

SZAKDOLGOZAT

Temirci Nuriye

Kaposvár
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak

A ciroktermesztés ökológiai feltételeinek vizsgálata hazai viszonyok között

Belső konzulens: Dr. Somfalvi-Tóth Katalin
egyetemi adjunktus

Intézet/tanszék: Növénytermesztési-tudományok
Intézet /Agronómia Tanszék

Készítette: **Temirci Nuriye (YJ2E6L)**

Nappali tagozat

Kaposvári campus
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1. Célkitűzés.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	5
2.1. Cirok (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) termesztése	5
2.1.1. Rendszertan, biológia, morfológia	5
2.1.2. Eredet, felhasználás	7
2.1.3. Fenológiai fázisok.....	8
2.1.4. A cirok agrotechnológiája	9
2.1.5. Cirok termesztése hazai és globális szinten	12
2.2. Ökológia.....	13
2.2.1. Szemescirok ökológiai igényei	13
2.2.2. Cirok és a kukorica összehasonlítása	14
2.2.3. Klímaváltozás és a cirok	16
2.3. Szemescirokkal kapcsolatos nemzetközi kutatások	16
3. Saját vizsgálatok.....	20
3.1. Anyag és Módszer.....	20
3.1.1. Hőmérséklettel kapcsolatos számítások	21
3.1.2. Cirok becsült napi vízigénye	21
3.2. Eredmények	24
3.2.1. A vízigény teljesülésének vizsgálata.....	24
3.2.2. Effektív hőösszeg változásának vizsgálata	27
3.2.3. Hőségnapok (>35°C) alakulásának vizsgálata	28
4. Következtetések és javaslatok.....	30
5. Összefoglaló	32
6. Köszönetnyilvánítás	34
7. Irodalomjegyzék	35
7.1. Forrásjegyzék	35
7.2. Ábrák	38
7.3. Táblázat	38

1. BEVEZETÉS

Egyre többször olvashat és hallhat az ember a klímaváltozás által bekövetkező éghajlati változásokról, ezek a változások a növénytermesztésre nagy hatással vannak. A Kárpát-medence az éghajlatváltozás következtében tartós aszályoknak, magas hőmérsékleteknek van kitéve, amelynek hatása Magyarországon is egyre jobban érzékelhető. Az aszály az a tényező, amely a terméshozamban a legnagyobb kiesést eredményezi. Az éghajlat változás következtében folyamatosan csökkennek a vízkészletek, az ennek következményeként kialakuló tartós szárazság aszálystresszt okozhat a növény növekedése során. Ezek a tényezők Magyarországon veszélyeztetik a kukoricatermesztés biztonságát, ennek a fontos kultúrnövénynek a kiesése nagy hiányt okozhat az élelmiszeriparban és a takarmányozásban. Azokon a területeken, ahol jelentős a kukorica terméshozam kiesése, megoldást jelenthet a cirok szántóföldi termesztése. Kedvező tulajdonságai ellenére a cirokról kevés tudományos cikk és kutatás áll rendelkezésre. Külföldi vizsgálatokban legtöbbször afrikai területeken végzett kutatásokat foglalnak össze, amely eredményei nem minden esetben feleltethetők meg a cirok magyarországi termesztési körülményeivel. Nagyon kevés tanulmány foglalkozik a cirok jó aszálytűrő- és hőstressztűrő képességének a kutatásával. Az optimális terméshozam elérése érdekében elengedhetetlen az alkalmazkodóbb hibridfajok nemesítése, és a magyar piacon a hibridkínálat bővítése.

A cirok (*Sorghum*) a világ ötödik legjelentősebb gabonaféléje. Afrika területén terjedt el először a felhasználása Etiópiában és Szudánban. Később terjedt tovább Arábián keresztül Indiába, Kínába, majd Európába és Amerikába. Európában jelenleg négy féle változatot lehet megkülönböztetni, ilyen a szemescirok, cukorcirok, seprűcirok és a szudáni fű. Feljegyzések alapján Magyarországon a 19. század közepétől termesztettek cirkot, jelentősége az élelmiszeriparban (gluténmentessége miatt) és a takarmányozásban fokozatosan növekszik. A magyar szakirodalomban nem készültek még olyan kutatások, amelyek azt vizsgálták, hogy a hazai hőmérsékleti és csapadékviszonyok mennyire felelnek meg a cirok számára. Annak érdekében, hogy valóban ki lehessen jelteni, hogy a cirok a kukorica alternatívája, szükség van ilyen típusú vizsgálatokra. Szakdolgozatomban, felhasználva a napi csapadékmennyiségeket és napi átlag-, illetve maximumhőmérsékletet 1971-től vizsgáltam, hogy Magyarországon az éghajlati viszonyok hogyan változtak, illetve felelnek meg napjainkban a cirok számára. Vizsgálatot folytattam a cirok vízellátottságáról a különböző

fenológiai fázisokban, ezenkívül megvizsgáltam Magyarország hőösszegeit az évtizedek során (1971-2023), és hogy ezek mennyire felelnek meg a cirok hőigényének. Harmadik vizsgálatomra az éghajlatváltozás aggasztó melegedő folyamata miatt volt szükség, mivel azoknak a napoknak a számát figyeltem meg, amelyek napi átlaghőmérséklete meghaladta a 35°C-ot. Ez az a küszöbhőmérséklet, amely felett a cirok növényeket hőstressz éri. A vizsgálatok során térképekkel szemléltettem a változásokat évtizedes bontásban.

1.1. Célkitűzés

Célom, hogy a vizsgálatok alapján meghatározzam, hogy a változó hőmérséklet és csapadék viszonyok Magyarországon alkalmasak-e a cirok termesztéséhez. Hogy valóban helyt áll-e a cirok az aszályosabb és melegebb időszakokban. Másik célkitűzésem, hogy a vizsgálat során megfigyeljem, milyen mértékben változott Magyarország klímája az évtizedeken keresztül.

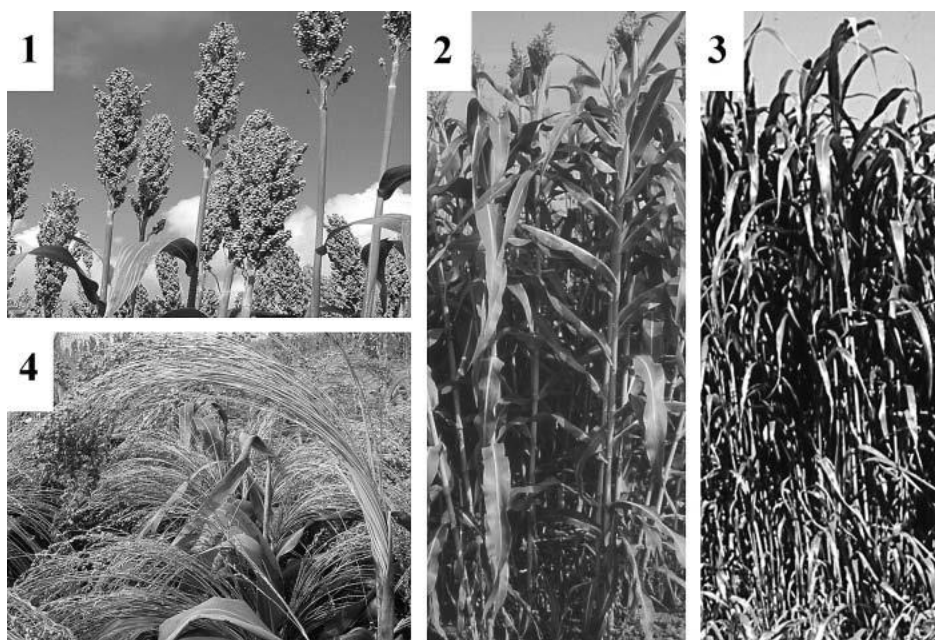
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Cirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) termesztése

2.1.1. Rendszertan, biológia, morfológia

A cirok egy magas növésű gabonaféle, egyben fűféle (Agrárszektor, 2021), amelynek a rendszertani besorolása a következő: Ország: Növények (*Plantae*), Törzs: Zárvatermők (*Magnoliophyta*), Osztály: Egyszikűek (*Liliopsida*), Rend: Perjevirágúak (*Poales*), Család: Pázsitfűfélék (*Poaceae*), Alcsalád: Kölesfélék (*Panicoideae*), Nemzetség: Cirok (*Sorghum*) (Popescu és mtsai 2018).

A termesztett ciroknak négy féle változatát tudjuk megkülönböztetni, ilyen a szemescirok (*Sorghum bicolor* L. Moench), a cukorcirok (*Sorghum dochna* F. Snowden), a seprűcirok (*Sorghum dochna* var. *technicum*) és a szudánifű (*Sorghum sudanese* Piper) (Ábrahám és mtsai, 2012) (1. ábra).



1.ábra: Az Európában termesztett cirok agronómiai típusai: (1) szemes cirok; (2) édes cirok; (3) szudánifű, valamint a cirok-szudánifű hibridek és (4) seprűcirok. (Berenji és Dahlberg, 2014)

A cirok trópusi és szubtrópusi környezetben őshonos növény. Trópusi növényként nehezebben tűri a fagyot, általában 20°C alatti hőmérsékleten jelentkezik a hidegstressz, ami befolyásolhat számos korai fejlődési folyamatot (Bekele, 2014). Fotoszintézis folyamata a C₄-es növényekre jellemző úton történik, adott felületen több szén-dioxidot képes megkötni, mint a C₃-as növények. Napi szárazanyag gyarapodása több a ciroknak, ugyanakkor kevesebbet párologtat, vízgazdálkodása kevésbé labilis. C₃-as növényeknél a cirok jobban alkalmazkodott a magas hőmérséklethez, fotoszintézis optimális hőmérséklete 15-20 °C-kal magasabb (Csajbók, 2014).

A cirok közismert tulajdonsága, hogy vízigénye sokkal kevesebb, mint a kukoricáé, termés hozama pedig 10%-kal felülmúlhatja. Kisebb vízigénye a fejlett mellékgyökérzetével magyarázható (Agrárszektor, 2021). A főgyökér hamar befejezi a növekedést és elpusztul, a hajtás eredetű járulékos gyökerek és a mellékgyökerek mélyre hatolva sűrűn behálózzák a talajt, ezzel képezve egy nagy felszívó felületet (Csajbók, 2014).

A cirok hengeres, tömött viaszos szárral rendelkezik, pázsitfüvekre jellemzően szárcsomók tagolják fel internódiumokra. A szárnak a vastagsága legtöbbször 1-2 cm között van, magassága típustól függően 0,4-2,5 m között változhat. A modern törpe fajták vagy hibridek 2-3 törpeség gént tartalmaznak, legtöbb esetben meg sem haladják az egy métert, ez a betakarítás szempontjából előnyös. A növény szárlevele minimális mennyiségű cukrot tartalmazhat. 2-3 mellékghajtással rendelkezik, a bokrosodás általában kedvezőtlen tulajdonság, mert elhúzódik a sarjhajtások bugáiban a szemek érése. Bokrosodás a kelési problémák esetén előnyös, pótolja a kieső töveket (Csajbók, 2014, Agrárszektor, 2021).

Levelei a kukoricára hasonlítva 50-100 cm hosszúak és 5-8 cm szélesek, szélük kissé hullámos. A levélen található középső ér legtöbbször fehér, felülete viasszal borított. A levelek száma általában 7-15, amely a föld feletti szárcsomók számával azonos, nóduszokon egy levél fejlődik. Szárölelő levél alsó részén levélhüvely képződik, legtöbb esetben az internódium teljes hosszában (Csajbók, 2014). Ezenkívül a levél cukortartalmát a levél színéről állapítható meg, minél sárgább, annál több a cukor benne (Agrárszektor, 2021).

Cirok bugavirágzatának hossza 20-30 cm között változik, ez nagymértékben függ az időjárási és termesztési tényezőktől. A buga tömörségét az oldalágak hossza határozza meg, amelyek a központi tengelyből általában hármassával indulnak. Virágaira a kétivarúság jellemző, de előfordul csak porzós virág is. Kora hajnalra esik a virágok nyílása, általában 2-8 óra közé, a meleg éghajlathoz való alkalmazkodás következtében. 2-4 napos a proterandria.

Öntermékenyülő növény, néha idegentermékenyülés is előfordulhat, mértéke 6-40% közötti (Csajbók, 2014).

A ciroknak szemtermése van, ez lehet barna, sárga, sárgásbarna, fehér és rózsaszín. Általában a sötétebb színűeknek a beltartalma több tannint tartalmaz. Körülbelül 800-3000 szemet tartalmaz egy buga. Szemtermését nem, vagy csak félig borítja pelyva. Ezermagtömege 28-33 g körüli (Csajbók, 2014).

