

SZAKDOLGOZAT

Vass Ilona Tünde

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Vetőmag-gazdálkodási szakmérnöki szakirányú
továbbképzési szak

Rizs DH törzsek szárazságtűrésének összehasonlítása
üvegházban

Belső konzulens:	Jancsó Mihály tudományos munkatárs
Belső konzulens intézete/tanszéke:	MATE KÖTI ÖVKI
Külső konzulens:	Dr. Lantos Csaba biotechnológiai laboratóriumvezető
Készítette:	Vass Ilona Tünde (DJBC4Z)

Szarvas
2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
1.1 Célkitűzések.....	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A rizstermesztés jelentősége a világban és Magyarországon	6
2.2. A rizs termesztési igénye, öntözési módok	7
2.3. A rizs vetőmagtermesztésének jelentősége Magyarországon	8
2.4. A DH rizs előállítása és a rizsnemesítés Magyarországon	10
2.5. Abiotikus stressztényezők és az alkalmazott nemesítési, tesztelési módszerek a szárazságtolerancia vizsgálatára	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	16
3.1. A kísérletben beállított növényanyagok	16
3.2. A kísérlet beállítási körülményei	16
3.3. Az öntözési kezelés	17
3.4. A növények betakarítása és a terméskomponensek értékelése.....	18
3.5. Adatok ábrázolása és statisztikai értékelése	18
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	20
4.1. Az öntözési kezelés értékelése a vízfelhasználási adatok alapján	20
4.2. A virágzási adatok összehasonlítása.....	20
4.3. A növénymagasság változása a vízmegvonás hatására	21
4.4. A vizsgált rizs genotípusok biomassa adatainak összehasonlítása	23
4.5. A vizsgált rizs genotípusok termés adatainak összehasonlítása	24
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	29
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	31
7. FELHASZNÁLT IRODALOM	32
8. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	35
9. NYILATKOZATOK	36
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	38
11. MELLÉKLETEK	39

1. BEVEZETÉS

A szántóföldi növények közül a rizs (*Oryza sativa* L.) a világon a harmadik leggyakrabban termesztett növény. Elsősorban a legfontosabb területek ahol étkezési célra termesztik Kína, India, Banglades, Indonézia, Vietnám, Thaiföld, Mianmar, Fülöp-szigetek, Pakisztán és Brazília. (http1) A világ rizsfogyasztása folyamatosan nő, és a rizs előállítása egyre nehezebbé válik a folyamatos klímaváltozás, aszály és az időjárás viszontagságai miatt. Elsősorban a csapadékhiány, és az öntözés drágulása, valamint az édesvízkészletek csökkenése nehezíti meg a hatékony vízgazdálkodást, vízfelhasználást ezen a területen.

Így jelentős igény jelentkezik a rizstermesztők részéről az abiotikus stresszekre ellenálló rizs fajták iránt. A különböző növényeknél a szárazságtűrésre való szelekciót szabadföldi körülmények között jelentősen megnehezíti az „évjáráthatás”, mert nem kiegyenlített a csapadék eloszlása különböző években. Tehát az a fajta, ami az egyik évben szárazság toleráns, a következő évben már nem biztos, hogy az lesz.

Ezért tűztem ki dolgozatom céljául a különböző módon nemesített rizsfajták és DH₁ törzsek szelekcióját üvegházban, mert ott kevésbé befolyásolják az eredményeket a környezeti hatások, mint a szántóföldön. Például a túl sok, vagy a túl kevés csapadék. Az üvegházi körülmények között pontosan tudtuk szabályozni a kijuttatandó vízádagokat.

Tekintettel arra, hogy egyetemi éveimet Szarvason töltöttem, ahol a Körösök-völgyében folyik rizstermesztés Magyarországon, így esett a választásom arra, hogy a különböző rizs genotípusokat, főleg azokat, amik még nincsenek köztermesztésben vizsgáljam szárazságtűrésre. A vetőmagtermesztéshez szorosan kapcsolódik a fajta-előállítás, mivel nemcsak betegség rezisztens, bőtermő fajtákat, hanem még szárazság toleráns fajtákat is nemesíteni kell.

Évtizedes kutatások folynak arra vonatkozóan, hogy hogyan lehetne a rizst árasztás nélkül, egyéb öntözési módszerekkel termesztani, vagy esetleg teljesen öntözés nélkül. Ehhez olyan fajtákat kell előállítani, melyek vízhiányos körülmények között is helyt állnak. A rizstermesztés fejlett technológiájában árasztott területeken folyik a termesztés, amellyel nagyobb hozamokat lehet elérni. A munkánk során vizsgált növények olyan feltételek közt növekedtek, mint amikor a természetben hol hosszabb, hol rövidebb ideig nincs elegendő víz.

1.1. Célkitűzések

A dolgozatomban három rizsfajtát és öt DH₁ törzset vizsgáltunk üvegházi körülmények között tenyészedényekben. A kísérletben szarvasi nemesítésű és külföldi rizs genotípusok, valamint a Gabonakutató Nonprofit Kft-ben előállított DH₁ rizs törzsek szerepeltek.

Célkitűzésünk az volt, hogy megvizsgáljuk melyik rizs DH₁ törzs tűri a legjobban a szárazságot mesterségesen beállított vízmegvonási körülmények között üvegházban. Ehhez a rizs genotípusokat a vízfelhasználás, a virágzás, a növénymagasság, az STI, a TOL indexek, valamint a harvest index adatok alapján jellemeztem.

2.IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A rizstermesztés jelentősége a világban és Magyarországon

2022-ben körülbelül 519,5 millió tonna rizst termeltek a világban a FAO adatai szerint. A legnagyobb rizstermelő országok elsősorban Kína, ezt követi India és Banglades. Összesen 118 országban és több mint 167 millió hektáron folyik rizstermesztés a világon (<http1>).

A tudósok többsége Délkelet-Ázsiát tartja a rizs (*Oryza sativa* L.) őshazájának. Ezeket elsősorban írásos és archeológiai bizonyítékok alapján állapították meg. Valószínűleg Burma és Thaiföld a rizs eredetének helye és az ázsiai népek vándorlásával terjedt el több mint 6000 évvel ezelőtt. Először Kínában, majd Vietnámban, Fülöp-szigeteken és Indonéziában i.e. 3-2. évezredben kezdték el termesztani. Sri Lankán és Indiában i.e. 2500-1000 között. A rizs elterjedésében közrejátszottak az arabok is (Simonné Kiss I.1983).

Napjainkban a rizstermesztés földrajzi határa az 53° északi és a 35° déli szélesség. Így a rizsnek a különböző trópusi, szubtrópusi és mérsékelt égövek eltérő éghajlatához is alkalmazkodnia kellett (Jancsó M et al.2021)

Európában a két legnagyobb rizstermesztő ország Olaszország és Oroszország (<http1>).

Magyarországon először a 18. századból találunk adatokat a termesztéséről. Nagy valószínűséggel a törökök hozták be az országba. Később 1724 körül olasz családok kezdték el a rizstermesztést.1880-tól az akkori Földművelésügyi Minisztérium is nagyon fontosnak tartotta az állami rizstelepek építését. A Béga és a Ferenc-csatorna környékén termeltek rizst ekkor. Az első világháború után a rizstermesztés északabbra szorult, így a hosszabb tenyészidejű külföldi fajtákkal (elsősorban olasz és amerikai) való termesztést fel kellett váltani új magyar rövidebb tenyészidejű fajtákkal. 1933-tól Herke Sándor, Obermayer Ernő és Somorjai Ferenc kísérleteikkel segítették a hazai rizstermesztést. A szegedi székhelyű Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. jogelődjében is folytak kísérletek. A nagyrészt Koreából származó 103 rizsfajtából álló fajtagyűjteményből próbálták kiválasztani a hazai talajadottságokhoz legjobban alkalmazkodó fajtákat. A szakirodalom szerint először a Dunghan Shali terjedt el, így 1955-re a hazai rizstermelés meghaladta az 50 000 ha-t az akkori állami gazdaságokban. Sajnos, ez a fajta érzékeny volt a rizs járványos barnulására (pirikuláriózis), így szükségessé vált a fajtaváltás és a vetésváltás bevezetése a nagyüzemi rizstelepeken (Simonné Kiss I.1983). Ezután oly mértékben csökkent a rizstermesztés hazánkban, hogy már importra szorult az ország. A termesztési mélypont után nemcsak Szegeden, hanem Szarvason is az Öntözési és Rizstermesztési Kutatóintézetben, a tápiószelei

Agrobotanikai Intézetben, valamint a szarvasi Haltenyésztési Kutatóintézetben is folytak a nemesítési kutatások (Kapás 1997).

Először külföldi fajták honosításával foglalkoztak (Precoce Allorio, Uz-Rosz 17, Dubovszkij 129) majd később a Kákai203 (1964-ben minősítették) rizsfajtával (Lajtos János nemesítő) elindult a hazai nemesítésű fajták használata a rizsföldeken. További fontosabb rizsfajták ekkor a Kákai 162, Szarvasi korai, Szarvasi 70, Szarvasi karcsú, Nucleoryza, Mutashali voltak (Kapás 1997.).

A hazai rizsnemesítők mindig az adott kor legújabb technikáit alkalmazták, jelenleg hét államilag elismert fajta van köztermesztésben. A rendszerváltás után sajnos jelentősen lecsökkent a vetésterület, jelenleg körülbelül 3000 hektárra.

A mai rizstermesztő gazdaságokat a Nagykunságban (Kisújszállás, Mezőtúr) és a Körösök-völgyében (Szarvas, Gyomaendrőd, Csárdaszállás, Köröstarcsa, Békés, Vésztő) találhatjuk meg (Jancsó 2021).

Az európai rizsfogyasztás nagyon alacsony átlagosan 4,6 kg/év/fő. Magyarországon ez a szám 6 kg/év/fő. Évente 40000 tonna rizst fogyasztunk. A rizs fehérje összetétele jó minőségűnek számít a gabonafélék között. A hántolatlan barna rizs B vitaminforrás. Könnyen emészthető keményítő tartalma miatt diétás ételnek számít (http 2.).

2.2. A rizs termesztési igénye, öntözési módok

Hazánkban a japonica rizsfajták terjedtek el, míg a trópusi területeken az indica alfajok. Kialakultak az árasztásra és a természetes csapadék utánpótlásra alkalmazkodott fajták. Itthon Simonné Dr. Kiss Ibolya nevéhez fűződik az árasztás nélküli (aerob) rizstermesztés technológiájának a kidolgozása, aki ez irányú kutatásait már 1984-ben elkezdte. Az esőszerű öntözésre alapozott rizstermesztést nevezték SANORYZA technológiának, mely 1992-ben kapott szabadalmat (Simon-Kiss 2001).

Mivel hazánkban évtizedek óta árasztott körülmények közt folyik a rizstermesztés (a tenyészidő nagy részén a talajt víz borítja) és a szakirodalmi adatok is azt mutatják, hogy e nélkül elképzelhetetlen a termelés, a SANORYZA termesztési technológia nem terjedt el széleskörűen. Viszont az aerob termesztéssel nem szükséges a kiépített rizstelep, és csökkenthető az öntözővíz felhasználás (Jancsó et al 2018; 2021).

A rizs viszonylag kevésbé igényes a talajjal szemben. Kedveli az 5-6 pH értékű talajokat. Magyarországon magról vetik, nem terjedt el a palántázás. Hőmérsékleti igénye

április vége és május eleje közt 12°C. Virágzáskor július vége és augusztus közepe közt pedig 18°C. Az augusztus végi lehűlés miatt a virágzásban előfordulhat hiányos megtermékenyülés. Magyarországi adottságok közt a 125-135 napos tenyészidejű fajták termesztetők biztonsággal (Szakál 1984).

A rizs evapotranszpirációs értéke 500-800 mm között van, és ritkán magasabb 1000 mm-nél. Simonné Kiss Ibolya és Ipsits Csaba 1992-ben megállapította, hogy Magyarországon több mint 1000 mm az öntözővíz felhasználás, illetve más országokban a 3000 mm-t is meghaladja. Bouman és munkatársai szerint a világon felhasznált öntözővíz több mint negyven százalékát a rizsföldek öntözésére használják fel. Az időszakos árasztás „alternative wetting” technológiája jelentősen hozzájárulhat a rizstermesztés vízigényének csökkentéséhez. A rizs termesztése során jelentős a vízfelhasználás, ezért a módszerrel elérhető 25-70%-os vízmegtakarítás hatása is jelentős. A módszer lényege, hogy az árasztások gyakoriságát kell csökkenteni (Ishfaq 2020).

