. *Rev. Bras. Ciênc. Avic.*, 17. 95–102.
- Ssepuuya, G. – Van Poucke, C. – Ediage, E. N. – Mulholland, C. – Tritscher, A. – Verger, P. – Kenny, M. – Bessy, C. – De Saeger, S. (2018): Mycotoxin contamination of sorghum and its contribution to human dietary exposure in four sub-Saharan countries. *Food Addit. Contam. Part. A Chem. Anal. Control. Expo. Risk. Assess.*, 35 1384–1393.
- Staggenborg, S. A. – Dhuyvetter, K. C. – Gordon, W. B. (2008): Grain sorghum and corn comparisons: Yield, economic, and environmental responses. *Agron. J.*, 100. 1600–1604.
- Széles, A. – Harsányi, E. – Kith, K. – Nagy, J. (2018): The effect of fertilisation and weather extremities caused by climate change on maize (*Zea mays* L.) yield in Hungary. *J. Agric. Food Dev.*, 4 1–9.
- Taylor, J. R. N. (2003): Overview: Importance of sorghum in Africa. AFRIPRO Workshop on the proteins of sorghum and millets: enhancing nutritional and functional properties for Africa. Pretoria, South Africa, 2-4 April 2003.
- Theurer, C. B. – Swingle, R. S. – Wanderley, R. C. – Kattnig, R. M. – Urias, A. – Ghenniwa, G. (1999): Sorghum grain flake density and source of roughage in feedlot cattle diets. *J. Anim. Sci.*, 77. 1066–1073.
- Torres, K. A. A. – Pizauro, J. M. – Soares, C. P. – Silva, T. G. A. – Nogueira, W. C. L. – Campos, D. M. B. – Furlan, R. L. – Macari, M. (2013): Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. *Poult. Sci.*, 92. 1564–1571.
- Turhollow, A. – Webb, E. – Downing, M. (2010): Review of sorghum production practices: Applications for bioenergy. Oak Ridge National Laboratory, USA.
- Wu, Y. B. – Ravindran, V. – Hendricks, W. H. (2004): Influence of exogenous enzyme supplementation on energy utilisation and nutrient digestibility of cereals for broilers. *J. Sci. Food Agric.*, 84. 1817–1822.

Érkezett: 2023. június

Szerzők címe: Tóth, A. – Husvéth, F. – Tóth, Z.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.
tothariel96@gmail.com