2.1.2. Eredet, felhasználás

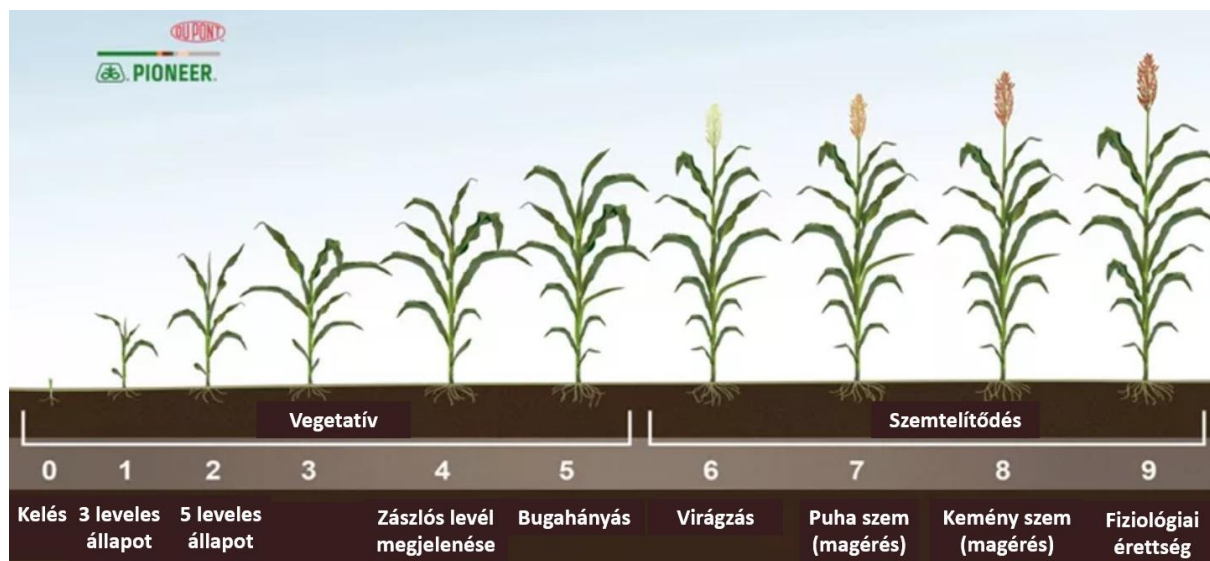
A cirok trópusi és szubtrópusi környezetben őshonos növény, Afrika területén terjedt el először. Etiópia és Szudán területén jelent meg legkorábban, Kr.e. 2500 évvel. Később Afrika egyéb területeiről terjedt tovább a termesztése Arábián keresztül Indiába, Kínába, Európába, majd végül Amerikába. A búza, rizs, kukorica és az árpa után a legnagyobb területen termesztett kultúra. Magyarországon a 19. század közepétől állnak rendelkezésre feljegyzések a kultúrtakarmánycirkok termesztéséről. Miután Amerikában megjelentek az első cirok hibridek, Magyarországon is elkezdődött a nagyüzemi előállítása az 1970-es években (Németh, 2002, Popescu és mtsai, 2018).

Legnagyobb mennyiségben Afrikában, Indiában és Kelet-Ázsiában fogyasztják a szemescirkot. Régen úgynevezett kása formájában készítették el a cirkot, de például lepényféléket is fogyasztottak Etiópiában és Szudánban. Uganda területén a sörfőzésnél került felhasználásra. Ázsiában sütve, illetve egész szem formájában, főzve, készítik el a cirkot. Könnyű emészthetősége, és nagy energiatartalma miatt gyakran kisgyerekeknek készülnek belőle ételek.

Magyarországon a hántolt magjának, őrleményének a felhasználása terjedt el. Megtalálhatjuk kombinált liszt formájában, például búza-cirok liszt keverékként (Léder és Monda, 1987). A szemescirkot abraktakarmányba keverve használják sertések és baromfiak etetésére. A silócirkot és a szudánifüvet szarvasmarhák és juhok tömegtakarmányban hasznosítják télen. Az emberi étkezési területén gluténmentessége miatt kezdett el egyre nagyobb mértékben elterjedni, lisztérzékeny emberek is fogyaszthatják a cirokból készült termékeket. A fehér szemszínű cirok a legalkalmasabb az étkezési célokra. A cirok sokoldalú felhasználása és kedvező tulajdonságai ellenére hazánkban még kevés helyen találjuk meg a piacon (Juhász, 2013).

2.1.3. Fenológiai fázisok

A szemescirok vetőmagjának vetés és csírázás közötti ideje általában 5-10 nap közé tehető (2. ábra). Ezt több tényező is befolyásolja, mint a vetés mélysége, a talaj nedvességtartalma, hőmérséklete és a vetőmag állapota. A magban található tartaléktápanyagok, melyek az endospermiumból származnak, befolyásolják a növény csírázás esélyeit. Az ültetéshez az optimális időpont, amikor a talaj (kb. 5 cm-es mélységben) napi átlaghőmérséklete 5 napon keresztül eléri a 15°C-ot (Thomas és mtsai, 2024).



2.ábra: A cirok fenológiai fázisai (Forrás: Pioneer.com)

A csírázás után a vegetatív fázis következik, ebben a növekedési szakaszban fejlődnek ki a sziklevelek, levelek és hajtások. A cirok hibridjei más és más növekedési intenzitással rendelkeznek. Növekedésük függ a levegő hőmérsékletétől, illetve a fejlődő levelek mennyiségétől. Minél több levelet fejleszt, annál több időre van szüksége (Thomas és mtsai, 2024).

A következő fejlődési szakaszban kialakul a szaporító szerv. Ez a legkritikusabb időszak, ugyanis, ha ekkor valamilyen behatás éri a növényt, csökkenhet a szemtermés mennyisége. A kelés után 30-35 nappal a növény eléri a 7-10 leveles állapotot (Thomas és mtsai, 2024). A 7 leveles stádium után következik be a vegetatív szakasz, ebben az időszakban fontos szerepet kap, hogy megfelelő legyen a víz mennyiség a növény számára. Ugyanis a vízhiány befolyásolja a virágzatok számát, ezeknek a csökkenése pedig termésveszteséghez vezet. A csírázás után 40 nappal eléri a cirok azt az állapotot, ahol megkezdődik az összes végleges levél kifejlesztését, ekkor már a pontos számuk kirajzolódik (Stichler és Fipps, 2003). A levelek

kifejlődése után megjelenik a zászlós levél, amely a levélnyél alatt helyezkedik el. Ezután bekövetkezik a következő fenológiai fázis, a bugahányás. A bugahányás során fontos az ideális vízmennyiség, ennek hiányában megjelenhet a szárazságstressz. Eredményeként virágzata hiányos lesz. Ezáltal a növekedési folyamat végén kevesebb szemtermés alakul ki, majd a termés hozam csökkenése lesz megfigyelhető (Thomas és mtsai, 2024).

A vegetatív fázist elhagyva, a cirok a szemtelítődés fázisba lép át. Ez a virágzástól addig tart, amíg a szemek már nem halmoznak fel szárazanyagokat, és megjelenik rajtuk egy fekete pontszerű rész. A virágzat kifejlődése után 5-7 nappal megfigyelhetők a sárga porzószemek, ezek jelzik a virágzás kezdetét. A porzók kialakulása jellemzően a virágzás fázisában következik be (Thomas és mtsai, 2024).

A virágzást követő fontos fenológiai fázis a szemképződés. A növény az eddig felhalmozódott cukrokat, fehérjéket, aminosavakat mind a szembe juttatja, amely ezeket átalakítja fehérjévé és keményítővé. A virágzástól a teljes érésig 25-45 nap telik el, ez alatt végig a szemek fejlődésére fordítja a növény az energiáját. 10 nappal a virágzást követően a szemek már nem növekednek, eléri a végleges méretüket. A következő 5-15 napban (virágzás után 15-25 nap) a szem még puha, összenyomására kevés folyadék (fehér, tejszerű) észlelhető. A silóra szánt cirkot ilyenkor szokták betakarítani (Thomas és mtsai, 2024).

Amikor a szemek már nem nyomhatóak össze ujjal, akkor áttért az úgynevezett kemény szemérés szakaszába. 75 %-át halmozza fel a szárazanyagának a növény. Ilyenkor figyelni kell a növénybetegségekre, kártevőkre, ugyanis könnyen a növénynek kidőlését okozhatják. Fiziológiai érettnak akkor számít a mag, amikor nedvességtartalma körülbelül 30-35 %-os. Betakarításához viszont csökkenteni kell minimum 20 %-ra, biztonságos tárolásához pedig még alacsonyabb értékre kell hozni, 14%-ra. Ebben az állapotban szárítás nélkül is tárolható (Thomas és mtsai, 2024).

2.1.4. A cirok agrotechnológiája

A cirkot kedvező termesztési tulajdonságai miatt a kukorica alternatívájaként is szokták említeni. A ciroknak jobb az aszálytűrő képessége, hőstressz utáni regeneráló képességgel rendelkezik, ezenkívül a kukoricáénál rövidebb a tenyészideje. A cirok víz- és tápanyaghasznosítási képessége kimagasló, továbbá a növényvédelme egyszerű. Takarmánya toxinmentes, fehérjetartalma nagy, nem érzékeny a gombás betegségekre (Gönczi, 2022).

Termőhelyei a Dél-Dunántúl, az Alföld és a Duna-Tisza-köze. Megfelelőek a homok- és laza talajok, illetve a kötöttebb, de szárazságra nem zsugorodó és nem hideg talajok. Kisalföldön és a szélsőségesebb hő- és vízgazdálkodású termőhelyeken mérsékeltabb a termés hozam. Olyan talajokba vetni, amelynek a pH-ja 6 alatti, kockázatos. Hőigényes növény, keléséhez nyirkos-nedves magágy szükséges április végén, májusban. A szárazságot a már meggyökeresedett növény bírja jól. Ugyanakkor a szárazság megnyújtja a tenyészidejét. Középkötött mezőszégi talajokon a cirok szemtermése a legkedvezőbben alakul tonna/hektárban kifejezve. A cirok önmaga után 3-4 évig is termesztethető vetésváltás nélkül. Bármely elővetemény után következhet, kukorica kivételével. A talaj előkészítésénél az alapozó talajmunka az őszi szántás. Elégségesek a művelettakarékos, kultúrállapot-fenntartó és sekély talajmunkák a nyáron betakarított elővetemény esetén. Őszi szántás, a defláció miatt, a laza és homoktalajokon ne kerüljön alkalmazásra. Tavasszal az őszi szántás simítózzuk, majd 8-12 cm mély magágyat készítünk április második felében. Tápanyagigénye 1 tonna termésre nézve: nitrogén (N) 29kg, foszfor (P) 10kg, kálium (K) 31kg, mész (CaO) 8kg, magnézium (MgO) 3kg. Magasabb szárú fajták (fajtatípustól függően) a termésre számított tápanyagait 10-15%-kal meg kell emelni. Őszi szántással forgassuk alá az alaptrágyákat, magágy készítésekor a nitrogén teljes adagját (Antal, 2000).

Meleg-igénye miatt a szemes cirok a vetésforgóba új növényként is beilleszthető. 12-14 fokos talajhőmérséklet szükséges a növény csírázásához, vetési ideje ezért későbbre esik, mint a kukoricáé (Tóth, 2022). Hőösszeg igénye a tenyészidőszakban hibridtől függően körülbelül 2700-3200°C. A cirok biztonságos termesztéséhez évi 500 mm körüli csapadékmennyiségre van szükség (Jóvér és Czimbalmos, 2015). Kettőstermesztésben másodveteményként is sikeres a szemes cirok termesztése (Tóth, 2022). A vetés adatait az 1. táblázat tartalmazza összegezve.

1.táblázat: A szemes cirok vetési útmutatója (Antal, 2000)

Megnevezés	Értékszámok
Vetésidő	IV.25-V.10
Talajhőmérséklet	12-15 Celsius fok
Sortávolság	24-50 centiméter
Vetés mélység	2-5 centiméter
Vetési csíraszám	25-50 darab/négyzetméter
Ezermagtömeg	28-33 gramm

Hasznosítást tekintve megkülönböztetünk szemes típusú, biomassza típusú és siló típusú cirkot. A szemes hasznosítású 100-130 cm növénymagasságú, vagyis a legalacsonyabb ciroktípus. Alkalmazkodik a feldolgozóipar igényeihez, betakaríthatósága könnyű és gyors. 2021-ben tesztelés alatt álló hibridje a vörös szemszínű RHS1912, ez a legkorábbi érésidejű. Későbbi éréscsoportba tartozó vörös szemszínű hibridek az RGT HUGGO, az RGT ANGGY és az RGT GGUSTAV. A fehér szemszínű hibridekhez tartozik a hófehér szemszínű RGT ICEBERG korai érésű, és az RGT ALIGGATOR közép korai érésű hibrid (Szemerits, 2021).