A rizs szöveteinek víztartalma kisebb, mint más növényeké, ezért van az, hogy már 14%-os víztelítettségi hiány is hervadást okoz a növényen. A víztelítettségi hiány gátolja az asszimilációt, melynek hiánya később terméseszkökenéshez vezet (Simon Kiss I 1983).

A rizs tenyészidejének első szakaszában az 5-10 centiméteres vízborítás javasolt, később a 20 centiméteres hagyományos árasztásos termesztésben. A szakirodalmi adatok szerint a rizs öntözővíz normája 12000- 18000 m³ hektáronként. A vízborításnak elsősorban agrotechnikai szerepe van a gyomok elleni védekezésben (Simon Kiss I,1983).

2.3. A rizs vetőmagtermesztésének jelentősége Magyarországon

A rizs öntermékenyülő növény, így az idegen megporzás nem jelent jelentős kockázatot a fajtafenntartás során. Az izolációs távolság így két méter a jogszabály szerint. A vetőmagtermesztésnél fontos, hogy a különböző fajták ne keveredjenek össze a betakarítás során. Forgalomba hozni csak Szuperelit, Elit, I. szaporítási fok, II. szaporítási fokú vetőmagot lehet ([http 3](http://3)).

Magyarországon elsősorban Szuperelit, Elit és I. szaporítási fokú vetőmag kerül köztermesztésbe ([http 3](http://3)).

A vetőmagtermesztés kiinduló lépéseként a fajta jellemzőinek megfelelő növényekről elit bugákat gyűjtenek be az A vonalak számánál 50-60%-kal többet. Az A vonalak „buga utód sorok” összehasonlításakor ellenőrzik a kiegyenlítettséget, a betegségekkel szembeni rezisztenciát, valamint az abiotikus stressz okozta tüneteket, mint például a sterilitást. A

legjobb A vonalakat B törzskísérletben továbbssaporítják. A B törzskísérletben már teljesítményvizsgálatot is végeznek laboratóriumban. Ez alapján, az eredmény alapján választják ki a legjobb törzseket a következő évi C törzsek vetéséhez. Azt ezt követő években már hatósági felügyelettel zajlik a szuperelit és elit rizsszaporítás. A fajtafenntartási programban nagyon oda kell figyelni a generációk elkülönítésére az öntözésre és a táblák növényvédelmére. A hatóság felé is pontos dokumentációt kell vezetni a vetőmag előállító gazdaságoknak (Jancsó M. 2021).

Magyarországon nem termesztene hibrid fajtákat, ahol az izolációs távolság jóval nagyobb legalább 25 méter. A vetőmagterület kiválasztásakor fontos, hogy előző évben vetett fajta ne kerüljön következő évben ugyanarra a területre, illetve kalitkába. A rizs előveteményének lehetőleg ne legyenek közös kórokozói kártevői a rizsszel. Legjobb előveteménye a szója és a napraforgó valamint a lucerna. A gyakorlatban legtöbbször ugaroltatott terület után vetik a rizst. A rizstáblákat időről időre tereprendezni kell, hogy egyenletes legyen az árasztás során a vízborítás a területen. A talaj előkészítés forgatásos műveléssel történik, majd vetés előtt kombinátorozással. A tápanyag utánpótlás lehet vetés előtti alaptrágyázás. A kelés után kezdeti vegetatív fejlődéskor, majd később a bokrosodás és szárba induláskor juttatható ki fejtrágya. Ez általában nitrogén fejtrágyázás. A szakirodalom szerint 100 kg rizsszem és a hozzá tartozó szalma előállításához 2,0-2,4 kg N, 1,0-1,3 kg P₂O₅ és 3,0-3,6 kg K₂O makro elem hatóanyag szükséges (Simon Kiss I.1983).

A rizs vetőmag előállításánál jogszabály írja elő, hogy az elővetemény rizs nem lehet. (48/2004. (IV.21.) FVM rendelet írja elő). A palántázási technológiát magas költsége miatt a vetőmagtermesztésben nem alkalmazzák. Elsősorban nemesítők alkalmazzák a palántanevelést értékes anyagaik szaporítására.

A rizs csírázási minimum hőmérséklete 11-12°C, viszont mivel melegigényes növény a legoptimálisabb a 20°C. Az A és B törzsek vetése történhet kézzel, vagy gabonavetőgép segítségével 3-4 centiméter mélyen. Fajtától függően 150-190 kg/ha vetőmagnormát említ a szakirodalom és ez 4,5 millió/ha csírának felel meg (Jancsó M., 2021).

A C törzsek már felületi vetéssel is ki lehet juttatni a kalitkába, ha a magkeveredés megakadályozható. Későbbiekben nagyon fontos a tábla idegenelése, ha esetleg oda nem illő fajta került a táblába (Jancsó M. 2021).

A tenyészidőszak alatt a legfontosabb az öntözővíz kijuttatásának a megoldása a rizs igényei szerint. A kezdeti fejlődést serkenti, ha a rizstáblák aerob körülmények közé kerülnek (Jancsó M. 2018). A rizstáblák folyamatos árasztására június közepe után történik. A virágzás ideje alatt javasolt a 20-25 centiméteres vízborítás. A vetőmagtermesztés technológiájában

6000-10000 m³ öntözővízre van szükség hektáronként. Ez a vízigény aerob termesztésben akár a felére is csökkenhet (Simon-Kiss I.1984; Jancsó et al.2021).

A tenyészidőszak alatt különböző kártevők, kórokozók és gyomok nehezítik a termesztést. A különböző szabad szemmel nem látható zárlati kártevők, mint például a rizslevél-fonálféreg (*Aphelenchoides besseyi* Christie), mely levélcsúcs száradást okoz. Ezért 10%-os sóoldatos meleg vizes kezelést alkalmaznak a magokon vetés előtt (Jancsó M. et al. 2021). Leggyakoribb gyomok a területen a kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*), a zsióka (*Bolboschoenus maritimus* L. Palla), melyek ellen eseti engedéllyel használhatók gyomirtószeresek. A vörös gyomrizs is problémát okozhat, ha bekerül a vetőmagtételbe. Itt szintén az idegeneléssel lehet a fajtaidegen gyomrizst eltávolítani. Legfontosabb gombabetegsége a járványos barnulás (*Pyricularia oryzae*), mely, már az 1950-es években is nagy problémát okozott a rizsföldeken (Simon Kiss I.,1983). A járványos barnulás elleni védekezés strobilurin hatóanyagú szerekkel engedélyezett jelenleg a növényvédő szer jegyzék alapján.

A vetőmag-előállítás során a jogszabályoknak megfelelően és a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) által ellenőrzött és felügyelt Vármegyei Kormányhivatalok vetőmag felügyelői végzik a szántóföldi szemléket a tenyészidőszak során két alkalommal. Bugahányás után két héttel és betakarítás előtt szemlézik a kijelölt vetőmagtáblát.

A betakarítás az elit bugák és A törzsek esetében kézzel történik. A további törzskísérletek már parcella kombájnnal takaríthatók be. Ez után pedig a magtisztítás, szárítás és fémzárolás történik (Jancsó M. et al.2021).

2.4. A DH rizs előállítása és a rizsnemesítés Magyarországon

Mivel Magyarország az északi rizstermesztés határán található, így nagyon fontos, hogy a tenyészidőt lerövidítsék a nemesítés során, valamint a különböző abiotikus stresszekre, mint például a szárazságtűrésre, hidegtűrésre ellenálló fajtákat hozzanak létre (Székely 2021).

A haploid növények, illetve az azok spontán vagy indukált megkettőzésével kialakuló dihaploid (DH) növények a nemesítés és a genetikai kutatások fontos eszközei, hiszen segítségével egy generáció alatt lehet homozigóta vonalakat előállítani, és így a fajta előállító nemesítés hosszú 10-12 éves folyamatát néhány évvel lerövidíteni (Pepó P.2010).

Az egyszikűek osztályán belül a rizs (*Oryza sativa* L.) volt az első olyan faj, amelynél az *in vitro* androgenezist leírták. Az első sikeres *in vitro* haploid indukciós eljárásról Niizeki és Oono japán kutatók számoltak be 1968-ban.

Természetes körülmények között, a mikrospórák gametofita fejlődési útja determinált a portokokban. Az androgenezis indukciójához, ezt a fejlődési utat meg kell szakítani, és biztosítani kell a mikrospórák sporofitikus fejlődésének a feltételeit. Az androgenezist különböző stressztényezőkkel eredményesen elérhetők, ilyen tényezőnek számít mikrospórák esetében a több hetes hideg előkezelés, „éheztetés”, a 2,4-D sokk, magas NaCl koncentráció, hő és ozmotikus stressz, esetleg kolchicin kezelés (Pepó P. 2010; Hajósné N.M. 2007; Y.P.S Bajaj 1990; Lantos et al.(2005)).

A mikrospóra eredetű haploidok felnevelhetők portok és mikrospóra tenyészetekben. Az *in vitro* androgenezisen alapuló technikával állították elő a legtöbb növényhaploid alakját. A mikrospóra tenyésztés egy alternatív lehetőséget kínál a DH növények előállítására. Izolált mikrospóra tenyészetben szomatikus sejtek és szövetek nélkül indukálódhatnak a mikrospórák (Lantos 2009; Y.P.S Bajaj (1990)).

1992-ben hozták létre az első olyan államilag elismert rizsfajtát, a Dámát, melynek előállításához haploid szomaklón technikát alkalmaztak. Ez a fejlesztés Heszky László és Pauk János nevéhez fűződik (Heszky et al.1996). Simonné Kiss Ibolya vezetésével több DH eredetű rizsfajta is kapott állami elismerést a Dámán kívül ezek a Risabell, Janka, és Ábel fajták.

2014-ben alakult meg Szarvason a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet. Jelenleg MATE KÖTI Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpontként működik. A Kutatóintézetet segíti a szegedi Gabonakutató Non-profit Kft a dihaploid (DH) vonalak sikeres előállításával. A hatékony DH módszerek előnye, hogy általuk a nemesítési program bármely szakaszában egy generáció alatt lehet homozigóta törzseket/vonalakat előállítani.

A Gabonakutatóban a DH rizs növények a donor kombinációk F_1 , F_2 , F_3 generációjából kerülnek ki, melyek hasadó populációk. Minden évben az F_2 , F_3 nemzedékben évről évre előrehaladva csökken a heterozigóták aránya (Ez az általános pedigree nemesítés alapja.) Így körülbelül a nyolcadik évben F_8 -ban kapunk homozigóta generációt. A DH technológia (*in vitro* portoktenyésztés) alkalmazásakor F_1 vagy F_2 donor hajtásokat gyűjtenek be. A hajtásokat üvegbe rakják csapvízzel együtt és három napig 10°C -os sötétkamrában tartják, hideg stressz előkezelést alkalmaznak, ami az androgenezis indukciójának feltétele. Ezt követően portokizolálás történik steril körülmények között. Az izolált portokokat N_6 alapú

táptalajra rakják, mely általában cukrot és egyéb összetevőket (makro-, mikroelemek, vitaminok, hormonok, szilárdító ágens) is tartalmaz. A stressz előkezelés hatására a gametofita fejlődésmenet sporofitává alakul át. A táptalajon tenyésztett portokokban a mikrospórák fejlődésnek indulnak, majd 3 hét múlva a portokok szétnyílnak és a kalluszok láthatóvá válnak. A kalluszokat átrakják regeneráló táptalajt tartalmazó Petri csészébe és 16 órás megvilágítást kapnak a növényregenerálás során. Másfél hónap után megkezdődik a zöld hajtások gyökeresítése majd az üvegházba kiültetés februárban vagy márciusban. Ekkor még nem tudjuk a regenerált növény ploidia fokát. Ezt ploidia fok meghatározással (pl.: áramlási citométerrel) vizsgálják. Amikor a növények megerősödnek, tenyészkertbe kerülnek, ahol felszaporítják a homogén dihaploid növényeket. A dolgozatomban szereplő DH törzseket is ezzel a módszerrel hozták létre (Lantos et al. 2022; 2005).

2.5. Abiotikus stressztényezők és az alkalmazott nemesítési, tesztelési módszerek a szárazságtolerancia vizsgálatára

A növények az anyagcseréjükhöz sok vizet használnak fel. A vízzel veszik fel a tápanyagokat a talajból és folyamatos transpirációval hűtik a szöveteiket. Ha vízhiány lép fel a növényben először a sztómák csukódnak be részben, vagy teljesen. Ebben az állapotban a növénynek csökken a víz és tápanyagfelvétele. Ha a gyökerek vízhez jutnak a vízforgalom helyre áll, és ennek az állapotnak a hosszától függ később a termésalakulás is. Ha a vízhiány, vagy szárazság túl hosszú ideig tart, csökken a turgor, a növény eléri a hervadási pontot és a levelek lankadnak. Ha a vízhiányos állapot megszűnik, és a növényben beindul a turgor nyomás, sztómák kinyitnak, megkezdődik a vízfelvétel a növényben, de ekkor már jelentős termés-csökkenésre számíthatunk. Ha a vízhiányos állapot tartós és a talajból nem tudnak a növények vizet felvenni a hervadási állapot már visszafordíthatatlan. Ha ez az állapot a magfejlődés idején következik, be akkor még lehet valamennyi termésre számítani (Pethő 1998.)

A növények különböző stratégiákkal reagálnak a szárazság stresszre. Ha a vízleadás nagyobb, mint a vízfelvétel akkor vízhiány alakul ki. A növények a vízhiányra reagálhatnak úgy is, hogy a reprodukciós fejlődési fázisukat megváltoztatják. Tehát például még az aszályos, vízhiányos időszak előtt virágzanak, termékenyülnek. Ezt a szakirodalom „megszökésnek” nevezi. Vannak olyan növényfajok, melyek „elkerülik” a szárazságot olyan morfológiai és fiziológiai változásokkal, mint a viaszos réteg a leveleken és a száron, mellyel csökken a transpiráció, és a levelek mivel a fényt visszaverik, így csökken azoknak a felmelegedése is. Lehet még ilyen morfológiai bélyeg az erős gyökérrendszer is. A

szárazságkerülő növényfajok a vízleadás korlátozásával próbálják megóvni a sejteket a dehidratációtól. A sztómák záródása miatt a CO₂ felvétel lassul, csökken a fotoszintézis. Vannak olyan növények melyek „toleránsak” a szárazság stresszel szemben. Ekkor a sejtekben különböző biokémiai folyamatok indulnak be. A sejtekben védő fehérjék (hő sokkfehérjék), detoxifikáló fehérjék, növekedésszabályozók, mint az abszcizinsav (ABA) termelése indul meg. A „toleráns” stratégia túlélést jelenthet a szárazsággal szemben, de ebben az esetben is magas termés csökkenés várható (Heszky 2017; 2012; Pethő 1998).

A nemesítőknek nemcsak szárazságtűrő fajtákat kell előállítaniuk, de még a szelekciót az ilyen körülmények közt is termést adó, vagy esetleg több termést adó fajtákra kell elvégezniük. Hazánkban már a 20. század első felében nemesítettek olyan fajtákat, melyek a hazai szárazsághoz adaptálódtak. Ezek a növényfajták még alacsony termőképességgel rendelkeztek. Így a világ más pontjairól próbáltak beszerezni olyan genetikai forrásokat, melyek jobb tulajdonságokkal rendelkeznek. (Heszky L. 2012)

Manickavelu és munkatársai (2006) vizsgálták a levél száradásának, sodródásának mértékét, a teljes biomassa mennyiséget, a termésmennyiséget, bugahosszt, bugánkénti szemszámot, Harvest index-et, és a különböző gyökér hosszát és tömeget.

Az IRRI által kifejlesztett egységes értékelési módszer alapján nullától kilencig tartó skálán értékeli a növényeket. A legtoleránsabb genotípusok nem mutatnak a vízhiányra utaló tüneteket, a levéllemez ép ez jelent egy pontot. A legérzékenyebb növények esetében pedig a levelek teljesen összesodródhatnak és elhalnak, ez jelenti a kilenc pontot az értékelésnél. Ez a módszer általánosan elterjedt a nemesítők és a kutatók között a nagyméretű populációk gyors és költséghatékony ellenőrzésére. A módszer használható a generatív szakaszban is a törzsek jellemzésére, de ekkor már a terméseredményeket közvetlenül befolyásoló sterilitás a döntő jellemző (IRRI 2013).

Vizsgálható a rizs lombzatának felszíni hőmérséklete is. A levelek hőmérséklete összefügg a növények vízellátottságával és a transpiráció mértékével, így alkalmas lehet az egyes növények stresszállapotának leírására. Gong és munkatársai 2023-ban termométerrel vizsgálták a rizsnövények levélfelszín hőmérsékletét különböző öntözési módok mellett.

Számtalan kutató vizsgálta szárazságtűrési kísérletekben a relatív víztartalmat (RWC), mely a növények vízellátottságáról ad információt a nemesítőknek (Cseuz L. et al. 2002).

Számos üvegház alapú fenotipizálási felületet fejlesztettek a nemesítők. Ezek az automatizált, számítógéppel vezérelt rendszerek képesek a növények mozgatására, és szenzorok segítségével a növények funkcióit vizsgálják, pontosan adagolják a vizet a kísérletnek megfelelően (Cseri A. et al. 2013).

A Gabonakutató Nonprofit Kft. szántóföldi tenyészkertjében végeztek szárazságtűrési kísérleteket, elsősorban búzában (Cseuz et al.2008.) esőárnyékoló sátor segítségével. A sátor előnye, hogy csak a vizsgálni kívánt parcellák felett záródik, amikor a szenzorok csapadékot érzékelnek. Így mesterséges körülmények között idéztek elő aszályt.

Cseuz et al.2008. a kémiai desszikációt is alkalmazták szárazságtűrés vizsgálatára. A virágzást követően a desszikálás a levelek száradását, szövetek károsodását okozta. Ezzel a módszerrel a virágzáskor előforduló vízhiányos állapotot lehetett vizsgálni, amikor a szentelítődés a szárban raktározott tápanyagok felhasználásával ment végbe.

A szárazságtűrési kísérletekben számtalan lehetőség van a különböző víznormák megválasztására. Így például Paul et.al.(2016) a jól öntözött kontroll kísérletet 60%-ra öntözte, a stresszeltet pedig 35 napig a talaj vízkapacitás 10%-nak megfelelő vízmennyiségre.

Cseri et al. (2013) a talaj vízkapacitás 60%-ra öntözést tartotta optimálisnak (kontrollnak) és a 20%-ra öntözést tekintette szárazság stressznek. Nagy É. et al.(2017,2018,2019) szintén a szárazságtűrési kísérleteikben az optimálisan öntözött növényeket a talaj vízkapacitás 60%-ára öntözték tömegmérés alapján. A vízmegvonás a talaj vízkapacitás 20%-ára történő öntözést jelentette.

Alkalmazható még a vízhasznosítási hatékonyság (WUE) mérése is, amely a tenéyszidőszakban felhasznált vízmennyiség és az annak segítségével előállított növényi biomassa alapján számolható (Blum A.2009).

A kutatók végeztek szelekciót a nagyobb gyökértömegre is. A nagyobb gyökértömeg miatt több vizet tud felvenni egy genotípus. A kisebb levélfelület és viaszoltság miatt pedig kevesebb vizet ad le a növény, erre szintén végeztek szelekciót. A szárazságtűrés komplex tulajdonság, ezért csak egy morfológiai bélyegre történő szelekció nem vezet eredményre. Heszky L.(2012) szerint az infravörös hőmérsékletméréstől és fényképezéstől, valamint a mesterségesen beállított szárazságstressz kísérletektől sem várhatunk gyors megoldást erre a problémára. Jelenleg a fajtaelismerésben sem követelmény a fajták szárazságtűrése, mivel nincsenek pontosan kidolgozott módszerek, amelyek megbízhatóak lennének a szárazságtűrés pontos mérésére (Heszky L.2012).

A modern molekuláris nemesítés egyik fontos része a markerekre alapozott szelekció és a QTL térképezés. A rizs genomanalízisére alapozva olyan markerek fejlesztését kezdték el, melyek a szárazságtűréshez kapcsolhatóak (Yusuff O. et al.2019).

Cyprien N., et al.(2023) Burundiban vizsgált 215 rizs genotípust jól öntözött és szárazságnak kitett területeken. A levélmintákból vett DNS-ek alapján különböző QTL-eket találtak, melyek a szárazságtűréssel kapcsolatba hozhatók.

J Kshirod K Jena 2010-es cikkében utal rá, hogy rengeteg gazdaságilag fontos abiotikus és biotikus stressz toleranciára alkalmas gén található vad rizs fajokban.

A hagyományos és molekuláris nemesítési módszerek mellett géntechnológiai módszerekkel is folynak kutatások szárazságtűréssel kapcsolatban. Ilyen módszer a DNS-csip technika, mellyel vizualizálhatók azok a gének, melyek a szárazságstressz hatására a növényekben be vagy kikapcsolnak. A szárazság ellenálló GM kukoricafajtákban egy bakteriális gén biztosítja a növényben a fotoszintézis megőrzésének a képességét, csökkent vízellátás mellett is (Dudits D, Györgyey J. 2017).

A rizsnemesítők elsősorban hideg és szárazságtűrő fajtákat próbálnak létrehozni Magyarországon, de nagy figyelmet fordítanak a rizs genotípusok sótűrésének vizsgálatára is.

A növények sótűrőképességének megállapítására is folytak kutatások már 1959-ben is, amikor megállapították, hogy a rizs későbbi fenofázisában kevésbé érzékeny a talaj sótartalmára szikes talajokon. Az akkoriban híres Dunghan Shali rizsfajta sótűrése is nagyobb volt a többi fajtáénál (Kovács G. 1959). Székely és munkatársai 2016-ban megállapították, hogy a sókoncentráció növelésével, csökken a rizsfajta csírázási százaléka, megnövekszik a csírázási idő és a csírázási sebesség is lecsökken. A só alapvetően gátolja a rizs csírázását. Vizsgálatukban a Dáma fajta csírázása is elhúzódott.

Székely et al. (2021) vizsgálta a különböző rizs genotípusok hidegtűrését egy 10 napos tavaszi lehülési időszakban 2018-2019-ben. A genotípusok eltérő reakcióinak vizsgálatára SPAD mérőt használtak, mely a rizs leveleinek klorofill tartalmát tudja számszerűsíteni. Minél inkább csökken a klorofill tartalom annál inkább érzékenyek a fajták. Kísérletükben a magyar fajták hidegtűrése jónak bizonyult, viszont az IR74371-70-1-1 fülöp-szigeteki anyag volt a legérzékenyebb. A magyar fajták közül az Ábel, a Dunghan Shali, az M 225, az Oryzella és az SZV Szellő is kiemelkedően hidegtűrőnek bizonyult az M202 és a Sandora referencia fajtákhoz hasonlítva.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérletben beállított növényanyagok

A különböző rizs genotípusok szárazságtűrési vizsgálatát a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft kísérleti üvegházában állítottuk be. A rizsfajták vetőmagjai a MATE KÖTI ÖVKI rizs fajtagyűjteményéből származtak.

A kísérletben a DÁMA, MARILLA és IRAT 109 fajtákat, valamint a Gabonakutató Nonprofit Kft-ben F1 keresztezési kombinációból származó *in vitro* portoktenyésztés módszerével (Lantos et al. 2022) előállított DH (doubled haploid) törzseket (1087/646, 1087/120, 1087/840, 1087/330) vizsgáltuk. A vizsgált fajták és DH törzsek nincsenek jelenleg köztermesztésben Magyarországon.

Az IRAT 109 Elefántcsontpartról származik (Magoti R. et al. 2019). Szárazságtoleráns fajta, jól használja fel a rendelkezésre álló vizet. Erőteljes gyökér és szárfejlődés jellemzi. Xipeng és munkatársai kísérleteiben is szárazságtoleráns fajtának bizonyult 2013-ban.

A MARILLA fajtajelölt volt, de végül nem kapott állami elismerést. Előző évi kísérletekben szárazság érzékeny fajtának mutatkozott. Jelen kísérletünkben is ezért teszteltük (Jancsó M 2023).

A DÁMA fajta állami elismerését már visszavonták. A közepes tenyészidejű fajták közé sorolható 135-140 nap tenyészidővel (Jancsó M. 2021). Ez a fajta volt Magyarországon az első, amelyet biotechnológiai módszerekkel állítottak elő és 1992-ben állami elismerést kapott. A járványos barnulásra rezisztens és stressztűrő képessége miatt értékes génforrásnak tartják. Több jelenleg köztermesztésben lévő új fajtának is ez a fajta a keresztezési alapja, mint például az SZV Tündének is (Jancsó M. 2022). A kísérletünkben az 1087 jelű DH törzseknek is a DÁMA fajta az alapja, melyet az IRAT 109-cel kereszteztek, mielőtt még DH növényt hoztak volna létre belőlük.