A legnagyobb hektáronkénti zöldtömeget a biomassza típusú cirok éri el. Elérheti akár a 3-5 méteres magasságot. Ezt a típust is fel lehet használni silóként, beltartalmi paraméterei viszont nem fogják elérni ugyanazokat az értékeket, mint az erre a célra nemesített ciroké. A siló típusú cirok alapanyagként a legjobb értéket mutatja, mind a beltartalmi mutatóiban, például a keményítő, rost, cukor, fehérje, mind az emészthetőségükben. Ebből a típusból készült siló egyenértékű a kukoricáéval. Siló hasznosítású hibridekhez tartozik a középérésű RGT VEGGA és az RGT AMIGGO. Az RGT VEGGA növénymagassága 1,61-2,40 m közötti, szárazanyag hozampotenciálja pedig 10-16 t/ha. Az RGT AMIGGO szárazanyag hozampotenciálja 15-23 t/ha, magassága akár a 3,0-4,50 m-t is elérheti (Szemerits, 2021).

A 2. táblázat alapján a különböző érésidejű cirokfajták vetésénél figyelembe kell venni a különböző sortávokat és az adott talajra vonatkozó optimális tőszámot. Az igen korai fajtáknál a sortávolság 40-50 cm-re tehető, amíg a kései fajtáknál ez az érték már 60-80 cm-t jelent. Minden éréscsoportnál a jó vízellátottságú talajokban a legnagyobb az ezer növény/hektár értéke (Frederic, 2018).

2.táblázat: Cirok helyi viszonyokra kidolgozott ajánlat (Frederic, 2018)

Érésidő	Sortáv (cm)	OPTIMÁLIS TŐSZÁM (EZER NÖVÉNY/HEKTÁR)		
		Félig kötött talajokon száraz körülmények között	Kötött talajokon átlagos csapadékviszonyok között	Jó vízellátottságú talajok esetén
Igen korai	40 - 50	350	400	450
Korai - közép kései	50 - 60	220 - 260	250 - 340	310 - 400
Közép kései - Kései	60 - 80	160- 200	210- 250	260 - 310

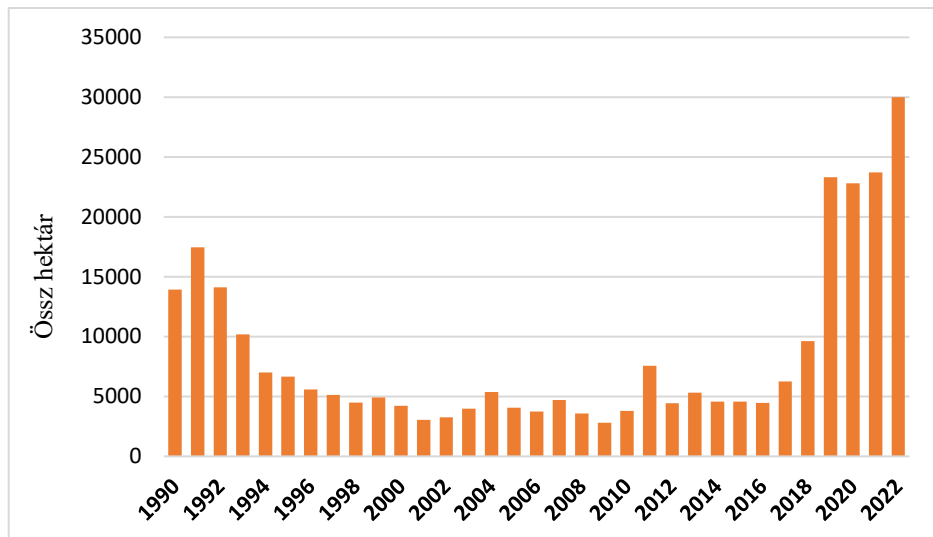
A betakarítással tervezésénél fontos figyelemmel lenni arra, hogy a szemes ciroknál a szemtermés nedvességtartalma 18-20 % körüli legyen a munka megkezdésekor. A tároláshoz optimális a 12-13%-os nedvességtartalom. A siló típusú hibrideknél a betakarítás akkor javasolt, amikor a szem a viaszérés kori állapotban van, nedvességtartalma ebben a fázisban a hajtásnak 65-70 %-os. Növényvédelmi szempontból jó védekezőképességgel rendelkezik a különböző kórokozók és betegségekkel szemben (Szemerits, 2021).

2.1.5. Cirok termesztése hazai és globális szinten

2022-es adatok szerint világszerte összesen 40 762 472 hektáron termesztettek cirkot a növénytermesztők. Ebből 238 655 hektár tartozott Európához (FAOSTAT.org, 2024).

A francia ARVALIS-Institut du végé tal és az amerikai USDA kutatása alapján 2017-ben a világ legnagyobb cirok termelője, 8,8 millió tonnával az USA. Őt követi Mexikó, India, Kína, Argentína, Ausztrália, Brazília. Ezenkívül az afrikai kontinensen a cirok termelés körülbelül 26 millió tonna. Európában 700 ezer tonnát termelnek évente, legnagyobb mennyiségben Franciaországban állítanak elő, 299 ezer tonnát 53 ezer hektáron. Franciákat követik az olaszok 260 ezer tonnával 44 ezer hektáron.

Különbségek figyelhetők meg a termelés színvonalában, hiszen Spanyolország 51 ezer tonna cirkot mindösszesen 8 ezer hektáron állított elő, ezzel szemben Romániában ugyanezt a mennyiséget 16 ezer hektáron tudta megtermelni. Magyarország 6,4 ezer hektárról 14 ezer tonnát aratott, Bulgáriában 6,2 ezer hektáron 18 ezer tonnát takarított be, Ausztria 21 ezer tonnát termelt 3 ezer hektáron. Fontos szerepe van még az orosz és ukrán ciroktermelésnek, Oroszország 310 ezer tonnát állít elő 230 ezer hektáron, Ukrajna pedig 145 ezer tonnát 43 ezer hektáron (Somogyi, 2019). A FAOSTAT (2023) adatbázisa szerint 2022-ben Magyarországon körülbelül 30 000 hektáron termesztettek szemescirkot. Ez az előző évekhez képest jelentős növekedést jelent (3. ábra).



3.ábra: A szemescirok termőterület volumen változása hazánkban 1990 és 2022 között (FAOSTAT.org 2023).

2.2. Ökológia

2.2.1. Szemescirok ökológiai igényei

A szárazságtűréséről ismert ciroknak 12°C körüli hőmérsékletre van szüksége a csírázáshoz, ezután a növekedéséhez nélkülözhetetlen a 15°C-os levegő- és talajhőmérséklet. Termesztéséhez az optimális hőmérséklet a nappali 25-27°C, éjszaka pedig a 20°C. Nappali/éjszakai ciklusban a fényperiódusa 12-12-es (Yves és mtsai, 2021). A ciroknál akkor figyelhető meg hőstressz, ha a hőmérséklet nappal eléri a 42°C-ot, éjjel pedig a 32°C-ot (Ashley és mtsai, 2023). A teljes tenyészidőszakban a hőösszeg igénye 2700-3200°C, ez az érték hibridtől függ. A cirok vízigénye, tenyészideje alatt, évi 500 mm körüli csapadékmennyiségre tehető (Jóvér és Czimbalmos, 2015).

A cirok optimális termesztéséhez fontos, hogy a kritikusabb fenológiai fázisaiban megkapja a megfelelő vízmennyiséget. Virágzás előtt a növény nagyjából 200-250 mm vizet használ fel hektáronként. Egy olyan szántóföldön, ahol 3,2 tonna körüli termés hozam érhető el, a cirok hektáronként akár 700 mm-t is felhasználhat. A vízfelhasználás pontos értékét több tényező befolyásolhatja (Stichler és Fipps, 2003).

2.2.2. Cirok és a kukorica összehasonlítása

A cirok és a kukorica termesztési tulajdonságait nézve több eltérés tapasztalható. Kedvezőbb a cirok tenyészideje, hiszen rövidebb a kukoricáénál. Jó a szárazságtűrő képessége és hőstressz után képes a cirok a regenerálódásra (Gönczi, 2022).

A ciroknak 1 kg szárazanyag előállításához 30-50 %-kal kevesebb vízre van szüksége. Ha gyengébb termőképességű talajokon termesszük, a cirok termés mennyisége 15-20 %-os többletet jelenthet. (Szemerits, 2021). Összevetve a két növény beltartalmi értékeit, megállapítható, hogy a cirok fehérjetartalma 1-2%-kal magasabb, mint a kukoricáé (3. táblázat). A cirok zsírtartalma kisebb, mint a kukoricáé, ezáltal a nettó energiaszintje is alacsonyabb. Két növény aminosav tartalma is eltér. A cirok cisztein és methionin tartalma kisebb, az arginin, glicin és threonin tartalma viszont magasabb a kukoricáénál (Tóth, 1968).

3.táblázat: A cirok, a búza és a kukorica beltartalmi értékei (Braunmüller Lajos, 2020)

A cirok, a búza és a kukorica beltartalmi értékei			
SZA%-ában	Cirok	Búza	Kukorica
Keményítő	74	69	74
Fehérje	11	12	9
Zsír	3,5	1,8	4,2
Szemhøj	8	11,5	9,5
Teljes cukortartalom	1,3	2,9	1,9

A növények morfológiáját tekintve a szárazságtűrésen keresztül a két kultúra közötti különbség, hogy a cirok több gyökeret fejleszt és ezeknek a vízfelszívó képessége is nagyobb, mint a kukorica. Ezenkívül a levél felülete, amivel párologtat, fele a kukoricához képest. Hosszabb szárazabb időszak következtében részletesen megállítja a növény növekedését a cirok, esőt kapva ismét megindul a fejlődés. Ezenfelül, ha a buga valamilyen okból kifolyólag elpusztul, elágazást növeszt a felső nóduszokból, amelyből előbb virágzat fejlődik, majd termés (Szemerits, 2021).

A kukorica virágzata egylaki porzás, ezt sokszor címerként is említik, a termős virágai együttesen torzsavirágzatot alkotnak (Jászberényi és mtsai, 2009). Különbség a két növény között, hogy a kukoricával szemben a cirok hímnős bugavirágzattal rendelkezik (Feczák, 2013, Jóvér és Czimbalmos, 2015). Ezenkívül a cirok leggyakoribb magassága 100-160 cm között

változik, levelek szélei hullámszerűek erőteljes főérrel, szélességük pedig 4-8 cm (Jóvér és Czimbalmos, 2015).

A cirok levélfelülete aszályos környezetben kisebb, hogy csökkentse a párolgással járó vízveszteség mértékét. A levelekben, hüvelyekben és szárukban kutikuláris viaszt halmoz fel. Ez a viasz a növény föld feletti szövetének első védőrétege. A levél epikutikuláris viaszrétege védelmet nyújt a szárazság-stresszel szemben, emellett a transzpirációs és a nem transzpirációs, más kifejezéssel nem sztómás, vízvesztességet csökkenti. Fontos szerepe van még a bakteriális és gombás kórokozók, a rovarkártevőkkel, a magas és hideg hőmérséklet, a túlzott ultraibolya sugárzás elleni védekezési mechanizmusokban. Egy másik fontos része a növénynek a nedvességstressz-tűrés tekintetében, a gyökérzet (Tamirat és mtsai, 2021). Ha vízhiány lép fel megfigyelhetjük, hogy a viasz réteg megvastagszik a levélfelületen. Ezt a folyamatot a kukoricánál is megfigyelték, hiszen itt is jelen van ez a viasz réteg. A ciroktól eltérően az epikutikuláris viasznak az összetétele a kukoricánál leginkább a rizséhez hasonlít (Meghyn, 2010).

Az éghajlat változás következtében a növények fejlődési fázisait erősen befolyásolja a hőstressz. A ciroknál 42°C nappali és 32°C éjszakai hőmérsékletnél lép fel ez (Ashley és mtsai, 2023). Ashley és munkatársai (2023) vizsgálata során azt figyelték meg, hogy ha a cirkot a kezdeti fázisban 12 napos hőstressznek teszik ki, akkor az életképtelen pollenszemek mértéke miatt szinte teljes a szemkiesés. Nemcsak a csírázás időszakában okoz kárt a kialakult stressz, hanem a bimbós stádiumban is, 3 napos stressz után itt is kialakult egy jelentős szemtermés kiesés.

A fellépő hőstressz a kukorica különböző szakaszaiban eltérő hatással van, a legnagyobb kárt a virágzás szakaszában okozza, következménye a termés csökkenése. Egy kísérlet során megállapították, hogy a kezdeti fázisban fellépő 40°C körüli hőmérsékleti értékek a hajtáshosszt csökkentik, a 42°C pedig már gátolja a hajtás- és gyökérnövekedést. A virágzás előtti időszakban a kukorica a fotoszintézis során érzékenyebb a hőstresszre. A késői vegetatív fázisban a hőstressz gátolja a biomassza felhalmozódását a növényben. A virágzás fázisában a beporzási folyamatok érzékenyek a hőstresszre, a sikertelen beporzás aránya megnövekszik (Li és mtsai, 2022).

2.2.3. Klímaváltozás és a cirok

Az aszály az egyik legfontosabb terméskorlátozó tényező az egész világon, ami a gabonatermesztés körében is az egyik legmeghatározóbb körülmény. Az éghajlat változás következtében megváltozik a hidrológia ciklus, ezáltal megváltoznak a csapadékviszonyok és csökkennek a vízkészletek. A csapadékmennyiség csökkenésének következtében a növényi szervezetek kevesebb vízhez jutnak, csökken a talajnedvesség, a talaj kiszáradását okozza. A szántóföldi növényeknek aszálystressz esetén csökkenhet a víz- és tápanyagfelvétele (Allah és mtsai, 2018).

Magyarországon is alkalmazkodni kell a növénytermesztésben a szárazabb, forróbb nyarakhoz. Elhelyezkedését tekintve a déli-kontinentális klímazónába tartozik. A klímaváltozás hatására a növénytermesztésben is el kell térni a megszokottól, a megszokott növényi összetételeket meg kell változtatni, a kevésbé elterjedt növényfajokat is be kell vonni a termesztésbe, vetésforgókba. Ezek a változások hatással vannak a biodiverzitásra, hiszen az agrár-környezet szorosan kötődik a biológiai sokszínűség növeléséhez és megőrzéséhez. A klímaváltozás által kialakult problémákra egy megoldást jelenthet a cirokfélék nagyobb arányban való termesztése, felhasználása a vetésforgókban. Mivel C₄-es növény a CO₂ megkötése négy szénatomos dikarbonsavakon keresztül történik. A fotoszintetizálás sebessége nagyobb fényintenzitáson is tovább nő. Több CO₂-öt köt meg egységnyi levélfelületen, mint a C₃-as növények, szárazanyag gyarapodása ezért több. Fontos tulajdonsága még, hogy kevesebbet párologtat, kiegyenlített a vízgazdálkodása, magas hőmérséklethez könnyebben tud alkalmazkodni, és magasabb az optimális hőmérséklete, mint a kukoricáé. A szélsőséges időjárási viszonyokat, mint például az időszakos vízborítást vagy a szárazságot kiválóan tűri. Az aszályos régiókban, ahol alacsony a kukoricaterméshez, megoldást nyújthat a szemes cirok termesztése, hiszen sokkal jobb szárazságtűrő kultúra (Kismányoky, 2021).

2.3. Szemescirokkal kapcsolatos nemzetközi kutatások

Popescu és munkatársai (2018) tanulmányukban a ciroktermesztés helyzetét vizsgálta globálisan, az Európai Unióban és Romániában. A vizsgálatot a termőterület, a termelés, a hozam és a kereskedelmi mutatók szempontjából végezték, kiemelve a főbb trendeket.

Kutatásuk azt mutatja, hogy 2017-ben globálisan a ciroktermesztés elérte a 63 930 558 tonnát, és átlaghozama 1427 kg/ha volt. A főbb termeszto teruletek globálisan nézve a következők: az Egyesült Államok, Nigéria, Szudán, India és Etiópia.

Miután megvizsgálták az összes ciroktermesztő térséget, megállapították, hogy az összes művelt területnek a 0,12%-a tartozik az EU-hoz. A világ ciroktermesztésében 2016-ban a 20. helyen állt, 669 887 tonna hozammal, ami a világpiacot nézve 1,01 % részesedést jelent. 2017-es adatok szerint az európai termőföldeken 755 tonna cirkot arattak le, az átlagtermelés pedig 5580 kg/ha-ra tehető, ami 3,81-szer magasabb átlagtermést jelent a világtermeléshez képest. A EU ciroktermesztő országaihoz tartozik Olaszország, Franciaország, Spanyolország, Románia, Ausztria, Magyarország, Bulgária, Szlovákia, Görögország és Horvátország. Ezeknek az országoknak a termelése az Olaszországban meghatározott 313 788 tonna és a Horvátországban termesztett 206 tonna között mozog (4. táblázat). A vizsgált adatok alapján az EU legnagyobb ciroktermesztő országaihoz sorolható Olaszország, Franciaország, Spanyolország és Románia.

4. táblázat: Az EU legnagyobb ciroktermelő tagállamainak pozíciója a világpiacon és piaci részesedése 2016-ban (Popescu és mtsai, 2018)

	Rangsor a világ ciroktermesztésében	A világ ciroktermesztésében való piaci részesedés (%)
Olaszország	22	48,29
Franciaország	28	35,73
Spanyolország	51	6,34
Románia	61	3,76
Ausztria	63	2,55
Magyarország	68	1,70
Bulgária	77	1,18
Szlovákia	89	0,32
Görögország	92	0,09
Horvátország	08	0,03

A vizsgálat után Popescu és munkatársai (2018) összefoglalták, hogy a mezőgazdaság fejlődésében világszerte kulcsfontosságú szerepet játszik a ciroktermesztés. Azokban az országokban, ahol a kukoricatermesztést a különböző éghajlati változások megnehezítik, a cirokban látják az új lehetőséget.

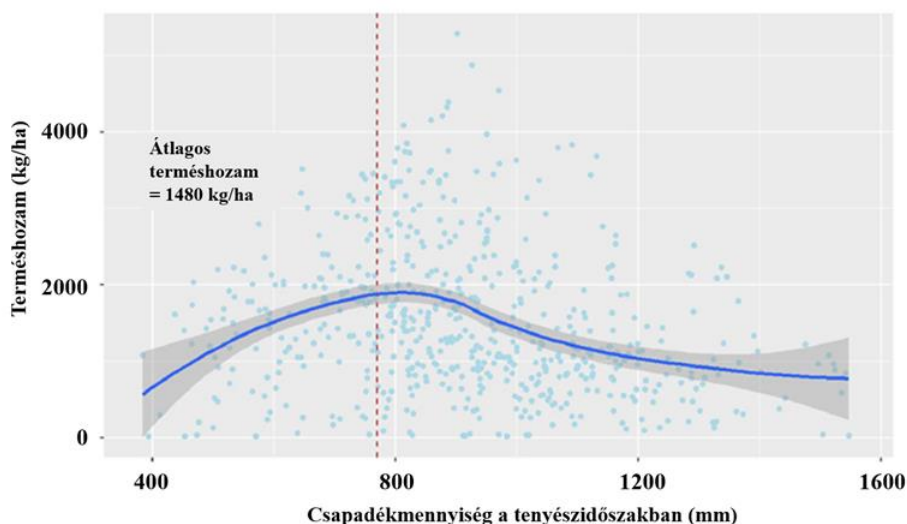
Egy 2019-es tanulmányban, amelyet Eggen és munkatársai foglaltak össze, a klímaváltozás által kialakult csapadékváltozás hatásait mutatja be a ciroktermesztésben. A vizsgálatot az Etiópiában, a Kék Nílus fennsíkon végezték, egy úgynevezett folyamat-orientált

cirokmodell eredményei alapján, 1981 és 2100 közötti időszakra. A fennsíkon belül olyan területre összpontosítanak, ahol melegebb és szárazabb éghajlat jellemző. Így még jobban kimutatható, hogy a változó csapadékviszonyok milyen mértékben befolyásolják a cirok termesztését. Ezenkívül a vizsgált területen az El Niño jelenség a klímaváltozás következtében intenzívebben figyelhető meg, az ehhez kapcsolódó aszályok egyre többször fordulnak elő.

A vizsgált területen a legtöbb csapadék május és október közötti időszakban hullott, ezen belül legnagyobb mennyiségben júniusban és augusztusban esett. Az ENSO-s években kevesebb csapadékhullást figyeltek meg, és a 2015-ös El Niño jelenség után a megszokott vízmennyiséghez képest 15%-kal kevesebb hullott le. A vizsgálat előtti években a mért legnagyobb csapadékmennyiség 890 mm volt, az átlaghőmérséklet pedig 21,7°C.

A termesztők megkérdezése után, megállapították, hogy a fő termesztett növény a vizsgált területen a cirok. Ezenkívül pedig megfigyelték, hogy 2014-hez képest 2015-ben kevesebb volt az elvetett cirokmennyisége. A 2015-ös év, aszályosabb időszaka ellenére, sem fulladt teljes kudarcba a cirok termesztése. Viszont ahhoz, hogy legyen valamennyi termés hozam a cirokból, néhány gazdának kétszer kellett vetnie, ugyanis az első vetés után nem csíráztak ki a magok vagy elpusztultak a hajtások a szárazság miatt.

Az 4. ábrán egy úgynevezett DSSAT szimulációval mutatják be a cirok reakcióját az tenyészidőszakban hulló csapadék mennyiségére vonatkozóan, 1981 és 2010 közötti adatokat felhasználva. Mozgóátlagot illesztettek az adatokra (kék vonal), míg a halványabb sáv az 5%-os konfidencia-intervallumot jelzi. Küszöbértéknek a 770 mm-t vették (piros szaggatott vonal), és megfigyelték hogyha a csapadékmennyiség ez alá esik, akkor csökken a cirok termés hozama.



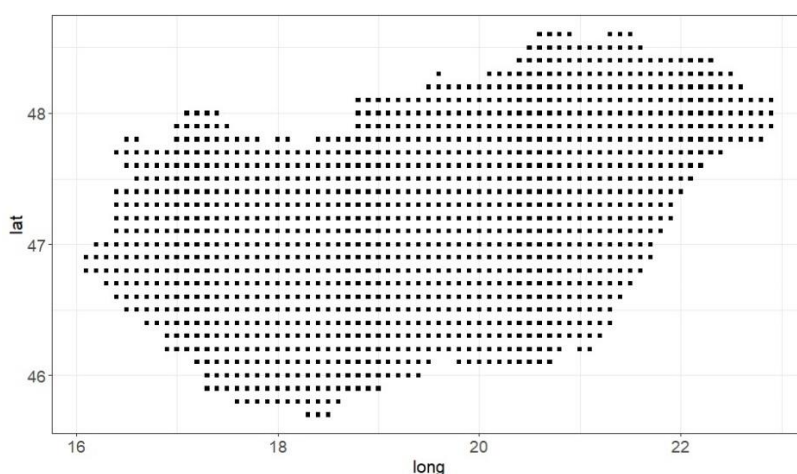
4. ábra: *Cirok reakciója az tenyésződőszakban hulló csapadék mennyiségére vonatkozóan 1981 és 2010 között. Kék vonal: mozgóátlag, szürke sáv: 5%-os konfidencia-intervallum. Piros szaggatott vonal: küszöbérték 770 mm-nél (Eggen és mtsai, 2019)*

A vizsgálat végén meghatározták, hogy a korai aszály nagy károkat okoz a ciroktermesztés, hiszen a növény a korábbi fenológiai fázisok során lehullott csapadékot hasznosítja fel a talajból. Ezzel magyarázható, hogy annak ellenére, hogy a cirok virágzási szakaszban igényli a legtöbb csapadékot, a vizsgált területen nem okozott kárt a vízhiány. Azok a növekedési szakaszok, amelyeknek kevesebb csapadékmennyiség is elég, júliustól augusztusig tartanak, ezért javasolják a ciroknak a korai vetését. A gazdák elmondása alapján a klímaváltozás által kialakult aszályosabb évek nagyban megnehezítik a ciroknak a korai vetését Etiópia vizsgált termőföldjein.