3.2. A kísérlet beállítási körülményei

Először az egységes kísérleti növényállomány érdekében csírázási próbát végeztünk Petri csészénként 40 szemmel 2023. május 8-án. A magokat desztillált vizet tartalmazó Petri csészébe raktuk, majd három napra 24°C-on inkubátorba helyeztük. Ezek után a jól csírázott, egészséges szemekből 5-5 darabot választottunk ki. A vetést 2023. május 11-én végeztük. Minden genotípusból kétszer öt ismétlést vetettünk. A műanyag cserepekbe a talajkeverék

kimérése elektronikus mérleggel történt. Mind a nyolcvan cserépbe 526 g Terra tőzeget, 1340 g száraz homokot és 4 g lassú tápanyag leadású műtrágyát (Osmocote Exact, Scotts Company, N16+P9+K12+2,5gMgO) mértünk, az előző években már őszi búza kísérletekben alkalmazott protokoll alapján (Nagy É. et al. 2017; Zuhair K. O. et al. 2020).

3.3. Az öntözési kezelés

A kísérlet első részében fenntartó öntözést végeztünk, úgy ahogy a növények igényelték. Majd június 27-én külön választottuk a kísérletet egy jól öntözött (1700 grammig öntözöttre) és egy vízmegvonásos (1500 grammig öntözöttre) csoportra. Mindkét kezelés esetében 5 ismétlést alkalmaztunk. A kevesebb vízádagok kijuttatását (1500 g) körülbelül a zászlós levelek megjelenésekor kezdtük el.



1. ábra Rizs genotípusok szárazságtűrésének tesztelése üvegházi cserépedényes kísérletben (saját felvétel)

Az öntözésnél a vízádagok kimérését mérőhengerek segítségével végeztük el az adott kezelésnek megfelelő össztömeg eléréséig tartó öntözéssel. A nyári melegben nagyobb volt az evapotranspiráció, és mivel a rizs vízigényes növény szinte minden nap öntözzük a kísérletet a bugaérés kezdetéig. A kijuttatott vízádagokat egyedi növényekre vonatkoztatva folyamatosan dokumentáltuk.

Az öntözési kezelések közben a fenológiai fázisok közül a virágzási időket külön figyelemmel kísértük.

1. táblázat A vetéstől a virágzásig eltelt idő napokban a jól öntözött kezelés esetén

genotípus	1.	2.	3.	4.	5.
IRAT 109	115	110	111	110	116
DÁMA	90	88	89	88	89
MARILLA	87	87	82	82	93
1087/120	109	106	105	109	108
1087/330	103	99	101	101	107
1087/633	112	108	110	111	112
1087/646	91	91	91	95	88
1087/840	107	109	108	108	109

2. táblázat A vetéstől a virágzásig eltelt idő napokban a vízhiányos kezelés esetén

genotípus	1.	2.	3.	4.	5.
IRAT 109	120	118	119	121	117
DÁMA	99	96	92	97	98
MARILLA	91	97	97	92	99
1087/120	119	119	119	117	117
1087/330	111	109	110	108	110
1087/633	119	0	0	119	120
1087/646	101	100	104	101	118
1087/840	115	119	115	115	117

3.4. A növények betakarítása és a terméskomponensek értékelése

Az érés kezdetekor növénymagasságot mértünk mérőrúd segítségével. A tenyészidőszak végén, mivel az érés elhúzódott a vízhiányos állapot miatt a stresszelt növények esetében, csak október végén került sor a növények betakarítására. A föld feletti biomasszát szárítószekrénybe raktuk és 40°C-on súlyállandóságig szárítottuk. Ez után megmértük a a főbugák, az oldalbugák tömegét, a föld feletti teljes biomassza tömeget, a termékenyült, illetve steril szemek számát a főbugán.

3.5. Adatok ábrázolása és statisztikai értékelése

A kísérletet kezelésenként 5 ismételtsben végeztük el. A kapott adatokat MS Excel segítségével ábrázoltuk és értékeltük, valamint számoltunk STI, TOL, és Harvest indexet is.

Stressz tolerancia indexszel (STI) Fernandez és mtsai 1992-ben megjelent kutatásai alapján számoltunk. Ahol megállapították, hogy azok a genotípusok toleránsak a szárazsággal szemben, melyeknek az STI indexe magas, illetve a legmagasabb egy adott kísérleten belül. A

stressz tolerancia indexet úgy számoljuk ki, hogy a genotípusok átlag kontrol (jól öntözött) termését és a vízhiányosan kezelt (stresszelt) genotípusok termésének átlagát összeszorozzuk, majd elosztjuk a kontrol kezelés termésének átlagának a négyzetével.

A TOL indexet Rosielle és Hamblin 1981-ben alkalmazott leírása alapján számítjuk ki. Így a jól öntözött genotípus termésének átlagtömegéből kivonjuk a stresszelt genotípus termésének átlagtömegét

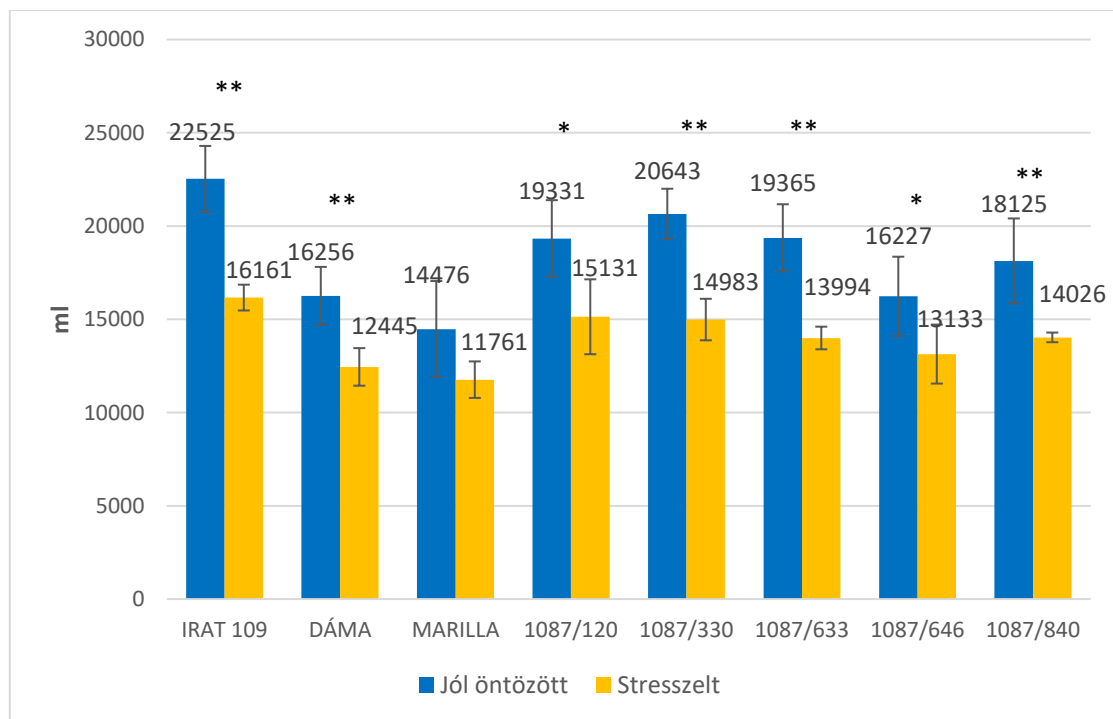
A harvest index (HI) megmutatja a termés arányát, (a dolgozatban a szárított betakarított főbuga termés grammban) a föld feletti biomasszához viszonyítva (Donald 1962).

Az eredmények statisztikai értékelésére az IBM SPSS 29 szoftvert használtuk. A genotípusok esetében mért különböző paraméterek kezeléseket közötti összehasonlítására t-próbákat végeztünk. A statisztikailag igazolható különbségeket $p=0,05$ (*) és $p=0,01$ (**) megbízhatósági szintek mellett jellemeztük.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Az öntözési kezelés értékelése a vízfelhasználási adatok alapján

A kísérletünkben felhasznált vízmennyiséget a Melléklet 1-2. táblázata mutatja be. Az 1700 grammra öntözött kontrolban az IRAT 109 fajta volt az öt ismétlés átlagában a legnagyobb vízfelhasználású genotípus, majd az 1087/330 és 1087/633-as genotípus követte (2. ábra). Az öntözött kontrolban a Marilla fajta igényelte a legkevesebb vizet. A stresszelt kísérlet is hasonlóan alakult. Az 1500 gramm súlyra öntözött genotípusok közül szintén az IRAT 109 és az 1087/120 és 1087/330 DH törzsek vízfelhasználása volt a legnagyobb. A Marilla fajta itt is jóval kevesebb vizet igényelt, mint stresszelt párjai. A DH törzsek közül az 1087/646 volt átlagosan a legkisebb vízfelhasználású a stresszelés ellenére. A Marilla genotípuson kívül valamennyi vizsgált genotípus esetében statisztikailag is igazolható mértékben csökkent a vízfelhasználás mértéke az alacsonyabb öntözés hatására.

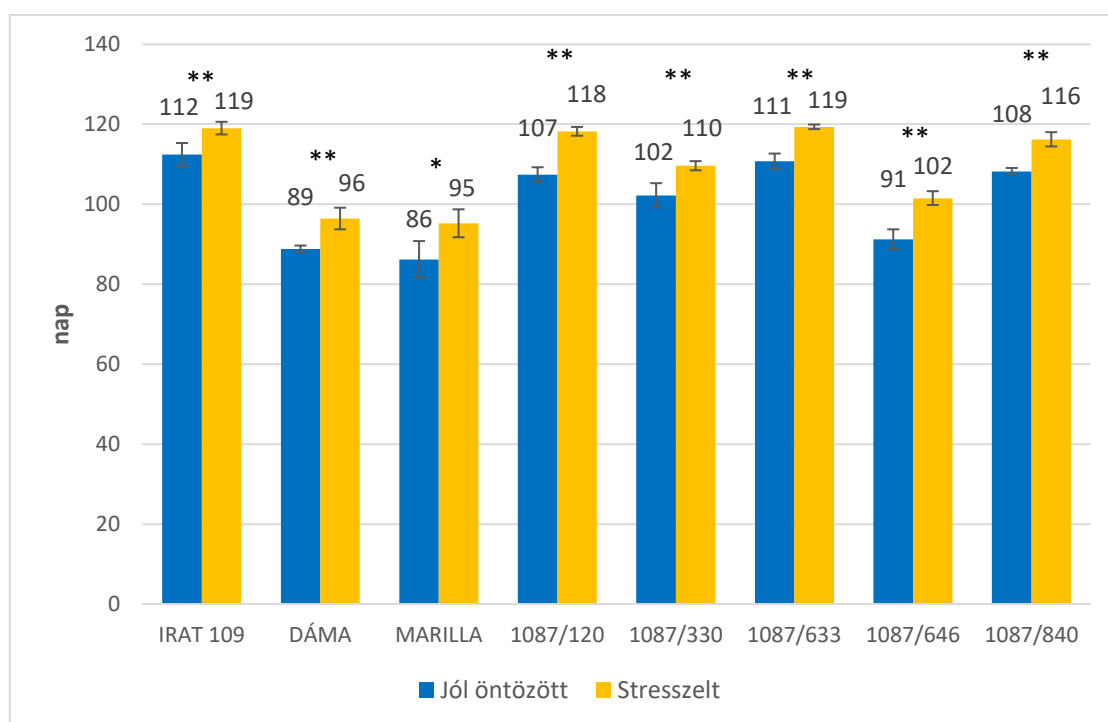


2. ábra Rizs genotípusok átlagos vízfelhasználása (ml) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

4.2. A virágzási adatok összehasonlítása

A vetéstől eltelt napok száma alapján az 1087/633-as genotípus virágzott legkésőbb a stresszelt kezelésben (3. ábra). A megfigyelések alapján a stresszelt állomány átlagosan hat és