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

3.1. Anyag és Módszer

A szakdolgozatomhoz szükséges vizsgálatok adatait a HungaroMet Zrt. (elődintézmény: Országos Meteorológiai Szolgálat) hivatalos adattárából használtam fel, ezen belül az éghajlati adatok homogenizált rácsponti adatsorokban szereplő napi csapadékösszeg, napi átlaghőmérséklet és napi maximumhőmérséklet adatait. A meteorológiai adattárból felhasznált adatsorok 1971. január 1-jétől szerepelnek 2023. december 31-ig. A térbeli rácspontok felbontása $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ ($\sim 10\text{km} \times 10\text{km}$), ez alapján Magyarországot 1233 rácspontra lehet felosztani, ennyi rácsponti adatsorban vannak rögzítve a számításaimhoz szükséges időjárási adatok (5. ábra). Az adatsorok ellenőrzését a MASH homogenizáló módszerrel végzik (Lakatos és mtsai, 2012), majd az inhomogenitásoktól és hiányosságoktól mentes adatsort interpolálják a MISH interpolációs módszerrel (Szentimrey és Bihari, 2010). Az adatok első feldolgozását Excel táblázatban hajtottam végre, majd az eredményeket az R szabad felhasználású statisztikai programmal készítettem el, és elemeztem.



5.ábra: Homogenizált adatsorok $10\text{ km} \times 10\text{ km}$ -es rácshálózata, Magyarországot 1233 rácspont fedi le (Forrás: saját szerkesztés)

3.1.1. Hőmérséklettel kapcsolatos számítások

A pillanatnyi hőmérséklet, illetve egy hosszú időszak folyamatosnak tekinthető hőhatása más-más folyamatokhoz vezet a növények fejlődése során. A pillanatnyi léghőmérséklet hatása során a túl magas hőmérséklet hőstresszt okozhat, és gátolhatja a növények optimális élettani folyamatait. Ezzel szemben egy hosszabb időszak hőösszege alapján a növények egyes fenológiai fázisai, illetve az éréshez szükséges effektív hőösszeg határozható meg. Dolgozatomban kiszámítottam az effektív hőösszeget 10°C-os bázishőmérséklettel számolva (Craufurd, 1998):

$$T_{effektív} = \sum_{\text{Április 15.}}^{\text{Szeptember 30.}} (T_d - T_0) \quad (1)$$

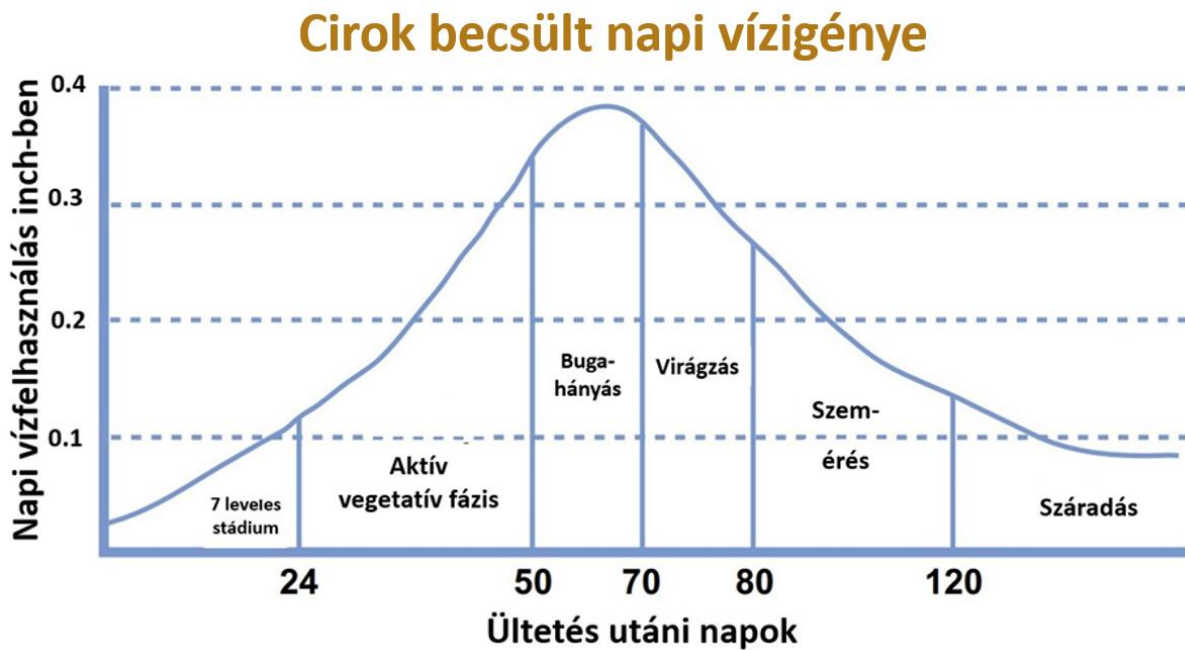
ahol T_d a napi középhőmérséklet értéke (°C), T_0 a cirok bázishőmérséklete (°C). Ezt követően az egyes rácspontokra 10 éves átlagokat számoltam, és térképes formában ábrázoltam a változásokat.

A szakirodalom szerint a cirok számára kedvezőtlen, ha a napi maximumhőmérséklet átlépi a 35°C-ot, ezért évenként minden rácspontra megszámláltam a Microsoft Excel „darabhatóbb” függvényével az ennek a feltételnek megfelelő adatok számát, majd 10 éves átlagokat készítettem. Ezzel szemléltetni tudtam a hőségnapok számának alakulását a vizsgált 52 év során.

3.1.2. Cirok becsült napi vízigénye

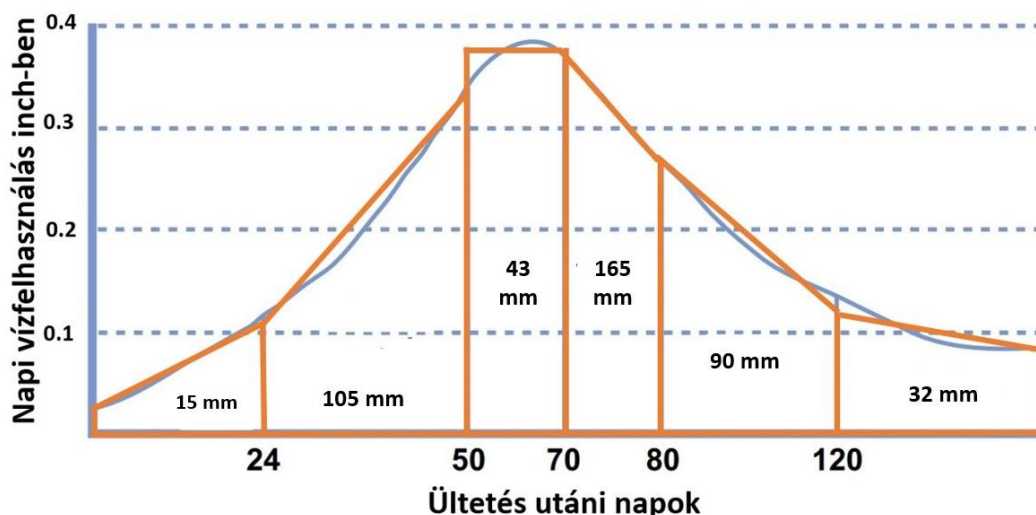
A vízellátottság rendkívül fontos információ a növény fejlődése szempontjából. Minden számítás során a vetés alapjául az április 1-et tekintettük, amit a 0. napnak, azaz kiindulópontnak tekintettünk. A vizsgálatok során használt vegetációs periódus, minden évben április 1-től a 148. napig, azaz kerekítve szeptember 30-ig tartott.

Stichler és Fipps (2003) alapján hat különböző fenológiai szakaszt különítettünk el. Az első szakasz 0-25. napig tart, a második a vetéstől számított 26-50. napig, a harmadik 51-70. napig, a negyedik a 71-80. napig, az ötödik a vetéstől számított 81-120. napig, és végül az utolsó időszak, a hatodik szakasz, amely 121-148. napig tart (6. ábra).



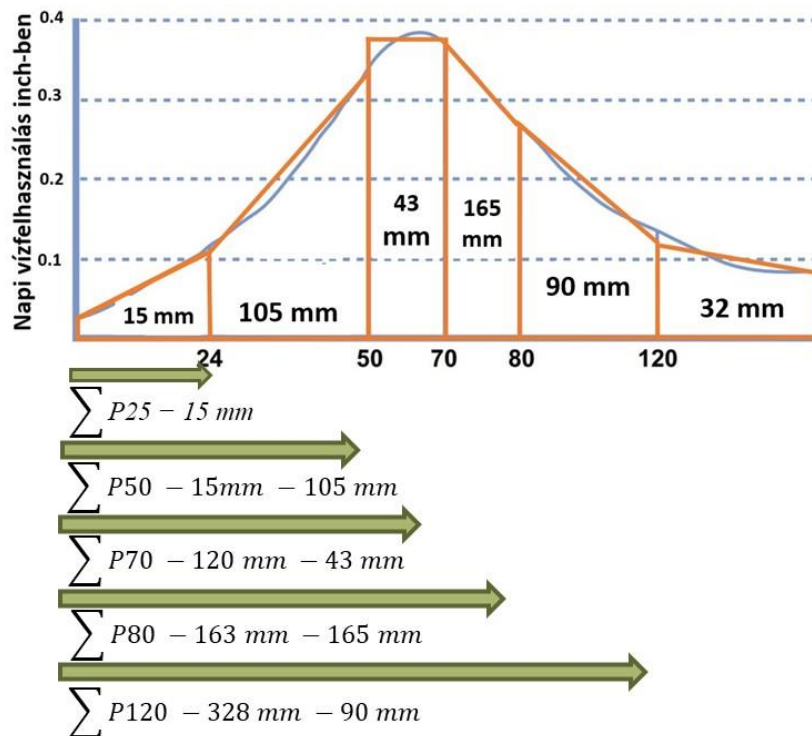
6.ábra: *Cirok Becsült napi vízigénye (Forrás: Stichler és Fipps, 2003)*

A szakirodalomban nem találtam más forrást arra vonatkozóan, hogy az egyes fejlődési szakaszokban megközelítőleg mennyi a cirok vízigénye, csak a 7. ábrán bemutatott becsült vízigény görbét, ahol a napi vízigény inch-ben volt megadva. Mivel a teljes vízigény a görbe alatti területtel egyenlő, de nem ismerjük a görbét leíró pontos egyenletet, ezért közelítő megoldást alkalmaztam. A görbén feltüntették az egyes fenológiai fázisok vetéstől számított fordulónapjait, ezért a 7. ábrán látható téglalapokkal közelítettem az adott fenológiai időszakra vonatkozó vízigényt ügyelve arra, hogy körülbelül ugyanakkora terület lógjon a görbe fölé és alá, ezzel minimalizálva a felülbecslésből és alulbecslésből adódó hibák összegét. A téglalapok területét egyszerű geometriai műveletekkel, azaz területszámítással határoztam meg. Mivel hazai viszonyok között szakirodalmi forrásokból azt feltételeztem, hogy a szemes cirok minimális vízigénye a teljes tenyészidőszakra 450 mm, ezért ezt véve alapul egyenes arányossággal, felhasználva a téglalapok területét számítottam ki a becsült vízigényt (mm) az egyes fenológiai szakaszokra. Ezek értékeit szintén a 7. ábra tartalmazza.



7. Ábra: Fenológiai szakaszokra bontott, a matematika közelítéssel becsült vízigény mennyiségek (mm). (Forrás: Stichler és Fipps (2003) alapján saját szerkesztés)

Igyekeztem figyelembe venni azt is, hogy a talaj raktározni is képes a lehullott csapadékot, ezért a 450 mm minimum vízszükséglethez képest számítást végeztem, hogy hogyan felel meg a lehullott csapadékmennyiség 1971-től Magyarországon. A számítások során, minden fenológiai fázisnál az addigi teljes csapadékmennyiséget összeadtam és ebből kivontam a szükséges vízmennyiséget, azaz az összcsapadék mínusz a szükséges vízmennyiség (8. ábra). Az első fenológiai fázisnál a csapadékból kivontam a fejlődéshez szükséges vízmennyiséget, ami 15 mm, a második fázisnál az összcsapadékból (első + második fenológiai fázis értékéből) vontam le a szükséges vízmennyiséget, a 15 mm plusz a 105mm, vagyis 120 mm-t. Ezt a műveletet az összes fejlődési szakasznál elvégeztem, így figyelhetünk meg pozitív és negatív értékeket is. A fenológiai fázisban akkor láthatunk negatív értéket, hogyha kevesebb volt a beérkező csapadék mennyiség, mint a szükséges vízigénye a növénynek.