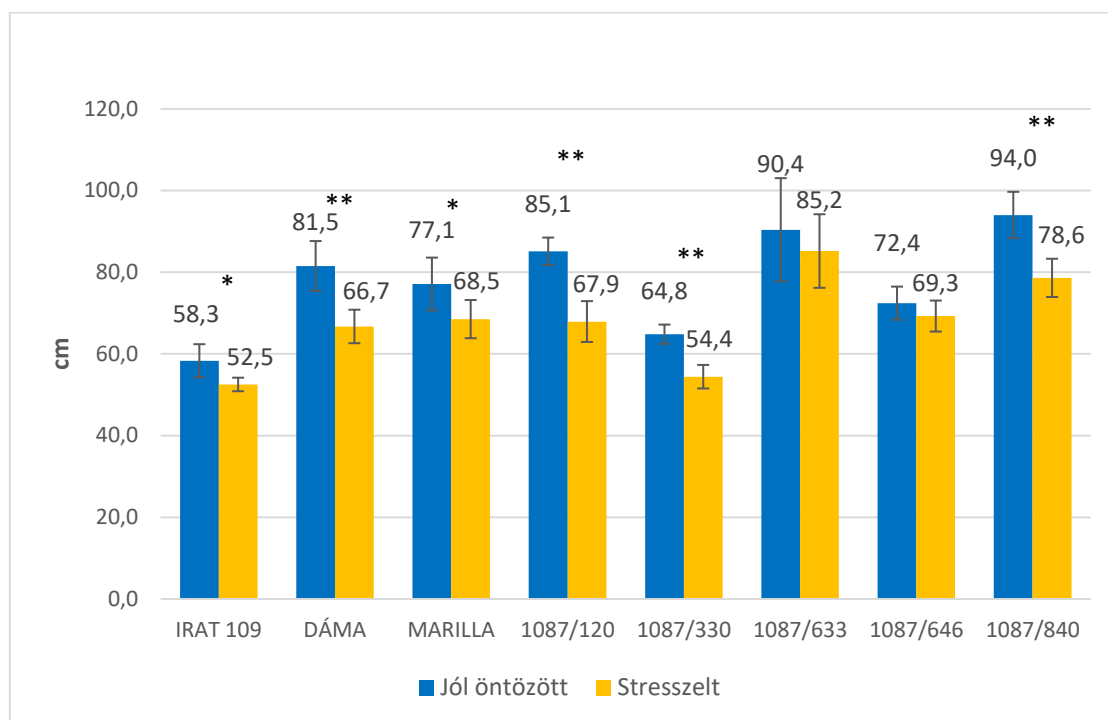
tizenegy nappal később virágzott a kontroll, jól öntözött kezeléshez képest vízmegvonás hatására. Legkorábban a Marilla, majd a Dáma, illetve az 1087/646 DH törzs virágzását figyelhettük meg a jól öntözött kísérletben. Az IRAT109 virágzott legkésőbb a stresszelt kísérletben is az 1087/633 után. A vízmegvonásos kísérletben az IRAT109 bár később virágzott, de itt volt a legkevesebb nap eltérés a virágzás elhúzódása között a jól öntözöthöz képest. A stresszelt kísérletben szintén a Marilla virágzott legkorábban, de a jól öntözöthöz képest kilenc nap eltéréssel. Az 1087/646 DH vonal vízmegvonásban átlagosan tizenhárom nappal később virágzott a jól öntözött kontrollhoz képest. A virágzás elhúzódása minden genotípus esetében szignifikáns különbségeket eredményezett a kontroll kezeléshez képest.



3. ábra Riza genotípusok átlagos vetéstől számított virágzási ideje (nap) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

4.3. A növénymagasság változása a vízmegvonás hatására

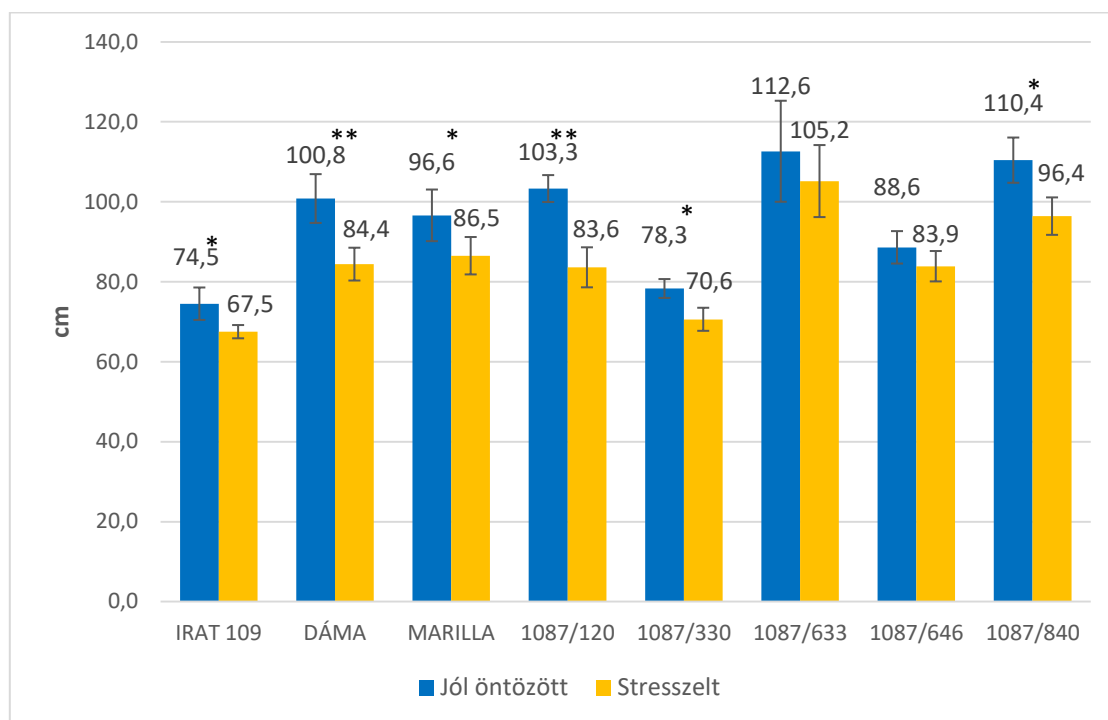
Növénymagasságot egyszer vételeztünk fel a tenyészidőszak során, az érés kezdetekor. A bugacsúcsig és a buganyakig mértünk magasságot mindkét kezelésnél.



4. ábra Rizs genotípusok buganyakig mért átlagos magassága (cm) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

A vízmegvonásos kezelés hatására a stresszelt állományban jelentősen csökkentek a rizs genotípusok átlagos magasságai (4. ábra). Átlagosan hat és tizenöt centiméter közötti volt az eltérés a stresszelt kísérletben a jól öntözöthöz képest, amikor a buganyakig mértük a növénymagasságot. Az 1087/120 átlagosan tizenhét centiméterrel volt alacsonyabb a jól öntözött kontrollhoz képest, így a legnagyobb csökkenést mutatta a kezelések és genotípusok között. A legkisebb buganyakig mért magasságcsökkenést az IRAT109 fajta mutatta és az 1087/646-os DH törzs átlagosan hat centiméterrel. Az 1087/633-as és az 1087/646-os DH törzs esetében a kezelések között nem volt szignifikáns a különbség.

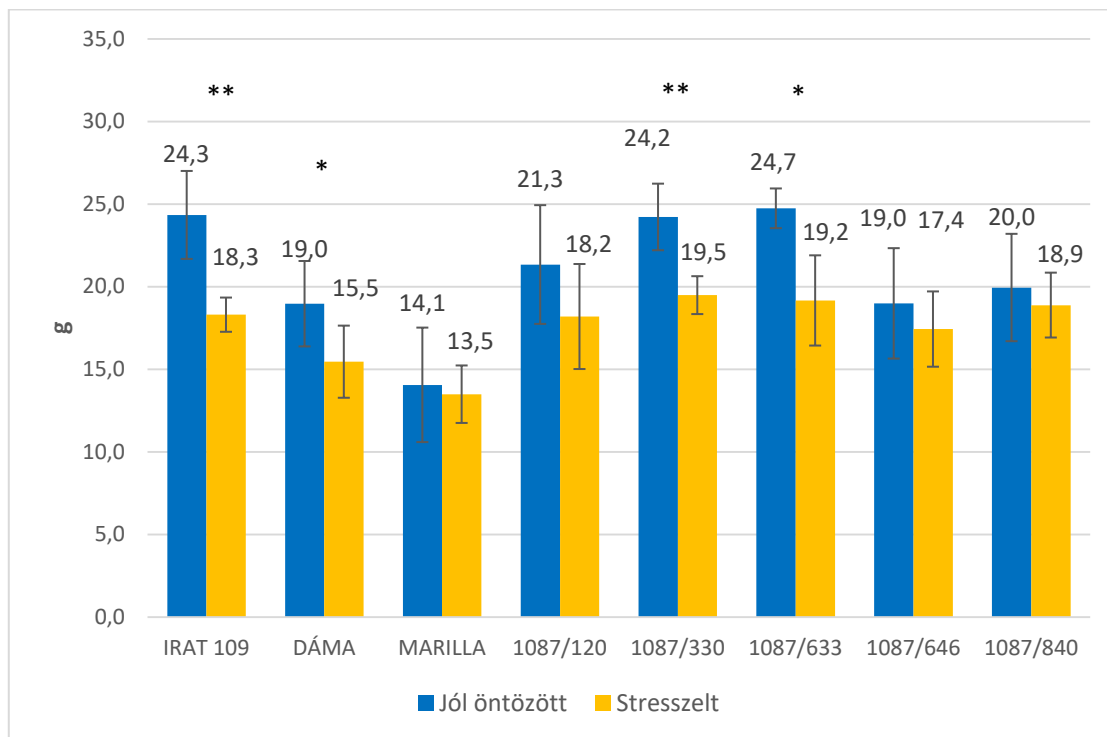
A bugacsúcsig mért növénymagasságok az 5. ábrán láthatók. A legnagyobb bugacsúcs magasság csökkenést átlagosan az 1087/120 genotípus mutatta, húsz centiméteres eltérésekkel a jól öntözöthöz képest. A legkisebb bugacsúcsig mért növénymagasság eltérést az IRAT109 genotípus és az 1087/330 valamint az 1087/646 DH törzsek mutatták hét és nyolc centiméteres eltéréssel a jól öntözött kontrollhoz képest. Az 1087/633 átlagosan 7 centiméteres eltérést mutatott a jól öntözött kontrollhoz képest. Az 1087/633-as és az 1087/646-os DH törzs esetében a kezelések között nem volt szignifikáns a különbség a bugacsúcsig mért magasságban sem, amely elsősorban a nagyobb szórásértékeknek köszönhető.



5. ábra Rizs genotípusok bugacsúsig mért átlagos magassága (cm) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

4.4. A vizsgált rizs genotípusok biomassa adatainak összehasonlítása

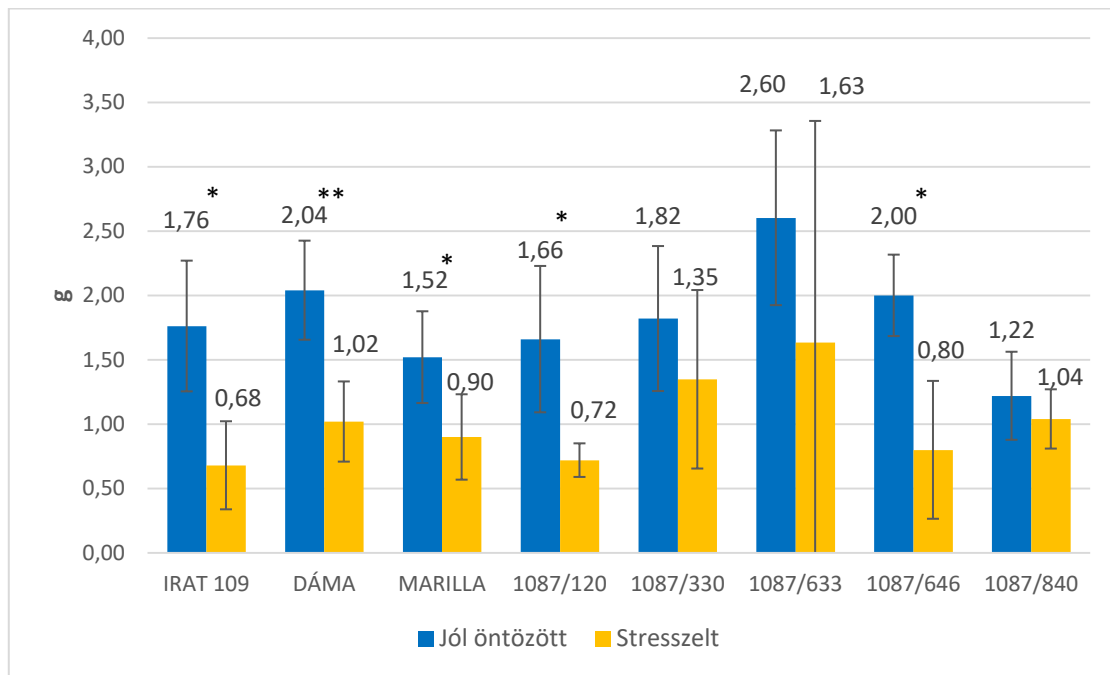
A növények teljes felszín feletti száraz tömegét is vizsgáltuk (6. ábra). Az eredményeink alapján minden genotípus esetében csökkent a növények tömege. A legjelentősebb mértékben az IRAT 109 (5,0 g) és az 1087/633 DH törzs (5,5 g) esetében. Ezek mellett a Dáma fajta és az 1087/330 DH törzs esetében volt a különbség statisztikailag is igazolható az eltérő kezelések között.



6. ábra Rizs genotípusok felszín feletti részeinek átlagos tömege (g) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

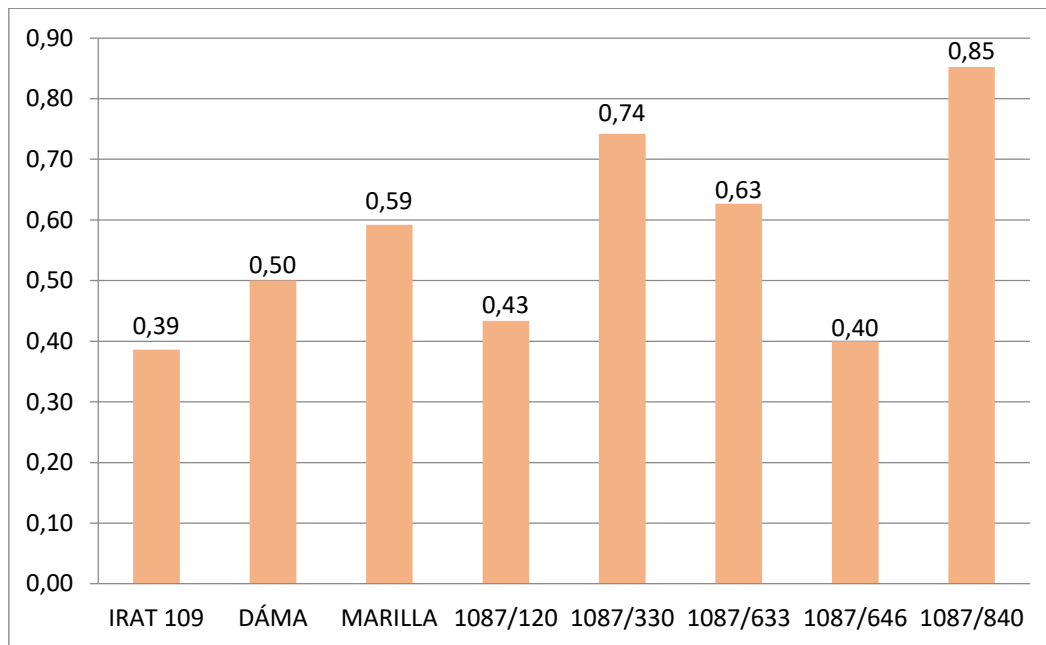
4.5. A vizsgált rizs genotípusok termés adatainak összehasonlítása

A termésadatokból kapott eredmények mutatják leginkább egy fajta vagy genotípus gazdaságilag értékes szárazságtoleranciáját. A főbuga tömege alapján számoltuk a különböző jellemzőket. Jelentős volt a különbség a jól öntözött és a vízmegvonásos kezelések között és minden genotípus esetében csökkent a vízmegvonás hatására a főbuga tömege. Az eredményeket a 7. ábra mutatja. Az öntözött kontrollhoz képest elmondhatjuk, hogy a termés átlagosan a felére csökkent a stresszelt kezelésben. A legnagyobb terméscsökkenést az öntözött kontrollhoz képest az 1087/646 DH törzs valamint a Dáma és az IRAT109, valamint az 1087/633 mutatta átlagosan egy grammal. Az 1087/840 genotípus csak átlagosan 0,18 grammal csökkent a jól öntözöttéhez képest. A vízmegvonásos kezelésben az 1087/330-as DH törzs, az 1087/633-as és az 1087/840-es, valamint a Dáma fajta produkálta a legmagasabb termést, míg az IRAT 109 a legalacsonyabbat. Ez elsősorban az elhúzódozó tenyészedőnek volt köszönhető. A jól öntözött kísérletben az 1087/633-as adta a legtöbb termést. Ezt követte az 1087/646-os DH törzs a 2 grammal átlagterméssel az öt ismétlés átlagában. A DÁMA és IRAT109 is jóval magasabb termést produkált jól öntözött körülmények között. Az egyedi növények közötti különbségek ellenére szignifikáns különbség csak az 1087/330, az 1087/633 és az 1087/840 DH törzsek esetében nem volt a kezelések között.



7. ábra Riza genotípusok terméseredményei (g) a főbugák tömege alapján a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

A kísérlet eredményeiből kiszámoltam a stressz tolerancia indexet (STI) is.

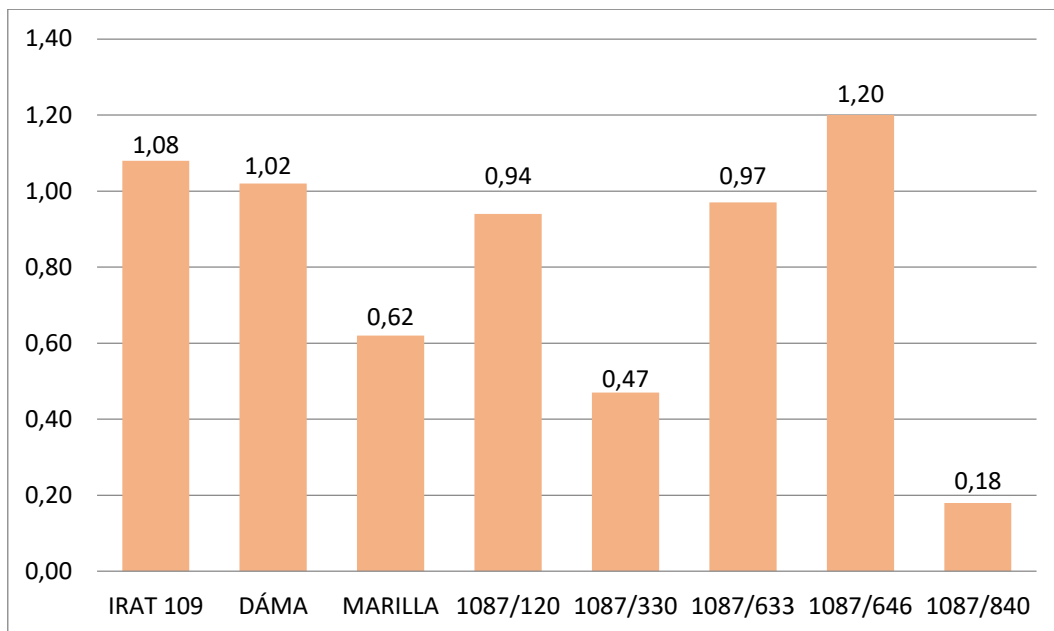


8. ábra A stressz tolerancia index (STI) eredményei a különböző riza genotípusok esetében

Az STI értékek alapján az 1087/840 és a 1087/330 DH törzsek tűnnek toleránsabbnak a vízmegvonásos kezelésekkal szemben a vizsgált genotípusok között (8. ábra). Azonban a

termés adatok alapján a stressztoleránsnak tartott IRAT 109 STI értéke lett a legalacsonyabb kísérletünkben.

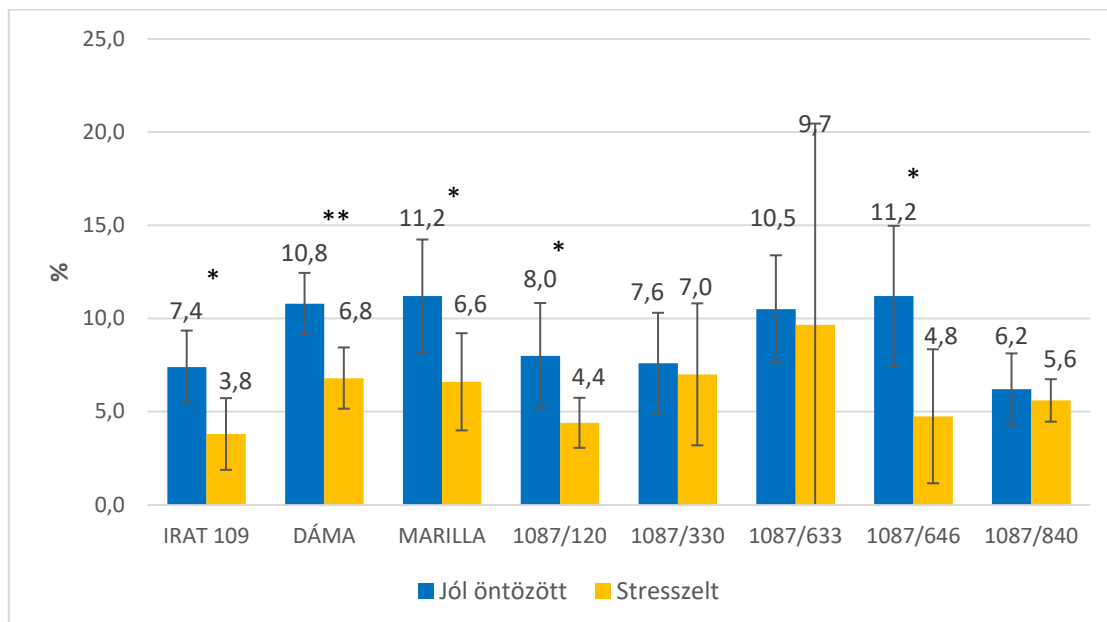
A tolerancia index (TOL) alapján azok a genotípusok toleránsak a szárazsággal szemben, melyeknek a tolerancia indexe minél alacsonyabb. Az eredményeket a 9. ábra mutatja.



9. ábra A tolerancia index (TOL) eredményei a különböző rizs genotípusok esetében

Ez alapján az 1087/840-es DH vonal bizonyul szárazság toleránsnak, illetve az 1087/330-as. Legmagasabb értéket a Dáma fajta és az 1087/646 mutat, tehát jelen kísérletben e genotípusok érzékenyebbek voltak a vízmegvonásra.

Harvest indexet (HI) is számoltunk, bár az értékek nagyon alacsonyak voltak. Ezek eredményeit a 10. ábra mutatja.

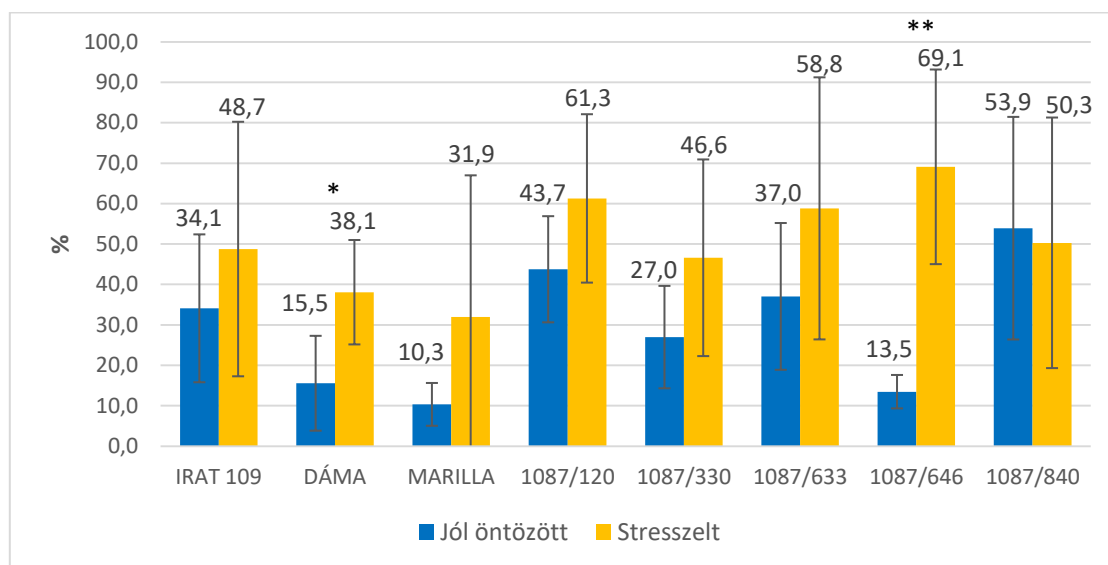


10. ábra Rizs genotípusok harvest index (%) eredményei a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

A Harvest index jelzés értékű a nemesítőknek, mert olyan genotípusokra érdemes szelektálni, melyeknek HI értéke magas. A jól öntözött kísérletben a Dáma, Marilla, valamint az 1087/633 és 1087/646 HI indexe 10% volt átlagosan. Ez mondható az öntözöttek közt a legmagasabbnak, bár ezek az értékek is jelentősen elmaradnak az ideálisnak tartott 40-50 %-os mértéktől. A jól öntözött kezelésben is kaptunk alacsony HI értéket az 1087/840 DH törzs esetében 6 % volt átlagosan ez az érték.