8. ábra: a pozitív vagy negatív előjelű vízellátottság (mm) kiszámításához használt módszert
(Forrás: saját szerkesztés)

3.2. Eredmények

3.2.1. A vízigény teljesülésének vizsgálata

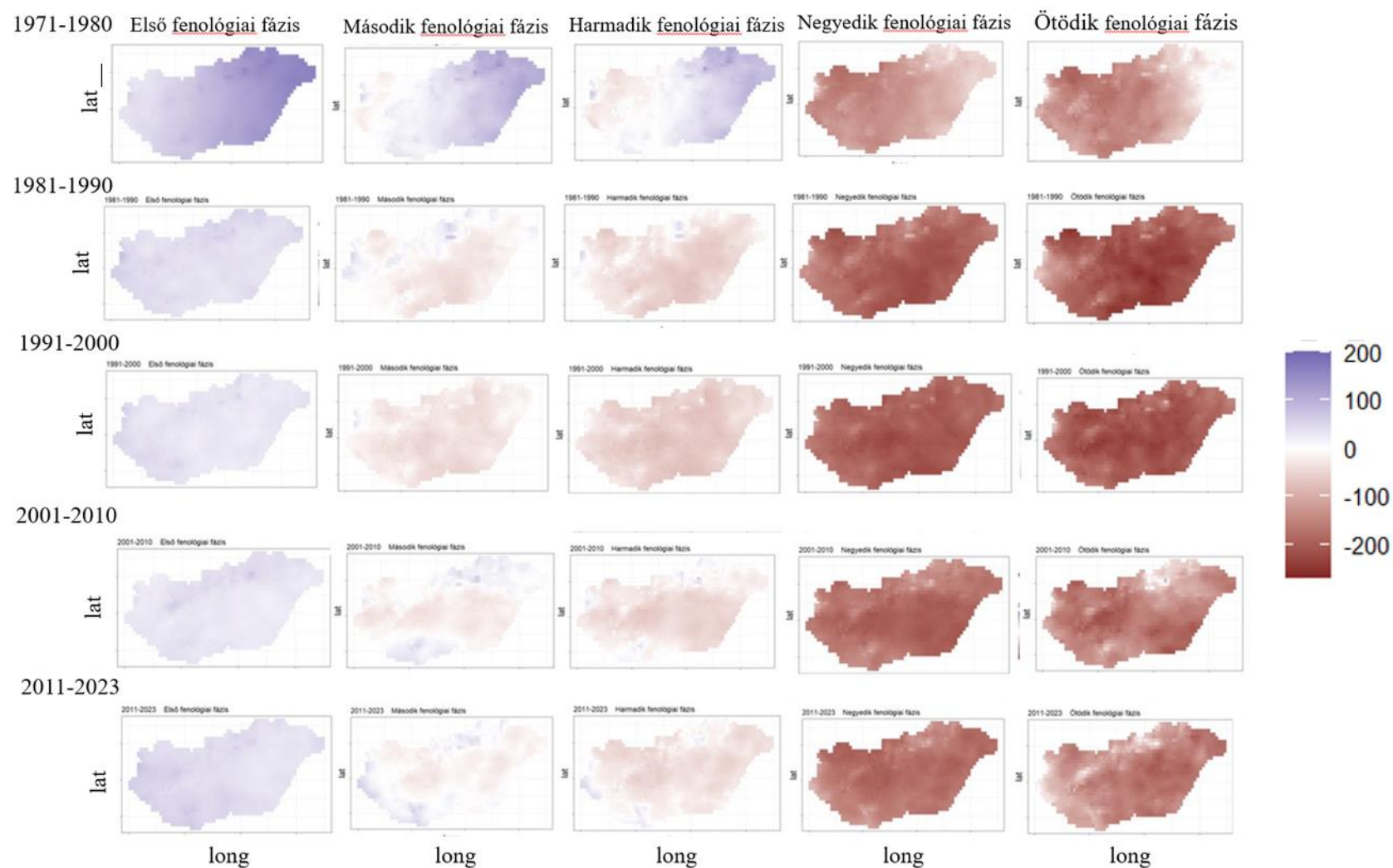
A cirok sikeres termesztéséhez az egész tenyészidőszak alatt minimum 450 mm vízre van szüksége. Fontos megemlíteni, hogy a cirok olyan kultúra, amely jól tűri a vízhiányos állapotot. A csapadékhányos időszakokban fel tudja használni a talajban tárolt vizet, amely még a korábbi fenológiai fázisokban hullott le. A vizsgálat során a cirok különböző fázisaiban lehullott csapadék mennyiségét elemeztem Magyarországon, annak céljából, hogy ezek a mennyiségek megfelelnek-e a növény vízigényének. Hogyha a beérkező csapadékmennyiség nem elégíti ki a növény vízigényét, negatív értékeket figyelhetünk meg a térképeken, amelyet bordó színnel lettek feltüntetve.

A 9. ábrán egy úgy nevezett bélyegdiagramot mutatok be. Függőlegesen és vízszintesen is egy-egy folyamat látható, az egyik az évtizedek közötti változást (1971-től 2023-ig), a másik a fenológiai fázisok közötti változást vezeti le.

A fenológiai fázisokat elemezve, elmondható, hogy az első fenológiai fázisokban alapvetően megfelel a víz mennyisége a cirok számára. Ebben a növekedési szakaszban az

1971-80-as években főleg a keleti országrészekben volt bőséges csapadék utánpótlás, ez az előny a későbbi évtizedekben eltűnni látszik. A bugahányás előtti szakaszban, vagyis a második fenológiai fázisban, már észlelhető a vízhiány (csapadékhiány). 1991 és 2000 között országszerte mindenhol mutatkoztak a vízhiány jelei a cirok kapcsán. A térképeken az első három fenológiai fázis még kiegyenlített, világos, halvány színű, nulla körüli ingadozást látunk. Minimálisan negatívba és minimálisan pozitívba mennek át az adatok. A nagyobb vízhiány a negyedik fenológiai fázisban lép fel, amikor már minden évtizedben gyakorlatilag országszerte nem kapja meg a szükséges vízmennyiséget a cirok. A 70-es években ez a probléma lokálisan merült fel, az ezt követő időszakokra ez már nem jellemző. A negyedik fenológiai fázistól, a virágzástól, csak egy-egy foltban mutat halványabb színt a térkép, ahol még megfelel a vízmennyiség, innentől az ország egész területére kiterjedt a vízhiányos állapot. Az ötödik fenológiai stádiumban a 80-as években tapasztalható országos vízhiánnyal ellentétben, az utolsó két évtizedben az Északi-középhegység területén halványabb színű részek is felbukkannak.

Az évtizedeket összeségében vizsgálva, elmondható, hogy a 1990-es években felelt meg a legkevésbé a fenológiai stádiumokban lehullott csapadékmennyiség a cirok vízigényeinek. Ezekben az években a mért csapadékmennyiség 0 körüli értéket mutattak, illetve ettől kisebbet, negatívabbat. A legkedvezőbb csapadékvizonyok az 1970-es években mutathatók ki. Az ország keleti régióiban esett le a legtöbb csapadék, amely az összes fenológiai fázisra, a 7 leveles stádiumtól a szemérésig, meghatározható. A 70-es évek kivételében a többi évtizedben csak az első fenológiai fázisra jellemző a csapadéktöbblet, és a 0 környéki érték. A második fenológiai fázistól majdnem az ország teljes területén a vízigény alatti értékek észlelhetők.

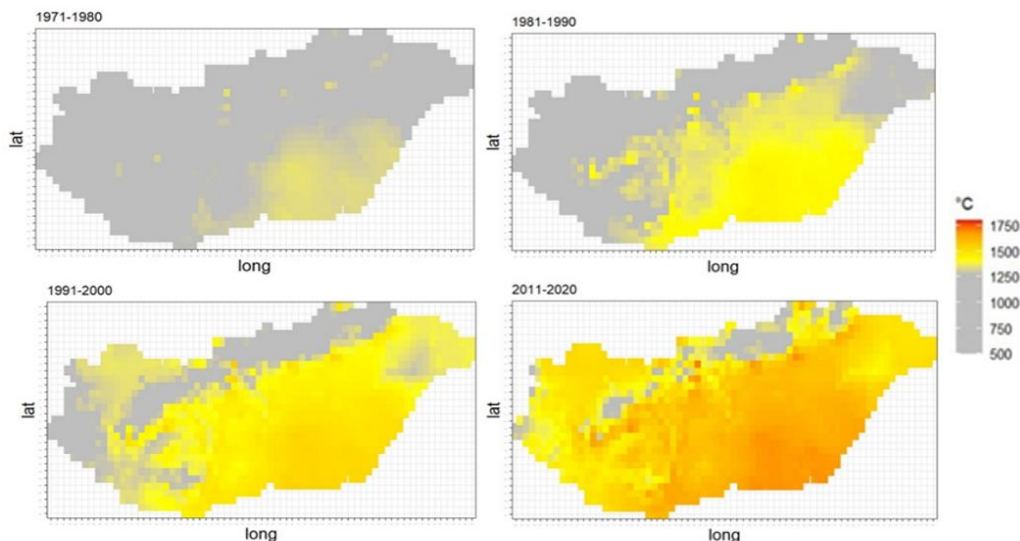


9. ábra: Évtizedek közötti és a fenológiai fázisok közötti csapadékmennyiség változás (Forrás: saját szerkesztés)

3.2.2. Effektív hőösszeg változásának vizsgálata

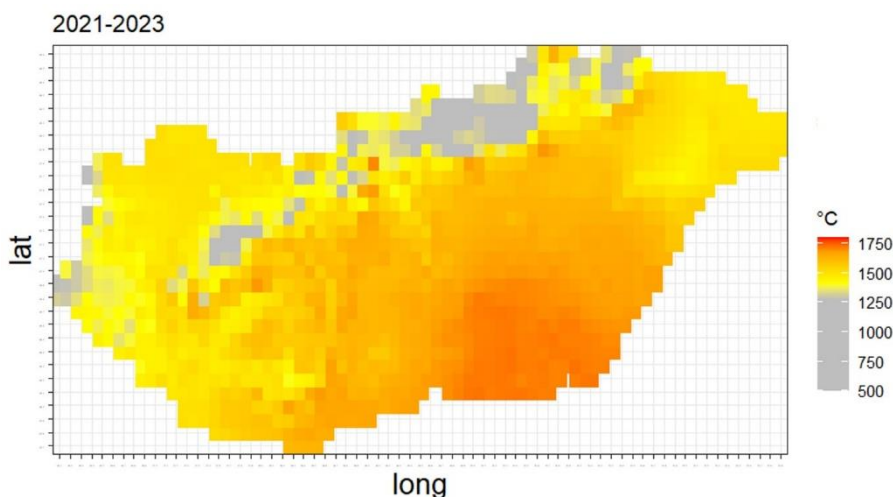
Hibridtől függően a ciroknak különböző hőösszegei lehetnek. Az effektív hőösszeg vizsgálathoz bázishőmérsékletnek a 10°C -ot használtam, illetve egy rövid tenyészidejű szemes ciroknak a hőigényét vettem alapjául. Ez az alsó küszöbérték 1300°C , amely megközelíti egy 450-es FAO számú kukoricának a hőösszegét. A 10. ábrán látható térképek 1971 és 2023 között letöltött napi átlaghőmérsékletek alapján készültek. A szükséges adatokat 10 éves időszakokra bontottam, ezt követően vettem a 10 évre vonatkozó átlagértékeket. Minden évnek az adatai a vetéstől kerültek feldolgozásra, amely a szakdolgozatban vett április 15. Ha követjük a cirok terméstechnológiáját, akkor a tenyészidőszak megközelítőleg szeptember 30-ig tart, a vizsgálatban is eddig dolgoztam fel az adatokat.

A térképeken szürke színnel feltüntetett területek a cirok számára már kritikusan alacsony éves hőösszeget jelölnek. Az 1970-es években megfigyelhető, hogy az ország szinte teljes felülete szürke színnel van beborítva. A délkeleti területeken látható halványabb sárga szín, az ország ezen részén kedvezőbbek a hőösszeg. A következő 20 évben egyre több területen kezd elterjedni a sárga színnel jelölt földterület, egyre magasabb hőösszegek alakulnak ki, amellyel a cirok számára már optimálisabb értékek. Magyarországon az Alföld, annak alsóbb térségében kezdődött legnagyobb mértékben a hőmérsékletnek a felmelegedése. A 2010-es évek végére az ország többi részére is a magasabb hőösszegek a jellemzőek. Ebben az évtizedben szürke színt alig lehet megfigyelni a térképen, ezek az alacsonyabb hőösszeggel rendelkező területek az Északi-Középhegység térségében figyelhetők meg.