A stresszelt öntözött kezelésben lényegesen alacsonyabb HI értékek voltak minden genotípus esetében. Az 1087/330, az 1087/630 és az 1087/840 DH törzsek esetében a HI% csökkenés nem volt szignifikáns. Az IRAT 109 esetén három százaléknak megfelelő HI értéket kaptunk, tehát a teljes biomasszának csak három százaléka volt a termés. A stresszelt kísérletben az 1087/120-as DH törzs is alacsony HI értéket adott átlagosan. A stresszelt kísérletben a legmagasabb harvest indexet a 1087/633-as DH törzs esetén mértük (9,7%). A Dáma valamint Marilla fajták esetében 6,8% és 6,6% értékeket kaptunk.

Vizsgáltuk a genotípusok főbugáin a steril szemek arányát a termékenyült szemekhez viszonyítva. Az öntözött és a vízmegvonásos kísérletünkben is magas volt a steril szemek száma, melynek nemcsak az öntözés módja (aerob öntözés), hanem egyéb tényezők, például vörösnnyakú árpabogár (*Oulema melanopus*) kártétele is közrejátszott. A 11. ábrán látható a genotípusok átlagos sterilitási százaléka.



11. ábra Rizs genotípusok sterilitás (%) eredményei a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.

A vizsgált jól öntözött fajták és genotípusok alacsonyabb sterilitási százalékot mutatnak, tehát ott jobb volt a termékenyülés. Egyetlen esetben, az 1087/840 DH törzsnél a stresszelt növények alacsonyabb sterilitási százalékot mutattak, de a különbség nem volt jelentős. Az adatok nagy szórása miatt csak a Dáma fajta és az 1087/646 DH törzs esetében voltak a különbségek statisztikailag is igazolhatóak. A jól öntözött kísérletben az 1087/633-as rizs genotípus is magas sterilitási százalékot, 58,8 %-ot számoltunk az öt ismételtes átlagában. A vízmegvonásos kísérletben a kontroll jól öntözöthöz viszonyítva 50% -os különbséget látunk az 1087/646 DH növénynél. Tehát a vízmegvonásra ez a genotípus igen magas terméseszkökenéssel reagált. Szintén magas volt a sterilitási százalék (61,3 %) az 1087/120-as genotípus esetében is. A vízmegvonásos kezelést ezek a növények sem tolerálták jól a szemképződéskor. A legalacsonyabb sterilitás %-ot a vízmegvonásos kísérletben a Marilla fajta mutatta.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kísérletünkben a szárazság stressz hatására szignifikánsan csökkent a növények magassága, termése és a virágzás és az érés is eltolódott. A rizs genotípusok érzékenysége a szárazságra és a vízmegvonásra különböző. Fontos azoknak a genotípusoknak a megtalálása, melyek szárazság stressz hatására is jó termést adnak. Ahhoz, hogy ezt pontosabban tudjuk vizsgálni még több éves kutatásra és hasonló mesterséges körülmények között beállított öntözési kísérletekre van szükség.

Jelen kísérletünkben felmértük a rizs genotípusok vízigényét, mely fontos tulajdonság a szárazsággal szembeni ellenállóság szempontjából. Az üvegházban kis területen elvégzett öntözési és vízmegvonási kísérlet alkalmas volt arra, hogy szignifikáns különbségeket találjunk a különböző DH törzsek és vonalak reakcióinak felmérésére.

Mesterséges körülmények között beállított öntözési kísérletet szárazságtűrésre számtalan kutató végez már automatikus, számítógéppel vezérelt öntözési rendszerekkel, mi viszont itt automatikus berendezések nélkül, manuálisan jutattuk ki a vizet a rizs növények igényéhez és a vízmegvonás kísérleti igényeihez igazítva. Kis területen, kevesebb genotípussal néha gyorsabb kézi technikával öntözni egy kísérletet. Erre ez a módszer is hatékonynak bizonyult.

Kísérletünkben az IRAT 109 fajta a szakirodalmi adatok szerint szárazság toleráns és sok kísérletben alkalmazzák kontrollnak (Kuixian J et al.2012). Itt ebben a kísérletben mégsem kaptunk jó eredményeket. Valószínűleg azért, mert ez egy hosszabb tenyészidejű fajta, melegigényes és a magyarországi hosszabb nappali megvilágítást szintén nem tolerálja megfelelően.

Az 1087/330 és 1087/840 DH törzseknél az STI index számítás alapján azt kaptuk, hogy toleránsabbak a szárazságstresszre a többi genotípushoz képest a vízmegvonási kísérletünkben.

A vízmegvonás hatására láttuk, hogy drasztikusan csökken a termés. A rizsnemesítés legfontosabb feladata olyan genotípusok nemesítése, felkutatása, amelyek nemcsak az árasztásos öntözéssel termesztethők biztonsággal, hanem öntözött vagy kevésbé öntözött területeken is stabil termést adnak. Az a tapasztalat, hogy azok a fajták, melyek jól tűrik a szárazságot kevesebb termést adnak. Tehát a szárazságtűrés és a termőképesség negatív korrelációban van (Heszky L. 2008). Ezért is fontos, hogy tisztázzuk, hogy élettani vagy gazdasági szempontok szerint lényeges szárazságtűrésről beszélünk.

Vízfelhasználás alapján érdemes olyan fajtát választani, amely alacsony vízigényű. Kísérletünkben a MARILLA fajta használt fel jóval kevesebb vizet, pedig bár fajtaelismerést nem kapott, de a kísérletekben elsősorban árasztásos termesztés a technológiája.

A DÁMA elismerését egyéb kedvezőtlen tulajdonságai miatt visszavonták, pedig a kísérletünkben szintén ez a fajta is jóval kevesebb vizet igényelt még stresszelt körülmények között is.

Magyarországon érdemes olyan fajtát termesztetni, amelynek a tenyészideje rövid. Így a kísérletünkben a MARILLA és DÁMA tekintettel arra, hogy a stresszelt és jól öntözött kísérletben is korábban történt a virágzás, csak ezek a fajták lennének köztermesztésbe javasolhatók. A DH törzsek közül az 1087/646 volt a legrövidebb tenyészidejű, de ebben az esetben sem sikerült az IRAT 109 hosszabb tenyészidejét jelentősen ellensúlyozni.

A terméseredmények alapján az 1087/120 adta a legkisebb termést, így a további szelekciót javasolt nem ezzel a genotípussal folytatni a következő években.

A sterilitási százalék a DH genotípusoknál jóval magasabb volt, mint az IRAT 109, a DÁMA, valamint a MARILLA fajták vízmegvonási kezeléseiben. Nagyobb stressz érzékenység alakult ki a 1087/646 genotípusnál. Tehát az 1087/646 DH törzset a további kísérletekből érdemes kizárni.

A DH törzsek TOL indexe az 1087/840 és 1087/330 esetében volt a legalacsonyabb, így a további kísérleteket e genotípusokkal érdemes folytatni. Az 1087/646-os DH törzsnél kaptuk a legmagasabb TOL indexet, ami azt is jelenti, hogy ez a genotípus volt a legérzékenyebb a vízmegvonásra a fajtákhoz és DH törzsekhez hasonlítva.

A kísérletünkben a gyökérrendszert nem tudtuk értékelni, mivel a virágföld keverék nehezen mosható le a gyökérről. Érdemes a következő kísérletet olyan talajkeverékbe vetni, ahol ez a tulajdonság is jól kiértékelhető lesz, mert a szárazságtűrésre szelektálásban a gyökerek mérete, mennyisége is fontos szelekciós bélyeg.

Illetve fontos, hogy amit üvegházban vizsgáltunk, azt később a szántóföldön is kipróbáljuk, hogy komplex környezeti körülményekre hogyan reagálnak a rizs genotípusok.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban különböző, jól öntözött és vízmegvonásos kezelésekkel vizsgáltam a különböző rizs genotípusok szárazságtűrését.

A szárazságtűrésre nemesítés napjainkban az egyik legfontosabb feladata a növénynemesítésnek. Ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk a fajták és genotípusok érzékenységre, több mutatószám is a nemesítők segítségére lehet. Azonban nincs egyértelműen bevált módszer még a hagyományos nemesítési módszerek közt sem, mellyel önmagában le lehetne írni ezt a komplex tulajdonságot. Az adott évben lehet, hogy az egyik genotípus szárazság toleráns jegyeket mutat, a következő évben ugyanaz a genotípus már nem biztos, hogy ugyanúgy reagál. Különösen igaz ez a szántóföldeken, ahol a növényeket egy időben akár többféle kedvező és kedvezőtlen hatás is érheti.

Kísérletemet hazai és nemzetközi kontroll (érzékeny és toleráns) rizs genotípusokkal és DH1 törzsekkel állítottam be a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. üvegházában két öntözési szinten.

A vízmegvonásos kezelés jelentősen csökkentette a növények magasságát a jól öntözött kontrollhoz képest. A terméseredmények is szignifikáns csökkenést mutattak a jól öntözött kontrollhoz képest, de nem minden esetben. Az 1087/330, 1087/633 és 1087/840 esetében a termés csökkent, de nem szignifikánsan. A stressz hatására a virágzás is eltolódott, ezzel együtt a kísérletben a termésérés is később ment végbe.

Üvegházi körülmények között a DH genotípusok jóval érzékenyebbek voltak a vízmegvonásra, mint a korábbi hazai fajta és fajtajelölt. A jól öntözött kontrollhoz képest az 1087/646 és 1087/120 DH törzsek átlagtermése volt a legalacsonyabb. A fajták közül pedig az IRAT109 reagált a stresszre a legalacsonyabb átlagterméssel. A legmagasabb vízfelhasználás a tenyésztéskor az IRAT109 fajta és az 1087/330 illetve az 1087/120 DH törzsek esetében volt.

A legmagasabb termést az 1087/330-as, az 1087/633 és az 1087/840 DH törzsek adták. A fajták közül pedig a DÁMA fajta terméseredményei voltak a legmagasabbak a vízmegvonási kísérletben. A MARILLA igényelte a legkevesebb vizet mind jól öntözött, mind a stresszelt kísérletben.

A kezelések között nem mindenütt kaptunk szignifikáns különbséget, így a következő években további szárazságtűrés kísérletek beállítására lesz szükség a vizsgált DH törzsekkel, amelyek korábban előnyös tulajdonságokat mutattak, de kísérletemben nem múlták felül a kontroll genotípusokat.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Blum A. (2009): Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research* 112, 119-123.
2. Bouman, B., Hengsdijk, H., Hardy, B., Bindraban, P., Tuong, T., Ladha, J.K. (2002): Water wise rice production. *Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
3. Cyprien, N., Alexis N., Newton L., K., Paul, K. (2023): Identification of Drought Tolerant Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes with Asian and African Backgrounds *Abiotic Stress of Crops: Molecular Genetics and Genomics*
4. Cseri A., Sass L., Törjék O., Pauk J., Vass I., Dudits D. (2013): Monitoring drought responses of barley genotypes with semi-robotic phenotyping platform and association analysis between RECORDED TRAITS AND ALLELIC VARIANTS OF SOME STRESS GENES. *Australian Journal of Crop Science* 7, 1560-1570 p.
5. Cseuz, L., Pauk, J., Kertész, Z., Matuz, J., Fónad, P., Tari, I. (2002): Wheat breeding for tolerance to drought stress at the Cereal Research Non-Profit Company. *Acta Biologica Szegediensis* 46, 25-26. p.
6. Cseuz, L., Pauk, J., Fónad, P., Kovács, E., Matuz, J. (2008): Field selection of winter wheat genotypes tolerant to water shortage with a mobile automatic rain shelter (MARS) and chemical desiccation. 11th International Wheat Genetics Symposium, 2008, 3, 882-884. p.
7. Donald, C.M. (1962): In search of yield. *Journal of the Australian Institute of Agriculture Science*, 28, 171-178. p.
8. Dudits, D., Györgyey, J. (2017): Zöld GMO-k a laboratóriumban és a szántóföldön. *Akadémiai Kiadó*
9. Fernandez, G.C.J. (1992): Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.) *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*. Taiwan Publication 93.410:257-270 p. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua
10. Gong, W., Proud, C., Fukai S., Mitchell, J. (2023): Low canopy temperature and high stomatal conductance contribute to high grain yield of contrasting japonica rice under aerobic conditions. *Front. Plant Sci.* 14
11. Hajósné N.M. (2007): A növénynevelés alapjai SZIE MKK Jegyzet 33-35 p.
12. Heszky L. (2008): Miért nincsenek szárazságtűrő növényfajtáink? *Agro Napló*, 2008 (3), 38-39. p.
13. Heszky L. (2017): Transzgénikus (GMO) növények *Agrofórum Kiadó Kft.* 241-242. p.
14. Heszky L., Simon Kiss, I., DoQuangh, B. (1996): Release of rice variety 'DAMA' developed through haploid somaclonal breeding. In: Bajaj Y.P.S. (Ed.): *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. 36:46-54
15. Hiroo Niizeki, Kyoharo Oono (1968): Induction of Haploid Rice Plant from Anther Culture *Proceedings of the Japan Academy* Vol 44. 554-557 p.
16. Jancsó M. (2021): A magyar rizs általános alkalmazkodóképességének javítása hagyományos és aerob termesztésben. XXVII. Növénynevelési Tudományos Napok. ELKH, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár 26-30. p.