10. ábra: effektív hőösszeg a cirok esetében ($t_0=10^{\circ}\text{C}$) április 15. és szeptember 30. között, 10 éves felbontásban, 1971 és 2020 között

Az utóbbi három évet (2021-től 2023-ig), amelyek már az új évtizedhez tartoznak, a 11. ábrán látható külön térképen ábrázoltam. Ezt az időszakot érdemes külön vizsgálni, hiszen ilyen rövid idő alatt már tapasztalhatóak magasabb mért hőmérsékletek. A 2010-es évekhez képest nagyobb hőösszegeket észlelünk. A klímaszcenáriók szerint, ezek a gyors hőösszeg változások lesznek jellemzőek a jövőben is.



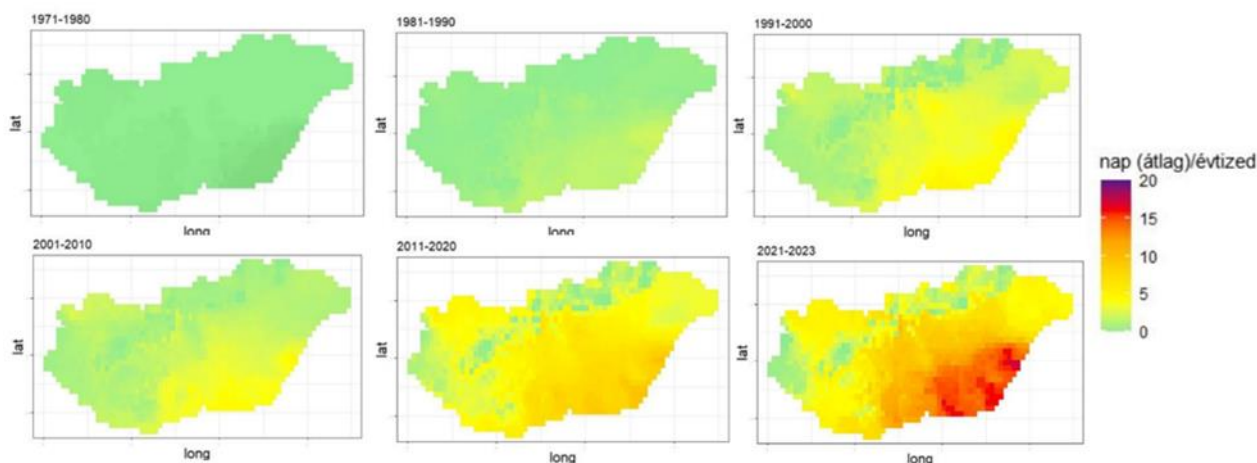
11. ábra: effektív hőösszeg a cirok esetében ($t_0=10^{\circ}\text{C}$) április 15. és szeptember 30. között, az utóbbi 3 évben, 2021 és 2023 között

3.2.3. Hőségnapok ($>35^{\circ}\text{C}$) alakulásának vizsgálata

Ebben a vizsgálatban a térképek 1971 és 2023 között letöltött átlaghőmérsékletek alapján készültek. A szükséges adatokat ugyanúgy, mint az effektív hőösszegeknél 10 éves időszakokra bontottam, ezt követően vettem a 10 évre vonatkozó átlagértékeket. A 12. táblázatban látható térképeket azt mutatják, hogy 1971 óta milyen mértékben nőttek meg azoknak a napoknak a száma, ahol a napi átlaghőmérséklet meghaladja a 35°C -ot. Ha a napi átlaghőmérséklet átlépi ezt a hőmérsékletet, az kedvezőtlen hatással van a cirok fejlődésére.

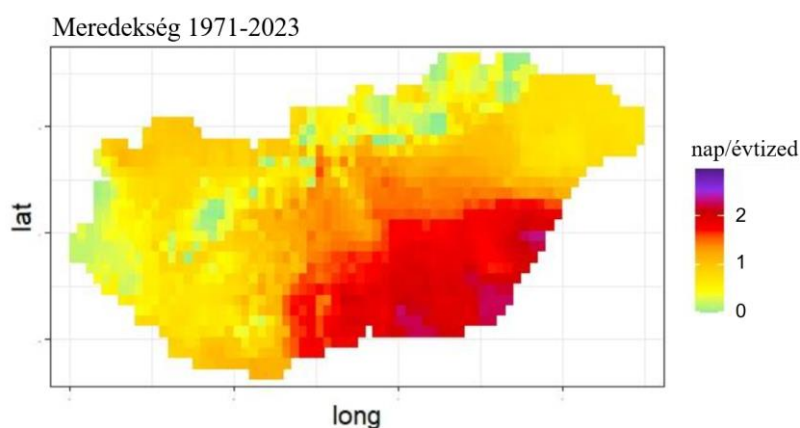
Megvizsgálva a térképeket az évtizedek során (1971-től 2023-ig) egy övezetesség jelenik meg. Ezt a körcentrikus övezetességet az ország medence jellege és az óceántól vett távolsága alakítja ki, a jelenség központja a délkeleti országrész. Az első vizsgált évtizedben a térképet teljesen beborítja a zöld színnel jelölt terület, az itt mért értékek 0 körüliek, vagyis alig voltak olyan napok, ahol a napi átlaghőmérséklet meghaladta volna a 35°C -ot. A következő évtizedekben egyre nagyobb országrészen terjedt el a sárga és narancssárga szín, a 35°C feletti napok száma megnövekedett. Megfigyelhető, hogy a 2010-es évek elejére az ország Délkeleti részén haladja meg a legnagyobb mértékben a 35°C feletti napok számát. Ezeknek a napoknak

a száma távolodva ettől az országrésztől folyamatosan csökkenek. Ebben az évtizedben egy-két területen fedezhető fel 0 körüli értékeket, ahol a hőségnapok még nem terjedtek el nagy mértékben. Az utolsó térképen az utóbbi három évet vizsgáltam. 2021-től 2023-ig rendkívüli módon nőtt meg a hőségnapoknak a száma, amelyeket a térképen piros, illetve lila színnel vehetőek ki, ország délkeleti részén.



12. ábra: Hőségnapok (>35°C) száma, 1971-2023 között (Forrás: saját szerkesztés)

A 13. ábrán külön ábrázoltam, hogy évtizedenként hány nappal nő a 35°C feletti napok száma. Itt is megfigyelhető a körcentrikus övezetesség a térképeken, úgyszintén a délkeleti országrésztől indulva. A délkeleti területen évtizedenként 2, majdnem 3 nappal nőtt meg a 35°C feletti napoknak a száma. Ha távolodunk az övezetesség központjától, látható, hogy a déldunántúli és az észak-alföldi területeken átlagosan csak 1 nappal nőtt meg a hőségnapoknak a szám. A Dunántúli- és az Északi-középhegység területén figyelhető meg olyan rész, ahol szinte egyáltalán nem nőtt meg 35°C feletti napok száma. A térképen elnyomó mennyiségben vannak azok a napok, ahol a napi átlaghőmérséklet meghaladja a 35°C-ot.



13. ábra: Hőségnapok (35°C) számának növekedése (Forrás: saját szerkesztés)

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A növénytermesztésben egyre nagyobb hangsúlyt kapnak azok a kultúrák, amelyek a legjobban tudnak alkalmazkodni a klímaváltozás által bekövetkező termesztési változásokhoz. A változások következtében a növénynek, a megfelelő terméshozam eléréséhez, meg kell küzdenie a szárazabb és melegebb éghajlati körülményekkel, rendelkeznie kell jó aszály- és hőstressztűrő képességgel. Magyarországon erre az egyik jól alkalmazható szántóföldi növény a cirok.

A cirok teljes tenyészideje 6 fenológiai fázisra osztható fel, ezalatt minimum 450 mm csapadékmennyiségre van szüksége. Minden fenológiai fázisban a növénynek más és más a vízigénye. Vizsgálatom során arra a következtetésre jutottam, hogy a cirok első három fenológiai fázisban, a keléstől a bugavirágzásig, Magyarországon kedvezőek a csapadékviszonyok. A bugahányást követő időszakban ezek a kedvező viszonyok eltűnnek, az ország területén fellép a vízhiány, a lehullott csapadékmennyiség már nem fedezi a ciroknak az igényét. Ebben az időszakban a cirok nagy, mélyreható gyökértömege, amely sűrűn behálózza a talajt, fontos szerepet játszik a cirok vízellátottságának. A gyökérzet nagy felszívó felülete, lehetővé teszi, hogy a növény felszívja a talajban raktározott vízkészletet, amely a korábbi fenológiai fázisokban hullott le. Így az aszályos időszakokban is képes túlélni és regenerálódni a cirok.

Egy rövid tenyészidejű cirokfajta hőösszege 1300°C körül esik. Ezt az értéket összevetve a Magyarországon mért hőösszegekkel, a vizsgálat konklúziója arra mutat rá, hogy az ország hőösszeg értékei egyre kedvezőbbek a cirok számára. Az 1970-es évek óta erőteljesen megváltoztak a hőmérsékleti viszonyok. Az évtizedek során jól megfigyelhető a melegedés, és hogy hogyan válik az ország egyre inkább megfelelővé a cirok számára hőmérséklet szempontjából.

A szakdolgozatomban megvizsgált hőségnapok számánál, azt az eredményt kaptam, hogy azoknak a napoknak a száma, ahol a napi átlaghőmérséklet meghaladja a 35°C-ot, megnövekedtek. Ez a szakirodalom szerint nem kedvező a cirok megfelelő növekedéséhez, viszont az egyre megfelelőbb magyarországi hőösszegek és jó vízfelhasználási képessége mégis lehetővé teszi a cirok eredményes termesztését. Az aszálytűrő- és a magas hőmérséklethez való alkalmazkodóképességének következtében egyre nő a mezőgazdasági jelentősége, a piacon pedig megfigyelhető a hibridfajok kínálatának folyamatos bővülése.

A jövőben a cirok kedvező tenyésztési tulajdonságai miatt érdemesnek tartom a különböző éréscsoportú hibridek környezeti igényeinek részletesebb vizsgálatát, annak érdekében, hogy minél alkalmazkodóbb hibrideket termesszünk. Fontos a szabadföldi kísérletek végzése, főként az egyes fenológiai fázisokban külön-külön, és a hozzájuk kapcsolódó környezeti feltételek (pl. hőösszegek, csapadékmennyiség) vizsgálata hazai viszonyok között. Javaslom a táplálóanyag tartalmának a vizsgálatát, hiszen a cirok gluténmentes, ami manapság fontos szempont sok vásárlónál, mivel a népesség egyre nagyobb részében merül van az igény gluténmentes termékek vásárlására. Nagyobb lehetne a piaci kereslete, ha több vizsgálat állna az emberek rendelkezésére. Ezenkívül a takarmányként való felhasználási lehetőségeinek tanulmányozása is hasznosnak tartom, hiszen fontos, hogy minél jobb minőségű takarmányt adhassunk el a gazdáknak. A ciroknál már elérhetik az 1% alatti tannin tartalmat.

5. ÖSSZEFOGLALÓ

A klímaváltozás hatására a növénytermesztők arra szorúlnak, hogy változtassanak a megszokott termesztési hagyományokon, bevezessenek olyan kultúrákat a termesztésbe, amelyek jól alkalmazkodnak a változó éghajlati viszonyokhoz. Többször említik a cirkot a kukorica lehetséges alternatívájának, kedvező termesztési tulajdonságai végett. Fontos olyan kultúrákat termesztetni, amelyek nagyobb eséllyel hoznak jó termés hozamokat kevesebb veszteséggel. A cirok is egy ilyen növény, viszont kedvező termesztési adottságai ellenére még nem terjedt el nagy mértékben a magyar piacon. Kevés tudományos cikk, kutatás áll rendelkezésre a cirokkal kapcsolatban, ezek információk hiányában nehezebb a cirok optimális termesztése.

Vizsgálataim során szeretném meghatározni, hogy Magyarországon a különböző csapadék és hőmérsékleti viszonyok hogyan felelnek meg a cirok számára. A vizsgálatokhoz szükséges adatok a HungaroMet hivatalos adattárából használtam fel, ezek az adatsorok 1971. január 1-től 2023. december 31-ig kerültek feldolgozásra. A vizsgálatokhoz rendelkezésemre állt egy becsült vízigény görbe, amely segítségével megkaptam a cirok különböző fenológiai fázisaiban szükséges csapadéki igényt. A 450 mm minimum vízszükséglethez képest végeztem számítást, hogy hogyan felel meg a lehullott csapadékmennyiség 1971-től Magyarországon. Az eredményeket térképes formában jelenítettem meg, a trend szignifikanciájának feltüntetésével.