17. Jancsó M.(2016): A rizskutatás szívében. Agroforum-A növénytermesztők és növényvédők havilapja 27. 36-40p.
18. Jancsó M., Székely Á., Pauk J. (2021):Szántóföldi növények vetőmagtermesztése.88-97 p.
19. Jancsó.,M,Lantos,Cs.,Székely,Á., Vitányi,B.,Pauk,J. (2018): A vízfelhasználás csökkentési lehetőségei aerob rizstermesztési rendszerekben. (In memoriam Simonné Kiss Ibolya) Alkalmazkodó vízgazdálkodás: lehetőségek és kockázatok 12-16 p.
20. Kapás S. (1997): Rizs Növényfajták és növénynemesítők. Országos Mezőgazdasági Minősítő intézet. Budapest. 141-146.p.
21. Kovács G.(1959): Öntözési és Rizstermesztési kutatóintézet Szarvas
22. Kshirod K.Jena (2010): The species of the genus *Oryza* and transfer of useful genes from wild species into cultivated rice, *O.sativa* Breeding Science 60.:518-523 p.
23. Kuixian J.,Yanyang W., Weining S., Qiaojun L., Hanwei M., Shihua S.,Hui C. (2012): Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage. *Journal of Plant Physiology* Volume 169. Issue 4 336-344 p.
24. Lantos Cs. (2009): Az in vitro androgenezis indukciója búzában (*Triticum aestivum* L.), tritikáléban (*X Triticosecale* Wittack), fűszerpaprikában (*Capsicum annuum* L.) és az eredmények felhasználása a nemesítésben. Doktori értekezés, Gödöllő
25. Lantos,Cs., Jancsó, M.,Székely, Á.,Nagy,É.,Szalóki,T., Pauk,J.(2022): Improvement of Anther Culture to integrate Doubled Haploid Technology in Temperate Rice (*Oryza sativa* L.) Breeding.PLANTS-BASEL 11,3446
26. Lantos,Cs., Jancsó,M.,Pauk,J.(2005): Microspore culture of small grain cereals. *Acta Physiol Plant* 27, 631-639 p.
27. Lantos,Cs., Jancsó,M.,Székely,Á.,Szalóki T., Venkatangappa,S.,Pauk,J.(2023): Development of in vitro Anther Culture for Doubled Haploid Plant Production in Indica Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes. PLANTS-BASEL 12.
28. M. Ishfaq et al.(2020): Alternate wetting and drying: A water-saving and ecofriendly rice production system *Agriculture Water management* Vol 241.
29. Magoti,R.,Mayumi K., George C., Josiah K., John K.,Hiroaki S., Patrick G., Daigo M.(2019):Growth of Rice Varieties in Different Kenyan Soil Types Under Water-Deficit Conditions. *Journal of Agricultural Science*; Vol.11, No.6.
30. Manickavelu A.,Nadarajan N., Ganesh S.K., Gnanamalar R.P., Chandra Babu R. (2006): Drought tolerance in rice :morphological and molecular genetic consideration. *Plant Growth Regulation*, 50 (2-3) p. 121-138.p.
31. Nagy É.(2019) Búza szárazságtűrési térképezési populáció feno-és genotipizálási eredményei Doktori értekezés, Szeged
32. Nagy É.,Lehoczki-Krsjak S, Lantos Cs., Pauk J. (2018): Phenotyping for testing drought tolerance on wheat varieties of different origins *South African Journal of Botany* 216-221 p.
33. Nagy, É.,Lantos,Cs., Pauk,J. (2017): Selection of drought tolerant and sensitive genotypes from wheat DH population. *Acta Physiol Plant* 39:261
34. Pantuwan, G.,Fukai,S., Cooper, M., Rajatasreekul,S.,OToole,J.C.,(2002):Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands-part 3.Plant factors contributing to drought resistance. *Field Crops Research* 73, 181-200 p.
35. Passioura,J.B. (2012) Phenotyping for drought tolerance in grain crops: when is it useful to breeders? *Functional Plant Biology* 39,851-859.p.

36. Paul, K.,Pauk,J.,Deák,Z.,Sass, L and Vass,I. (2016): Contrasting response of biomass and grain yield to severe drought in Capelle Desprez and Plainsman V wheat cultivars. PeerJ4:e 1708.
37. Pepó P. (2010): növénynevelés 34-40.p.
38. Pethő M.(1998): A növényélettan alapjai. 175-177 p.
39. Rosielle A.A.,Hamblin J. (1981) : Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21:943-946.
40. Simonné Kiss I., (1983): A rizs termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
41. Simonné Kiss, I.,Ipsits,Cs.,M. (1992): Áttekintés a rizs (*Oryza sativa* L.) árasztás nélküli termesztésének történetéről és lehetőségeiről. Növénytermelés 41,365-371.p.
42. Standard Evaluation Sytem (SES) for Rice (2013)
43. Szakál Gy., (1984): Új technológiák a rizstermesztésben.
44. Székely Á., Szalóki T., Kolozsvári I.,Jancsó M.(2016): A sóstressz hatása magyar rizsfajták csírázási dinamikájára. Kutatói utánpótlást elősegítő program I. szakmai konferenciája Publikációk Gödöllő
45. Székely, Á., Szalóki,T.,Ibadzade,M., Pauk,J., Lantos, Cs., Jancsó,M.: (2021): Magyarországi rizs (*Oryza sativa* L.) fajtagyűjtemény hidegtűrésének vizsgálata természetes körülmények között. NÖVÉNYTERMELÉS 70., 125-142. p.
46. Xiaofeng Z.,Yanke L., Qianqian W., Peifeng C. Wei M., Huaqi W, Honggui L. (2017): A new method for evaluating the drought tolerance of upland rice cultivars. The Crop Journal Volume 5, Issue 6., 488-498.p.
47. Xipeng D., Xiaokai L,Lizhong X (2013): Insight into Differential Responses of Upland and Paddy Rice to Drought Stress by Comparative Expression Profiling Analysis Int.J.Mol.Sci.2013,14,5214-5238; doi:10.3390/ijms14035214
48. Y.P.S. Bajaj (1990) : In Vitro Production of Haploids and Their Use in Cell Genetics and Plant Breeding. Biotechnology in Agriculture and Forestry Vol 12. 3-4 p.
49. Yang,J.C.,Zhang,J.H.,Wang,Z.Q.,Liu,L.J., Zhu,Q.S., (2003): Postanthesis water deficits enhance grain filling in two-line hybrid rice. Crop Science 43, 2099-2108 p.
50. Yusuff,O. Mohd,Y.Rafii, Chukwu,S. Arolu, F,F,Usman M., Isiaka,K.,Zarifh S.K.,Isma ila, M Kazeem K (2019): Drought resistance in Rice from conventional to Molecular Breeding:A Review IntJ Mol Sci2019 Jul:20(14):3519
51. Zuhair Kanbar,O.Chege,Lantos, Cs.,Kiss,E.,Pauk, J.(2020): Characterization of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm for drought tolerance Plant Genetic Resources:Characterization and Utilization;1-13.
52. http 1: <https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf>
53. http2: <https://www.hellovidek.hu/2021/09/11/keveset-fogyasztunk-pedig-van-dogivel-aki-kostolta-a-magyar-rizst-csak-ezt-eszi>
54. http 3: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400048.fvm>

8. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra Rizs genotípusok szárazságtűrésének tesztelése üvegházi cserépedényes kísérletben (saját felvétel)	17
2. ábra Rizs genotípusok átlagos vízfelhasználása (ml) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	20
3. ábra Rizs genotípusok átlagos vetéstől számított virágzási ideje (nap) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	21
4. ábra Rizs genotípusok buganyakig mért átlagos magassága (cm) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	22
5. ábra Rizs genotípusok bugacsúcsig mért átlagos magassága (cm) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	23
6. ábra Rizs genotípusok felszín feletti részeinek átlagos tömege (g) a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	24
7. ábra Rizs genotípusok terméseredményei (g) a főbugák tömege alapján a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	25
8. ábra A stressz tolerancia index (STI) eredményei a különböző rizs genotípusok esetében	25
9. ábra A tolerancia index (TOL) eredményei a különböző rizs genotípusok esetében.....	26
10. ábra Rizs genotípusok harvest index (%) eredményei a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	27
11. ábra Rizs genotípusok sterilitás (%) eredményei a jól öntözött és a vízhiányos kezelésben. A kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségeket * ($p=0,05$) és ** ($p=0,01$) jelölik.	28
1. táblázat A vetéstől a virágzásig eltelt idő napokban a jól öntözött kezelés esetén	18
2. táblázat A vetéstől a virágzásig eltelt idő napokban a vízhiányos kezelés esetén	18
1. melléklet Az egyedi növények összesített vízfelhasználása (ml) a jól öntözött, kontroll kezelésben.....	39
2. melléklet Az egyedi növények összesített vízfelhasználása (ml) a vízmegvonásos (stresszelt) kezelésben	39

9. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vass Ilona Tünde
A Hallgató Neptun kódja: DJBC4Z
A dolgozat címe: Rizs DH törzsek szárazságtűrésének összehasonlítása üvegházban
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi
A konzulens tanszékének a neve: Öntözési és Vízgazdálkodási

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

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

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

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

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

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

Kelt: Szarvas, 2023. november 11.


Hallgató aláírása

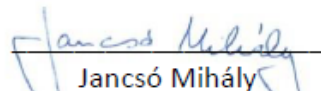
NYILATKOZAT

Vass Ilona Tünde (hallgató Neptun azonosítója: DJBC4Z) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Szarvas, 2023. november 12.


Jancsó Mihály
tudományos munkatárs
belső konzulens

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Jancsó Mihálynak, aki nagyon sok szakmai segítséget adott, és végtelen türelemmel segítette munkámat.

Szeretnék még köszönetet mondani Dr. Lantos Csabának, aki hasznos szakmai tanácsokkal látott el munkám során.

Külön köszöntet szeretnék mondani a Gabonakutató Nonprofit Kft. dolgozóinak, akik szintén segítőkész munkájukkal, elsősorban technikai segítséggel járultak hozzá a dolgozat elkészüléséhez.

Valamint szeretnék még kiemelten köszönetet mondani Markó Ferencnek, aki az öntözésben és szakmai kérdésekben segítette tanulmányaimat.

11. MELLÉKLETEK

1. melléklet Az egyedi növények összesített vízfelhasználása (ml) a jól öntözött, kontroll kezelésben

Jól öntözött (1700 g)	Öntözés (milliliter)				
	1.	2.	3.	4.	5.
IRAT 109	19719	22976	24465	22236	23231
DÁMA	16377	14859	14998	16327	18717
MARILLA	13180	14706	12209	13498	18787
1087/120	17824	18137	18467	19377	22848
1087/330	20751	19745	19638	20153	22928
1087/633	17691	17958	8059	20629	21182
1087/646	16808	13308	14938	17350	18731
1087/840	16185	15243	19576	19149	20472

2. melléklet Az egyedi növények összesített vízfelhasználása (ml) a vízmegvonásos (stresszelt) kezelésben

Stresszelt (1500 g)	Öntözés (milliliter)				
	1.	2.	3.	4.	5.
IRAT 109	15511	15687	16785	17022	15798
DÁMA	12842	13850	11338	12575	11620
MARILLA	12930	12084	10531	10992	12269
1087/120	18187	14232	12850	15810	14578
1087/330	16461	15724	13698	14259	14775
1087/633	14556	8392	5977	13350	14077
1087/646	15206	13487	12165	11673	7669
1087/840	14276	13927	14329	13776	13823