A cirok vízigény vizsgálatához a szakirodalomban említett 450 mm-es csapadékmennyiséget vettem a cirok vízigényének, a teljes tenyészidőszak alatt. A tenyészidőszakot hat fenológiai fázisra lehet felbontani. A vizsgálat során eredményként az mutatható ki, hogy a kezdeti fenológiai fázisokban a csapadékmennyiség még megfelelt a cirok számára, habár a második fenológiai fázisban már egy-két helyen észlelhető a vízhiány. A bugahányásig az országban kedvezők a ciroknak a csapadékviszonyok, ezt követően, a tenyészidőszak második felében jelennek meg országsszerte a vízhiányos területek. A csapadékhiányos időszakban a cirok széles és mélyreható gyökérzet segítségével felhasználja a korábbi fenológiai fázisokban lehullott csapadékot a talajból. A következő vizsgálatomhoz a napi maximumhőmérsékletet használtam fel. Ezeket az adatokat 10 éves időszakokra bontottam, és a 10 évre vonatkozó átlagértékeket dolgoztam fel. A vizsgálatomhoz egy 1300°C hőösszegű cirkot vettem küszöbértéknek. Eredményként azt kaptam, hogy az elmúlt évtizedeken keresztül folyamatosan megnövekedtek az ország területén a hőösszegek, ezáltal a cirok számára kedvező hőellátottságú területek aránya. Elmondható tehát, hogy a megnövekedett hőösszegek a cirok hőigényének egyre jobban megfelelnek. Utolsó

vizsgálatomban azoknak a napoknak a számát vizsgáltam, amely napi átlaghőmérséklete meghaladja a 35°C-ot. Ha az értékek meghaladják ezt a hőmérsékletet, az a cirok fejlődésére káros hatással vannak. A térképek alapján azt az eredményt kaptam, hogy az elmúlt évtizedekben főleg az ország délkeleti részében növekedtek meg a hőségnapok száma. Csak a Dunántúli- és Északi-középhegységben találhatók olyan területek, ahol nem növekedett meg azoknak a napoknak a száma, ahol 35°C fellelti a napi átlaghőmérséklete, ugyanakkor délkeleten, Szeged környékén ez az érték elérheti a 2-3 nap/évtized trendszerű növekedést, ami a vizsgált 50 év alatt 10-15 napot is elérheti, ami szignifikáns hőstresszt jelent már a cirok számára is.

Magyarország területén tehát a hőmérsékleti viszonyok főleg az ország nyugati felében és az Alföld középső és északabbra fekvő területein a legmegfelelőbbek, ugyanakkor a délkeleti országrészben már a hőstressz csökkentheti a termésbiztonságot. A csapadékellátottság szempontjából kritikus időszakoknak tekinthető a júniustól szeptemberig terjedő időszak. Ezt összevetve a hőviszonyokkal (mind a párolgás, párologtatás és hőstressz szempontjából) alapvetően az ország délkeleti tájegységei mutatják a leginkább érzékeny régiót a terméshozam és termésminőség stabilitása szempontjából.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Somfalvi-Tóth Katalin, egyetemi adjunktusnak, konzulensi munkájáért, mellyel támogatta és segítette szakdolgozatom elkészítését. Köszönöm a sok tudást, és a közös munkát.

Ezenkívül köszönettel tartozom a családomnak, barátaimnak és páromnak, hogy végig támogattak és a nehezebb időszakokban is mellettem álltak.

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal „A körforgásos gazdaság megvalósíthatósága a honvédelmi tevékenységek során” című, TKP2021-NVA-22 azonosítószerű Tématerületi Kiválósági Program támogatásával valósult meg, a Körforgásos Gazdaság Elemző Központ (KGEK) vezetésével.

7. IRODALOMJEGYZÉK

7.1. Forrásjegyzék

1. Agrarszektor.hu (2021): *Így történik a cirok termelése: Mi a cirok, hogy néz ki a szemes cirok mag, mennyi a cirok ára és a cirok vetőmag ára?* (<https://www.agrarszektor.hu/noveny/20210614/igy-tortenik-a-cirok-termelese-mi-a-cirok-hogy-nez-ki-a-szemes-cirok-mag-mennyi-a-cirok-ara-es-a-cirok-vetomag-ara-30562>) Letöltés dátuma: 2024.09.24.
2. Antal J. (2000): *Növénytermesztők zsebkönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. p. 107-110.
3. Ábrahám É. B., Kuroli G., Németh L., Reisinger P., Csathó P., Árendás T., Németh T., Fodor N. (2012): *Egyéb takarmánynövények. Cirokfélék*. In: Radics L. (szerk.) *Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 3.* Budapest: Agroinform Kiadó. p. 151-166.
4. Bejiga T., Teresa T., Nadew D. (2021): *Molecular Breeding Approaches for Drought and Drought Related Traits in Sorghum: A Review Article* In: *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences* (7. évf.) 7. sz. p. 23-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-6224.0707003>
5. Bekele W. A., Fiedler K., Shiringani A., Schnaubelt D., Windpassinger S., Uptmoor R., Friedt W., Snowdon R. J. (2014): *Unravelling the genetic complexity of sorghum seedling* In: *Plant, Cell and Environment*. DOI: 10.1111/pce.12189 Letöltés dátuma: 2024.06.10.
6. Craufurd P. Q., Qi A., Ellis R. H., Summerfield R. J., Roberts E. H., Mahalakshmi V. (1998): *Effect of Temperature on Time to Panicle Initiation and Leaf Appearance in Sorghum*. Absztrakt. In: *Crop Science* (38. kötet) 4. sz. p. 942. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1998.0011183X003800040011x> Letöltés dátuma: 2024.08.29.
7. Csajbók J. (2014): *A szemes és seprűcirok termesztése* (<https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20140617/a-szemes-es-seprucirok-termesztese-35761>) Letöltés dátuma: 2024.04.05.
8. Emendack Y., Sanchez J., Hayes C., Nesbitt M., Laza H., Burke J. (2021): *Seed-to-seed early-season cold resiliency in sorghum* In: *Scientific Reports* DOI:

- <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87450-1> (<https://www.nature.com/articles/s41598-021-87450-1>) Letöltés dátuma: 2024.10.13.
9. FAOSTAT (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) Letöltés dátuma: 2024.10.19.
 10. Feczák G. (2013): *Kukorica helyett szemescirok* In: Magyar Mezőgazdaság (68. évf.) 15. sz. p. 16.
 11. Gerik T., Bean B., Vanderlip R. (2024): *Sorghum Growth and Development* (https://www.researchgate.net/publication/26904623_Sorghum_Growth_and_Development) Letöltés dátuma: 2024.10.15.
 12. Gönczi K. (2022): *Elég egy aszályos év és berobban a cirok?* In: Agrárágazat (23.évf.) 12. sz. p. 36-38, 40. (<https://agraragazat.hu/kiadvany/agraragazat-2022-december/>) Letöltés dátuma: 2024.10.10.
 13. Jászberényi Cs., Inotai K., Radácsi P. (2009): *Zöldségnövények gyógyhatásai (X.) Kukorica (Zea mays L.)* In: Zöldségtermesztés Vegetable growing (40. évf.) 2. sz. p. 27. HU ISSN 1787-2928
 14. Jóvér J., Czimbalmos Á. (2015): *Gondolatok a szemes cirok termesztéséről* In: Agroforum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja (26.évf.) 4. sz. p. 14-15.
 15. Juhász Zs. (2013): *Kedvezőtlen adottságok mellett is lesz mit betakarítani* *Cirok a takarmányba* In: Kistermelők Lapja (57. évf.) 4. sz. p. 8.
 16. Kismányoky A. (2021): *A szemes cirok egy új korszakot nyit a modern mezőgazdaságban!* In: Agroforum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja (32. évf.) 2. sz. p. 138.
 17. Lakatos M., Szentimrey T., Bihari Z., Szalai S. (2013): *Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data* Letöltés dátuma: 2024.10.12.
 18. Léder F., Monda S. (1987): *A köles és a cirok élelmi célú felhasználási lehetősége* In: Élelmészeti ipar (41. évf.) 3.sz. p. 98-99.
 19. Meeks M. B. (2010): *TWO APPROACHES TO EVALUATE DROUGHT TOLERANCE IN MAIZE: SEEDLING STRESS RESPONSE AND EPICUTICULAR WAX ACCUMULATION* Letöltés dátuma: 2024.10.12.
 20. Németh T. (2002): *A silócirok mint alternatív tömegtakarmány-termő növény* In: Agroforum: Gyakorlati agroforum füzetek (13. évf.) 6. sz. p. 54. Letöltés dátuma: 2024.10.28.

21. Popescu A., Dinu T. A., Stoian E. (2018): *SORGHUM - AN IMPORTANT CEREAL IN THE WORLD, IN THE EUROPEAN UNION AND ROMANIA* In: Scientific Papers Series Management (18. kötet) 14. sz. p. 271-284.
22. Smith A., Gentile B. R., Xin Z., Zhao D. (2023): *The effects of heat stress on male reproduction and tillering in Sorghum bicolor* DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.510>
Letöltés dátuma: 2024.10.15.
23. Somogyi N. (2019): *A cirok termesztése a globális kihívások fényében* (<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-cirok-termesztese-a-globalis-kihivasok-fenyeben/>) Letöltés dátuma: 2024.10.15.
24. Stichler C., Fipps G. (2003): *Irrigating Sorghum in South and South Central Texas* (https://www.researchgate.net/publication/26904601_Irrigating_Sorghum_in_South_and_South_Central_Texas) Letöltés dátuma: 2024.10.02.
25. Szentimrey T., Bihari Z. (2010): *Application of MISH Method for Gridding of SPI Series*
Letöltés dátuma: 2024.10.12.
26. Szemerits B. (2021): *Aszályal szemben a cirok a nyerő* In: Éghajlatváltozás az agráriumban Kihívások és megoldások Kiadó: MTA Pécsi Terület Bizottsága és a MATE Kaposvári Campus p. 27-38. ISBN: 978-615-01-0856-8
27. Teng L., Xue-peng Z., Qing L., Jin L., Yuan-quan C., Peng S. (2022): *Yield penalty of maize (Zea mays L.) under heat stress in different growth stages: A review* DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.07.013> Letöltés dátuma: 2024.10.12.
28. Tóth M., Halmágyiné V. T. (1968): *A cirok használhatósága húscsirkék takarmányozásában* In: Állattenyésztés (17. évf.) 4. sz. p. 348-349.
29. Tóth Z. (2022): *Minden mellette szól, ideje bedobni az aduászt: szemescirok és silócirok!* (<https://www.agroinform.hu/szantofold/minden-mellette-szol-aduaszt-szemescirok-silocirok-53814-002>) Letöltés dátuma: 2024.09.23.
30. Wasaya A., Zhang X., Fang Q., Yan Z. (2018): *Root Phenotyping for Drought Tolerance: A Review* In: Agronomy DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8110241>
Letöltés dátuma: 2024.09.24.

7.2. Ábrák

1. Berenji J., Dahlberg J. (2004): *Perspectives of Sorghum in Europe* In: Journal of Agronomy and Crop DOI: [10.1111/j.1439-037X.2004.00102.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00102.x) Letöltés dátuma: 2024.04.20.
2. Pioneer.com: Grain Sorghum Management (https://www.pioneer.com/us/agronomy/grain_sorghum_mgmt_cropfocus.html) Letöltés dátuma: 2024.09.10.
3. Stichler C., Fipps G. (2003): *Irrigating Sorghum in South and South Central Texas* (https://www.researchgate.net/publication/26904601_Irrigating_Sorghum_in_South_and_South_Central_Texas) Letöltés dátuma: 2024.10.02.
4. U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. "Sorghum Growth Stage Description." Crop Explorer, USDA FAS, (<https://ipad.fas.usda.gov/cropeexplorer/description.aspx?legendid=315®ionid=na>) Letöltés dátuma: 2024.09.16.

7.3. Táblázat

1. Antal J. (2000). *Növénytermesztők zsebkönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
2. Braunmüller L. (2020): *A cirok mint az egygyomrúak takarmánya*. In: Magyar Mezőgazdaság (75. évf.) 19. sz. p. 15.
3. FAOSTAT (https://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR0SDII1eeotPOtJGQXc-nlb1BhRGnYw1sZdg_9WXab9121zVjuae_egX4I#data/QCL) Letöltés dátuma: 2023.08.24.
4. Guedj F. (2018): *Hírlevél* p. 2.
chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.acirok.hu/upload/documents/Cirok1.pdf Letöltés dátuma: 2024.10.15.

NYILATKOZAT

szakdolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Temirci Nuriye
A Hallgató Neptun kódja: YJ2E6L
A dolgozat címe: A ciroktermesztés ökológiai feltételeinek vizsgálata hazai viszonyok között

A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. év 11. hó 04. nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

Temirci Nuriye (hallgató Neptun azonosítója: YJ2E6L) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2024 év november hó 03 nap



Dr. Somfalvi-Tóth Katalin
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.